GEOlibro

Hacia una Ley de Costas en Chile: bases para una Gestión integrada de Áreas Costeras

Comité Editorial:

Carolina Martínez, Rodrigo Cienfuegos,
Juan Manuel Barragán, Sergio Navarrete,
Rodrigo Hidalgo, Federico Arenas y Luis Fuentes

Créditos

La elaboración y organización de este libro se desarrolla en el marco del PROYECTO FONDECYT No 1200306; de la Cátedra UNESCO-Cousteau "Formación de especialistas en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable de la Zona Costera"; del Observatorio de la Costa; del Programa Austral Patagonia, Universidad Austral de Chile; del Centro de Investigación para la Gestión integrada del Riesgo de Desastres -CIGIDEN (ANID/FONDAP/15110017) e Instituto Milenio en Socioecología Costera (SECOS) ANID/Millennium Science Initiative Program–ICN2019_015

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Avenida Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile

Fono: +56 223544716

Editor Serie GEOlibros: Rodrigo Hidalgo

SERIE GEOlibros No 38

Comité Editorial Serie GEOlibros: José I. González Leiva (Pontificia Universidad Católica de Chile), Federico Arenas Vásquez (Pontificia Universidad Católica de Chile), Rafael Sagredo (Pontificia Universidad Católica de Chile), Axel Borsdorf (Universidad Innsbruck), Horacio Capel (Universidad de Barcelona), Sandra Lencioni (Universidad de Sao Paulo) y Carlos de Mattos (Pontificia Universidad Católica de Chile).

Editores Geolibro No 38: Carolina Martínez (Pontificia Universidad Católica de Chile), Rodrigo Cienfuegos (Pontificia Universidad Católica de Chile), Juan Manuel Barragán (Universidad de Cádiz), Sergio Navarrete (Pontificia Universidad Católica de Chile), Rodrigo Hidalgo (Pontificia Universidad Católica de Chile), Federico Arenas (Pontificia Universidad Católica de Chile) y Luis Fuentes (Pontificia Universidad Católica de Chile).

La serie GEOlibros es publicada por el Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile con el objetivo de difundir trabajos de carácter geográfico y obras vinculadas al conocimiento espacial y territorial. Todos los textos que ella publica son revisados por el Comité Editorial de la Serie GEOlibros, quién deriva los textos a pares evaluadores ciegos, cuyas observaciones son entregadas individualmente a los autores para su incorporación a los trabajos definitivos.

HACIA UNA LEY DE COSTAS EN CHILE: BASES PARA UNA GESTION INTEGRADA DE AREAS COSTERAS. Carolina Martínez, Rodrigo Cienfuegos, Juan Manuel Barragán, Sergio Navarrete, Rodrigo Hidalgo, Federico Arenas y Luis Fuentes (editores)

Diseño y diagramación: Gabriela Anabalón

Revisión de textos: Carolina Martínez, Federico Arenas, Sergio Navarrete.

Edición: Elías Andrade

Coordinación editorial: Simón Inzunza

Gestión editorial: Gabriela Anabalón

Fotografía portada: Carolina Martínez

Fotografías interiores: Gabriela Anabalón - Carolina Martínez

Impresión Gráfica IMPREX, Santiago de Chile

Primera edición: noviembre de 2022

ISBN: 978-956-414-182-4

GEOlibro

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA
FACULTAD DE HISTORIA, GEOGRAFÍA
Y CIENCIA POLÍTICA

Hacia una Ley de Costas en Chile: bases para una Gestión integrada de Áreas Costeras

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Cátedra UNESCO-Cousteau / Chile
Formación en Especialistas en Ordenamiento y Desarrollo Sustentable de la Zona Costera
CIGIDEN
OBSERVATORIO DE LA COSTA
SECOS
INSTITUTO MILENIO EN SOCIO-ECOLOGÍA COSTERA
Programa Austral Patagonia
Universidad Austral de Chile

Hacia una Ley de Costas en Chile: bases para una Gestión integrada de Áreas Costeras

Prólogo 7

Hacia una Ley de Costas en Chile: bases para una Gestión integrada de Áreas Costeras 8

Introducción 9

Cap. I. La Gestión integrada de áreas costeras 11

1.1. Bases conceptuales de la Gestión Integrada de Áreas Litorales (GIAL): Juan M. Barragán Muñoz 13

1.2. La gestión de las áreas litorales en Chile: Fabiola Elizabeth Rodríguez Pérez 33

Cap. II. La costa chilena: bases físicas, socio-económicas, ambientales y culturales 51

2.1. Bases geomorfológicas de la costa de Chile: Carolina Martínez, Luis E. Lara, Arturo Belmonte, Matías Carvajal, Cristián Araya, Marcos Moreno, Daniel Melnick, Marina Hernández 53

2.2. Procesos de la costa de Chile: Marina Hernández Mora y Roberto Agredano Martín 85

2.3. Servicios ecosistémicos y planificación de las áreas costeras de Chile: Laura Nahuelhual y Ximena Vergara 99

2.4. Habitar el litoral. Prospección conceptual al suburbio chileno en las ciudades costeras de Iquique y Coronel: Voltaire Alvarado Peterson, Juan Ignacio Ruiz Vera, Félix Rojo-Mendoza, Rodrigo Hidalgo Dattwyler 121

Cap. III. Amenazas naturales, riesgos y desastres en la costa de Chile 135

3.1. La vulnerabilidad social en la costa de chile durante los últimos 30 años: nuevos desafíos para la reducción del riesgo de desastres: Carolina Martínez, Nikole Guerrero, Simón Inzunza, Nicolás Bronfman, Alondra Chamorro, Steven Mons 137

3.2. Revisión de los métodos de análisis de la amenaza de tsunami en Chile: Rafael Aránguiz y Patricio A. Catalán 159

3.3. La erosión costera en Chile: Problemas actuales y desafíos futuros: Carolina Martínez e Idania Briceño de Urbaneja 177

Cap. IV. El cambio climático en la costa de Chile 205

4.1. Marejadas en Chile: características, avances y desafíos pendientes: Mauricio Molina Pereira 207

4.2. Impactos del cambio climático en la costa de Chile: Patricio Winckler Grez, César Esparza Acuña, Javiera Mora González, Roberto Agredano Martín, Manuel Contreras-López, Cristián Larraguibel González, Oscar Melo Contreras 225

4.3. Adaptación al cambio climático en la costa de Chile: Patricio Winckler Grez 251

Cap. V.	**Normativa, institucionalidad y gobernanza de la zona costera y de los recursos marino-costeros en Chile**	**271**
5.1.	**Luces y sombras del derecho de costas en España: sugerencias para una Ley de Costas en Chile:** Ángel Menéndez Rexach	273
5.2.	**California's coastal protection program – a model for integrated coastal management in Chile?:** Charles Lester	289
5.3.	**Hacia una conceptualización jurídica comprensiva e integradora de los espacios costero-marinos:** Rocío Parra Cortés	315
5.4.	**Pesquerías artesanales, gobernanza colaborativa y desafíos para la aplicación del enfoque ecosistémico:** Rodrigo Estévez, Valentina Opazo, Francisca Reyes-Mendy, Gabriel Jerez, Stefan Gelcich	333
5.5.	**Incidencia de la regulación de la pesca y la acuicultura en una futura Ley de Costas:** Jessica Fuentes Olmos	353
5.6.	**La pesca artesanal en la encrucijada de un nuevo ordenamiento territorial: Alcances de la implementación de la Ley de Caletas en el Golfo de Arauco:** Valesca Montes, Camilo Veas y Daniel Carrillo	369
Cap. VI.	**La protección de los ecosistemas marino-costeros**	**385**
6.1.	**Las áreas marinas protegidas de Chile: avances y grandes desafíos:** Miriam Fernández, Montserrat Rodríguez, Sergio A. Navarrete	387
6.2.	**La inaplicación de la ley de navegación en demandas por daño ambiental marino: luces, sombras y matices:** Pedro Harris Moya	403
6.3.	**La protección de humedales en la costa de Chile:** Carolina Rojas Quezada, Kay Bergamini Ladrón de Guevara, Melissa Mallega Acevedo, Caroline Stamm	415
Cap.VII.	**El Ordenamiento Territorial en la costa de Chile**	**433**
7.1.	**Ordenamiento territorial en la costa de Chile: alcances, competencias y estado de situación:** Fernando Peña-Cortés, Juan Pablo Schuster, Pablo Arévalo-Valenzuela, Federico Arenas y Luis Fuentes	435
7.2.	**Desafíos en planificación territorial y resiliencia costera: el caso de la amenaza de tsunamis:** Magdalena Vicuña y Jorge León	455
7.3.	**Zonificación costera: Un instrumento para la planificación y gestión costera sostenible. El caso de la región del Biobío:** Jorge Urrea González y Loredana Díaz Bravo	467
7.4.	**Vulnerabilidad territorial y capacidad institucional en el litoral central de Chile:** Giovanni Vecchio , Pilar Hernández, Gabriela Bastías, Patricio Vega, Magdalena Vicuña, Roberto Moris, Carolina Martínez	491
Cap. VIII.	**Conflictos y participación ciudadana. Desafíos para la gobernanza**	**505**
8.1.	**Conflictos socio-ambientales y desequilibrios territoriales en las costas de Chile, una relación dialéctica por explorar:** Fernando Peña-Cortés y Cristian Inostroza Matus	507
8.2.	**Conocimiento geográfico poderoso para una educación geográfica sostenible en los territorios costeros de Chile:** Mónica Kaechele-Obreque, Fernando Peña-Cortés y Elías Andrade Mansilla	529
8.3.	**Conociendo la agenda mediática de la costa central chilena: una caracterización necesaria para promover la gestión participativa del riesgo:** Karla Palma y Michael Lieberherr	549

Prólogo

El escenario de crisis climática nos ha obligado a mirar el territorio y las políticas públicas con otros ojos. La expansión de las ciudades y la eterna deuda del ordenamiento territorial se hacen evidentes. La larga y angosta faja de tierra se va haciendo cada vez más angosta y desordenada. Se asume que es necesario y urgente adoptar medidas que frenen los crecimientos inorgánicos de ciudades y asentamientos humanos de distinto tamaño, pero no se sabe bien por dónde empezar. El copamiento, muchas veces de facto, del todavía denominado borde costero, particularmente en la zona norte de Chile, y la proliferación de parcelaciones, especialmente en el sur del país, son una muestra concreta de ello.

Este debate ha estado presente, con distintas intensidades, en la sociedad organizada, en la discusión legislativa, en la iniciativa gubernamental y, por cierto, en la investigación científica y en la academia. Pero muchas veces esa ha sido una discusión que ha transitado por carriles distintos, paralelos. Desde hace algunos años, eso ha empezado a cambiar. La investigación, la ciudadanía y la toma de decisiones han comenzado a dialogar. Y aunque es una conversación incipiente, ya cuenta a su favor con varios logros, como lo son la dictación de la Ley de Humedales Urbanos, la Ley Marco de Cambio Climático y la reactivación de una discusión sobre protección de turberas y glaciares.

Pero sin ninguna duda, aún queda mucho por hacer. Uno de esos temas es como transitamos social, cultural, territorial y normativamente desde una ya agotada política de "borde costero" a lo que este texto caracteriza como la "gestión integrada de áreas costeras". Ya son varios los intentos fallidos en esta materia. La falta de audacia política, la dispersión o ausencia normativa o, peor aún, su falta de actualización, sumado a los múltiples intereses que se cruzan y colisionan, han sido una traba para avanzar efectivamente.

Para ello, hay que entender que Chile, privilegiado territorio costero, no termina en la orilla de la playa. Muy por el contrario, el mar es parte del territorio nacional y, como ya sabemos, no son ecosistemas distintos, sino interconectados y esa relación tiene mucho que ver con el clima, la actividad económica, la identidad y diversidad cultural, así como la preservación de flora, fauna y de lugares privilegiados, no solo por su riqueza marina o su belleza escénica, sino por su aporte insustituible en el desarrollo de muchas comunidades y territorios.

Como se señala en este libro, se requiere de planificación y nuevas formas de gobernanza para poder habitar el litoral. Porque además de garantizar el acceso de todas y todos los chilenos al mar común, hay que hacerse cargo de terremotos, tsunamis, marejadas y otros riesgos de desastres socio-naturales y también de aquellos, como la erosión, generados por décadas de un manejo del litoral que se ha limitado a la entrega de concesiones. Ciertamente, la actividad pesquera-acuícola y extractiva, así como el turismo deben ser parte de esta conversación.

Sin duda, hoy hay muchas más miradas que hace años atrás buscando respuestas a las múltiples interrogantes. Pero, además, también sabemos que en otras latitudes hay y hubo gente pensando estos mismos temas, por lo que podemos aprender de sus aciertos, y sobre todo de sus errores. Este conjunto de miradas, análisis y decisiones es lo que hemos venido articulando en torno a lo que hemos denominado como una "Ley de Costas" para Chile. Una norma que proteja los diversos ecosistemas costeros, las áreas marinas protegidas, y que gestione y mitigue el daño ambiental y que reconozca la existencia de humedales costeros, entre otras tantas materias.

Compartimos la necesidad de construir un nuevo, moderno y sustentable ordenamiento territorial en la costa de Chile, con capacidades y atribuciones en la institucionalidad, que pueda disponer de herramientas para enfrentar y resolver los conflictos socio-ambientales, que son uno de los factores de desequilibrio y desigualdad territorial.

Ya llevamos casi un cuarto del siglo en curso. Estamos atrasados, pero existe una energía renovada para hacer de estas temáticas parte de las definiciones y redefiniciones que desde la política y el modelo económico deben adoptarse. Porque somos un país privilegiado por la naturaleza, lo que nos hace actores relevantes, más allá de nuestro tamaño, de cara a un futuro muy cercano que requerirá de múltiples medidas de adaptación al cambio climático a nivel nacional, pero también internacional. Tenemos un rol que cumplir y desafíos que emprender. Por eso, los trabajos, investigaciones, miradas y propuestas contenidas en este gran libro son un aporte invaluable en ese camino, lo que agradecemos.

Tenemos derecho a ese maravilloso bien común que es nuestra costa. Porque, aunque los límites urbanos tienden a confundirse cada vez más con las zonas costeras, debemos preservar estas últimas, por seguridad, sustentabilidad e identidad y por ser, como dice Huidobro, el lugar donde: "He aquí el mar. El mar donde viene a estrellarse el olor de las ciudades".

Alfonso De Urresti, senador de la República de Chile

Santiago de Chile, noviembre de 2022.

Hacia una Ley de Costas en Chile: bases para una Gestión integrada de Áreas Costeras

Chile tiene aproximadamente 83.000 km de costa (continental e insular) además de unas condiciones geológicas, geomorfológicas y climáticas únicas que hacen de esta costa un lugar perfecto para cualquier tipo de desarrollo. Lo anterior es bien conocido por los chilenos, y desde principios de la década de 1990 la costa se ha convertido en un área para el desarrollo de actividades que generan ingresos económicos significativos para este país.

Esta claro que la costa es un área extremadamente valiosa para Chile por la diversidad de posibilidades que esta ofrece, Sin embargo, es un sitio altamente vulnerable debido a las altas presiones que debe soportar relacionadas a las actividades que el hombre ejerce sobre ella. Lo anterior sin tener en cuenta que la geología de este país convierte a su costa en una de las más susceptibles del mundo a la ocurrencia de diversas amenazas de origen natural como sismos, tsunamis, erosión, entre otras.

La costa chilena, como muchas costas en el mundo, se está viendo afectada por un notorio aumento en la población y el subsecuente incremento de sus usos y actividades turísticas, agrícolas, industriales, de transporte, pesquero, minera, entre otras. Lo anterior sumado a un modelo económico neoliberal que ha imperado en las últimas décadas puede ser nefasto para cualquier costa y en especial para una costa tan particular como lo es la costa chilena.

Lo anterior deja claro la urgente necesidad una política pública (Ley de Costas) clara y concisa enfocada en la gestión integrada de esta costa tan particular como lo es la costa de Chile. Esta ley debe ser el resultado de la conjugación de saberes provenientes de la ciencia, las autoridades y la sociedad civil unidos en un solo propósito: una correcta gestión la zona costera.

Una ley como esta permitirá abordar la costa como un recurso, pero a su vez dará las herramientas necesarias para la protección de los ecosistemas costeros ante cualquier tipo de alteración o destrucción producida por las actividades antropogénicas. Esta ley permitirá una utilización sostenible de la costa aportando desde la ciencia hacia la política pública y a su vez dará a los tomadores de decisiones las herramientas adecuadas teniendo en cuenta los saberes locales y sobre todo construyendo y fortaleciendo la comunidad.

Esta Ley de Costas deberá reconocer los principios básicos de sostenibilidad y desarrollo humano. Del mismo modo deberá reunir la visión sistémica con la gestión integrada reconociendo toda la costa y no solo su borde. Una ley como la propuesta permitirá la descentralización del país y sobre todo estimulará la participación ciudadana lo que generará un sentido de pertenencia necesario para la protección, ya que como humanos solo protegemos lo que consideramos como nuestro. Una Ley de costas garantizará el carácter público de este entorno y a su vez permitirá conservar sus características naturales conciliando las exigencias de desarrollo con los imperativos de protección.

Para proteger la costa se hace imperativo robustecer su carácter público vigilando y acompañando al Estado como garante de su conservación y correcto uso. Todo esto solo puede lograrse a la luz de la normativa y la legislación que son las herramientas con las que el Estado cuenta para poder gestionar de manera óptima la costa.

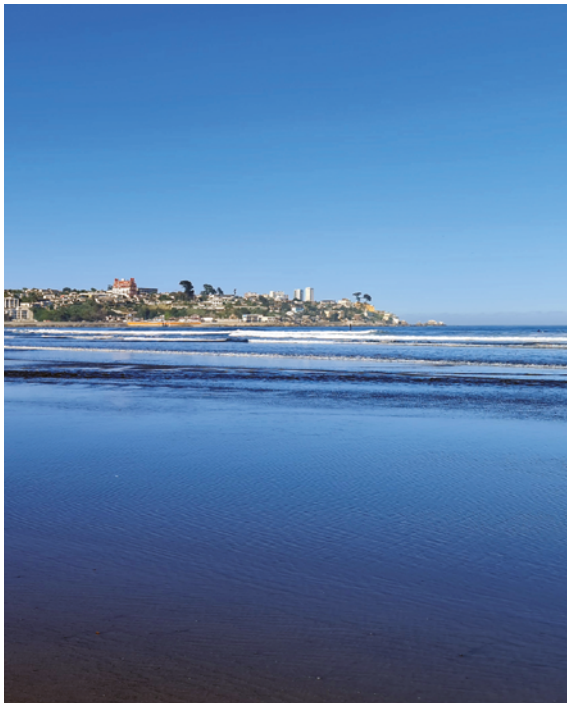
Este libro titulado **"Hacia una Ley de Costas en Chile: bases para una Gestión integrada de Áreas Litorales"** es el respaldo científico de esta ley. A lo largo de sus ocho capítulos (28 secciones) se presenta de una manera clara y detallada las bases técnico-científicas que permitirán sentar las bases para una correcta gestión integrada de las áreas litorales chilenas. Estas bases se centran en la gestión integrada, conocimiento físico, socioeconómico, ambiental y cultural, el entendimiento de las amenazas, riesgos y desastres, la influencia del cambio climático, la normativa, institucionalidad y gobernanza, protección de ecosistemas, ordenamiento territorial y los conflictos y desafíos para la gobernanza.

La información presentada en este libro y la ansiada ley permitirán entender, proteger y conservar la costa chilena favoreciendo dentro de ella la correcta interacción entre los diferentes ecosistemas, e integrando todos los elementos necesarios que permitan una óptima adaptación al cambio climático y una correcta gestión del riesgo de desastres.

Nelson Guillermo Rangel-Buitrago

Universidad del Atlántico
Barranquilla - Colombia

Introducción



Han transcurrido tres años desde la fundación del Observatorio de la Costa, una plataforma técnico-científica coordinada por el Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, orientada a vincular la ciencia y las políticas públicas, la toma de decisiones y la comunidad, con el fin de promover la transformación sostenible de la zona costera de Chile. Durante este tiempo, el trabajo del Observatorio se ha focalizado fuertemente en promover el diálogo, la participación y la colaboración en lo que hemos denominado una "nueva gobernanza costera", donde la descentralización y la democratización del conocimiento han sido los ejes claves en esta visión.

En este contexto, nos posicionamos con humildad desde la ciencia y promovemos una nueva ética en la relación sociedad-naturaleza, que nos permita enfrentar los desafíos de la sustentabilidad. Esta nueva ética se centra en los derechos humanos, pero también en los derechos de la naturaleza, en el contexto de la economía de la biósfera, como ruta para superar tanto la crisis climática actual como las adversidades que han ocasionado los efectos crónicos de la falta una política pública en el país, que reconozca el territorio costero como un espacio singular y como objeto de planificación y gestión. Al respecto, el Informe "La economía de la biodiversidad", publicado en 2021 por Partha Dasgupta, destaca no solo por la argumentación técnica sobre cómo hemos degradado la naturaleza por un desmedido extractivismo, promovido no solo por la acumulación de capital sino, además, por la escasa valoración de la naturaleza como activo, esto es, entendiendo que "la biodiversidad permite que la Naturaleza sea productiva, resiliente y adaptable. Si se reduce la biodiversidad, la Naturaleza y la humanidad sufrirán". Así también, se destaca en este informe la necesidad de cambio de las instituciones y del rol individual de las personas y del de la ciencia, para promover una transformación que solo se ve posible trabajando colaborativamente.

La fuerte degradación del paisaje costero en Chile, de sus ecosistemas marino-costeros, así como la invisibilización de sus recursos bioculturales y usos ancestrales, y la falta de una política pública capaz de proteger este espacio de cara a las futuras generaciones, ha hecho que en las últimas décadas estemos frente a una de las mayores

depredaciones de bienes públicos en la historia del país, dado el énfasis entregado al modelo económico marcado por un capitalismo descontrolado, por sobre el reconocimiento del carácter público de la costa y de su contribución al funcionamiento de la naturaleza y al buen vivir.

La importante brecha normativa en Chile, ha ocasionado graves disfuncionalidades que se han expresado en conflictos socioambientales y territoriales, y en la construcción de vulnerabilidades e inequidad social, cuya máxima expresión corresponde a la configuración de las denominadas zonas de sacrificio, o al decir de otros, espacios de desesperanza. Estas disfuncionalidades han provocado una falta de bienestar social que se ha expresado en dolorosos episodios de crisis, como fue el estallido social de octubre de 2019, el que relevó también los severos conflictos en la costa, a través de los numerosos cabildos socioambientales. En este contexto, se han y se están incubando numerosos desastres en la costa, con pérdidas de vidas humanas y un alto costo económico debido a los procesos de reconstrucción postdesastre. Solo en los últimos 10 años, el país ha debido enfrentar 13 procesos de reconstrucción, todos ellos localizados en áreas costeras.

Los grandes conglomerados urbanos y áreas metropolitanas del país, han ido creciendo a través de ejes costeros, por medio de un crecimiento urbano disperso que ha asimilado áreas rurales de alto valor natural, frente a la ausencia o debilidad de los instrumentos de gestión ambiental y de planificación territorial. La ocupación irregular en el territorio costero ha provocado a su vez, un incremento de la vulnerabilidad frente a las amenazas de origen natural recurrentes y también, frente a los eventos extremos derivados del cambio climático. Los escenarios de cambio climático no son auspiciosos para la vida humana en las siguientes generaciones, por ello es urgente actuar ya.

De este modo, el Observatorio de la Costa se focalizó en relevar la necesidad de avanzar hacia modelos de gobernanza para la costa, más adecuados a las necesidades de siglo XXI, comenzando por reflexionar sobre la deuda y brecha normativa existente en el país, sentando las bases para una nueva Ley de Costas, a partir de principios rectores claves capaces de impulsar la transformación sostenible. En este camino, nos han acompañado grandes aliados del ámbito científico y de la sociedad civil organizada y representa un verdadero proceso de co-creación en torno a un objetivo común que es la protección de nuestra zona costera y de quienes habitan y co-habitan su territorio. Agradecemos el apoyo y generosidad de todos quienes han contribuido a este objetivo, en especial a la Pontificia Universidad Católica de Chile, al Centro de Investigación para la Gestión integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN), al Instituto Milenio en Socioecología Costera (SECOS), a los Comités Ambientales Comunales del litoral central, ONGs, fundaciones y a los parlamentarios que han apoyado la propuesta de Ley.

Este GEOLibro, es un esfuerzo académico motivado por aportar desde la interdisciplina y transdisciplina, a una problemática compleja que, si bien nos muestra un desolador diagnóstico, nos presenta también oportunidades de cambio para generar actuaciones de recuperación, restauración o reconstrucción del espacio costero, utilizando diferentes instrumentos o recursos de gestión. Para ello, será necesario una colaboración más amplia de todos los sectores de la sociedad y una voluntad política de cambio, aspectos que serán claves para este viaje hacia la sostenibilidad. Creemos decididamente que esto es posible, trabajando en el diálogo y la cooperación.

En este GEOLibro, se presentan las bases físicas, normativas e institucionales de la costa chilena y describe cómo ha cambiado durante las tres últimas décadas. Está compuesto por veintiocho capítulos escritos por connotados científicos y especialistas en distintos ámbitos, a quienes les agradecemos como comité editorial, su motivación y compromiso, para poner a disposición de la sociedad, este **Libro Blanco** de la Ley de Costas para Chile.

Los Editores,

Carolina Martínez, Rodrigo Cienfuegos, Juan Manuel Barragán, Sergio Navarrete, Rodrigo Hidalgo, Federico Arenas y Luis Fuentes.

Capítulo I

La Gestión integrada de áreas costeras

1.1.

Bases conceptuales de la Gestión Integrada de Áreas Litorales (GIAL)

Conceptual bases of the Integrated Management of Coastal Areas (GIAL) and regulatory framework

Dr. Juan M. Barragán Muñoz[1]

RESUMEN

Se han analizado, de forma general y sintética, algunos aspectos importantes que interesan a una futura ley para la gestión integrada de áreas litorales (GIAL). Tal labor exige hacer énfasis en ciertos temas fundamentales de esta disciplina técnico-científica. Para empezar se estudian los denominados aspectos formales (glosario, exposición de motivos, objetivos, principios, dimensiones de la integración) en su relación con la GIAL. Hay que recordar que estos constituyen el arranque de muchas fórmulas legislativas. A continuación se trata un tema que puede ser controvertido, tanto desde el punto de vista geográfico pero sobre todo legal: el alcance geográfico y zonificación de las áreas litorales. Posteriormente, se plantea la regulación de las actividades humanas y su incidencia en las áreas litorales. Ello pudo abordarse a partir de la propuesta de una clasificación entre usos y actividades económicas en las áreas litorales. Por último, se han seleccionado tres elementos sobre los que hay que prestar especial atención en cualquier sistema de administración pública: los instrumentos de gestión, la organización institucional y la participación pública. El esquema anterior responde a una de las metas esenciales de la GIAL: la Sostenibilidad del Bienestar Humano basado en los servicios que prestan los ecosistemas litorales.

Palabras clave: conceptos, litoral, integrada, América Latina y Caribe, España.

ABSTRACT

They have been analyzed, in a general and synthetic way, certain important aspects that are of interest for a future law on integrated management of coastal areas (GIAL). Such work requires emphasis on certain fundamental issues of this technical-scientific discipline. To begin with, the so-called formal aspects (glossary, explanatory memorandum, objectives, principles, dimensions of integration) are studied in their relation to GIAL. It should be borne in mind that these constitute the starting point for many legislative formulas. Next, a subject is addressed that may be considered controversial, both from a geographical point of view, and, above all, legally: the geographical scope and zoning of coastal areas. Subsequently, the regulation of human activities and their impact on coastal areas is discussed. This could be approached from the proposal of a classification between uses and economic activities in coastal areas. Finally, three elements have been selected to which special attention must be paid in any public administration system: management instruments, institutional organization and public participation. The above scheme responds to one of the essential goals of GIAL: the sustainability of human welfare based on the services provided by coastal ecosystems.

Key words: concepts, coastal, integrated, Latin America and the Caribbean, Spain.

1 Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, España. Correo: juan.barragan@uca.es

Introducción

Los fundamentos de la Gestión Integrada de Áreas Litorales tienen un indudable interés para el contenido de cualquier marco normativo que pretenda regular lo que sucede en las zonas costeras. Entre otras razones porque podría alumbrar, con la lógica de los razonamientos y principios de esta disciplina técnico científica, a una futura ley de gestión costero marina. Este artículo, por tanto, aspira a realizar algunas reflexiones sobre lo que convendría tener en cuenta para su redacción. En dicho ejercicio la referencia a lo que sucede en las áreas litorales del mundo puede ser un comienzo razonable. Por descontado que las referencias a España y a América Latina tienen especial cabida en el presente trabajo.

A lo largo de las últimas décadas la población mundial se ha ido concentrando en las áreas litorales (Barragán y De Andrés, 2015). Este mismo fenómeno también se observa en América Latina y el Caribe (Barragán y De Andrés, 2016). Algunos factores contribuyen a explicar lo sucedido. Así, la ocupación del territorio aparece ligada al desarrollo de múltiples actividades humanas relacionadas con el medio marino: construcción naval, transporte marítimo, pesca extractiva, acuicultura, turismo balneario, etc. Ello explica, además, el notable crecimiento de numerosas ciudades y aglomeraciones costeras.

Las actividades antes mencionadas se desarrollan en un espacio geográfico escaso, frágil y muy dinámico. Dicho espacio alberga ecosistemas con gran capacidad de producción de bienes y servicios, identificados con procesos naturales, que son aprovechados por el ser humano. Y son, precisamente, los ecosistemas costero marinos, los que produciendo a pleno rendimiento estos servicios, constituyen parte fundamental del capital natural de un país. Por tal razón, conviene tener muy presentes aquellas políticas públicas nacionales conducentes a proteger y aprovechar un capital natural que se manifiesta en forma de servicios: de abastecimiento (producción de materias primas y alimentos), de regulación (biológica, morfosedimentaria, de perturbaciones) y culturales (sentido de pertenencia, ocio y recreo). La finalidad de una adecuada gestión de los servicios ecosistémicos costero marinos es la de hacer sostenible umbrales aceptables del bienestar humano. Este último concepto asume varias dimensiones: seguridad, salud, bienes materiales para una vida digna y un marco adecuado para las relaciones sociales (Agardy y Alder, 2004; Agardy et al., 2011). Estas últimas ideas confieren un profundo sentido a la GIAL.

De lo anterior se puede deducir la trascendencia de una disciplina que se inició en EE. UU., en la transición de los años 60 a los 70 de la pasada centuria, y se extendió por numerosos países del mundo en las décadas siguientes, especialmente a partir de la Cumbre de la Tierra de 1992 (FAO, 1992, 1998; UNEP, 1993, 1995; OCDE, 1995; Clark, 1996; World Bank, 1996; IOC/UNESCO, 1997; UNEP/MAP/PAP, 1999; Vallega, 1999, RAMSAR, 2010). La GIAL nace como respuesta a los severos problemas observados con respecto a la degradación de los espacios y ecosistemas costero marinos. También, por qué no reconocerlo, para mejorar las ineficientes medidas que hasta entonces tomaban las diferentes administraciones públicas en la mayoría de los países. En este sentido, la definición de GIAL podría ser la siguiente: "un proceso legitimado a través de una política pública, con fundamentación técnico científica pero que tiene en cuenta los saberes tradicionales, dirigido a la administración de los bienes comunes e intereses públicos; que se orienta a la toma de decisiones para obtener el mejor y más equitativo beneficio de los servicios de los ecosistemas costero marinos, poniendo especial esmero en conservar el capital natural, el patrimonio cultural y el paisaje; al tiempo que afronta los riesgos y amenazas que se ciernen sobre personas, bienes o recursos" (Barragán, 2014: 170).

Como se observa en la definición no se trata de conseguir una meta a través de medidas inconexas o deslavazadas. Más bien todo lo contrario. Se intenta que la GIAL sea un proceso, y esté al servicio de una política pública, con diferentes actuaciones estructuradas y secuenciadas. Estas deben ir dirigidas a remediar el equilibrio roto entre conservación de ecosistemas costero marinos y fórmulas de desarrollo humano. Por descontado que no puede olvidarse que se trata de espacios, bienes y asuntos de interés público. En consecuencia, la Administración pública debe asumir el liderazgo y el protagonismo que le corresponde en un asunto, también, del ámbito público de actuación.

El siguiente aspecto que necesita atención es el papel de la normativa en el marco de la GIAL. A esta cuestión se puede responder argumentando que la normativa es un componente muy importante, dentro de un conjunto de elementos que organiza y define un modelo público de gestión costera. Con este razonamiento se propuso el Decálogo para la GIAL (Barragán, 2004, 2014). Dicho Decálogo se erige en una suerte de plataforma de análisis que desgrana la estructura de un sistema público de gestión: Política, Normativa, Instituciones, Estrategias, Instrumentos, Formación, Información, Participación, Educación, Recursos. Cabe subrayar una idea fundamental: entre los diez elementos existe una estrecha relación, que es más intensa a medida que aumenta el grado de integración del modelo de gestión.

En términos generales la normativa se dirige a la gobernanza de las áreas litorales y ecosistemas costero-marinos como espacios, bienes y servicios que conciernen a los sistemas públicos de gestión (Cullinan, 2006). En América Latina y el Caribe (Cuadro Nº1), varios países cuentan con normativa específica para la gestión costera: Barbados, Belice, Brasil, Costa Rica, Cuba, Nicaragua, Perú, Venezuela, etc. Otros han desarrollado intensos debates en sus cámaras legislativas sobre la gestión costera aunque sin éxito por el momento: Argentina, México, Panamá y República Dominicana.

Cuadro N°1.
Referencias normativas sobre la GIAL en América Latina y el Caribe

País	Ley o Norma	Año	Referencia legal
Argentina	(Draft) Gestión planificada e integral de áreas costeras	1999, 2001, 2008, 2009	Senado de la Nación. Secretaría Parlamentaria
Bahamas	Coastal Protection Act	1968	Chapter 204
Barbados	Coastal Zone Management Act	1998	LRO 1998, Cap. 394
Belice	Coastal Zone Management Act	1998	Revised 2000
Brasil	Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro	2004	Lei N°7.661, de 16 de maio
Chile	Crea el espacio costero marino de los pueblos originarios	2008	Ley 20.249
Costa Rica	Ley sobre Zona Marítimo Terrestre y su Reglamento	1977	Resolución de la Sala Constitucional Nº447-91
Cuba	Gestión de la zona costera	2000	Decreto Ley N°212
Ecuador	Código Orgánico del Ambiente. Libro V de la Zona Marino Costera. Artículos 262-278	Entró en vigor en 2018	Registro Oficial. Suplemento N°983. Abril 2017
México	Reglamento para el uso y aprovechamiento de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT)…	1982-1991	Diario Oficial de la Federación 21 Agosto 1991
	Ley General de Bienes Nacionales	2004	Título 4º ZOFEMAT y terrenos ganados al mar
México	(Draft) Ley general para la gestión integral y sustentable de las costas mexicanas	2011	
Nicaragua	Ley para el desarrollo de las zonas costera	2009	Ley Nº690, Aprobada el 4 de Junio del 2009
Panamá	(Draft) Ley de Recursos Marinos y Costeros	2002	Dirección General de Recursos Marinos y Costeros de la Autoridad Marítima de Panamá
Perú	Ley de "Gestión sostenible e integrada de las zonas marino-costeras para su protección, recuperación, mantenimiento y aprovechamiento sostenible".	2017	Aprobada provisionalmente el 12 de julio de 2017
Puerto Rico	Coastal Zone Management Act	1972	
República Dominicana	(Draft) Ley Sectorial de Recursos Costero Marinos	2008	Congreso Nacional de la R. D. y Heredia (2009)
Uruguay	Directriz Nacional del Espacio Costero	2019	Comisión de Vivienda y Ordenación el Territorio. Senado
Venezuela	Decreto con Fuerza de Ley de Zonas Costeras	2001	Gaceta Oficial Nº37.319, Decreto N°1.468

Fuente: Barragán (2020).

El contexto descrito en párrafos anteriores permite plantearse una cuestión que atañe al interés de esta publicación monográfica. Se trata de la función que tiene una norma de referencia para la GIAL. En efecto, esta debe otorgar soporte jurídico y legitimidad a las actuaciones que se determinen en el marco de una política pública. Por descontado que este tipo de normas van dirigidas, especialmente, a las actividades y comportamientos humanos (y no solo a los ecosistemas marinos propiamente dichos). Por otro lado, y esta es una singularidad destacada, su ámbito de acción se dirige, de forma específica, a la administración de las áreas litorales, o zonas costeras como se traduce literalmente de la expresión inglesa. En el contexto internacional y europeo destacan algunos textos que pueden orientar sobre aspectos jurídicos en relación a la GIAL: Código de Conducta Europeo para las Zonas Costeras (Council of Europe, 2000a), Modelo de Ley sobre Gestión Sostenible de Zonas Costeras (Council of Europe, 2000b), Protocolo sobre Gestión Integrada de Zonas Costeras del Mediterráneo aprobado inicialmente en 2008.

En último caso cabe hacer una pregunta sencilla: ¿Qué se espera de una ley nacional para la GIAL? Algunas respuestas no por breves resultan desacertadas: a) que ofrezca criterios para determinar hasta dónde llega la costa respecto del litoral; b) que permita deslindar cuál es el dominio público costero frente al privado; c) que aporte orientaciones para la gestión de los usos y las actividades humanas; d) que establezca instrumentos estratégicos y operativos para su gestión, que cree instituciones para la administración; e) que facilite espacios de encuentro para la participación pública, entre otras.

Ideas para un marco normativo de gestión costera

Aspectos formales

Se consideran como tales aquellos apartados que aparecen al principio de algunas leyes de gestión costera del mundo: **glosario básico, exposición de motivos, objetivos, principios**, por citar los más usuales. En el caso del **glosario básico**, la GIAL necesita utilizar su propio vocabulario, con la intención de hacerlo familiar a los gestores y a los propios ciudadanos. Por otro lado, conviene no olvidar que en el debate político (sobre una futura norma de gestión costera) es beneficioso poder compartir un lenguaje para así llegar más fácilmente a acuerdos. Además, ya se mencionó que la GIAL es una disciplina técnico-científica relativamente reciente. Ello implica la conveniencia de ir afianzando conceptos y palabras de manera precisa a través de un léxico concreto. En este sentido, algunas expresiones de interés para la GIAL que pueden citarse son las siguientes: área litoral, zona costera, aguas costeras, cuerpo de agua confinado o semiconfinado, pleamar y bajamar viva equinoccial, rango de marea, dominio público, zona de servidumbre, ecosistema costero marino, servicios ecosistémicos, sistema socio-ecológico, adaptación al cambio climático, capital natural, vulnerabilidad costera, riesgo, erosión, gobernanza, participación ciudadana, descentralización, servidumbre de paso o de protección, etc.

Para demostrar la importancia que tienen los términos en la GIAL y en cualquier instrumento jurídico, se definen, a modo de ejemplo, dos expresiones y se analizan de forma comparada:

a) Área litoral es el espacio geográfico que, en castellano, se identifica con una superficie de forma y dimensiones variables, resultante del contacto interactivo entre la Naturaleza y las actividades humanas que se desarrollan en ámbitos que comparten la existencia o influencia del mar.

b) Zona costera es la traducción literal de un concepto utilizado en lengua inglesa como sinónimo de área litoral pero, también, y sobre todo, expresión que identifica el ámbito jurisdiccional en el que se desarrolla cualquier iniciativa (plan, programa…) de administración o gestión con rango jurídico administrativo.

Estas expresiones que, en ocasiones se utilizan como sinónimas, no entrañan lo mismo para la GIAL. Así, desde el punto de vista geográfico, **área litoral** implica mayor extensión hacia el continente, mientras que **zona costera** señala, especialmente, la superficie donde el contacto entre el medio marino y el terrestre se hace más evidente y, por tanto, los fenómenos son más dinámicos (a menudo coincide con los ecosistemas costeros propiamente dichos y con el dominio público). La primera expresión, aunque incluya un área marina, suele tener mayor alcance territorial y continental que la segunda. Las consecuencias para un marco normativo son de interés porque afecta más a la propiedad privada; y a otras disciplinas técnico científicas como la Ordenación del Territorio o la Gestión de Cuencas Hidrográficas, por citar solo dos ejemplos.

Sobre la **exposición de motivos,** a la GIAL le convendría que una norma de gestión costera subrayara la singularidad y la importancia que tienen los ecosistemas costero marinos y sus servicios para el bienestar humano del país. Así, la singularidad se podría manifestar en la elevada complejidad del funcionamiento de los ecosistemas propios, su gran dinamismo, el interés de este ámbito para el beneficio público, la inusual convergencia de administraciones que implica su gestión, los numerosos impactos que lleva asociados en determinados tramos costeros, la especial incidencia de ciertos usos y actividades humanas que se dan cita en ese mismo país (por ejemplo, construcción de infraestructuras costeras, urbanización, minería, acuicultura, turismo, etc.).

Por otro lado, sería de gran interés que la exposición de motivos mencionara y explicara, claramente, los problemas que llevan al poder legislativo a redactar una nueva ley. En muchos países del mundo los problemas de las áreas litorales se manifiestan de la siguiente forma: alteración de los procesos biofísicos (debido a construcción de infraestructuras, ocupación urbana, deforestación…), contaminación de las aguas litorales (por vertidos urbanos o industriales sin depurar, agricultura intensiva, minería, desechos sólidos urbanos…), pérdida de calidad y cantidad de servicios hídricos continentales (asociado a la sobreexplotación por aumento de la demanda de riego agrícola, expansión urbana, desarrollo turístico, minería…), agotamiento de los recursos vivos (por sobreexplotación o utilización de técnicas extractivas destructivas o inadecuadas…), degradación de hábitat naturales y pérdida de biodiversidad (se asocia a las causas apuntadas anteriormente así como a la introducción de especies invasoras), incremento de la vulnerabilidad y el riesgo (vinculado a los efectos del Cambio Climático pero sobre todo a la ocupación del borde costero ignorando la repercusión de la subida del nivel del mar o eventos naturales extremos), homogeneización del paisaje litoral (sobre todo por el excesivo incremento de los espacios urbanizados), pérdida de condiciones para un desarrollo equilibrado (pérdida de los servicios ecosistémicos), pérdida de capital natural y patrimonio cultural (pérdida, degradación o apropiación del patrimonio público costero), transferencia de costes entre actividades y usuarios (predominio injusto y no equitativo de unas actividades humanas sobre otras).

En resumen, se trata de que la ley de un país (o región) señale aquellos problemas de la costa o del litoral a los cuales quiere hacer frente con este instrumento reglamentario, que estructure y desarrolle su articulado en consecuencia, con la mejor técnica jurídica disponible.

Es cierto que en buena parte de las áreas litorales del mundo los problemas que se observan son parecidos. Lo que de verdad diferencia a un país de otro, a una región de otra, es la frecuencia, intensidad o impacto con la que éstos se presentan. En tal sentido, puede afirmarse que países con extensos litorales constituyen un verdadero muestrario de problemas. Por otra parte, resulta evidente que no se pueden afrontar todos los problemas a través de una única norma. Es preciso recordar que existen otras administraciones y regulaciones sectoriales que deben desarrollar su correspondiente función. La ley de gestión costera o áreas litorales deberá abordar los que le correspondan por naturaleza jurídica. Y una vez la ley esté en vigor, será la autoridad política la que proceda a seleccionar los problemas costeros en función de sus prioridades y medios; sin perder de vista el alcance, la urgencia y la intensidad de estos mismos problemas. De todas formas, siempre resulta conveniente disponer de una visión estratégica, es decir, tener una idea de conjunto de los problemas y conflictos que concurren en éste ámbito tan singular del territorio nacional. La necesaria comprensión de los problemas resulta imprescindible, también, en caso de que la coordinación o cooperación entre Administraciones públicas resulte ser una adecuada respuesta de gestión.

Por otro lado, los **objetivos** de una hipotética norma tienen que estar en consonancia con los de la propia GIAL. Entre estos han sido seleccionados los siguientes: centrar la atención en la gestión de los bienes públicos y comunes de las áreas litorales (cuyo alcance habrá que determinar con precisión), fortalecer la capacidad institucional para la GIAL, favorecer la coordinación y cooperación entre las diferentes escalas territoriales de gestión pública, afrontar los principales problemas y conflictos de interés público, involucrar a todos los agentes sociales e institucionales implicados o interesados en la administración de los servicios de los ecosistemas costero marinos, utilizar el conocimiento científico valorando el saber tradicional, promover la conciencia pública sobre el valor de los ecosistemas y sus servicios con objeto de incidir en su comportamiento. Otros objetivos importantes que deben mencionarse son: asegurar el acceso libre a las áreas o recursos de naturaleza pública, y regular los usos y actividades compatibles con la conservación del capital natural del país (Barragán, 2014: 225).

Sobre los **principios** de la GIAL seleccionamos algunos que pueden ser de gran utilidad para una futura norma: a) la gestión de las áreas litorales y sus ecosistemas tienen que ser interpretados como una función pública de interés social; b) la equidad social debe impregnar cualquier modelo de gestión que aspire a ser integrado; c) la gobernanza tiene que inspirar el modelo de gestión para las áreas litorales; y d) la gestión de los ecosistemas presentes en las áreas litorales implica tener en cuenta sus conexiones y servicios.

Por último, en este apartado conviene ofrecer alguna orientación sobre el término "integrado" en la GIAL. No cabe duda que su consideración mejorará cualquier texto normativo que aspire a que la gestión sea realmente integrada. En efecto, el sentido de la integración, como diferentes partes de un todo o perspectivas desde las que hay que interpretar el litoral, se abordan a partir de las siguientes dimensiones (Barragán, 2014: 215-217):

a) Integración Geográfica. Aunque se analizará con cierto detalle el alcance geográfico de la GIAL en posteriores epígrafes, conviene hacer algunas apreciaciones preliminares. La principal es que esta disciplina incorpora los medios físicos y naturales entre los que se reparte el litoral, pero también aquellas unidades fisiográficas que le proporcionan cohesión. Es decir, por un lado, el ámbito terrestre (en el que se incluyen no solo los espacios cercanos a la costa sino también hay que tener presente, hasta donde sea posible y aconsejable, lo que sucede en las cuencas hidrográficas), el intermareal (verdadera columna vertebral de todo el sistema), y el acuático marino. Por otro lado, la geografía del litoral, facilita a través de bahías, golfos, ensenadas, estrechos, estuarios, deltas, sierras litorales, etc. interesantes posibilidades de integración física y natural que cohesionan un determinado espacio litoral.

b) Integración Ecosistémica. Los anteriores medios y accidentes geográficos, así como otros condicionantes de tipo natural (climáticos, geológicos, etc.), permiten el desarrollo de determinados ecosistemas litorales. Estos deben ser identificados como sistemas (elementos, atributos, procesos, funciones…), con sus correspondientes relaciones, tanto internas como externas. Por lo tanto, no pueden ser contemplados de forma inconexa o parcial. También esto se refiere a la relación entre diferentes ecosistemas (recuérdese la conexión que se establece entre manglares, pastos marinos y arrecifes de coral, por ejemplo). En otras palabras: se hace referencia al principio de integración ecosistémica.

c) Integración social. La importancia asignada a los seres humanos como usuarios, afectados, interesados, pero sobre todo, destinatarios de la GIAL, hacen de este apartado uno de los principales. El énfasis puesto sobre esta cuestión es más evidente al pensar en los problemas y conflictos, en las políticas públicas, incluso en el propio concepto de GIAL. Por eso se recomienda no perder de vista el papel que deberían desempeñar los grupos sociales presentes en una determinada área litoral. Lo anterior lleva, de forma inexorable, a la necesidad de contemplar fórmulas de equidad y de participación social.

d) Integración político-administrativa. Es cierto que no todas las Administraciones públicas están implicadas con el mismo grado de responsabilidad en la gestión del litoral. Pero incluso así es muy difícil que se consiga una gestión integrada si no se tienen en cuenta a todas las escalas territoriales (nacional, subnacional -o regional en el caso chileno-, local) y a las Administraciones sectoriales más importantes

(forestal, pesca, agricultura, industria, minería, turismo…).

e) Integración económica. La actividad económica que se desarrolla en las áreas litorales afecta a un elevado número de subsectores productivos. Es cierto que no todos son compatibles entre sí. Hay que tener en cuenta a los más dinámicos; y no solo a los presentes, también, y sobre todo, a los emergentes. Incluso es recomendable considerar que las estrategias de diversificación económica son las mejores para afrontar cambios y crisis.

f) Integración del conocimiento. Se ha comprobado, incluso reconociendo que la GIAL es una disciplina muy vinculada a las ciencias sociales, que un buen número de campos del conocimiento están directamente implicados (Comisión Europea, 1999a, b). Por esta razón resulta imprescindible reconocer el valor que todos ellos tienen para tomar las mejores decisiones.

g) Integración del tiempo. Es usual hacer mención a la incidencia de las decisiones tomadas en el presente con respecto a las generaciones que están por venir. Esa perspectiva de horizonte lejano resulta imprescindible. Pero tampoco pueden olvidarse las necesidades inmediatas y las del medio plazo.

Estas siete dimensiones de la integración, junto a las bases funcionales de la gobernanza, plantean un panorama casi ideal para la gestión de las áreas litorales. Es probable que no todas las dimensiones comentadas puedan ser incorporadas al texto de una futura normativa. No obstante, es recomendable tenerlas en cuenta a la hora de hacer propuestas concretas para regular aspectos clave como el alcance geográfico, las actividades humanas, las instituciones, la participación pública, etc.

Alcance geográfico de la gestión de áreas litorales y de las zonas costeras

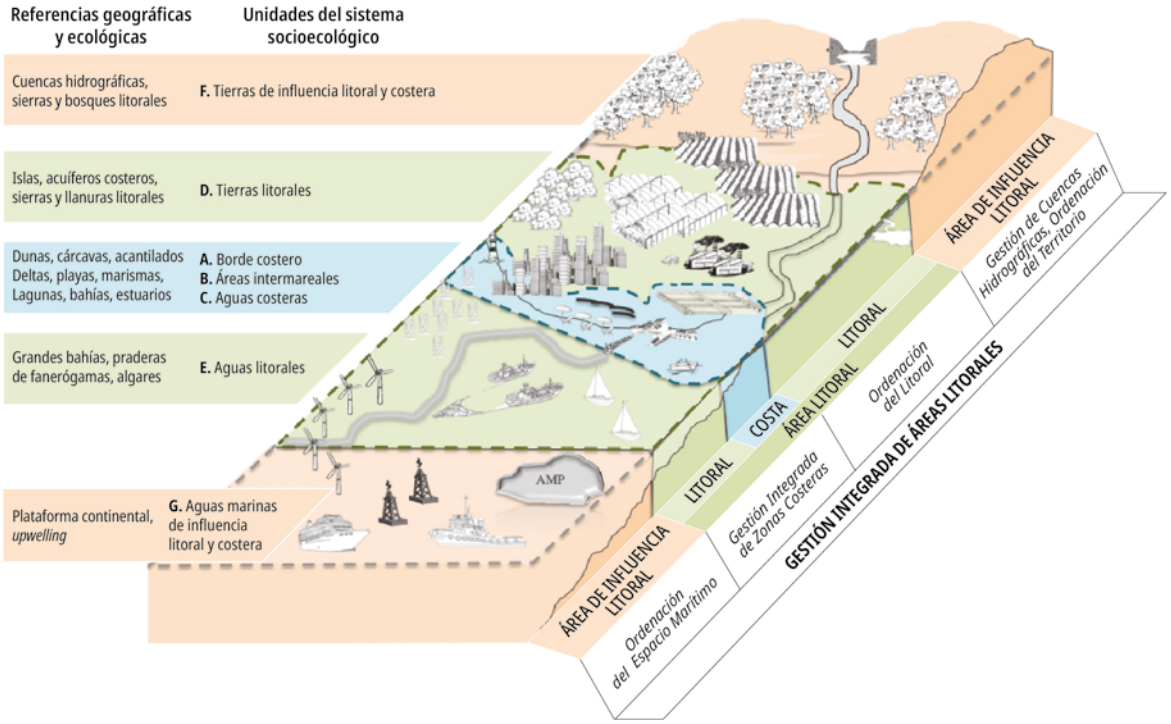
La definición superficial de las áreas litorales y zonas costeras constituye un tema al que se han aproximado varios autores (Balaguer et al., 2008; Liquete et al., 2011; Barragán y De Andrés, 2016; Druzhinin, 2016; Milanés et al., 2017; Malzac, 2019; Pérez et al., 2019; Druzhinin, Kuznetsova y Mikhaylov, 2020). Como se afirmó en párrafos precedentes, las leyes de gestión costera se dirigen a un espacio geográfico concreto. No tratan un sector determinado de la actividad humana. Además, suele ser usual que este espacio geográfico abarque un ámbito público que, a su vez, suele ser marino y terrestre. Lógicamente, en lugares del Planeta donde existan movimientos mareales de cierta consideración, los espacios intermareales también tienen que ser muy tenidos en cuenta.

El alcance geográfico de una norma puede tener al menos dos intenciones: deslindar el espacio público respecto del privado, por un lado, y racionalizar la presencia y la actividad humana en los espacios tanto públicos como privados, por otro. Son dos cuestiones diferentes pero que se complementan entre sí. Para ello podrían utilizarse criterios y referencias de distinta naturaleza. Por eso se ofrecen consideraciones de tipo geo-ecológico y jurídico-administrativo. Unas están más vinculadas a las ciencias naturales: variaciones del nivel de mar (hasta donde lleguen las más altas mareas sumadas la astronómica y la meteorológica), ecosistemas costero marinos, unidades fisiográficas, etc. Otras consideran criterios métricos (producto de una negociación parlamentaria o fruto de la herencia histórica: 20, 100-200 ó 500 metros como en España, 33 metros como en Brasil, 3 millas náuticas como en algunos países anglosajones, etc.).

En todo caso el propósito de un ejercicio delimitador es, por un lado, abarcar los espacios, bienes y servicios públicos y comunes relacionados con los ecosistemas costero marinos. Por otro, entroncar con las tradiciones jurídicas propias de cada país en lo relativo al tratamiento de los espacios, bienes y actividades privadas; en especial para tenerlas presente en las servidumbres que tienen que tener respecto a la protección de los bienes públicos. Es decir, tarde o temprano, habrá que decidir qué restricciones y limitaciones debe tener la propiedad y la actividad privada para favorecer la protección de los intereses públicos.

La propuesta que se hace en relación al alcance geográfico de las áreas litorales puede orientar sobre una hipotética zonificación en cualquier texto regulador (Figura Nº1):

Figura Nº1.
Zonificación de las áreas litorales



Fuente: Barragán y De Andrés (2016).

Costa: como se afirmaba en párrafos precedentes se trata del área que marca el contacto entre la hidrosfera salada y la litosfera (a los que se añade la atmósfera que modula la existencia de campos dunares, por ejemplo). Por eso es un ámbito dinámico, muy cambiante, fruto de la interacción directa de elementos y fenómenos naturales diversos. Aquí se localizan los ecosistemas más productivos del Planeta y, paradójicamente, los mayores impactos antrópicos.

Unidades del sistema socioecológico identificadas en la Costa:

A) *Borde costero terrestre* (*shoreland*, entre cientos de metros y muy pocos kilómetros contados a partir de la línea de más alta marea). Áreas con vegetación resistente al spray marino, dunas, acantilados, etc.

B) *Áreas intermareales* (*intertidal área*, cuya superficie depende de la carrera de marea y la pendiente). Podrían incluirse los esteros, caños mareales, salinas, llanuras areno-fangosas, plataformas rocosas, playas, etc.

C) *Aguas costeras* (*coastal waters*, hasta muy pocas millas náuticas o hasta una batimetría de escasa profundidad). Comprende cuerpos de agua cerrados o semicerrados (lagunas costeras, bahías, fiordos, estuarios, etc.).

Litoral: es el área que media entre el borde costero terrestre y la de influencia litoral. Ocupa frecuentemente las sierras costeras y tierras planas de origen sedimentario. Bosques litorales, llanuras de vocación agrícola y acuíferos costeros son referencias geográficas y ecológicas importantes para ciertas actividades humanas.

Unidades del sistema socioecológico identificadas en el Litoral:

D) *Tierras litorales* (*coastal uplands*, hasta unos pocos kilómetros hacia el continente). En este ámbito la Ordenación del Litoral, como disciplina específica derivada de la Ordenación del Territorio, alcanza un gran protagonismo.

E) *Aguas litorales* (*coastal waters*, hasta muy pocas millas náuticas en dirección al medio marino).

Área de influencia litoral: hace referencia a las áreas más alejadas de la línea de costa tanto en dirección al mar como hacia el continente. No poseen características propias de las zonas costeras pero ejercen una gran influencia en determinados fenómenos (cantidad de sedimentos capturados por embalses de agua, aporte de flujos contaminantes, etc.).

Unidades del sistema socioecológico identificadas en el Área de influencia litoral:

F) *Tierras de influencia litoral y costera* (*inland*, hasta muy pocos cientos de kilómetros hacia el continente 100-300 km.). Aquí, la Ordenación del Territorio y la Gestión de Cuencas Hidrográficas son disciplinas técnico-científicas de obligada cita.

G) *Aguas marinas de influencia litoral y costera* (*ocean waters*, hasta 12 millas náuticas ó 24 en casos extraordinarios). En este ámbito la Ordenación del Espacio Marítimo cobra especial relevancia.

La zonificación descrita obedece a la construcción de un modelo espacial donde se estudian posibles alcances geográficos de una norma. Cada país, en función de sus aspiraciones, establece, de forma más o menos ambiciosa, su reglamentación para cada una de las zonas que determine.

El alcance geográfico en el caso de la ley española de Costas (22/1988), por ejemplo, muestra el siguiente esquema :

a) Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT): Se trata del corazón normativo de las costas españolas. Comprende el Mar Territorial y las Aguas Interiores, y la Ribera del Mar. Esta última, a su vez, abarca la Zona Marítimo Terrestre (área intermareal donde se incluyen marismas, esteros, albuferas), playa, dunas y acumulaciones de materiales y acantilados con cierto gradiente de verticalidad.

b) En el Dominio Privado hay zonas con servidumbres o límites de actividad que contribuyen a proteger el DPMT: Estas son principalmente dos: Zona de Servidumbre de Protección (entre 20 metros para Suelos Urbanos y 100-200 metros en Suelos No Urbanizables) y Zona de Influencia en Suelos No Urbanos (hasta los 500 metros). En ambos casos la propiedad privada tiene limitaciones para ciertos usos, especialmente los relacionados con la construcción para fines residenciales. Se trata, en esencia, de supeditar el Dominio Privado a los intereses públicos. Estos últimos se identifican con facilidades para la protección y conservación ambiental a través de algunas restricciones.

En resumen, cada una de las zonas mencionadas en la norma española cumple unos objetivos determinados con respecto al DPMT. En éste las prohibiciones son bastante más acusadas, en línea con el carácter protector de los ecosistemas costero marinos de la norma.

Presencia humana en el litoral

Desde un punto de vista geográfico y territorial, conviene diferenciar, en primer lugar, entre los conceptos de uso y actividad económica. Entre otras razones porque determinadas funciones que desempeñan las áreas litorales siguen pautas de asignación y funcionamiento que no son, estrictamente, las que imponen los mecanismos del libre mercado. Podría decirse que existen algunas que tienen un sesgo más social, más de beneficio comunitario que otras; incluso que la consecución de beneficio o ánimo de lucro individual, no constituyen el objetivo principal (Barragán, 2014: 105).

El establecimiento de espacios naturales protegidos, la conservación del patrimonio cultural, la defensa de la costa, la construcción de grandes infraestructuras o la defensa nacional, por ejemplo, no siguen de forma estricta las pautas del beneficio individual y las leyes del libre mercado; y se denominarán usos. En principio están sometidos a un fuerte control, cuando no monopolio, por parte de las administraciones públicas. Esto suele ocurrir en casi todos los países del mundo; aunque, claro está, las diferencias también surgen cuando se analizan con detalle ciertos casos. Pero, en resumidas cuentas, suele primar la respuesta colectiva a determinadas necesidades sociales, frente al beneficio individual y la libertad del mercado.

En bastantes ocasiones los usos se pueden plantear como una ocupación primaria del territorio. El impacto de la construcción de un puerto, pongamos por caso, es muy diferente del que genera el tráfico comercial que éste albergará en el futuro. La valoración ambiental, social y económica es distinta en el supuesto de la construcción respecto de su posterior utilización. La primera marca el uso del espacio físico mientras que la segunda expresa la actividad económica que se puede realizar con mayor o menor intensidad en dicho suelo. Además, la naturaleza de las tareas y trabajos que se realizan en una y otra fase de un mismo proceso (uso y actividad *versus* construcción y utilización), los mecanismos que regulan el desarrollo de ambas, la normativa que les afecta, la administración competente, sus impactos, las variables con que se pueden medir, etc. permiten y recomiendan establecer tales diferencias. Y estas diferencias son claves en una iniciativa de GIAL (Barragán, 2014: 106).

Por otro lado, las *Actividades económicas* las hemos clasificado en: extractivas (pesca, marisqueo, extracción de arena...), básicas o *culturas* (acuicultura, agricultura, silvicultura, producción de sal...) , industriales, de comercio y transporte, y de turismo y ocio. Es evidente que también están sujetas a control gubernamental, pero su desarrollo suele llevarse

a cabo a través de la iniciativa privada. En ellas el beneficio y el ánimo de lucro es la razón que las origina y mantiene. Así, entonces, gran parte de estas actividades se rigen por los principios del mercado; por la oferta y la demanda. Además, a diferencia de los usos, donde la administración pública está muy presente e incluso puede gestionar de forma directa a través de sus propias instituciones, las actividades económicas se desarrollan gracias a fórmulas de tipo empresarial (en el marco de la reglamentación correspondiente).

En resumen, el esquema propuesto para el análisis de la presencia humana en el espacio litoral se organiza, por un lado, a partir de las necesidades sociales más elementales. Por otro, a través de las actividades económicas más comunes y necesarias. Resulta muy conveniente pensar qué actividades serán favorecidas en la futura norma para su implantación en el litoral. Por un lado, estarán las que no tengan otro emplazamiento posible (construcción naval, por ejemplo), pero también las que el propio país esté dispuesto a promocionar o limitar como base para la sostenibilidad de una estrategia de desarrollo.

Entre los usos que puede tener el litoral, y que fueron mencionados en el epígrafe anterior, aparecía la protección y conservación del patrimonio cultural. En realidad se trata de algo más que un uso convencional. Probablemente sea uno a los que haya que prestar mayor atención debido a su trascendencia social. Además, requiere especial interés pues, a menudo, el patrimonio cultural aparece íntimamente ligado al patrimonio natural del espacio litoral. Por otro lado, algunos conflictos pueden venir generados por la ausencia de una adecuada sensibilidad y perspectiva.

La noción del patrimonio cultural es amplia. Se considera cualquier manifestación que interese a la cultura de un pueblo o de una comunidad. Y puede ser material o inmaterial. Entre los primeros se incluirían: a) **elementos individuales** (pecios, torres de vigilancia costera, fortalezas, iglesias, edificios singulares, instalaciones portuarias, patrimonio industrial como grúas, diques de carenas, etc.), b) **conjuntos históricos** (áreas de enterramientos, áreas urbanas tradicionales, restos arqueológicos de ciudades o antiguos asentamientos, etc.), c) **lugares** (que tengan un valor excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico como concheros, paisajes singulares y sitios sagrados).

Por su parte, el patrimonio cultural inmaterial es cada vez más valorado. Este es un concepto que complementa al anterior e incluye cualquier creación que identifique a una comunidad: gastronomía (tradiciones locales), fiestas (procesiones religiosas marítimas), técnicas tradicionales de pesca (corrales, empalizadas), oficios (carpintería de ribera), competiciones deportivas (regatas, pesca), etc. Cualquier norma de gestión del litoral debería tener en cuenta su existencia y crear facilidades para su desarrollo. Es muy probable que Chile tenga en el patrimonio cultural inmaterial de sus pueblos originarios un elemento que puede fortalecer la integración de la gestión de sus áreas litorales.

Por último, la presencia humana en el litoral tiene que tener en cuenta los riesgos de origen natural. Se trata de fenómenos o eventos que en algún momento pueden ser dañinos o peligrosos para los seres humanos. Algunas instituciones (UNESCO, 2009: 25) las dividen en dos tipos: las que ocurren de forma rápida (maremotos, tormentas, vientos y oleaje extremos), y las que suceden de forma progresiva y acumulativa (erosión costera, subida del nivel del mar). También pueden reconocerse amenazas de origen antrópico que suelen estar muy relacionadas con la contaminación de las aguas, la sobreexplotación de acuíferos que provoca salinización, el cambio climático, la destrucción de ecosistemas, la deforestación, etc. Además de las anteriores cuestiones, y aunque esta sea provocada por la actividad humana, la incidencia del Cambio Climático también debe ser considerada y prevista en una norma de gestión costera. Este viene a añadir mayor dinamismo a los ya de por sí rápidos cambios que se suceden en las áreas litorales del mundo.

No cabe duda que Chile debe prestar atención muy especial a eventos vinculados a cambios de naturaleza física, en especial aquellos relacionados con la erosión, subida del nivel del mar, tsunamis, etc. Por esta razón sería conveniente tenerlos presentes en la futura normativa de costas del país.

Instrumentos para la GIAL

Los instrumentos encontrados en las diferentes normativas que sobre gestión de zonas costeras hay en el mundo permiten diferentes clasificaciones tipológicas. En Barragán (2003: 203) se establecieron varios tipos: estratégicos, operativos, económicos, voluntarios, etc. Ya entonces se afirmaba que, de cara a su empleo, cada instrumento tenía que tener en cuenta las circunstancias condicionantes del lugar donde se pensaba aplicar: capacidad institucional, grado de concienciación pública y participativa, cultura de gestión pública, etc. En otras palabras, cada país debería decidir qué instrumentos son los más adecuados en su caso.

Cualquier ley de gestión costera debería tener en cuenta algunas precisiones conceptuales. Para ello conviene definir aquellos instrumentos más comunes o elementales que aparecen en el desarrollo de la GIAL. También es preciso advertir que, a menudo, los diferentes instrumentos tienen relación entre sí. A continuación se mencionan algunos de los más importantes:

a) Política de GIAL: Se trata del instrumento más general y el que marca la orientación futura de la actuación en el ámbito público. Hace las veces de guía y suele tratarse de un documento breve que señala los principales problemas y algunas directrices para su abordaje. Suele tratar temas relacionados con la conservación de las áreas litorales, con el desarrollo de ciertas actividades económicas, con aspectos ligados a la propiedad pública y privada, etc. (Rivera y Villalobos, 2001; Jablonski y Filet, 2008; Nava, Arenas y Cardoso, 2017; Pazmiño, Barragán y García, 2018; Barragán y Lazo, 2018; Peña-Cortés et al., 2020).

b) Estrategia de GIAL: Es un instrumento cuya función básica es la de señalar, a grandes rasgos, cómo se pueden alcanzar las metas y objetivos marcados por la política de GIAL. Para ello identifica opciones y prioridades, indica caminos y recomienda criterios de actuación relacionados con el comportamiento de grupos sociales, pero también de las instituciones públicas, respecto a los ecosistemas litorales (Barragán, Chica y Pérez, 2008).

c) Plan de GIAL: Consiste en un modo coherente, ordenado y sistemático de actuar desde el ámbito público (a partir de los problemas o temas clave, por ejemplo); tiene la finalidad de concretar los objetivos y guiar sobre la mejor forma de proceder para conseguirlos. Condiciona a los siguientes niveles de planificación ya que los planes incluyen programas, proyectos, etc. Los planes son, junto a las leyes, los principales instrumentos para la GIAL.

d) Programa de GIAL: Conjunto de intervenciones homogéneas y agrupadas pensadas para alcanzar un fin o una meta específica dentro de un plan. Contiene los elementos constitutivos que estructuran el plan cuya ejecución es anunciada de forma previa, y su desarrollo asumido, directa o indirectamente, por el sistema político administrativo. Además de significar una progresión en el nivel de detalle, también se podría diferenciar del plan por implicar un grado de compromiso institucional de mayor grado (p. e. desde el punto de vista formal incorporándolo a la actuación gubernamental pero también dotándolo de asignación presupuestaria) y tener un marco temporal más asignado.

Los instrumentos mencionados (de naturaleza estratégica) implican un impulso a la GIAL desde las más altas instancias institucionales (*top-down*). En el estudio de Barragán (2014: 265-282 y 505-576) se comentaron, ampliamente, 30 casos de todo el mundo. Estos instrumentos, además, permiten engarzar con otros niveles territoriales. Por otra parte, los instrumentos de tipo operativo (concesiones, autorizaciones, permisos) van dirigidos a generar pautas y criterios objetivos para la administración cotidiana.

En estudios recientes (Barragán, 2020) se constata que en América Latina y el Caribe al menos 16 países disponían de políticas y estrategias de GIAL en diferentes estados de aprobación (Cuadro Nº2), y 19 ostentaban planes, programas o lineamientos para la GIAL (Cuadro Nº3).

Cuadro N°2.
Políticas y Estrategias costero-marinas en ALC

País	Documento	Año	Referencias institucionales
Argentina	(Baseline) Aportes para una Estrategia federal en manejo costero integrado : estado de la gestión costera en el Litoral Atlántico Argentino	2016	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Barbados	The Barbados Policy Framework		En el marco del Integrated Coastal Zone Management Plan for Barbados
Belice	The National Integrated Coastal Zone Management Strategy for Belize	2000	Coastal Zone Management Authority and Institute
Brasil	II Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro	1997	Resolução CIRM Nº005/97
Chile	Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República	1994	Decreto Supremo Nº475
Colombia	Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares, PNAOCI	2002	Actualización del Ministerio del Medio Ambiente (DNP-DPA) Consejo Nacional de Política Económica y Social N°3164
	Política nacional del océano y de los espacios costeros, PNOEC	2017	Actualización por parte de la Comisión Colombiana del Océano
Costa Rica	Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marinos y Costeros de Costa Rica	2008	Comisión Interinstitucional de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica
	Política Nacional del Mar. Costa Rica 2013-2028	2013	Aprobada en Consejo de Ministros de la Comisión Nacional del Mar celebrada el 18 de se diciembre, 2013.
Ecuador	Políticas Públicas Costeras y Oceánicas: Diagnóstico y propuesta de implementación.	2012	Acta Nº004-2012 de 27/12/2012 del Comité Interinstitucional del Mar
El Salvador	Estrategia de Desarrollo Integral y Sostenible de la Franja Costero Marina 2012-2024	2011	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Guatemala	Política para el manejo integral de las zonas marino-costeras de Guatemala	2009	Acuerdo gubernativo N°328-2009
Honduras	(Draft) Estrategia de lineamientos y regulaciones para el manejo integrado de los ecosistemas marinos, costeros y de agua dulce de Honduras.	2014	USAID/PROPARQUE, SERNA-ICF-DIGEPESCA (Caviedes et al., 2014b)
Jamaica	Ocean and Coastal Zone Management Policy	2002	Ministry Paper N°14/02 dated 24 July 2002
México	Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico en Mares y Costas	2006	Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
	Política Nacional de Mares y Costas de México	2018	Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas. Acuerdo DOF: 30/11/2018
Perú	(Draft) Política Nacional de Manejo Integrado Marino Costero	2018	Ministerio del Ambiente en colaboración con el Ministerio de Producción (sector pesca) and Inter American Development Bank (IADB)
Trinidad y Tobago	(Draft) Integrated coastal zone management (ICZM) policy framework	2014	Ministry of Environment and Water Resources
Uruguay	(Draft) Decreto Política Nacional de Espacio Costero	2003	Consejo de Ministros del Poder Ejecutivo (diciembre 2003)

Fuente: Barragán (2020).

Cuadro N°3.
Algunos instrumentos para la gestión costera en América Latina y el Caribe

País	Instrumentos principales	Otras referencias
Bahamas	Notification of and Request for Coastline activity and projects	Requirement of The Government of The Bahamas that any project/activity which will alter the coast line…
Barbados	Integrated Coastal Zone Management Plan	
Belize	Belize Integrated Coastal Zone Management Plan 2016	CZM Authority & Institute
Brasil	Coastal Management Plan	Instrumentos específicos de la CZ: Diagnóstico Socio-Ambiental, Zonificación Ecológica-Económica, Sistemas de Monitoreo, Plan de Acción Federal para la Zona Costera, Proyecto de ICZM-ORLA, Programa Nacional de Conservación de la Línea Costera, etc.
Chile	Macro Zonificación Regional del Borde Costero. Micro Zonificación Comunal del Borde Costero.	Instrumento de gestión territorial costera: Plan de Ordenamiento Territorial Costero
Colombia	Planes de Manejo Costero Integrado Subnacionales.	Realizados por el INVEMAR: Bocanas de Guapí e Iscandé, Darién, Cispatá, etc.
Cuba	Declaración de Áreas bajo Régimen de ICZM	En 2007 se aprueban los requisitos y procedimientos
Ecuador	Plan de Ordenamiento del Espacio Marino Costero	Agendas de ICZM Locales. Concesión de Áreas de Manglares para las Comunidades Tradicionales
El Salvador	Prediagnóstico costero del Programa de ICZM de El Salvador	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
Guatemala	Programa de ICZM para el Pacífico de Guatemala 2018-2032	2018, Donación del Global Environmental Fund y Programa Naciones Unidas para el Desarrollo
Jamaica	National Spatial Plan Vision 2030	Project (2006-2009) Integrated Watershed and Coastal Area
México	Zona Federal Marítimo Terrestre: delimitación y concesiones. Programa de Playas Limpias.	Programas de Ordenamiento Ecológico Municipal. Programas de Ordenamiento Ecológico Marino: Golfo de California, Golfo de México y Caribe, Pacífico Norte
Nicaragua	Programa de ICZM de Nicaragua (MAIZCo acrónimo en lengua española)	Se inició en 1998-1999 pero posteriormente se abandonó. Cooperación internacional de Países Bajos y Dinamarca
Panamá	Planes de Manejo Costero Integrado Subnacionales	Planes de ICZM: Península Azuero, Darién, Las Perlas, Provincia de Veraguas, Bocas de Toro, Pocrí, Pedasí y Tonosí
Perú	Lineamientos para el ICZM (R.M. N° 189-2015-MINAM)	Borrador de Programa Nacional de ICZM. Plan Estratégico para la Gestión y Manejo del Ecosistema Marino Costero.
Puerto Rico	Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico	Adoptado desde 1978 en relación a la CMA de USA
R. Dominicana	Programa de Manejo de Recursos Costeros y Marinos	En el marco del Programa de Manejo de Recursos Naturales del Ministerio de Medio Ambiente
Trinidad y Tobago	Integrated Coastal Zone Management (ICZM) Plan and Marine Spatial Plan	Pilot area for the North West Peninsula of Trinidad
Venezuela	Plan de Ordenación y ICZM de Venezuela (en espera de su aprobación)	Publicación técnica: Dominio Público de las Zonas Costeras de Venezuela. Criterios para su delimitación

Fuente: Barragán (2020).

Para el caso de España la situación de los instrumentos es la siguiente:

a) La Ley 22/88 de Costas: Reformada en 2013, no propone instrumentos estratégicos convencionales como planes, programas o estrategias de gestión costera de escala nacional. No obstante, crea un instrumento vital para discernir entre el Dominio Público y el Privado de la costa: el deslinde. Este implica un acto administrativo absolutamente reglado de gran trascendencia (no puede olvidarse que tiene incidencia en el Registro de la Propiedad). También aporta importantes instrumentos de tipo operativo; sobre todo en relación con la gestión del Dominio Público Marítimo Terrestre, DPMT: autorizaciones, concesiones, adscripciones, etc.

b) En las Comunidades Autónomas de España: Aparte de los propios *Instrumentos de gestión costera (directrices, estrategias, etc.)*, existen *Instrumentos de gestión ambiental* (planes de ordenación de recursos naturales de espacios protegidos, p. e.), *Instrumentos de gestión territorial* (planes regionales y subregionales de ordenación del territorio, p. e.) e *Instrumentos de gestión sectorial*. Sobre este último tipo, y para el caso de Andalucía, por ejemplo, merece la pena citar "Zonas idóneas para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz". Se trata de un instrumento cartográfico (CAP, 2003; CAP, 2010; CAPDR, 2014). Su objetivo general es orientar sobre los lugares de desarrollo futuro del sector. La protección de los valores ambientales del litoral es uno de los principales criterios utilizados. Otro es la compatibilidad de la acuicultura con el resto de actividades humanas (Barragán y De Andrés, 2020). Este instrumento refleja en un mapa los lugares del litoral de Andalucía dónde puede crecer y desarrollarse la acuicultura, y dónde no puede hacerlo.

c) La Comunidad Autónoma de Andalucía: Ostenta ciertas competencias para la gestión del DPMT, por eso es un caso bastante singular e interesante a la vez. Lo anterior explica que esta región disponga de los siguientes instrumentos:

- *Criterios para la gestión de los usos del DPMT (DGPCA, 2018)*: Se trata de instrucciones muy útiles para funcionarios y usuarios del DPMT. Hay que pensar que la economía de Andalucía está especializada en turismo costero. Ello implica que las costas, especialmente las playas, tienen gran demanda de usos: zonas de baño, bares de playa, áreas para sombrillas, accesos de embarcaciones deportivas, pesca deportiva desde la orilla, etc. Especialmente interesantes son los criterios de gestión que permiten diferenciar las playas urbanas de las naturales. También la Adscripción es un instrumento ampliamente utilizado en el caso de los puertos pesqueros y deportivos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (parcela del DPMT Estatal que se adscribe a una Comunidad Autónoma determinada, a efectos de gestión, para usos concretos).

- *Criterios para la gestión de la Zona de Servidumbre de Protección (ZSP) del DPMT*: Se trata, como ya se comentó en páginas precedentes, de una zona adyacente y paralela que debe proteger al DPMT, (20 metros de anchura en zonas urbanas y 100-200 metros en zonas no urbanizables). Es una responsabilidad que tiene la institución Junta de Andalucía desde 1994. Entre 2004 y 2008, gracias a un acuerdo entre la Consejería de Medio Ambiente y la Universidad de Cádiz, se desarrolló un proyecto para diseñar un instrumento específico, y así la ZSP andaluza obtuvo sus propios criterios de gestión. Durante ese tiempo se trabajó primero en una experiencia piloto en la costa de la provincia de Cádiz (2004). Después los resultados se aplicaron a las otras 5 provincias costero-estuarinas de Andalucía (2005-2006). En último lugar se realizó un Programa de Formación para todos los funcionarios de las 6 provincias andaluzas con costa y estuario (2007-2008).

Los criterios de gestión de la ZSP no son generales como los descritos para el DPMT. Se basan en la construcción de 14 escenarios socio-ambientales. Cada uno de estos escenarios surge de relacionar las características de la ZSP con las propias del DPMT que le corresponde. Toda la costa de Andalucía se dividió en escenarios socio-ambientales. Cada escenario tiene unas metas y objetivos. Si la solicitud del usuario coincide con esas metas y objetivos la actividad propuesta se autoriza por parte de la Administración regional. En caso contrario se condiciona o se deniega dicha solicitud.

También en los instrumentos para la gestión de las áreas litorales Chile tiene importantes desafíos. No puede olvidarse el hecho de que, después de más de dos décadas, la zonificación de las costas chilenas ha registrado un menor avance del previsto. Tampoco en ningún momento ha estado presente la oportunidad de disponer de Planes o Programas para la GIAL.

Organización institucional

Parece conveniente que una norma de gestión costera sea capaz de sugerir, e incluso crear directamente, una institución específica para tal menester. Su cometido se orientaría a la organización institucional de los trabajos administrativos relacionados con los ecosistemas costero marinos y sus servicios.

Este elemento del Decálogo permite diferenciar dos aspectos fundamentales pero interdependientes. Por un lado, las instituciones creadas para la gestión de los asuntos que tienen que ver con el litoral. Por otro, los esfuerzos de coordinación y cooperación entre instituciones que requiere cualquier iniciativa de GIAL. Incluso podría afirmarse que los segundos constituyen una de las tareas esenciales de las primeras. No hay que olvidar que las competencias administrativas que tienen que ver con la gestión de las áreas litorales, las actividades humanas que en ella se realizan, la conservación de sus ecosistemas, etc. están repartidas entre numerosas instituciones y agencias públicas.

Las instituciones de régimen público deben considerarse referentes insustituibles, por su permanencia en el tiempo y legitimidad, de cara al cumplimiento de las funciones de interés social, para afrontar problemas y conflictos, etc. Se trata de entidades tangibles y concretas, que pueden evolucionar con cada legislatura o cada ciclo de política pública. Son lugares físicos donde se demanda información, se solicitan actuaciones o respuestas a los representantes institucionales o a los funcionarios públicos. Pero sobre todo desde donde se ponen en práctica, o no, determinadas políticas costeras.

Las características físico naturales, socio económicas, jurídico administrativas y los problemas de las áreas litorales son tan singulares que requieren cierta especialización para ser bien entendidas y administradas. Cómo se aborda la respuesta a esta cuestión es otro tema pues cada país es capaz de generar soluciones diferentes. En América Latina y el Caribe la situación es bastante heterogénea. En todo caso hay que admitir que la mayoría de estos países cuentan con alguna institución específica para gestionar los asuntos costero marinos. No hace falta insistir en el hecho de que la mayoría sigue todavía ligada a los entes administrativos del medio ambiente.

Ningún país del mundo posee una única institución pública que, de forma exclusiva, sea capaz de decidir todo lo que se puede hacer, o no, en las áreas litorales. Además, por regla general las responsabilidades están repartidas, incluso, entre diferentes niveles de gobierno. El caso español, puede servir de ejemplo. Aquí, se observa que las tres escalas territoriales de la Administración pública poseen importantes competencias y responsabilidades relacionadas con lo que sucede en las áreas litorales (Cuadro Nº4). Ello implica la proliferación de numerosas instituciones o agencias vinculadas a los asuntos costeros.

Cuadro Nº4.
Distribución de las principales responsabilidades costero marinas en las tres escalas de gestión pública de España

Estado	Región (ej. Comunidad Autónoma de Andalucía)	Local
Regulación básica en la mayor parte de las materias que afectan al litoral (usos del suelo, aguas, costas, espacios protegidos, etc.), gestión del DPMT; obras costeras de interés general (paseos marítimos, regeneración de playas…); regulación de la pesca marítima; puertos del Estado y la Marina Mercante; dragados y mantenimiento de fondos marinos; vigilancia y control de las aguas costero marinas; Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado; Defensa Nacional; creación de AMP; gestión de cuencas hidrográficas intercomunitarias; instalaciones de energía eólica off shore; cables submarinos, oleoductos, etc.	Ordenación del Territorio y del Litoral; control del planeamiento urbanístico, gestión de usos del DPMT y de la Zona de Servidumbre de Protección; creación y gestión de los espacios naturales protegidos; puertos deportivos y pesqueros; patrimonio histórico; acuicultura, marisqueo, vertidos y pesca en aguas interiores; control sanitario de playas; promoción y desarrollo del turismo; gestión de cuencas hidrográficas intracomunitarias.	Planeamiento urbanístico; depuración de aguas residuales; seguridad, sanidad y limpieza de playas.

Fuente: Elaboración propia.

En la escala nacional se creó en 1991 la Dirección General de Costas, que ha permanecido y evolucionado hasta la actual Dirección General para la Sostenibilidad de la Costa y el Mar, del Ministerio para la Transición Ecológica (2020). En estudios anteriores, y para el caso de la región de Andalucía, se contabilizaron más de una veintena de instituciones y agencias públicas relacionadas con el litoral; sin embargo, ninguna se hacía cargo de la coordinación entre ellas (Barragán, Chica y Pérez, 2008).

Para el caso chileno el Departamento de Asuntos Marítimos, dependiente del Ministerio de Defensa Nacional es, en la actualidad, el principal referente para la administración de los usos y actividades humanas en este ámbito. Por otro lado, es cierto que no es imprescindible que la fórmula institucional se especifique en la futura norma, pero sí es recomendable que se mencione de modo orientativo. En todo caso, la institución futura para la gestión del litoral chileno debería tener un perfil más integrado desde el punto de vista ambiental, territorial y cultural.

Participación ciudadana

En términos generales la participación ciudadana se puede definir como un proceso interactivo que pone en contacto a los responsables técnicos y políticos de una determinada iniciativa con los ciudadanos; especialmente si éstos últimos están implicados o interesados de alguna manera por los espacios litorales o los ecosistemas costero marinos y sus servicios. Una norma para la GIAL, en cualquier país realmente democrático, debería prever mecanismos para que los ciudadanos pudieran opinar, tomar parte o influir, en las decisiones importantes que afectan a los ecosistemas litorales y sus servicios. En este sentido las leyes costeras en Estados Unidos, estados australianos o en la R. Sudafricana constituyen buenos ejemplos a estudiar. También es cierto que existe la posibilidad de que la ley costera refiera estos procesos participativos a una norma o reglamento general para la participación ciudadana. No obstante, opinamos que es preferible que la futura ley defina sus propios mecanismos para la participación, así como las instituciones específicas para tal fin (por ejemplo, un Foro Costero).

Este elemento del Decálogo resulta esencial debido a que incorpora principios democráticos y de gobernanza. Además, añade legitimidad a cualquier decisión sobre los espacios litorales y ecosistemas costero marinos. También constituye un pilar muy práctico donde apoyarse para realizar los cambios necesarios que persigue cualquier política pública. Conviene recordar que estas tienen como destinatarios a grupos-objetivo, y como beneficiarios a un amplio colectivo que puede llegar a ser incluso toda la sociedad.

El concepto de participación ciudadana entiende la inclusión de todas las personas, organizaciones, fundaciones y asociaciones que no realizan funciones oficiales de gobierno. También debe quedar claro que los modelos participativos no solo están asociados al nivel democrático del país, también a su desarrollo social y económico.

En realidad se menciona el hecho de participar como si solo hubiera una opción para su puesta en práctica. Pero no es así. Sucede que la participación ofrece un amplio abanico de opciones a modo de gradiente (escalera de la participación). Es decir, en un plan o proyecto, por ejemplo, se puede solo informar a los ciudadanos. Pero también existe la opción de dejar en sus manos la decisión final. Entre una y otra alternativa, con sus respectivas variantes intermedias, estará el nivel que marca el proceso participativo.

De todas formas, aparecen otras dudas al respecto. Una de ellas es si ¿la gestión integrada debe ser una cuestión de democracia de intereses, de ciencia y conocimiento técnico, de autoridad, o un poco de todo lo anterior? Es decir, ¿podría gestionar solo una comunidad de pescadores el destino de su propia pesquería? ¿Qué le cabe decidir a los gestores públicos y autoridades gubernamentales? En el ejemplo de la pesquería hay más actores interesados que los propios pescadores, por mucho que estos sean los más y directamente afectados.

En todo caso para una ley de gestión de áreas litorales lo importante son las instancias que puedan crearse para que la participación ciudadana pueda producirse. Por eso los Foros Costeros constituyen alternativas verdaderamente interesantes. Se trata de espacios creados y organizados para el debate ciudadano y la creación de opinión respecto a los asuntos costero marinos. En estos foros pueden participar, libremente, aquellos interesados, o actores legítimamente elegidos para ostentar la representación de un punto de vista o un sector de actividad. Resulta bastante común que estos foros no tengan una función ejecutiva o decisoria; y sí de asesoramiento o de generación de propuestas. El modelo participativo propuesto para el Mar Menor (mayor laguna salada de España) podría ser un caso para el debate (Barragán, Sanabria y De Andrés, 2020).

La principal referencia sobre participación pública del litoral para Andalucía la hemos encontrado en una Orden de agosto de 2011. En ella se establece la composición, el funcionamiento y las responsabilidades de la *Comisión de Participación en la Ordenación y Gestión del Litoral*. La intención es clara: que los municipios, agentes sociales y económicos, así como las diferentes instituciones públicas, participaran en el seguimiento de las nuevas funciones que el Estado transfirió en febrero de 2011 a la Junta de Andalucía sobre DPMT. Dicha Comisión está adscrita al Departamento de Medio Ambiente. Las responsabilidades asignadas a dicha Comisión se inspiraron en las que tienen las Juntas Rectoras de los Parques Naturales. La periodicidad con la que se tienen que celebrar las reuniones es de dos veces al año. Lo que sucede es que, en realidad, dicha Comisión apenas se ha reunido en casi una década. Este caso evidencia un hecho difícil de cuestionar: tener el instrumento específico no es suficiente si falta voluntad política, capacidad institucional o demanda ciudadana para aplicarlo.

En este apartado la futura ley chilena de GIAL podría hacer aportaciones sustanciosas. No debe olvidarse una cuestión de cierta trascendencia: la participación pública en los asuntos costero marinos de Chile, sería una especie de contribución a la mejora de la calidad democrática de un país que se ha empeñado en transitar por rutas más equitativas de convivencia ciudadana.

Reflexión final

La revisión de algunos aspectos fundamentales de la GIAL proporciona orientación y consistencia a la luz de cualquier proyecto de formulación normativa. El caso chileno corrobora la hipótesis de que dichos aspectos conceptuales son, en los tiempos presentes, más necesarios que nunca. Gracias a ellos los contenidos del texto legal al que se aspira podría enriquecerse. Así, por un lado, los aspectos formales, el alcance geográfico y la regulación de las actividades humanas, consiguen otorgar coherencia interna a lo pretendido en dicho soporte normativo. Por otro lado, algunos elementos claves de la gestión integrada, como los instrumentos específicos, las instituciones y la participación pública, refuerzan el esquema operativo con el que se intenta construir el futuro litoral de Chile.

Referencias Bibliográficas

AGARDY, T. & ALDER, J. Chapter 19 Coastal Systems. In HASSAN, R., SCHOLES, R., NEVILLE, A. (EDS.). Ecosystems and human well-being: current state and trends. Publisher Island Press, 2005, p. 513-549.

AGARDY, T., DAVIS, J., SHERWOOD, K. & VESTERGAARD, O. Taking steps toward marine and coastal ecosystem-based management – An introductory guide. Nairobi: UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 189, 2011.

BALAGUER, P., SARDÁ, R., RUIZ, M., DIEDRICH, A., VIZOSO, G., & TINTORÉ, J. A proposal for boundary delimitation for integrated coastal zone management initiatives. Ocean and Coastal Management, 2008, Vol. 51, Nº12, p. 806-814.

BARRAGAN, J. M. Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la planificación y gestión integradas. Cádiz: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, 2003.

BARRAGÁN, J. M. Las áreas litorales de España. Del análisis geográfico a la gestión integrada. Barcelona: Editorial Ariel, 2004.

BARRAGÁN, J. M. Política, gestión y litoral: Una nueva visión de la gestión integrada de las zonas costeras. Madrid: UNESCO, 2014.

BARRAGÁN, J. M. Progress of coastal management in Latin America and the Caribbean. Ocean and Coastal Management, 2020, Nº184, p. 1-13.

BARRAGÁN, J. M., CHICA, J. A. & PÉREZ, M. L. Iniciativa andaluza para la gestión integrada de zonas costeras. Revista de Geografía Norte Grande, 2008, Nº41, p. 5-22.

BARRAGÁN, J. M. & DE ANDRÉS, M. Analysis and trends of the world's coastal cities and agglomerations. Ocean Coastal Management, 2015, Nº 114, p. 11–20.

BARRAGÁN, J. M. & DE ANDRÉS, M. Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación. Revista de Gestao Costeira Integrada, 2016, Vol. 16, N°2, p. 171-183.

BARRAGÁN, J. M. & DE ANDRÉS, M. Urban Expansion in Coastal Areas in Latin America and the Caribbean. Revista de Geografía Norte Grande, 2016, Nº64, p.129–149.

BARRAGÁN, J. M. & DE ANDRÉS, M. The management of the socio-ecological systems of the Bay of Cádiz: new public policies with old instruments? Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 2020, Nº 85, p. 1-42.

BARRAGAN, J. M. & LAZO, O. Policy Progress on ICZM in Perú. Ocean and Coastal Management, 2018, Nº157, p. 203-216.

BARRAGÁN, J. M., GARCÍA, J. & DE ANDRÉS, M. ICZM Strategy for the Socioecological System of the Mar Menor (Spain): Methodological Aspects and Public Participation. En ORTEGA-RUBIO A. (EDS.). Socio-ecological Studies in Natural Protected Areas. Springer, 2020, p. 243-272.

CAP (CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA). Zonas idóneas para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz. Sevilla: Dirección General de Pesca y Acuicultura de la Junta de Andalucía, 2003.

CAP (CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA). Localización de Zonas Idóneas para el Desarrollo de la Acuicultura Marina en Andalucía. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2010.

CAPDR (CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL). Localización de Zonas Idóneas para el Desarrollo de la Acuicultura Marina en Andalucía. Sevilla: Servicio de Publicaciones y Divulgación, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, 2014.

CLARK, J. R. Coastal Zone Management Handbook. New York: Lewis Publishers, 1996.

COMISIÓN EUROPEA. Lecciones del programa de demostración de la Comisión Europea sobre la gestión integrada de las zonas costeras (GIZC). Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 1999a.

COMISIÓN EUROPEA. Hacia una estrategia europea para la gestión integrada de las zonas costeras. Principios generales y opciones políticas. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 1999b.

COUNCIL OF EUROPE. European code conduct for coastal zones. Strasbourg: Council of Europe Publishing, Nature and Environment Series, Nº 101, 2000a.

COUNCIL OF EUROPE. Model law on sustainable management of coastal zones. Strasbourg: Council of Europe Publishing, Nature and Environment Series, Nº 101, 2000b.

CULLINAN, C. Integrated coastal management law. Establishing and strengthening national legal frameworks for integrated coastal management. Roma: FAO Legislative Study Nº 93, 2006.

DGPCA (DIRECCIÓN GENERAL DE PREVENCIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL). Guía sobre criterios de gestión para las ocupaciones en el dominio público marítimo-terrestre. Andalucía: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, 2018.

DRUZHININ, A. Russia's Coastal Zone as a Social and Geographic Phenomenon: Conceptualisation and Delimitation. Baltic Region, 2016, Vol. 8, N°2, p. 57-67.

FAO. Integrated management of coastal zones. Rome: FAO, Fisheries Technical Paper Nº 327, 1992.

FAO. Integrated coastal area management and agriculture, forestry and fisheries. Rome, FAO Guidelines, 1998.

IOC/UNESCO. Methodological guide to Integrated Coastal Zone Management. Paris, IOC Manuals and Guide Nº36, 1997.

JABLONSKI, S. & FILET, M. Coastal management in Brazil: a political riddle. Ocean and Coastal Management, 2008, Nº51, p. 536-543.

LIQUETE, C., SOMMA, F. & MAES, J. A. Clear delimitation of coastal waters facing the EU environmental legislation: From the Water Framework Directive to the Marine Strategy Framework Directive. Environmental Science and Policy, 2011, Vol. 14, N°4, p. 432-444.

MALZAC, M. E. Delimitações com base nos critérios geográficos, operacionais e arbitrários da zona costeira Sul do estado da Paraíba, Brasil. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 2019, Vol. 19, N°2, p. 123-141.

DRUZHININ, A. G., KUZNETSOVA, T. & MIKHAYLOV, A. S. Coastal zones of modern Russia: delimitation, parametrization, identification of determinants and vectors of Eurasian dynamics. Geography, Environment, Sustainability, 2020, Vol. 13, N°1, p. 37-45.

MILANÉS, C., SUÁREZ, A. & BOTERO, C. M. Novel method to delimitate and demarcate coastal zone boundaries. Ocean and Coastal Management, 2017, Nº144, p. 105-119.

NAVA, J.C., ARENAS, P. & CARDOSO, F. Coastal management in Mexico: improvements after the marine and coastal policy publication. Ocean and Coastal Management, 2017, Nº137, p. 131–143.

OCDE. Gestión de zonas costeras. Políticas integradas. Madrid: Mundiprensa, 1995.

PAZMIÑO, P., BARRAGÁN, J. M. & GARCÍA, J. Progress on coastal management in Ecuador (2007–2017). Environmental Science Policy, 2018, Nº90, p. 135-147.

PEÑA-CORTÉS, F., PINCHEIRA-ULBRICH, J., FERNÁNDEZ-SOTO, E., REBOLLEDO, G., ANDRADE, E. & SALINAS, C. Ordenamiento Territorial en Chile: desafíos para incorporar la gestión integrada de zonas costeras. En HIDALGO, R., MARTÍNEZ, C., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, F., RANGEL, N. & CONTRERAS, M. (Eds.). La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia. Santiago: Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, Serie Geolibro, Chile, 2019, p. 357-376.

PÉREZ, M. L., CHICA, J. A., ARCILA, M. & MACÍAS, A. Revising the limits of the coastal area in the regulations of the iberoamerican region. Are they appropriate for risk management and adaptation to climate change? Ocean and Coastal Management, 2019, Nº181, p. 104912.

RAMSAR. Manual 12. Manejo de las zonas costeras. Gland: Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010.

RIVERA, E. & VILLALOBOS, G. The coast of Mexico: approaches for its management. Ocean and Coastal Management, 2001, Nº44, p. 729-756.

UNEP. Guidelines for Integrated Planning and Management of Coastal and Marine Areas in the Wider Caribbean Region: Kingston: UNEP-Caribbean Environment Programme, 1993.

UNEP. Guidelines for integrated management of coastal and marine areas. With special reference to the Mediterranean Basin. Split: UNEP-Regional Seas Reports and Studies Nº161, 1995.

UNEP/MAP/PAP. Conceptual Framework and Planning Guidelines for Integrated Coastal Area and River Basin Management. Split: Priority Actions Programme N°78, 1999.

UNESCO. Hazard Awareness and Risk Mitigation in Integrated Coastal Management (ICAM). Intergovernmental Oceanographic Commission. IOC Manual and Guides N°50, ICAM Dossier N°5. Paris: UNESCO, 2009.

VALLEGA, A. Fundamentals of Integrated Coastal Management. Dordrecht: Kluewer Academic Publishers, 1999.

WORLD BANK. Guidelines for integrated coastal zone management. Environmental Sustainable Development Studies and Monographs Series Nº 9. Washington, D. C.: World Bank Group, 1996.

1.2.

La gestión de las áreas litorales en Chile

The management of coastal zones in Chile

Fabiola Elizabeth Rodríguez Pérez[1]

RESUMEN

En las últimas décadas el litoral chileno ha sido escenario de una serie de conflictos socio-territoriales provocados principalmente por la intensa antropización de sus espacios naturales. Para abordar dichos conflictos es necesario conocer el modelo de gestión que en este ámbito territorial se aplica. En este sentido, en el presente capítulo se realiza un breve diagnóstico estratégico de la gestión de las áreas litorales de Chile, a través de la aplicación del modelo analítico del Decálogo para la gestión del litoral, el cual corresponde a una plataforma de análisis para la institucionalidad de un territorio.

Palabras clave: litoral, Chile, gestión, Decálogo para la GIAL.

ABSTRACT

In recent decades the Chilean coast has been the scene of a series of socio-territorial conflicts caused mainly by the intense anthropization of its natural spaces. To address these conflicts, it is necessary to know the management model that is applied in this territorial area. In this sense, in this chapter a brief strategic diagnosis of the management of the coastal areas of Chile is made through the application of the Decalogue analytical model for coastal management, which corresponds to an analysis platform for the institutional framework of a territory.

Key words: coast, Chile, management, Decalogue for ICZM.

1 Doctoranda del Programa de Gestión y Conservación del Mar de la Universidad de Cádiz (España). Correo: faby.rodriguezp@gmail.com

Introducción

Las zonas costeras o áreas litorales[2] constituyen áreas geográficas de gran importancia ecológica, social y económica. Su espacio natural contiene ecosistemas costero-marinos variados. Sus servicios son fundamentales para el bienestar humano. También sirve como soporte para el desarrollo de una gran variedad de usos y actividades antrópicas.

El litoral, en Barragán (2014), es descrito como un territorio de elevada complejidad en su conocimiento y dinamismo en el tiempo y en el espacio; cuyo dominio generalmente es público; que corresponde a espacios fronteras entre medios físicos, cuencas y masas de agua, actividades humanas de naturaleza muy diferentes, entre unidades político-administrativas, entre ámbitos jurídicos; y a la vez, corresponden a las áreas más cambiantes del planeta, con transformaciones generalmente rápidas.

A nivel mundial este espacio representa una proporción reducida en términos de superficie, a la vez que presenta altos índices de densidad demográfica y ritmos de crecimiento cada vez más acelerados. Así lo demuestran Barragán y De Andrés (2015), al indicar que la cantidad de ciudades costeras y aglomeraciones se han multiplicado en 4.5 veces en las últimas siete décadas, formando un tejido urbano paralelo a la costa, más denso y poblado a medida que pasa el tiempo.

En el contexto de América Latina y El Caribe, los mismos autores señalan que el ritmo acelerado de ocupación de su litoral, desencadenado principalmente por el crecimiento demográfico y el patrón de desarrollo, se evidencia en el incremento de 42 a 420 ciudades ubicadas a menos de 100 km desde la línea de costa entre los años 1945 y 2014, de las cuales 171 de ellas ocupan la primera franja costera (Barragán y De Andrés, 2016a).

En Chile, al igual que en el resto de América Latina, la zona costera ha experimentado profundas transformaciones derivadas de la intensa antropización a la que se ha visto expuesta en las últimas décadas (Martínez et al., 2019a). Situación que ha generado una serie de conflictos socio-territoriales, cuyo origen suele encontrarse en el modelo económico, el cual lleva a ocupar territorios con alta valoración paisajística (Martínez et al., 2019b).

La antropización de la zona costera genera grandes desafíos a la sustentabilidad (Martínez et al., 2019b). Principalmente porque el ritmo acelerado de ocupación que presenta provoca un aumento en las presiones que recibe (Barragán y De Andrés, 2016a), generando el deterioro de sus ecosistemas y la disminución de los servicios que estos brindan al bienestar humano (Barragán y De Andrés, 2016b).

Teniendo en cuenta que el bienestar de las personas que viven en el litoral depende de la buena salud de los ecosistemas costero-marinos (Barragán, 2012), y que Chile aspira a un desarrollo sostenible, en lo económico, social y medioambiental (Martínez et al., 2019a), resulta fundamental avanzar hacia una gestión costera en Chile, que considere en su desarrollo elementos de sustentabilidad como lo es el modelo de *Gestión Integrada de Áreas Litorales* (GIAL), el cual busca "administrar los comportamientos y las actividades humanas con el objeto de que no alteren los procesos naturales, y la capacidad de los ecosistemas para producir servicios" (Barragán, 2014: 32). Este modelo de gestión debe ser capaz de considerar de manera coordinada y racional los intereses de distintos usuarios, las interrelaciones de los elementos naturales y antrópicos en las áreas costeras (Castro, 2001) y las limitaciones propias de los sistemas naturales (Castro y Morales, 2006).

Uno de los primeros pasos para alcanzar este modelo de GIAL, es el análisis de los problemas relacionados con el bienestar humano que ocurren en este territorio. Para lograrlo, es fundamental comprender la dinámica de la relación entre los subsistemas físico natural, socio económico y político administrativo, siendo este último subsistema el que media entre las relaciones de los dos anteriores (Barragán, 2014).

En Chile, estos primeros pasos han sido abordados en investigaciones realizadas por Barragán, Castro y Alvarado (2005), Castro y Alvarado (2010) y Castro et al. (2011), las cuales constituyen un importante avance en el marco de la GIAL. En ellas se describen las relaciones socio-ecológicas y se identifican los principales problemas operativos y de gestión del litoral chileno. A una década de las mencionadas investigaciones, en el siguiente capítulo se propone describir y evaluar el modelo actual de gestión costera presente en Chile e identificar la evolución que ha tenido en los últimos 15 años.

Lo anterior se realiza a partir de la aplicación de un diagnóstico estratégico de la gestión costera, a través del análisis de cada uno de los elementos del "Decálogo para la gestión del litoral" (Decálogo). Modelo propuesto por Barragán (2004) e impulsado por el Grupo de Gestión Integrada de Áreas Litorales de la Universidad de Cádiz (Arenas, 2012), el que, a partir del análisis de diez elementos estructurales del subsistema jurídico-administrativo, permite evaluar el modelo institucional de administración de las áreas litorales. Estos elementos claves, que se encuentran conectados entre sí y presentan relaciones estrechas e interdependientes, corresponden a: políticas, estrategias, normativas, instituciones, instrumentos, gestores costeros, participación, información, educación y recursos.

2 En el presente capítulo zonas costeras y áreas litorales se considerarán como sinónimo.

Diagnóstico estratégico: Decálogo para la gestión integrada de las áreas litorales en Chile

01. Políticas

El análisis de este primer elemento del Decálogo permite conocer las pautas que conducen el actuar de la administración pública frente a la gestión de las áreas litorales. Estos lineamientos son entregados en Chile a partir de políticas públicas que al ser promulgadas a través de Decreto Supremo (D.S) logran una mayor permanencia en el tiempo y pasan a constituir políticas de Estado más que de Gobierno. Es así como desde la promulgación del D.S. 475 de 1994, que establece la **Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República** (PNUBC), Chile cuenta con una política específica para la gestión de su costa. Su formulación por parte del Gobierno de la época nace a partir de compromisos internacionales fijados en la 'Cumbre de la tierra de 1992' y la 'Agenda 21' del año 1992.

Esta política expresa la intención de alcanzar un desarrollo armónico, integral y equilibrado del borde costero, basado en el mejor uso que se pueda dar a este espacio de acuerdo con sus potencialidades y recursos, desde una perspectiva nacional, regional y local. De su contenido se advierte que prioriza el desarrollo por sobre la conservación y recuperación de los ecosistemas costeros.

Respecto a su ámbito territorial de aplicación, este es acotado al *Borde Costero del litoral*, el cual es definido como "aquella franja del territorio que comprende los terrenos de playa fiscales, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República" (D.S. 475, 1994: 4). En consecuencia, no es una política aplicable al litoral en toda la extensión territorial.

En relación con la institucionalidad, la PNUBC entrega al Ministerio de Defensa Nacional (MDN) la facultad de coordinar a las distintas instancias ministeriales, a fin de articular las políticas sectoriales de aplicación en el borde costero del litoral. Para llevar a cabo esta coordinación crea la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero (CNUBC), que constituye hasta la actualidad la institución encargada de la planificación y gestión del borde costero a escala nacional. Posteriormente, en el año 1997 se crean las Comisiones Regionales de Uso del Borde Costero (CRUBC) cuya función principal es proponer acciones que impulsen la PNUBC, a fin de optimizar la administración del borde costero de acuerdo con las particularidades geográficas de cada región.

El principal instrumento de esta política es la Zonificación del Borde Costero (ZBC), cuyo proceso debe ser desarrollado de manera descentralizada y con base participativa a nivel regional. Para su elaboración la PNUBC establece una propuesta de zonificación preliminar que reconoce: áreas reservadas para el Estado, áreas para puertos y otras instalaciones portuarias, áreas para industria de construcción, áreas en las que existen asentamientos humanos y caletas de pescadores, áreas para actividad industrial, económicas y de desarrollo.

A partir de lo señalado, es posible concluir que Chile no cuenta con una política de gestión integrada de su costa, sino más bien con una política orientada exclusivamente a la gestión del borde costero, el que corresponde sólo a un sub-ámbito de la zona costera del país. Esta política, a la fecha no ha sido objeto de modificaciones desde su entrada en vigencia en el año 1994, ni ha formado parte de la agenda política de los gobiernos más recientes.

Sin embargo, en los últimos años se han promulgado una serie de políticas cuyos contenidos abordan en alguna medida ámbitos temáticos de suma relevancia para la gestión costera. Entre ellas, destacan: **Política Nacional de Energía** (Decreto 148/2015); **Política Nacional de Desarrollo Urbano** (Decreto 78/2014, modificado por Decreto 49/2018); **Política Oceánica Nacional** (Decreto 74/2018); **Política Nacional de Desarrollo Rural** (Decreto 19/2020); y **Política Nacional para la Reducción de Riesgos de Desastres 2020-2030** (Decreto 434/2020).

Mención especial merece la propuesta de **Política Nacional de Ordenamiento Territorial**, aprobada en el año 2017 por la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio (COMICIVYT) y que aún se encuentra con decreto en trámite. Su contenido marca un avance fundamental en materia de gestión del territorio a nivel nacional, ya que su propuesta como política pública orientada al ámbito del ordenamiento territorial, tiene como objetivo unificar todos los intereses sectoriales para realizar una planificación efectiva del territorio, e implementar políticas y estrategias de desarrollo coherentes con las normativas sectoriales y transversales (Espinoza, 2018).

02. Estrategias y planes nacionales

Al analizar este elemento se busca identificar si existen estrategias y planes nacionales establecidos para alcanzar las metas y objetivos planteados por las políticas de importancia para la gestión de las áreas litorales. En este punto es conveniente señalar, que las estrategias identifican opciones y prioridades, indican caminos y recomiendan criterios de actuación respecto a los sistemas litorales (Barragán, 2014).

Como se indica en el apartado anterior, Chile no cuenta con una política de gestión integrada de su costa y la gestión de este territorio se realiza principalmente a partir de la PNUBC, la cual no posee una estrategia que guíe la concreción de sus objetivos. Sin embargo, a escala nacional y regional, existen algunas estrategias y planes que por su ámbito temático abarcan la gestión costera. Entre ellas destacan:

a) La "**Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030",** cuyo contenido se orienta principalmente a resguardar el patrimonio natural, revertir y reducir la pérdida o degradación de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, y promover el uso sustentable de los recursos. Su plan de acción considera seis ámbitos temáticos que se relacionan directamente con el litoral (biodiversidad marina, especies exóticas invasoras, especies nativas, áreas protegidas, conservación y uso racional de humedales) (MMA, 2017a).

b) El "**Plan de acción nacional de adaptación al cambio climático 2017-2022"**, el cual tiene como objetivo general "fortalecer la capacidad de Chile para adaptarse al cambio climático profundizando los conocimientos de sus impactos y la vulnerabilidad de país y generando acciones planificadas que permitan minimizar los efectos negativos y aprovechar los efectos positivos, para su desarrollo económico y social y asegurar su sustentabilidad, velando por conservar su patrimonio natural y cultural" (MMA, 2017b: 37).

c) Las **"Estrategias regionales de desarrollo"**, las cuales constituyen el principal instrumento de planificación y desarrollo elaboradas por los Gobierno Regional y cuyo objetivo principal es lograr el desarrollo de cada región a través del cumplimiento de una imagen objetivo que se pretende alcanzar en un horizonte de tiempo determinado, en armonía con las políticas y planes nacionales, y los planes comunales respectivos. Para su cumplimiento se plantean una serie de lineamientos estratégicos, que sirven como hilo conductor de las acciones públicas y de la coordinación con el sector privado que permiten alcanzar la imagen objetivo planteada. En la práctica estas estrategias se materializan a través de la implementación de políticas públicas regionales, planes, programas y proyectos de inversión.

03. Normativa

El análisis de este tercer elemento del Decálogo nos permite conocer las reglas que regulan las actividades humanas en las áreas litorales. Al respecto, es posible señalar que Chile cuenta con un amplio marco normativo de aplicación en su territorio costero y de interés para su manejo integrado, normativas que en su mayoría corresponden a regulación de tipo sectorial y son aplicables a nivel nacional (Cuadro N°1).

A partir de una adaptación de la clasificación propuesta en Barragán (2014), las normas de mayor interés para la gestión costera en Chile han sido agrupadas en las siguientes cuatro categorías:

a) Normas específicas de gestión de la zona costera: en esta categoría se enmarcan aquellas normas relacionadas con la administración que ejerce el Ministerio de Defensa Nacional en el borde costero de Chile bajo las atribuciones otorgadas por las Leyes 340 del año 1960 y 1939 del año 1977. Estas le asignan el control, fiscalización y supervigilancia del borde costero litoral, fluvial y lacustre, y lo facultan para conceder el uso de las playas, terrenos de playa, fondo de mar, porciones de agua y rocas, mediante el otorgamiento de concesiones.

b) Normas sobre aspectos singulares: categoría en la cual se encuentra la Ley 20.249 de 2008 que crea los Espacios Costeros Marinos de los Pueblos Originarios (ECMPO), mediante la cual se reconoce el uso ancestral del litoral, tanto cultural, económico o religioso por parte de los Pueblos Originarios, a quienes se les entrega la administración de aquellos territorios sobre los que puedan acreditar su uso ancestral. Lo mismo ocurre con la Ley 21.027 de 2017, que regula el establecimiento y asignación de caletas pesqueras artesanales a nivel nacional, cuyo objetivo es transformar estas caletas en unidades productivas, económicas y sociales, que fomenten y motiven la diversificación productiva, donde las organizaciones de pescadores artesanales puedan desarrollar labores habituales de pesca junto a otras actividades de carácter comercial (SSP, 2017).

c) Normas de regulación sectorial: en esta categoría destaca la Ley 18.892 de 1989, General de Pesca y Acuicultura, sus modificaciones y reglamentos respectivos, especialmente en aquellos aspectos que regulan el establecimiento de Áreas Apropiadas para el ejercicio de la Acuicultura (A.A.A.), las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), el

establecimiento de Parques y Reservas Marinas, el otorgamiento de concesiones de acuicultura, además de las cuotas y técnicas de pesca.

Mientras que en materia ambiental, es importante señalar la Ley 19.300 del año 1994, sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su modificación a través de la Ley 20.417 que en el año 2010 marca un hito importante en la gestión costera, ya que crea el Ministerio de Medio Ambiente y regula entre otros instrumentos de gestión ambiental el establecimiento de Áreas Protegidas, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). Con relación a esta última, se establece la incorporación de las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable mediante la aplicación de la EAE a todos los planes, políticas y programas referidos al ordenamiento territorial. Es así como a partir de esta ley y su respectivo reglamento, deberán siempre someterse a EAE los planes regionales de ordenamiento territorial, planes reguladores intercomunales, planes reguladores comunales y planes seccionales, planes de desarrollo urbano y zonificaciones del borde costero.

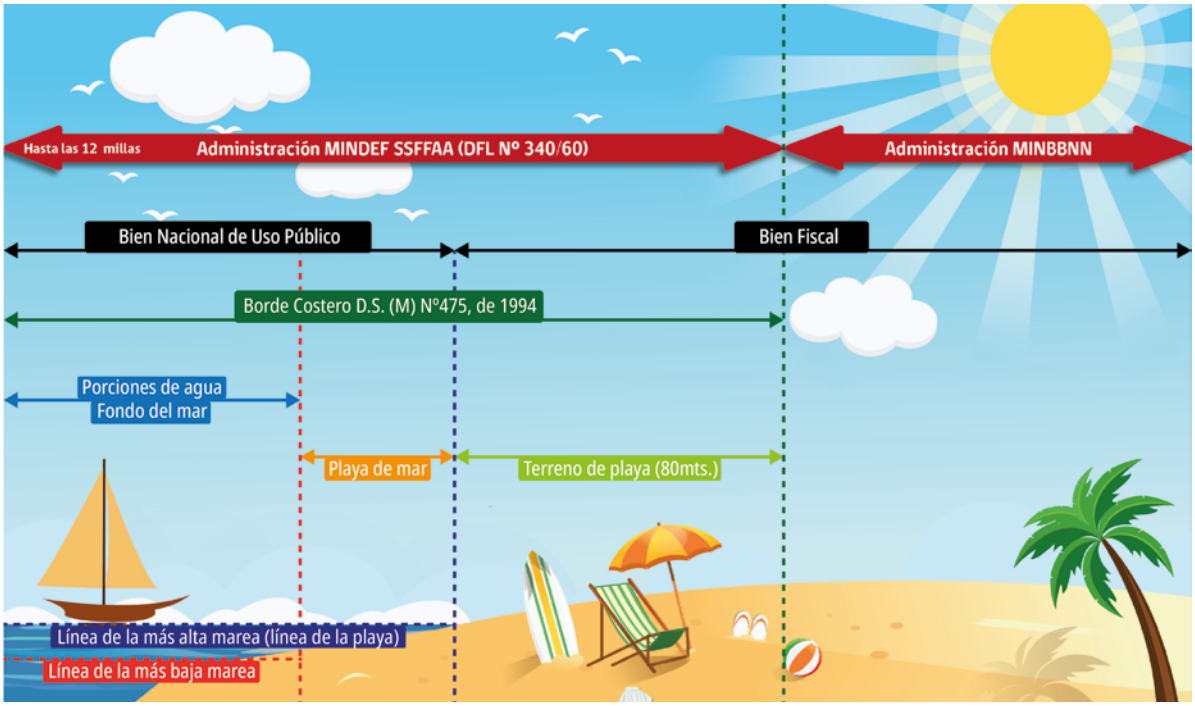
d) Normas de regulación territorial: categoría en la cual destacan, en primer lugar, la Ley 458 de 1975 General de Urbanismo y Construcción que, entre otras funciones, regula la planificación urbana a través de instrumentos de planificación territorial (IPT). En segundo lugar, la Ley 21.074 del año 2018 sobre Fortalecimiento de la Regionalización, que entrega a los Gobiernos Regionales (GORE) nuevas competencias en ámbitos de desarrollo, planificación, gestión y ordenamiento territorial. Asignándoles como funciones la formulación y aprobación del proyecto de Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), la administración de áreas metropolitanas y la aprobación del proyecto de zonificación del borde costero, entre otras tareas vinculadas con el ordenamiento territorial.

04. Instituciones públicas, competencias y coordinación

Al analizar este elemento del Decálogo se busca conocer el marco institucional en el que se desarrolla la gestión costera y cuáles son las distintas instancias de coordinación y cooperación entre las instituciones públicas. En este sentido, la principal institución que en Chile ejerce la gestión costera es el **Ministerio de Defensa Nacional** (MDN), el cual dentro de sus competencias de control, fiscalización y supervigilancia de toda la costa, el Mar Territorial, ríos y lagos navegables por buques de más de 100 toneladas, ejerce la administración del borde costero nacional. Territorialmente, dicho borde costero se puede clasificar en borde costero litoral y borde costero fluvial y lacustre. El primero de ellos, como se puede observar en la Figura Nº1, comprende la zona de interacción entre el océano y la tierra en una franja de mar de hasta 12 millas marinas, contadas desde la línea de la playa y una franja de hasta 80 metros de ancho de territorio continental o insular, adyacentes a la costa, medidos desde la misma línea. Por su parte, los terrenos fiscales que no recaen en la administración del MDN y que también forman parte de las áreas litorales, son administrados por el **Ministerio de Bienes Nacionales**.

En este punto es preciso recordar lo señalado en apartados anteriores, respecto a que el borde costero litoral corresponde a un sub-ámbito del territorio costero. Por lo tanto, el modelo de gestión que el MDN ejerce sobre él influye en gran medida sobre los espacios territoriales de toda la zona costera del país.

Figura N°1.
Administración del borde costero chileno



Fuente: Subsecretaría para las Fuerzas Armadas (2018).

Continuando con el análisis del marco institucional, es relevante señalar que desde el año 2012 se encuentra en trámite el **Proyecto de Ley de Borde Costero y Concesiones Marítimas** (Boletín Nº8467-12), cuya principal finalidad es traspasar las competencias de administración del borde costero desde el Ministerio de Defensa Nacional al Ministerio de Bienes Nacionales. Otorgándole a este último las facultades de coordinar a las demás instituciones públicas con competencias en este ámbito territorial, a fin de fomentar su desarrollo sustentable y armónico. Sin embargo, la formulación de este proyecto de ley carece de una perspectiva integral de la 'zona costera' y mantiene al borde costero como unidad básica de gestión estructurante en el ordenamiento y planificación costera (Martínez et al., 2020).

En materia de **coordinación** entre las instituciones públicas, como se mencionó en apartados anteriores, la PNUBC del año 1994 entrega al MDN la facultad de coordinar las distintas instancias ministeriales que tienen incidencia en el borde costero. Esto se concreta a partir de la creación de la **Comisión Nacional de Uso del Borde Costero** (CNUBC), presidida por el MDN y que reúne a representantes de distintos ministerios y servicios con competencias relacionadas con el manejo del litoral (Figura Nº2). El rol de esta comisión es principalmente asesorar al Presidente de la República en materia de administración y gestión costera, y tiene como principales tareas: proponer la zonificación del borde costero litoral, elaborar informes de evaluación de la implementación de la PNUBC y formular recomendaciones sobre el mejor uso del borde costero.

a) A escala nacional: es preciso mencionar a la **Comisión de Ciudad, Vivienda y Territorio** (COMICIVYT), creada el año 2015 y de la cual forman parte los Ministerios de: Vivienda y Urbanismo; Obras Públicas; Transporte y Telecomunicaciones; Bienes Nacionales; Medio Ambiente; Agricultura, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Minería; Desarrollo Social; Energía; y las Subsecretarías General de la Presidencia y de Desarrollo Regional. Esta comisión sirve de instancia transversal de coordinación en materia de políticas, planes y programas relacionados con el desarrollo y el ordenamiento del territorio nacional, abarcando de esta manera el ámbito territorial de las zonas costeras.

b) A escala regional: la coordinación institucional tiene lugar en las **Comisiones Regionales de Uso del Borde Costero** (CRUBC) creadas sobre la base de la PNUBC en el año 1997. En ellas participan autoridades sectoriales regionales, representantes del sector privado y de la sociedad civil (Figura Nº2). Estas comisiones dependen funcional y administrativamente del Gobierno Regional respectivo y su función principal es proponer acciones para materializar la PNUBC a nivel regional, destacando entre sus tareas la elaboración de una Política Regional de Uso del Borde Costero y de la propuesta de Zonificación del Borde Costero regional.

c) A escala internacional: Chile junto a Ecuador, Perú y Colombia forman parte de la Comisión Permanente del Pacífico Sudeste (CPPS), organismo intergubernamental que nace en el

año 1952 y cuyo objetivo es coordinar las políticas marítimas de los Estados que forman parte de ella, así como la promoción, la conservación y uso sostenible de los recursos marinos vivos y no vivos. La tarea principal de esta comisión es proponer los lineamientos estratégicos que cautelen los servicios ecosistémicos (CPPS, 2020).

Figura N°2.
Institucionalidad de la Política Nacional de Uso del Borde Costero

NIVEL NACIONAL
COMISIÓN NACIONAL
USO BORDE COSTERO
Preside: MDN
Secretaría Ejecutiva: SSFFAA

1. MINISTRO DEFENSA (Pdte.)
2. SUBSECRETARIO FFAA
3. SUBDERE
4. SUBPESCA
5. Ministerio Desarrollo Social
6. MOP
7. MINVU
8. Ministerio Transportes y Telecomunicaciones
9. Ministerio BBNN
10. Ministerio Medio Ambiente
11. Armada de Chile
12. SERNATUR
13. Subsecretaría de Turismo (Invitado permanente)
14. Ministerio de Energía (Invitado permanente)
15. SERNAPESCA (Invitado permanente)
16. COMICIVYT (Invitado permanente)

NIVEL REGIONAL
COMISIONES REGIONALES
USO BORDE COSTERO
Preside: Intendente
Oficina Técnica: DIPLADER

1. Intendente
2. Gobernadores litoral
3. Alcaldes litoral
4. SEREMI MINECON
5. SEREMI MDS
6. SEREMI MINVU
7. SEREMI MTyT
8. SEREMI BBNN
9. ARMADA
10. Gobernadores Marítimos
11. Director Reg. DOP
12. Director Reg. SERNATUR
13. Director Reg. SERNAPESCA
14. Director Reg. CONAMA
15. Director Zonal Pesca
16. Dos (2) Representantes Consejo Regional
17. Dos (2) Rep. Pesca Artesanal
18. Dos (2) Rep. Sector Acuícola
19. Dos (2) Rep. Sector Turismo
20. Tres (3) Rep. Otros sectores (nombrados por Intendente)

Fuente: Subsecretaría para las Fuerzas Armadas (2018).

05. Instrumentos

El análisis de este elemento del Decálogo nos permite identificar las herramientas con las que cuentan los gestores costeros para llevar a cabo la gestión de las áreas litorales. En esta oportunidad los principales instrumentos de importancia para la gestión costera identificados han sido clasificados en las cuatro categorías señaladas en el Cuadro Nº2.

Cuadro Nº2.
Instrumentos de importancia para la gestión costera

Tipo	Instrumentos
Específicos para la gestión costera	Zonificación de Usos del Borde Costero (ZBC) Reglamento Sobre Concesiones Marítimas Política para Otorgamiento, Modificación y Renovación de Concesiones Marítimas en Playas de uso Turístico o Recreacional Resolución que establece el Modelo de Cálculo de la Renta Áreas de usos preferentemente portuarios Áreas de usos preferentemente turísticos
Sobre aspectos singulares	Espacios Costeros Marinos para los Pueblos Originarios (ECMPO) Áreas de desarrollo indígena
Sectoriales	Parques Nacionales Monumentos Naturales Reservas Nacionales Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU) Parques y Reservas Marinas Santuarios de la Naturaleza Bienes Nacionales Protegidos Planes de manejo para las pesquerías y recursos bentónicos, vedas, cuotas y técnicas de pesca Áreas reservadas para la pesca artesanal Áreas reservadas para la pesca industrial Áreas Apropiadas para el Ejercicio de la Acuicultura (A.A.A) Zonas de intereses turísticos Monumentos históricos Zonas típicas o pintorescas
Territoriales	Instrumentos de Planificación Territorial (Planes Regionales de Desarrollo Urbano, Planes Reguladores Intercomunales o Metropolitanos, Planes Reguladores Comunales, Planes Seccionales y Límites Urbanos) Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT)

Fuente: Elaboración propia.

En la primera categoría 'Específicos para la gestión costera', se identifican los principales instrumentos que utiliza el MDN en sus tareas de administración del borde costero a nivel nacional. Entre los cuales destaca la **Zonificación de Usos del Borde Costero** (ZBC) como el principal instrumento de ordenamiento de los territorios costeros en Chile, el cual nace a partir de la PNUBC y tiene por objeto orientar el desarrollo de actividades en el borde costero, a través de la determinación de usos preferentes, sus respectivas compatibilidades y restricciones. De esta manera, se podría entender que la ZBC corresponde a un instrumento rector para el otorgamiento de concesiones marítimas y acuícolas. Sin embargo, su carácter no vinculante, que originalmente solo contemplaba el establecimiento de usos preferentes y no excluyentes, ha dificultado la toma de decisiones respecto al otorgamiento de concesiones en el borde costero.

Sin duda, el paso más importante para el reconocimiento de este instrumento ocurre a partir de la entrada en vigencia del nuevo Reglamento sobre Concesiones Marítimas (D.S. 9 de 2018), el cual define la ZBC como "un proceso de ordenamiento y planeamiento de los espacios que conforman el borde costero marino, lacustre y fluvial, cuyo objeto principal es establecer sus múltiples usos, expresados en usos preferentes o excluyentes, considerando para ello los objetivos establecidos en la PNUBC". Además, consagra la importancia de este instrumento al condicionar el otorgamiento de concesiones marítimas a la compatibilidad con los usos y criterios de compatibilidad establecidos en la ZBC regional que se encuentre vigente.

Otros instrumentos específicos para la gestión costera corresponden a aquellos que entregan el marco sobre el cual el MDN otorga derechos de usos en bienes nacionales de uso público y bienes fiscales. Algunos de ellos corresponden a: el Reglamento Sobre Concesiones Marítimas (D.S. 9 de 2018), que regula los requisitos y condiciones para otorgar concesiones marítimas;

la Política para Otorgamiento, Modificación y Renovación de Concesiones Marítimas en Playas de uso Turístico o Recreacional (D.S. 435 de 2015), cuyo objetivo es resguardar las playas de esparcimiento y recreación de la comunidad en general y evitar la proliferación de construcciones definitivas y de uso privado en ellas; la Resolución que establece el Modelo de Cálculo de la Renta que deben pagar las concesiones marítimas, el cual de acuerdo a un 'índice de demanda' establece un mayor porcentaje de renta en aquellos sectores con mayor demanda de uso por parte de concesiones marítimas; y el establecimiento de áreas de usos preferentemente portuarios y turísticos (Cuadro Nº3).

Cuadro Nº3.
Algunos instrumentos específicos para la gestión costera vigentes

Instrumento	Contenido
ZBC vigentes	Decreto 153 de 2005, que establece áreas de usos preferentes específicos en los espacios borde costero del litoral de la XI región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.
	Decreto 518 de 2006, que declara áreas de usos preferentes específicos los espacios del borde costero del litoral de la IV región de Coquimbo.
Uso preferentemente portuario	Decreto 106 de 1998, que declara área de uso preferentemente portuario a la Bahía de Quintero, V región de Valparaíso.
	Decreto 247 de 1998, que declara área reservada a la Bahía de Mejillones del Sur, II región de Antofagasta.
	Decreto 343 de 2002, que declara área costera reservada para uso preferentemente portuario a un sector de Bahía de Lota, VIII región del Biobío.
	Decreto 417 de 2006, que declara área reservada para uso preferentemente portuario el sector de Punta Nihue, comuna de Toltén Provincia de Cautín, IX región de la Araucanía.
Uso preferentemente turístico	Decreto 5 de 2001, que declara área costera reservada para uso preferentemente turístico el borde costero entre Punta Chomache y Punta Guanillos del Norte, Sector Playa Ikeike, I región de Tarapacá.

Fuente: Elaboración propia.

06 Gestores costeros y formación

Con el análisis de este elemento se busca identificar quiénes tienen la responsabilidad, en el ámbito público de actuación, de tomar las decisiones que afectan las áreas litorales, y además conocer la formación y experiencia que tienen estos gestores costeros (Barragán, 2014). Según señala el mismo autor, los gestores costeros corresponden a todos aquellos que tienen responsabilidades directas en la toma de decisiones y en la administración de las áreas litorales. Entre los cuales se incluyen autoridades, políticos, asesores y funcionarios públicos que se desempeñan en labores relacionadas con la administración y gestión de las áreas litorales.

En este sentido, como se ha mencionado en apartados anteriores, en Chile el Ministerio de Defensa Nacional es la institución encargada de materializar la gestión del borde costero a escala nacional. Esta se concreta a través de tres ámbitos de acción: planificación, operación y control. Las primeras dos se realizan, a través del Departamento Asuntos Marítimos el cual depende de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas y la tercera a través de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante. Para el cumplimiento de las tareas asociadas a dichos ámbitos de acción, las mencionadas instituciones cuentan con autoridades y funcionarios de variada formación técnica profesional. Para la identificación, agrupación y descripción de los gestores costeros, en Cuadro Nº4 se utiliza la clasificación propuesta por Barragán (2014).

Cuadro N°4.
Clasificación de gestores costeros

	Estratégico	Operativo
Gobierno	**Gestores de Nivel 1** En este nivel se identifican el Ministro de Defensa Nacional y Subsecretario para las Fuerzas Armadas como las principales autoridades de Gobierno en materia de administración del borde costero chileno, autoridades que además cumplen los roles de Presidente y Secretario Ejecutivo de la CNUBC respectivamente. Por su parte, a escala regional se identifican los Intendentes como la autoridad a cargo de impulsar la implementación de la PNUBC en sus respectivas regiones.	**Gestores de Nivel 2** En este nivel se identifican los asesores del Ministro de Defensa Nacional y del Subsecretario Para las Fuerzas Armadas, que tienen relación con materias de gestión del borde costero chileno. Y las autoridades de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, y la Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático, ambas pertenecientes a la Armada de Chile.
Gestión	**Gestores de Nivel 3** Se identifican en primer lugar, las Jefaturas de la División Jurídica y el Departamento Asuntos Marítimos (ambos pertenecientes a la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas). Los cuales corresponden a empleados públicos que deben entregar los lineamientos de implementación de la PNUBC y de todas las acciones necesarias para ejecutar una correcta administración del borde costero nacional. Y, en segundo lugar, se identifican los Oficiales de la Armada de Chile que ocupan cargos de Gobernadores Marítimos y Capitanes de Puerto.	**Gestores de Nivel 4** En este nivel se identifican los empleados públicos del Departamento Asuntos Marítimos, de la Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático y de los Gobiernos Regionales. Estos funcionarios tienen la responsabilidad de implementar la política costera y llevar a cabo todas las funciones relacionadas con la planificación, operación y control de la costa chilena.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación propuesta en Barragán, 2014.

En cuanto a las oportunidades que tiene el país para la formación de gestores costeros, como se menciona en Martínez et al. (2020), casi todas las regiones del país cuentan con centros de nivel superior de enseñanza e investigación de las ciencias del mar y del litoral. Sin embargo, en materia específica de gestión integrada de la costa la oferta académica es escasa y no se cuenta con programas de postgrado en esta temática. Solo destaca la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Concepción, la cual ofrece el "Diplomado en Análisis y Gestión del Ambiente" y el "Magíster en Gestión Integrada, Medio Ambiente, Riesgos Laborales y Responsabilidad Social Empresarial", cuyos contenidos abordan asuntos de importancia para la gestión costera.

En consecuencia, es posible indicar que en el país existe suficiente conocimiento científico sobre procesos físico-naturales, sociales, económicos y jurídicos, además de formaciones multidisciplinarias como la geografía y otras que sectorialmente guardan relación con la gestión de costas, medio ambiente, sistemas de información geográfica, ciencias jurídicas, entre otras. Sin embargo, no existe una oferta académica ni formativa apropiada en materia de gestión integrada de áreas litorales.

07. Participación

En este elemento del Decálogo se analiza de qué manera la participación ciudadana está incorporada en la gestión costera. Esta participación añade legitimidad a cualquier decisión sobre los espacios del litoral y sus ecosistemas (Barragán, 2014).

Al realizar este análisis en la gestión costera de nuestro país, es posible señalar que la principal instancia de participación tiene lugar en los procesos de ZBC realizados a nivel regional, los cuales se basan en la participación de todos los sectores con intereses en la zona costera. Su desarrollo centrado en la construcción de acuerdos ciudadanos respecto al uso del territorio busca manejar y prevenir los conflictos. En una primera instancia involucra a algunos profesionales del ámbito público a nivel regional, luego incorpora a la totalidad de los servicios públicos y finalmente al sector privado y la comunidad representada en general (SUBDERE, 2011). Además, la exigencia de someter este instrumento al proceso de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) garantiza ciertos niveles de participación ciudadana en su desarrollo.

08. Información técnico-científica al servicio de la GIAL

El análisis de este elemento del Decálogo permite evaluar la disponibilidad de información relacionada con la gestión costera, que se encuentra disponible para la ciudadanía, técnicos, académicos y administradores en general. El entregar suficiente información a los usuarios contribuye a la toma de decisiones y favorece principalmente los procesos participativos señalados anteriormente.

En este contexto, es posible indicar que en el país se cuenta con una amplia variedad de información de importancia para la gestión de las áreas litorales. Destacan, en primer lugar, las publicaciones de la serie Geolibros *La zona costera, medio natural y ordenación integrada* (2006) y *La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia* (2019), y los *Policy Papers* de Cigiden *Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático* (2019) y *¿Por qué Chile necesita una ley de costas? Hacia una nueva gobernanza de la costa para el siglo XXI* (2020).

Por su parte, existe una amplia variedad de información en distintas instituciones públicas, las cuales en su mayoría se encuentran disponibles en sus respectivos sitios web. Aquellas consideradas de mayor interés para la gestión costera, se detallan en el Cuadro Nº5.

Finalmente, es relevante mencionar que Chile no cuenta con información respecto a la delimitación del dominio público del litoral en toda su extensión territorial. Estos límites solo se encuentran fijados en algunos sectores de la costa y tienen su origen principalmente a partir de las exigencias reglamentarias establecidas para solicitar una concesión marítima en el borde costero.

Cuadro Nº5.
Información de interés para la gestión costera

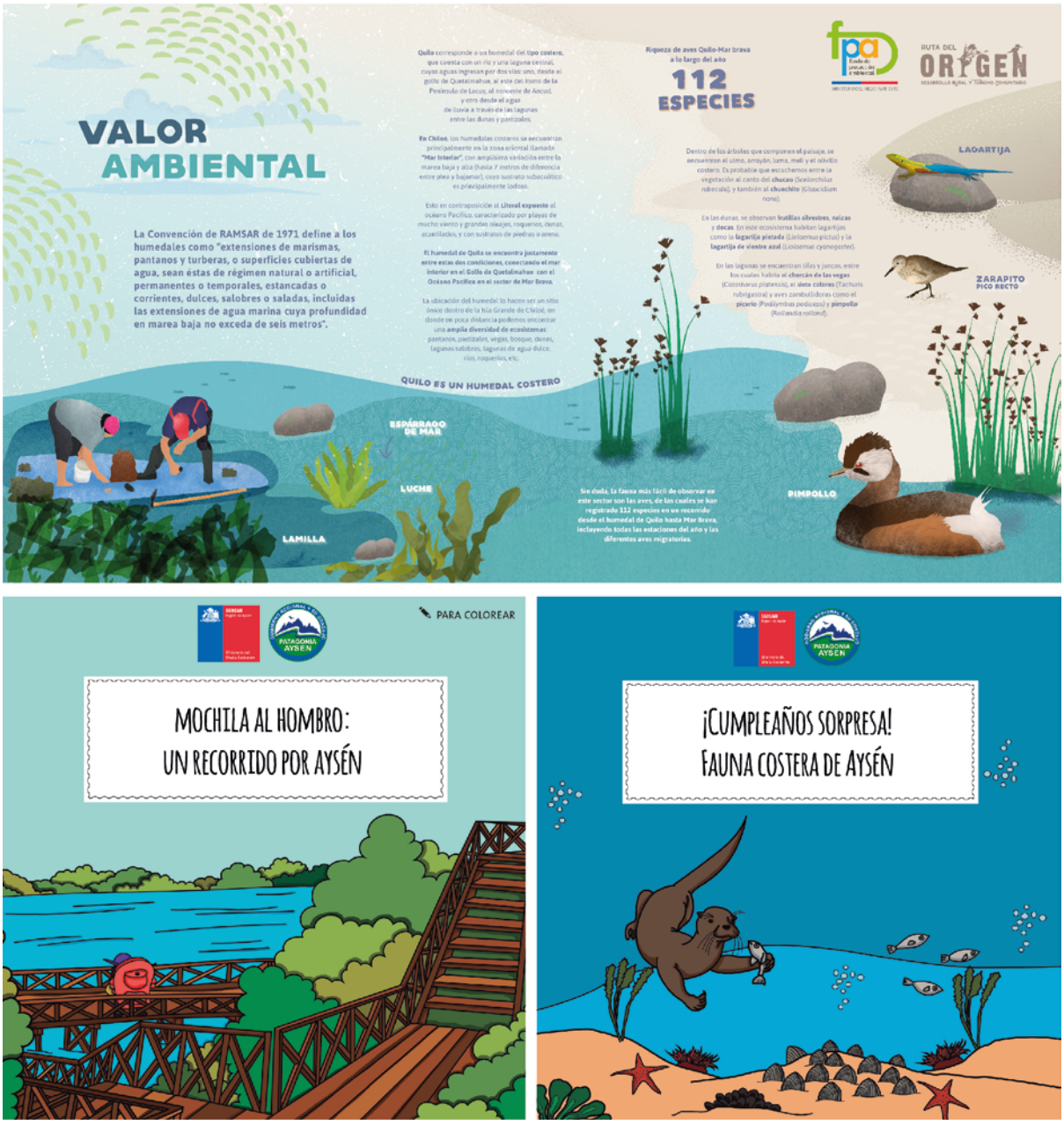
Institución	Sitios web	Información disponible
Subsecretaría para las Fuerzas Armadas	www.ssffaa.cl	Gestión del borde costero en materia de normativas aplicables, Política Nacional de Uso del Borde Costero, estados de avance de los procesos de zonificación del borde costero, concesiones marítimas y acuícolas, entre otras.
Directemar	www.concesionesmaritimas.cl	Información detallada de las concesiones marítimas a nivel nacional (en trámite y vigentes).
	www.directemar.cl/directemar/intereses-maritimos/medioambiente-acuatico/medio-ambiente	Información del control y observación de la contaminación acuática.
	www.cona.cl/pub/pub_cientificas.php	Publicaciones científicas relacionadas con el medio ambiente marino y costero.
Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada	https://tiendavirtual.shoa.cl	Venta de cartas náuticas, vértices geodésicos, cotas de marea y planos marítimos costeros.
	www.shoa.cl	Cartas de inundación por *tsunamis* de las principales zonas urbanas y portuarias del borde costero del país.
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	http://mapas.subpesca.cl/ideviewer/	Información territorial a través de un visualizador de mapas, que contiene entre otras temáticas: concesiones de acuicultura, Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos y Espacios Costeros para los Pueblos Originarios.
Ministerio de Vivienda y Urbanismo	http://observatoriourbano.minvu.cl/Ipt/wp_busca_decreto.asp	Instrumentos de planificación territorial a nivel nacional.
Ministerio de Medio Ambiente	https://humedaleschile.mma.gob.cl	Información de humedales a nivel nacional.
	https://repositorioambiental.mma.gob.cl	Información educativa en materia ambiental.
IDE Chile	http://www.ide.cl	Información territorial de la mayoría de las instituciones públicas, la cual puede ser visualizada y descargada.
Instituto Nacional de Estadísticas	http://geoine-ine-chile.opendata.arcgis.com	Información estadística y censal que puede ser visualizada y descargada.

Fuente: Elaboración propia.

09. Educación para la sostenibilidad de las áreas litorales

Este elemento del Decálogo busca conocer qué iniciativas e instrumentos existen para incentivar la educación para la sostenibilidad del bienestar humano (Barragán, 2014). Al respecto, es posible indicar que en Chile el órgano público encargado de fomentar los programas de educación ambiental es el Ministerio del Medio Ambiente. Este servicio a través de su portal de Educación Ambiental y Participación Ciudadana (https://repositorioambiental.mma.gob.cl), que tiene por finalidad transmitir conocimientos y enseñanzas a la ciudadanía respecto a la importancia del medio natural y su protección, entrega una serie de material didáctico, videos, afiches, dípticos o trípticos y cuentos infantiles, en relación a: biodiversidad, calidad del aire, cambio climático, cuidado de la energía, cuidado del agua, estilos de vida saludable, gestión de residuos y gestión de riesgos de desastres (Figura Nº3).

Figura Nº3.
Material didáctico de educación ambiental



Fuente: Sitio web Ministerio de Medio Ambiente. Disponible en: https://repositorioambiental.mma.gob.cl/

Otro aspecto importante a señalar, ya que fomenta la cercanía de la ciudadanía con las temáticas ambientales, es la publicación por parte de este ministerio de un calendario ambiental en el cual se señalan, entre otros, las siguientes conmemoraciones: día mundial de los humedales, día de los océanos, día mundial marítimo, y día de limpieza de playas y costas.

En relación con la malla curricular de la enseñanza obligatoria, en los cursos de enseñanza media se entregan algunos contenidos de biodiversidad, servicios ecosistémicos, bienestar humano y desafíos socioambientales. Sin embargo, estos contenidos son generales y abordan escasamente el ámbito territorial costero-marino (MINEDUC, 2021).

10. Recursos

El análisis de este elemento del Decálogo busca identificar los recursos invertidos para la gestión costera. Entre ellos se puede diferenciar entre recursos destinados a la gestión propiamente dicha (reuniones, preparación de informes, material gráfico, etc.), y aquellas inversiones destinadas al desarrollo de equipamiento e infraestructura costera.

Respecto a los recursos invertidos para la gestión costera en Chile, es posible señalar que desde la promulgación de la PNUBC, una de las instancias de inversión más importantes tuvo lugar en el Programa Nacional de Zonificación del Borde Costero ejecutado entre los años 2007 y 2010. En este programa se asignaron recursos a nivel nacional y regional para contratar nuevos profesionales, realizar capacitaciones a los distintos equipos técnicos, comprar equipos computacionales y poner en marcha las oficinas técnicas de las comisiones regionales de borde costero. De acuerdo con la información entregada por la Subsecretaría de Desarrollo Regional en su Balance de Gestión Integral 2009, solamente entre los años 2007 y 2009 se transfirieron a los Gobiernos Regionales M$2.000.000 (SUBDERE, 2010). Este programa permitió que 14 regiones desarrollaran sus diagnósticos situacionales del borde costero y que 12 de ellas presentaran propuestas preliminares de macrozonificación regional.

Posteriormente, otra relevante inversión ocurre a contar del año 2016, cuando el Ministerio de Defensa Nacional recibe la asignación de recursos bajo el 'Plan de Reforzamiento de la Inversión', cuya finalidad principal es agilizar los tiempos de trámites de las concesiones. Entre los años 2016 y 2020, la cantidad de recursos asignados a este ministerio en el marco de dicho Plan asciende a un total de M$2.518.246 (DIPRES, 2020). Esta asignación permitió incrementar en 21 profesionales la dotación del personal que realiza labores de gestión costera en el Departamento de Asuntos Marítimos. Este fortalecimiento del equipo técnico permitió realizar una reorganización interna basada en la distribución de equipos de trabajo por áreas geográficas, elaborar un nuevo reglamento sobre concesiones marítimas, brindar mayor apoyo técnico a las oficinas regionales en materia de zonificación del borde costero y desarrollar un Sistema de Información Geográfica (SIG) con base en la utilización de un software libre, entre otros avances.

Reflexión final

A partir de los resultados del presente estudio y su comparación con aquellos obtenidos en investigaciones anteriores por Barragán, Castro y Alvarado (2005) y Castro y Alvarado (2010), respecto a los principales problemas de la gestión del litoral chileno, es posible señalar que el modelo de gestión aplicado para dicho ámbito territorial no ha presentado cambios positivos significativos en los últimos 15 años. Lo anterior ya que el país mantiene, hasta la actualidad, una gestión basada en las competencias sectoriales de las distintas instituciones que tienen implicancia en la zona costera del país, con escasas instancias de coordinación y cooperación entre ellas y una falta de interconexión entre las normas que se aplican en este ámbito territorial.

En general, los principales avances en gestión costera en los últimos 15 años, como se puede observar en el Cuadro Nº6, corresponden a:

a) El inicio de discusión respecto a la necesidad de contar con una Ley de Costas.

b) La entrada en vigencia de la Ley de Fortalecimiento de la Regionalización.

c) La formulación de la Política Nacional de Ordenamiento Territorial.

d) La exigencia de someter la Zonificación de Usos del Borde Costero al proceso de Evaluación Ambiental Estratégica.

e) La creación de páginas y plataformas web con información de importancia para la gestión costera.

f) La incorporación de temáticas ambientales en la malla curricular de la enseñanza obligatoria.

g) El incremento de asignación de recursos para la gestión costera.

Por su parte, los temas pendientes de abordar, según se indica en el Cuadro Nº6, corresponden a:

a) La formulación de políticas públicas y estrategias orientadas a la GIAL.

b) La formulación de la Ley de Costas.

c) La formalización de la Política Nacional de Ordenamiento Territorial.

d) Mejorar las instancias de coordinación y cooperación entre las instituciones públicas.

e) Crear ofertas académicas específicas de GIAL para la formación de gestores costeros.

f) Fomentar la participación ciudadana en temáticas de gestión costera.

g) Mejorar la disponibilidad de información específica del dominio público del borde costero.

h) Abordar las temáticas de gestión costera a partir del concepto de Zona Costera.

Cuadro Nº6.
GIAL en Chile en los últimos 15 años

Elemento	Periodo 2005 a 2020
Políticas	No existen progresos en materia de políticas de GIAL, manteniéndose la PNUBC como la principal política del litoral. Política que no ha presentado modificaciones. El principal avance en materia de ordenamiento territorial es la propuesta de Política Nacional de Ordenamiento Territorial. Sin embargo, desde su aprobación por la COMICIVYT en el año 2017, aún se encuentra con decreto en trámite.
Estrategias	No se ha avanzado en la formulación de una estrategia de GIAL. Sin embargo, la estrategia de biodiversidad plantea lineamientos acordes con el reconocimiento de los servicios ecosistémicos, lo cual puede considerarse un avance para la gestión de la costa.
Normativa	Los principales avances corresponden a las discusiones generadas en los últimos años respecto a la necesidad de contar con una Ley de Costas y la Ley de Fortalecimiento de la Regionalización que tiene directa implicancia en materia de ordenamiento territorial a escala regional.
Instituciones	Se mantiene la administración en el Ministerio de Defensa, con escasas instancias de coordinaciones entre las instituciones, las cuales están determinadas por la PNUBC. Desde el año 2012 está en trámite un proyecto de Ley que traspasa las competencias de administración del borde costero desde el Ministerio de Defensa Nacional al Ministerio de Bienes Nacionales, proyecto que a la fecha no se concreta y que no aborda materias de gestión costera integrada.
Instrumentos	La zonificación del borde costero continúa siendo el principal instrumento de la gestión costera en Chile, el cual ha adquirido mayor implicancia sobre la ocupación del borde costero a partir del reconocimiento en normas de aplicación de este ámbito territorial.
Formación	Se mantiene una escasa formación académica en temáticas de gestión integrada de zonas costeras, no existiendo carreras de pregrado y posgrado que aborden completamente esta materia, aun cuando existe un alto potencial para hacerlo.

Elemento	Periodo 2005 a 2020
Participación	Aún se mantiene una escasa participación por parte de la sociedad civil, siendo los principales avances en esta materia la exigencia de la aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica a los procesos de ZBC, lo que garantiza ciertos niveles de participación en su desarrollo.
Información	Se han logrado avances en la disponibilidad de información territorial, sin embargo aún es muy escasa aquella que corresponde a materias específicas del borde costero, como son: los límites del dominio público, y las concesiones marítimas vigentes y en trámite.
Educación	Se han logrado algunos avances en temas de educación y concientización ambiental, los cuales han sido desarrollados por el Ministerio de Medio Ambiente. Además, se ha incorporado la temática socioambiental en la malla curricular de enseñanza media.
Recursos	Si bien bajo determinados proyectos se han incrementado recursos para la gestión costera, los objetivos para los cuales se han asignado no constituyen tareas acordes con una gestión integrada de la zona costera, sino más bien están orientados principalmente a lograr mejores tiempos de trámite en las solicitudes de concesiones.

Fuente: Elaboración propia.

Como se señala en el Cuadro Nº6, en Chile no se ha avanzado en la formulación de una política pública que aborde la GIAL, manteniéndose vigente y sin modificaciones la PNUBC del año 1994. La cual, si bien ha sido reconocida como un avance en materia de gestión de las áreas litorales, su ámbito territorial de aplicación que corresponde al territorio administrado por el Ministerio de Defensa Nacional, constituye una limitante importante para avanzar en una gestión integrada de la zona costera. Lo anterior ya que no considera los ecosistemas costero-marinos en su totalidad, restringiéndose a un ámbito de acción que obedece solo a aspectos administrativos de gestión y distribución de competencias y, por tanto, su aplicación se realiza sólo en un subámbito de la zona costera del país.

Esta política ha determinado el modelo de gestión del litoral chileno hasta la actualidad, el cual está marcado por una filosofía más sesgada hacia el desarrollo que a la conservación, orientado a la búsqueda de compatibilidad de usos y que carece de reconocimiento de los servicios ecosistémicos que el medio natural brinda para el bienestar humano, por lo tanto, no es suficiente para lograr una gestión integrada de su zona costera.

Por su parte, en lo que respecta a la normativa de aplicación en la zona costera, si bien aún no se cuenta con una norma específica de gestión integrada de este territorio, en los últimos años se han generado algunos avances en esta materia. En primer lugar, destaca la discusión respecto a la necesidad de contar en Chile con una Ley de Costas, iniciativa impulsada por el Observatorio de la Costa y apoyada por algunos Senadores y que considera como primer principio orientador el enfoque de Gestión Integrada de Áreas Litorales (GIAL). Y, en segundo lugar, los avances alcanzados en materia de descentralización a través de la 'Ley de Fortalecimiento de la Regionalización del País' promulgada el año 2018. Esta involucra un traspaso de competencias a las regiones en distintos ámbitos temáticos, siendo el más importante para la gestión costera aquellas materias relacionadas con el ordenamiento territorial. Así, se ha fortalecido la zonificación del borde costero (ZBC), reconociéndola como principal instrumento de ordenación del borde costero al mandatar su incorporación en los planes regionales de ordenamiento territorial.

Ahora bien, en materia institucional, los principales cambios propuestos en estos 15 años están contenidos en el proyecto de Ley de Borde Costero y Concesiones Marítimas que desde el año 2012 se encuentra en trámite. Este proyecto de ley tiene por finalidad principal el traspaso de competencias de la administración del borde costero desde el Ministerio de Defensa Nacional, cuyo principal ámbito de acción corresponde a materias de corte militar, a un ministerio con mayor vocación territorial como es el Ministerio de Bienes Nacionales.

En lo que respecta a la ZBC, este continúa siendo hasta la actualidad el principal instrumento de la gestión costera en Chile. A partir de su reconocimiento en normas de aplicación en el borde costero ha adquirido mayor implicancia sobre la ocupación de este ámbito territorial, llegando a ser en la actualidad un elemento clave al momento de analizar el otorgamiento o rechazo de una solicitud de concesión marítima, cuya aprobación está condicionada a que el objeto de la respectiva concesión sea compatible con los usos preferentes establecidos en la ZBC. Sin embargo en la práctica, la escasa cantidad de zonificaciones vigentes no permite una importante aplicabilidad de dicho instrumento.

Al respecto, es posible señalar que los intentos por avanzar en el desarrollo de la ZBC en las distintas regiones del país no han sido del todo exitoso, ya que aun con la importante inversión realizada a partir del Programa de ZBC entre los años 2007 y 2010, a la fecha no han entrado

en vigencia nuevas zonificaciones desde el año 2005. Se estima que las principales dificultades que el desarrollo de este instrumento ha enfrentado están relacionadas en primer lugar con las variaciones de las agendas políticas a nivel nacional y regional e incluso la falta de interés político por las temáticas del litoral, lo que se refleja en la ausencia de esta materia en las agendas de los últimos gobiernos. Y además, por la falta de coordinación entre las instituciones públicas, al no prever que algunos cambios normativos, como la suscripción del convenio 169 que llevó a evaluar la pertinencia de efectuar o no consulta indígena a los procesos de zonificación y la obligación de someter este instrumento a la Evaluación Ambiental Estratégica, afectarían directamente la continuidad de los procesos de ZBC que al año 2010 presentaban importantes avances.

En otro orden de ideas, también en relación a instrumentos de aplicación en el borde costero, es importante advertir que la resolución que determina el porcentaje de renta que deben pagar las concesiones marítimas, mediante la cual se establecen rentas más altas para aquellas concesiones que se ubican en sectores que territorialmente son más demandados (mayor concentración de concesiones), puede incentivar una ocupación dispersa y desordenada territorialmente, con mayor énfasis de ocupación en aquellos sectores que en la actualidad presentan menos concentración de concesiones marítimas.

Por su parte, en lo que a participación, educación ambiental y disponibilidad de información se refiere, no existen los avances necesarios para que la ciudadanía sea parte activa de las decisiones que se relacionan con el litoral. Específicamente en lo que respecta a la disponibilidad de información, si bien se han logrado avances acordes con la evolución de las tecnologías y las posibilidades de difusión a través de portales web, aún existen importantes vacíos, entre los que destaca la falta de delimitación a nivel nacional del dominio público del litoral. Esta información solo se encuentra disponible para algunos sectores acotados de la costa, relacionados principalmente con delimitaciones exigidas en los procesos de solicitudes de concesiones marítimas, los cuales además no se encuentran disponibles de fácil acceso para la ciudadanía.

A modo de conclusión, es posible indicar que el actual modelo de gestión de las áreas litorales en Chile tiene sus bases en: el modelo de desarrollo del país de corte neoliberal; la administración del borde costero ejercida por un ministerio que no es especialista en materias territoriales; y en una política de borde costero que territorialmente no abarca los ecosistemas costeros y cuyo espíritu está más orientado a la asignación de usos en la costa que a la conservación y recuperación de sus ecosistemas. Esto ha generado una serie de problemas operativos que en la actualidad tienen lugar en este ámbito territorial.

Por lo anterior, el país necesita avanzar en la formulación de una estrategia, planes y programas nacionales orientados a la GIAL que entreguen las principales pautas de acción sobre el litoral y que estén al amparo de una política pública que promueva la sostenibilidad del bienestar humano, en cuyo contenido incorpore objetivos de sustentabilidad y que aborde entre otros aspectos, temas tales como los servicios ecosistémicos, riesgos naturales y diversidad cultural, por mencionar algunos.

Además, es fundamental modificar la filosofía con que se gestiona el litoral chileno e intentar alcanzar un equilibrio entre el desarrollo y la protección de los recursos naturales y su ambiente, donde el actuar humano esté definido a partir del reconocimiento de los ecosistemas costero-marinos, su funcionamiento y fragilidad. En este sentido, uno de los primeros pasos a seguir es la delimitación de la 'zona costera' del país como ámbito territorial de la gestión costera, la cual debe realizarse sobre la base de criterios ecosistémicos, donde además se considere el dinamismo del litoral y los riesgos que este territorio presenta.

Por su parte, para alcanzar avances en el sistema de gobernanza de la zona costera, es trascendental involucrar a la ciudadanía en la toma de decisiones y generar instancias de participación que relacionen a los distintos actores interesados en la gestión de este ámbito territorial. Esto debe ser acompañado de mejoras en la entrega de información y en los planes de educación y concientización ambiental.

De no existir cambios significativos en la gestión el litoral chileno, se podría entender que el 'no hacer algo', en el sentido de no avanzar hacia la GIAL, es la opción de política pública por la que se ha optado. Esta situación en el futuro pondría en riesgo la sostenibilidad del bienestar humano. Posiblemente la convulsión social que ha tenido lugar en el país desde finales del año 2019, generada a partir del descontento ciudadano por la desigualdad e injusticia social, constituirá una oportunidad para abordar, entre otras temáticas, las problemáticas ambientales y la necesidad de generar cambios de tipo estructural que aborden correctamente la gestión de la zona costera de Chile.

Referencias Bibliográficas

ARENAS, P. Manejo Costero Integrado y sustentabilidad en Iberoamérica: aproximación a un diagnóstico. En BARRAGÁN, J. M. (coord.). Manejo Costero Integrado en Iberoamérica: Diagnóstico y propuestas para una nueva política pública. Cádiz: Red IBERMAR (CYTED), 2012, p. 21-68.

BARRAGÁN, J. M. Las Áreas Litorales de España: del análisis regional a la gestión integrada. Barcelona: Ed. Ariel, 2004.

BARRAGÁN, J. M. Iniciativa Iberoamericana de manejo costero integrado: ideas para el progreso de una nueva política pública. En BARRAGÁN, J. M. (coord.). Manejo Costero Integrado en Iberoamérica: Diagnóstico y propuestas para una nueva política pública. Cádiz: Red IBERMAR (CYTED), 2012, p. 69-127.

BARRAGÁN, J. M. Política, Gestión y Litoral: Una nueva visión de la gestión integrada de las zonas costeras. Madrid: UNESCO, 2014.

BARRAGÁN, J. M., CASTRO, C., & ALVARADO, C. Towards Integrated Coastal Zone Management in Chile. Coastal Management, 2005, Vol. 33, N°1, p. 1-24.

BARRAGÁN, J. M., & DE ANDRÉS, M. Analysis and trends of the world's coastal cities and agglomerations. Ocean and Coastal Management, 2015, Nº114, p. 11-20.

BARRAGÁN, J. M., y DE ANDRÉS, M. Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. Revista de Geografía Norte Grande, 2016a, Nº64, p. 129-149.

BARRAGÁN, J. M., y DE ANDRÉS, M. Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación. Revista de Gestao Costeira Integrada. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 2016b, Vol. 16, N°2, p. 171-183.

CASTRO, C. Instrumentos para la ordenación integrada del litoral. En ARENAS, F. & CÁCERES, G. (EDS.). Ordenación del territorio en Chile, Desafíos y urgencias para el tercer milenio. Santiago: Universidad Católica de Chile, 2001, p. 59-67.

CASTRO, C., y ALVARADO, C. La gestión del litoral chileno: un diagnóstico. En BARRAGÁN MUÑOZ, J. M. (coord.). Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio. Cádiz: Red IBERMAR (CYTED), 2010, p. 211-234.

CASTRO, C., y MORALES, E. La Zona Costera: Medio Natural y Ordenación Integrada. Santiago: Serie Geolibros, 2006, Nº5.

CASTRO, C., ALVARADO, C., ANDRADE, R., DE LA MAZA, C., GUIJÓN, R., GODOY, C., LABBÉ, G., PEÑA-CORTÉS, F., VIEJO, M., VILLABLANCA, R., ZAMORA, F., y URREA, J. Algunas orientaciones para el manejo costero integrado en Chile. En BARRAGÁN MUÑOZ, J. M. (coord.). Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Propuestas para la acción. Cádiz: Red IBERMAR (CYTED), 2011, p. 159-171.

CPPS. (COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUDESTE). Historia y trabajo de la CPPS. Disponible en: http://cpps-int.org/index.php/home/cpps-historia, 2020.

DIPRES (DIRECCIÓN DE PRESUPUESTOS). Presupuestos 2016 a 2020 Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. Disponible en: https://www.dipres.gob.cl, 2020.

ESPINOZA, A. Los instrumentos de planificación territorial (IPT) y su aporte al ordenamiento sostenible del territorio. Tiempo y Espacio, 2018, Nº41, p. 52-72.

MARTÍNEZ, C., ARENAS, F., BERGAMINI, K., & URREA, J. Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. Santiago: Serie Policy Papers CIGIDEN, 2019a.

MARTÍNEZ, C., MARTÍNEZ, I., PAREDES, C., & CIENFUEGOS, R. ¿Por qué Chile necesita una ley de costas? Hacia una nueva gobernanza de la costa para el siglo XXI. Santiago: Serie Policy Papers CIGIDEN, 2020.

MARTÍNEZ, C., RUÍZ, V., LÓPEZ, P., CIFUENTES, V., QÜENSE, J., y ROJAS, C. Antropización y pérdida de naturalidad en la zona costera: el caso del humedal Los Batros, San Pedro de la Paz, Concepción. En MARTÍNEZ, C., HIDALGO, R., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, F., RANGEL-BUITRAGO, N. & CONTRERAS-LÓPEZ, M. (EDS). La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia. Santiago: Serie Geolibros, 2019b, Nº31, p. 258-284.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN (MINEDUC). Recursos para estudiar y aprender. Disponible en: https://www.curriculumnacional.cl/portal/, 2021.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (MMA). Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030. Santiago: Ministerio de Medio Ambiente, 2017a.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (MMA). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2020. Santiago: Ministerio de Medio Ambiente, 2017b.

SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL (SUBDERE). Balance de Gestión Integral. 2009, 2010. Disponible en: http://www.dipres.gob.cl/597/articles-60626_doc_pdf.pdf

SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL (SUBDERE). Guía de zonificación costera para el ordenamiento territorial. Departamento de Políticas y Descentralización, División de Políticas y Estudios (coord.). Santiago: Subsecretaría de Desarrollo Regional, 2011.

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA (SSP). Aprueban Ley de Caletas que beneficiará a pescadores artesanales de todo Chile. Publicado el 02 de Agosto. 2017, Disponible en: http://www.subpesca.cl/portal/617/w3-article-97786.html

SUBSECRETARÍA PARA LAS FUERZAS ARMADAS. Presentación Oficinas Técnicas Regionales. Santiago: Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, 2018.

Capítulo II

La costa chilena: bases físicas, socio-económicas, ambientales y culturales

2.1.

Bases geomorfológicas de la costa de Chile

Geomorphic setting of the chilean coast

Carolina Martínez[1], Luis E. Lara[2], Arturo Belmonte[3], Matías Carvajal[4], Cristián Araya[5], Marcos Moreno[6], Daniel Melnick[7], Marina Hernández[8]

RESUMEN

El contexto geográfico de la costa chilena condiciona factores de cambio en su evolución y características geomorfológicas, donde destaca la tectónica como uno de los principales agentes de control geomorfológico. En los años ´70 se propuso la primera taxonomía regional de la costa chilena basada en criterios morfogenéticos. Desde entonces, la investigación científica ha permitido una mejor comprensión de los factores que controlan la forma de la costa. Se propone en esta contribución, una nueva perspectiva esencialmente dinámica, en que la zona costera se encuentra en un delicado equilibrio modulado por los procesos terrestres y superficiales. Se amplía también la perspectiva a diferentes contextos geológicos, incluyendo los territorios insulares. La influencia a largo, mediano y corto plazo del ciclo sísmico de la zona de subducción, es clave para comprender y describir la costa a lo largo del margen continental chileno, mientras que el equilibrio dinámico entre el manto y la litósfera resulta fundamental para la comprensión de la morfología de las islas oceánicas. Este avance ofrece la oportunidad de sistematizar los conocimientos teniendo en cuenta su complejidad inherente. El cambio climático global actúa como un forzamiento regular sobre el proceso costero, pero también desencadena eventos extremos que provocan transformaciones significativas de la geomorfología costera y supone una amenaza para las comunidades que viven en sus proximidades. Partiendo de la noción pionera de tipologías regionales de Araya-Vergara (1976), aquí se integran múltiples factores en una visión más completa y dinámica de la interacción entre los procesos que han conformado la costa a escala geológica. Este conocimiento es relevante para ser incorporado como criterio en la gestión integrada de la zona costera considerando su naturaleza esencialmente cambiante.

Palabras clave: costa, geomorfología costera, evolución costera, procesos litorales.

1 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile; Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS); Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN). Santiago, Chile. E-mail: camartinezr@uc.cl
2 Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN); Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN). Santiago, Chile.
3 Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción. Chile.
4 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso; Núcleo Milenio El ciclo sísmico a lo largo de zonas de subducción (CYCLO), Chile.
5 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile; Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN). Santiago, Chile.
6 Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Núcleo Milenio El ciclo sísmico a lo largo de zonas de subducción (CYCLO), Chile.
7 Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile, Valdivia; Núcleo Milenio El ciclo sísmico a lo largo de zonas de subducción (CYCLO), Chile.
8 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile; Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Chile.

ABSTRACT

The geographic context of the Chilean coast conditions factors of change in its evolution and geomorphological characteristics, where tectonics stands out as one of the main agents of geomorphological control. In the 1970s, the first regional taxonomy of the Chilean coast was proposed based on morphogenetic criteria. Since then, scientific research has allowed a better understanding of the factors that control the shape of the coast. In this contribution, a new essentially dynamic perspective is proposed, in which the coastal area is found in a delicate equilibrium modulated by the terrestrial and superficial processes. The contribution is also extended to different geological contexts, including island territories. The long, medium and short-term influence of the seismic cycle of the subduction zone is essential to comprehend and describe the coast along the Chilean continental margin, while the dynamic equilibrium between the mantle and the lithosphere is fundamental to understanding the morphology of oceanic islands. This progress offers the opportunity to systematize knowledge taking into account its inherent complexity. Global climate change acts as a regular forcing on the coastal process but also triggers extreme events that cause significant transformations of the coastal geomorphology and pose a threat to the communities living in its vicinity. Building on the pioneering notion of regional typologies of Araya-Vergara (1976), multiple factors are integrated into a more complete and dynamic view of the interaction between the processes that have shaped the coast on a geological scale. This knowledge is relevant to be incorporated as a criterion in the integrated management of the coastal area, considering its essentially changing nature.

Key words: coast, coastal geomorphology, littoral processes, climate change.

Introducción

La zona costera en el mundo es reconocida por sus características singulares, en especial su diversidad biológica y por ser fuente de recursos que sustenta diferentes tipos de economías y formas de uso. El acceso a rutas de transporte que facilitan la conectividad y el comercio han hecho que las ciudades costeras sean históricamente las áreas más ocupadas y actualmente las más urbanizadas del planeta, con una tendencia creciente en los próximos decenios (Barragán y de Andrés, 2015). Hoy en día existe una preocupación mundial por la protección de los ecosistemas marino-costeros frente a la intensidad de fuerzas motrices y presiones antrópicas, como también los desastres, los efectos del cambio climático y los modelos de desarrollo poco sostenibles. Dada la naturaleza singular de este espacio, es que desde hace unas décadas se impulsan modelos de gestión integrada con enfoque socio-ecológico que han tenido una importante repercusión en la regulación de las presiones, en especial la amplia diversificación de usos e intereses que en ella convergen. Estos modelos de gestión requieren de bases científicas capaces de nutrir la toma de decisiones utilizando la evidencia científica disponible, para controlar o corregir disfuncionalidades y para prever afectaciones futuras a través de la planificación para la resiliencia de la costa.

En este contexto, las bases geomorfológicas del territorio costero constituyen un conocimiento inicial y fundamental para la toma de decisiones ya que es en las estructuras del relieve donde se localizan las actividades humanas y se definen los usos de suelo. Conocer la geomorfología dinámica de la costa desde un enfoque sistémico permite establecer la fragilidad de las unidades de relieve para sustentar ciertos usos, lo cual hoy en día es clave para enfrentar los desafíos de la Agenda 2030, dado que la mayoría de los objetivos de sostenibilidad involucran la protección de los ecosistemas marino-costeros.

Chile tiene una zona costera extensa y diversa que puede asimilarse a un verdadero laboratorio natural para el estudio de procesos evolutivos y morfogenéticos. A pesar de ello, el conocimiento científico se encuentra poco sistematizado especialmente desde un enfoque interdisciplinario. En particular, la zona costera es poco comprendida respecto a sus procesos evolutivos para distintas escalas de tiempo, es decir en su herencia paleogeomorfológica, en sus aspectos morfodinámicos decadales o recientes, y en la interacción entre sus diferentes factores de cambio que configuran el paisaje costero en el país. Esto último ha hecho que esta zona particular sea poco reconocida en los instrumentos de gestión ambiental, de planificación territorial y en la normativa específica de la costa, lo cual ha favorecido la rápida degradación y pérdida de ecosistemas de alto valor natural y cultural debido a usos disfuncionales.

El estudio de la geomorfología costera en Chile tiene varias décadas de desarrollo con aportes de destacados referentes como Paskoff (1970) y Araya-Vergara (1971, 1971-72, 1979, 1982, 1983, 1985, 1985a, 1986, 1986ª, 1986b, 1996, 2001), quienes abordaron desde los años ’70 el estudio de amplias áreas geográficas de la costa del país. Otros estudios geomorfológicos aplicados a la planificación territorial han sido realizados por Castro (1987), Castro y Andrade (1987); Castro y Andrade (1990) y; Castro y Brignardello (1997), para relacionar

las unidades físicas del ambiente costero con los desequilibrios inherentes a la ocupación humana, especialmente en Chile central.

En este capítulo se presenta una sistematización del conocimiento geomorfológico de la costa chilena, integrando el conocimiento actual sobre los factores de cambio que han incidido en su conformación y evolución, en particular la dinámica del margen continental, la relación manto-litósfera y el ciclo sísmico. El propósito de esta contribución es, por lo tanto, proporcionar un primer marco de análisis con enfoque interdisciplinario que permita situar el rol del factor tectónico en los procesos evolutivos y en la geomorfología dinámica de la costa chilena. Se espera que este conocimiento pueda ser aplicado a las necesidades actuales y urgentes en la gestión integrada de las áreas costeras y apoye su transformación sostenible.

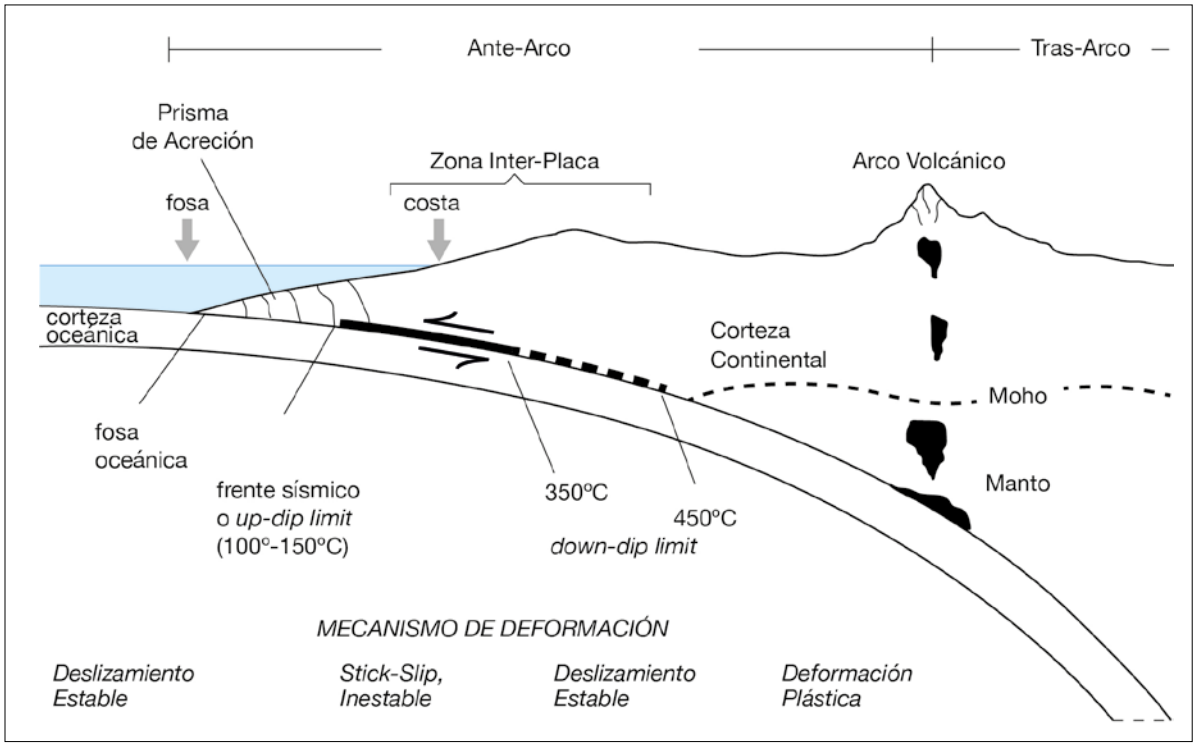
La costa chilena: contexto estructural, rol del ciclo sísmico y del manto terrestre

La tectónica de placas cumple un rol preponderante en la geomorfología costera de Chile. En particular, el movimiento de placas tectónicas, inducido por la dinámica del manto terrestre genera deformaciones tanto verticales como horizontales a lo largo de toda la costa chilena, las que ocurren a distintas escalas espacio-temporales. En el caso de Chile, esto ocurre a lo largo de un margen continental activo, que es un sitio principal para el crecimiento de la corteza continental (Franz et al., 2006). Las zonas de subducción son también sitios de reciclaje y destrucción de la misma corteza continental. El margen continental de Los Andes y su zona de subducción ha estado activo al menos desde el Paleozoico temprano, aunque con variaciones significativas en el régimen tectónico.

De acuerdo con Contardo (2008), estos márgenes se caracterizan morfológicamente por fosas oceánicas profundas y una zona de contacto sísmicamente activa donde ocurren sismos de diversa magnitud, profundidad y fuente sismogénica. Tectónicamente, se caracterizan por fallamiento/deformación cortical de diferente naturaleza y presencia de arcos volcánicos (activos y/o extintos). En la zona de ante-arco o zona frontal del continente, se desarrolla un ciclo que contempla, por una parte, el aporte de sedimentos desde el continente al océano, la acreción que se genera en la zona de inicio del contacto entre la placa oceánica y la continental, el proceso de erosión tectónica del margen cuando se verifican las condiciones y la subducción de corteza y sedimentos hasta que se introducen en la cuña astenosférica. Cuando las condiciones de presión y temperatura son apropiadas, la losa se deshidrata para inducir la fusión parcial del manto astenosférico a partir del cual se extraen los magmas que en superficie construyen el arco magmático presente (Figura N°1). La presencia o ausencia de un prisma de acreción entre la fosa oceánica y el frente sísmico constituye una característica estructural de primer orden del margen continental en relación con el modo en que la subducción transcurre y que está relacionado con otras variables: suministro y trasporte de sedimentos a lo largo de la fosa, edad, tasa de convergencia y oblicuidad de la placa que subduce, tasa de erosión basal, manteo de la subducción, deformación producida por un centro de expansión y eventual subducción de una dorsal asísmica.

La mayor parte del margen continental chileno corresponde a la zona de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana. La placa de Nazca se encuentra limitada por el norte por la dorsal de Galápagos, en el oeste por la dorsal del Pacífico oriental, y en el sur por la dorsal de Chile (Reichert et al., 1999). Esta última colisiona en el presente con el margen continental chileno a la latitud de la Península de Taitao (Punto Triple). La placa de Nazca se aproxima al continente con una tasa de convergencia relativa de 6 a 7 cm/año (Angermann et al., 1999). Al sur del Punto Triple, la placa Antártica converge con la placa continental a una tasa significativamente más baja de 1,8 cm/año (Kreemer et al., 2003) con una dirección variable desde perpendicular al margen en la parte norte a fuertemente oblicua en la parte sur (Figura N°2). A lo largo de Chile, la edad de la placa oceánica subductada varía latitudinalmente desde una edad del Eoceno temprano, en Arica por el norte, hasta una edad extremadamente joven en la Península de Taitao por el sur.

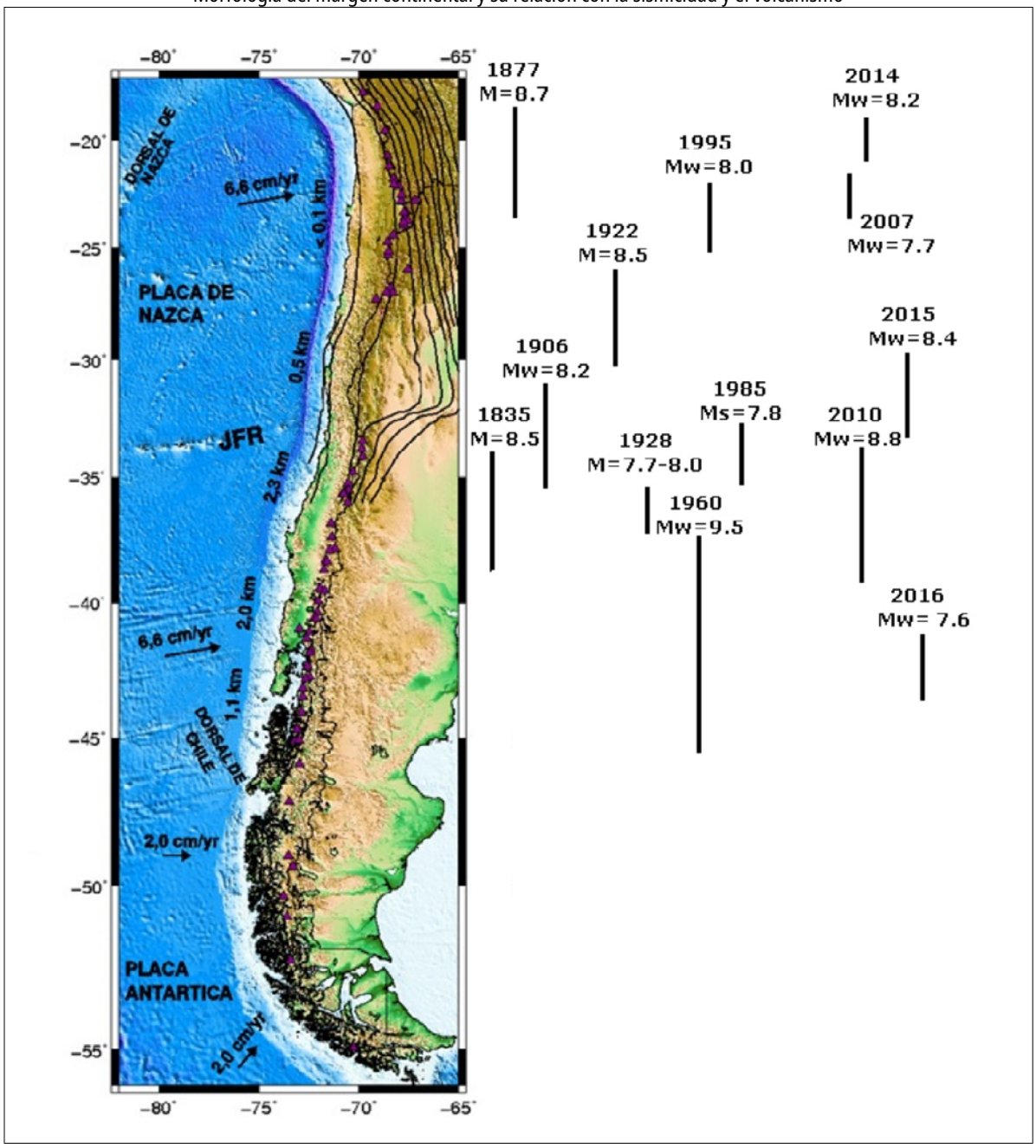
Figura N°1.
Morfología del margen continental activo en Chile



Fuente: Modificada según Klotz et al. (2006).

El proceso de subducción genera de manera constante grandes terremotos que afectan distintos segmentos del margen chileno (Figura N°2). A continuación, se describen los procesos detrás de los cambios verticales que sufre la costa chilena durante el ciclo sísmico, es decir, entre, durante y después de grandes terremotos, ocurriendo a escalas temporales que van desde minutos a siglos. La superficie de contacto entre ambas placas, típicamente conocida como la "zona interplaca", es donde se acumula y libera la energía sísmica que produce los terremotos más grandes en la tierra. La zona sismogénica se puede considerar como una gran falla, la cual se extiende de la fosa hasta una profundidad de ~40-50 km y se prolonga de manera paralela a lo largo de todo el margen. La zona sismogénica se mantiene acoplada, es decir, el contacto de placas se traba acumulando energía. Este acople junto con la convergencia continua genera esfuerzos internos en las placas y una deformación muy baja, imperceptible de pocos centímetros al año en zonas costeras, cercanas a la zona trabada y disminuyendo gradualmente al alejarse de esta zona hacia el este. Estos esfuerzos se acumulan lentamente por décadas o siglos entre dos terremotos consecutivos, un período conocido como inter-sísmico. Cuando los esfuerzos en la falla superan su resistencia friccional, ésta "rompe", deslizándose repentinamente, generando un terremoto (Carvajal y Melnick, 2018). Durante el terremoto, período conocido como co-sísmico, los esfuerzos acumulados durante el período inter-sísmico son liberados repentinamente. Tras el terremoto, en el período post-sísmico, las placas siguen deformándose por un tiempo producto de relajaciones visco-elásticas del manto que fue perturbado por la deformación co-sísmica, y producto de movimientos lentos asísmicos de la falla de subducción. Mientras tanto, las placas se vuelven a acoplar comenzando un nuevo ciclo de deformación.

Figura N°2.
Morfología del margen continental y su relación con la sismicidad y el volcanismo



Fuente: Elaboración propia.

Se destaca el margen continental chileno caracterizado por la subducción de las placas de Nazca y Antártica por debajo de la placa Sudamericana. Se indican las velocidades relativas de convergencia para cada caso y la dirección del movimiento relativo (Angermann et al., 1999). Se muestra la ubicación de las dorsales de Nazca, Juan Fernández y de Chile. A lo largo de la fosa oceánica se indica el espesor medio de los sedimentos en la fosa en kilómetros (Franz et al., 2006; Contardo, 2008). Los triángulos de color lila indican la posición de volcanes. Las isolíneas (17°-36°S) indican la profundidad de la parte superior de la placa subducente, de izquierda a derecha:25 km, 50 km, 100 km, 125 km, 150 km, 175 km, 200 km, 225 km, 250 km, 275 km, 300 km y 325 km (Cahill e Isacks, 1992).

El rol del ciclo sísmico: deformaciones costeras

La costa se encuentra justo arriba de la zona sismogénica, siendo afectada directamente por el ciclo sísmico. Es así, que el movimiento vertical de la costa puede cambiar a lo largo de los distintos periodos del ciclo, influyendo en el sentido (levantamiento o hundimiento) y magnitud de estos cambios (Savage, 1983) (Figura N°3).

Período inter-sísmico: Producto del acoplamiento en la zona sismogénica, en el período de acumulación de energía, es decir entre dos terremotos consecutivos, la Placa de Sudamérica se comprime horizontalmente deformándose también en la dirección vertical. La superficie ubicada al oeste de la costa se hunde a una tasa que puede superar los 15 milímetros por año, mientras que la ubicada más tierra adentro se levanta a una tasa de unos 5 a 10 milímetros por año. Entre estas dos superficies, existe entonces una franja que no sufre cambios verticales. Esta franja se conoce como la línea pivote (conocida como *pivot line* o *hinge line* en inglés). Como referencia general, la línea pivote en Chile se ubica generalmente a lo largo de la costa (a excepción de islas, penínsulas, y golfos), por lo que, en general, la superficie ubicada entre la costa y la fosa se hunde y la ubicada entre la costa y la cordillera se levanta intersísmicamente. Dado que esta deformación responde al acople de ambas placas, este patrón de deformación se puede considerar, aunque de manera muy simplista, como constante en el tiempo, mientras no sea afectada por terremotos que induzcan deformación.

En Chile, movimientos verticales intersísmicos se han cuantificado principalmente mediante métodos geodésicos satelitales, como el GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y el InSAR (interferometría de radar de apertura sintética). El hundimiento más rápido registrado en la costa Chilena corresponde a Isla Guafo (Figura N°1), ubicada a 60 km de la fosa, donde el GPS permanente instalado en el Faro Guafo registró una velocidad de -16 mm/año (Melnick et al., 2018). Hundimiento a velocidades de alrededor de 10 mm/año también se han registrado en la Península de Arauco y levantamiento a 10 mm/año se registra actualmente en Valdivia (ubicada a 170 km de la fosa). A lo largo de la costa entre Chile central y el sur del Perú, las velocidades de movimiento vertical oscilan entre -7 y 5 mm/año (Béjar-Pizarro et al., 2013; Melnick, 2016), con una velocidad media de 0.9 mm/año. Las velocidades negativas corresponden a penínsulas como Talinay, Punta de Choros y Mejillones, mientras que las de levantamiento más rápido se ubican en diversas zonas de la costa como La Serena y Taltal.

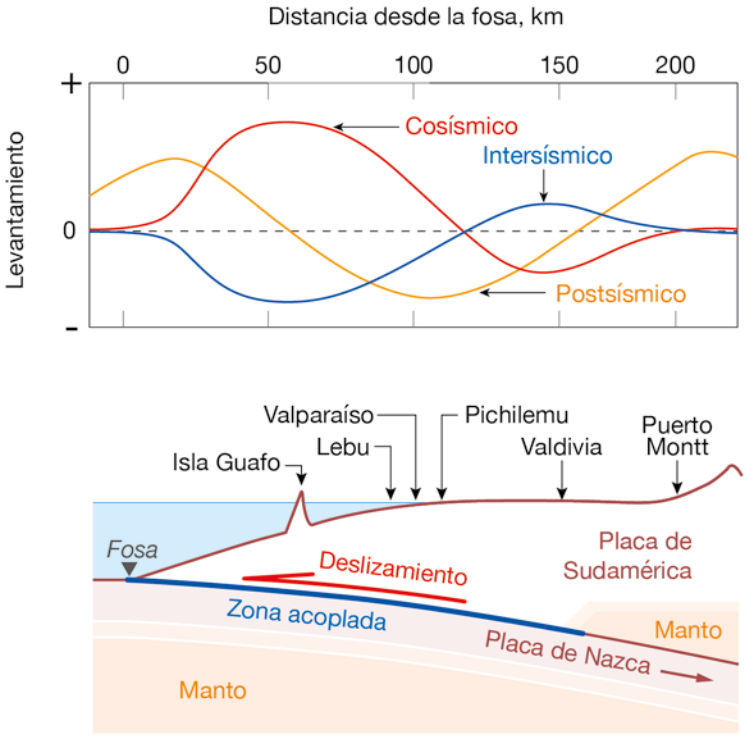
Período co-sísmico: Durante un terremoto la deformación acumulada en el período intersísmico por décadas o siglos se recupera en unos pocos minutos. Es decir, la superficie de placa ubicada entre la fosa y la costa que se estaba hundiendo lentamente se levanta de manera repentina durante un terremoto, y la ubicada entre la costa y la cordillera se hunde. Insistimos en lo simplista de este patrón; la verdad es que la magnitud y sentido de los cambios verticales también dependen de otros factores, como por ejemplo de la magnitud del deslizamiento (o magnitud del terremoto) y de la profundidad a la que ocurre. Levantamientos y hundimientos co-sísmicos de la costa chilena se han reportado desde hace siglos. De hecho, según nuestro conocimiento, el primer reporte de cambio vertical asociado a un terremoto en el mundo fue el de la escritora Inglesa María Graham, quien para el terremoto de Valparaíso en 1822 estaba viviendo en Quintero. Tras comparar niveles de marea pre y post terremoto, ella reportó 1.2 m de levantamiento en Quintero y 0.9 m en Valparaíso. Sus observaciones, publicadas en Transactions of the Geological Society of London (la primera mujer en publicar ahí), fueron cuestionadas por científicos de la época hasta que Charles Darwin reportó observaciones similares en la Isla Santa María tras el terremoto de 1835 (Wesson et al., 2015). Hoy en día, los cambios verticales co-sísmicos son registrados por distintos instrumentos y constituyen la evidencia más útil para estudiar las características de los terremotos.

Período post-sísmico: Después de la ocurrencia de un terremoto la superficie de la placa Sudamericana continua su deformación producto de la relajación viscoelástica del manto oceánico y continental que fue perturbado por el terremoto, y por un deslizamiento tardío que ocurren en la falla. Al igual que la deformación co-sísmica, la magnitud de la deformación post-sísmica depende fuertemente de las características del terremoto (magnitud, largo y profundidad de ruptura, etc.). Recientemente se ha propuesto que el patrón de deformación post-sísmico se caracteriza por dos zonas de levantamiento separadas espacialmente por una que se hunde (Luo y Wang, 2021). Las zonas que se levantan se ubican cerca de la fosa y del arco volcánico, mientras que la que se hunde se ubica cerca de la costa. Aunque dependen fuertemente de distintos factores (características de terremoto), las tasas de deformación pueden variar entre -30 y 30 milímetros por año (Li et al., 2017), y durar desde unos pocos meses hasta varias décadas. A lo largo de la costa, se han registrado levantamientos post-sísmicos durante décadas después del terremoto de 1960 mediante el análisis de registros continuos del nivel del mar y nivelación de marcadores geomorfológicos y antrópicos (Barrientos et al., 1992; Hu et al., 2004). En Puerto Montt, ubicado a 200 km de la fosa, el levantamiento después del terremoto de 1960 ocurrió a una velocidad promedio de 45 mm/año entre 1965 y 1973, y de 8 mm/año entre 1980 y 2010 (Ding y Lin, 2014), con un levantamiento total superior a 1 m.

Si bien estos patrones resultan de terremotos que rompen en profundidad la zona trabada, hay que considerar que también ocurren eventos que solo afectan la zona más profunda de la zona sismogénica,

produciendo movimiento en la falla justa debajo de la costa. Estos terremotos son muy frecuentes en Chile, ejemplos son los eventos de Chile Central 1985, Tocopilla 2007 y Melinka 2016. Estos eventos inducen un alzamiento costero que puede alcanzar los 50 cm. Es por esto dependiendo característica de un terremoto, será su efecto en superficie. Pero los terremotos más grandes, que rompen toda la zona sismogénica producen el patrón observado en la Figura N°3.

Figura N°3.
Patrones de deformación inter-, co- y post-sísmica en Chile



Fuente: Elaboración propia. Las curvas en el panel superior son altamente esquemáticas, y están basadas en la literatura como (e.g., Savage, 1983; Luo y Wang, 2021).

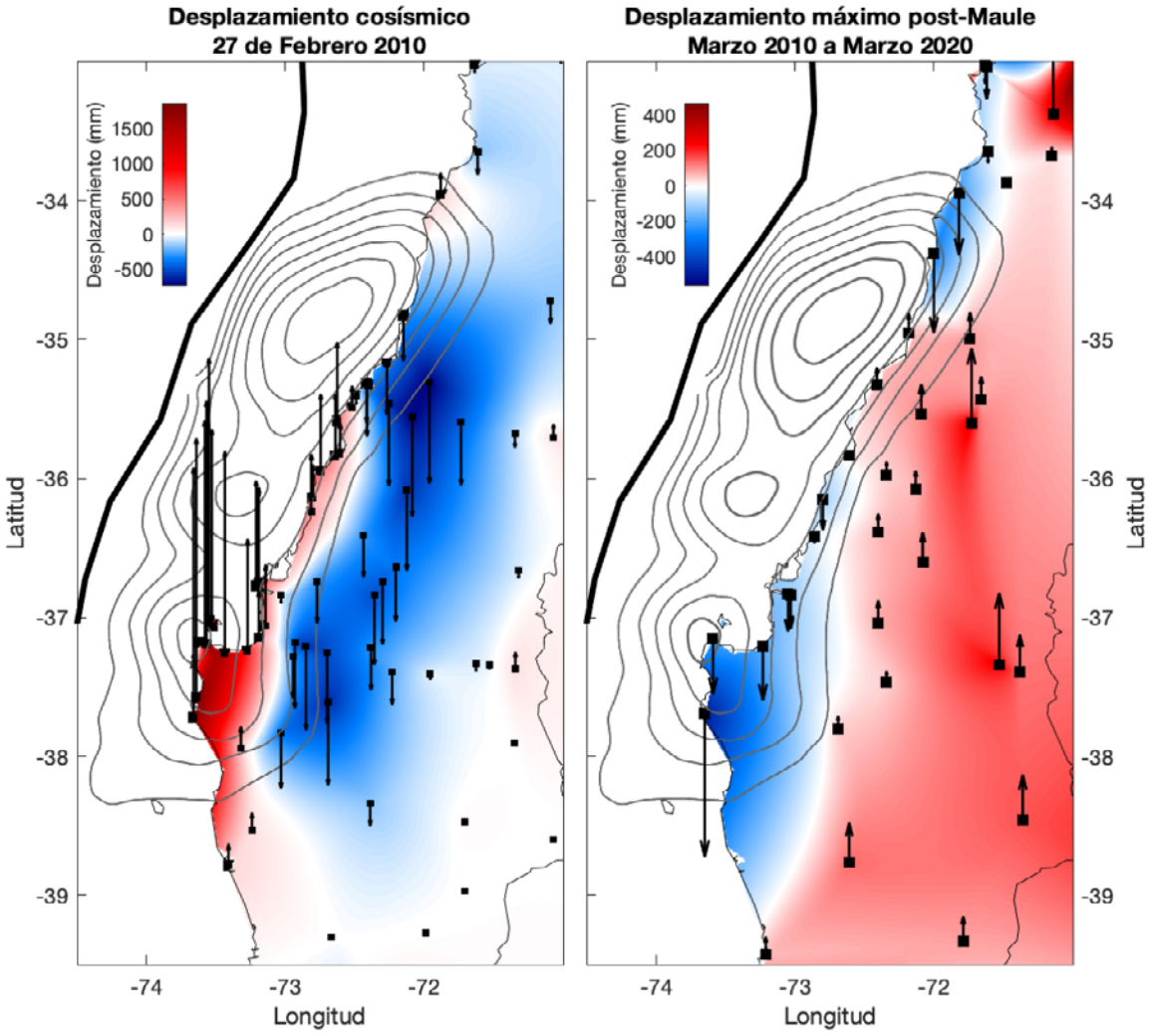
a) *Deformaciones asociadas al terremoto del Maule 2010 (M=8.8)*

Para ilustrar las deformaciones durante el ciclo sísmico en Chile usaremos el ejemplo del terremoto del Maule del 27 de febrero de 2010. Durante el terremoto, los movimientos horizontales y verticales fueron estimados mediante análisis de mediciones de registrados por geodesia espacial, tanto por estaciones de GPS/GNSS continuas como de campaña, y reportadas por Vigny et al. (2011) y Moreno et al. (2012). La Figura N°4 muestra la ubicación de los puntos de medición GPS y una interpolación realizada mediante el método *natural neighbor*. Se puede observar la línea de pivote siguiendo el rumbo general de la línea de costa en la zona central de la ruptura; en la Península de Arauco la línea de costa sufrió un levantamiento de hasta 2 m debido a su posición más cercana a la fosa y a la concentración de desplazamiento de la falla de subducción bajo la península. La línea de costa en la parte norte de la ruptura, entre las ciudades de Constitución y Navidad, sufrió hundimiento debido a que en ese sector el movimiento de la falla de subducción ocurrió predominantemente mar adentro. Todo el Valle Central sufrió hundimiento de hasta 0,5 m.

Durante los diez años después del terremoto, analizamos series de tiempo de posiciones diarias estimadas para estaciones continuas de GPS/GNSS procesadas por Nevada Geodetic Laboratory (Blewitt et al., 2018) utilizando el modelo de trayectoria extendido (ELTM) de (Bevis and Brown, 2014) desarrollado usando la estrategia de (Melnick et al., 2017). Se seleccionaron 36 estaciones que cuentan con al menos 4 años de datos integrados en los 10 años post-terremoto y que hayan estado instaladas como máximo 1 año después del terremoto. Se filtraron los saltos producidos por terremotos usando la base de datos NEIC del USGS y las oscilaciones estacionales usando períodos anuales y semianuales, y se generó un modelo continuo de trayectoria utilizando las componentes lineales y logarítmicas para diez años corridos desde el terremoto. Para extraer el desplazamiento vertical

se calculó el rango (máx.-mín.) de la serie de tiempo ya que algunas estaciones experimentaron un cambio de polaridad durante este tiempo. La Figura N°4 muestra la distribución de las estaciones y sus desplazamientos verticales. Se observa que en general los movimientos tienen una polaridad opuesta al co-sísmico, y que la línea de pivote se ubica al igual que durante el co-sísmico a grandes rasgos paralela a la costa, pero levemente más hacia el interior. En general toda la costa se ha hundido hasta 0,5 m con excepción de la zona entre Pelluhue e Illoca que ha experimentado un levantamiento máximo de 0,2 m Todo el Valle Central y la Cordillera Principal han experimentado un levantamiento continuo de hasta 0,3 m.

Figura N°4.
Deformación vertical co-sísmica y post-sísmica, durante y en la década después del terremoto del Maule 2010



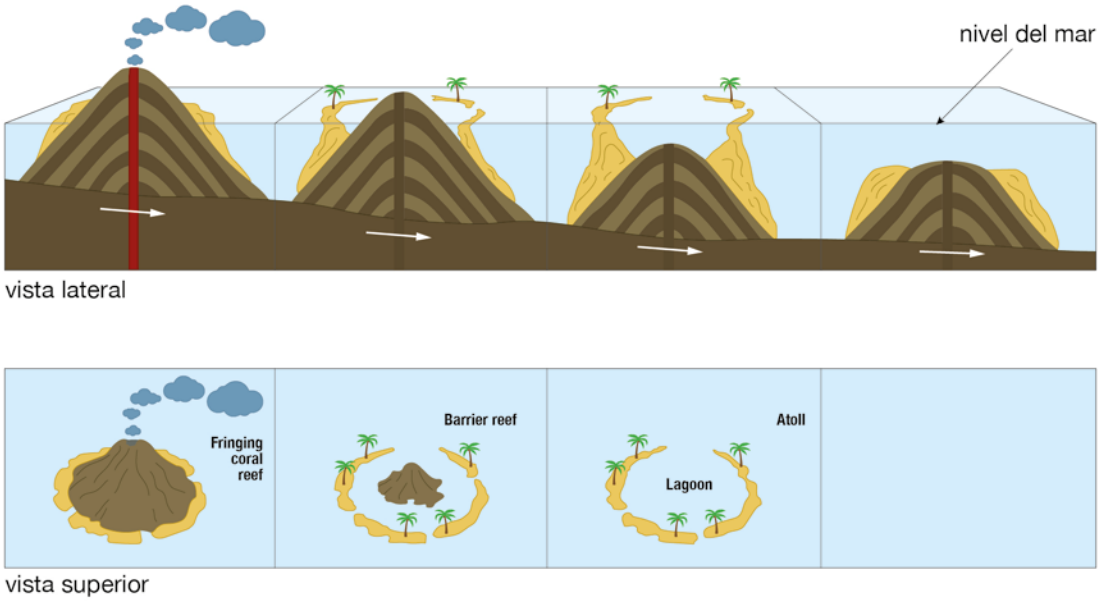
Fuente: Elaboración propia. La simbología indica: a) el *desplazamiento co-sísmico* representa el movimiento instantáneo durante el terremoto (Moreno et al., 2012; Vigny et al., 2011); b) el *desplazamiento post-sísmico* proviene de un análisis de las series de tiempo de GPS de Nevada Geodetic Lab (Blewitt et al., 2018) mediante un modelo de trayectoria (Melnick et al., 2017); c) los *cuadrados negros* indican la ubicación de las estaciones de GPS; d) las *flechas negras* representan las mediciones de desplazamiento vertical escaladas; e) los *contornos grises* representan el desplazamiento en la falla de subducción (Moreno et al., 2012); y f) la *línea negra* gruesa muestra la ubicación de la fosa oceánica.

Evolución geomorfológica de montes submarinos e islas oceánicas

a) El rol del manto terrestre y la litósfera

Mientras que los procesos tectónicos y las variaciones del nivel del mar constituyen evidentes controles de la morfología costera en los márgenes convergentes, la naturaleza de estas interacciones adquiere otra dimensión en las islas oceánicas, alejadas de los bordes de placa. En este particular ambiente, la morfología costera, y en general la evolución geomorfológica de los montes submarinos e islas, es el resultado de la interacción entre el manto terrestre y la litósfera, modulada por los procesos superficiales. En efecto, los territorios insulares oceánicos situados más allá de la fosa son de origen volcánico y resultan fundamentalmente de la intrusión de plumas del manto relativamente fijas, cuya actividad de larga vida forma dorsales o cadenas de montes submarinos conforme la placa oceánica se desplaza (los denominados "hot spots"). Algunos de estos montes superan los 3 km de altura (e.g., Lara et al., 2018) y tienen posibilidad de sobrepasar el nivel del mar desarrollando una etapa de construcción subaérea. En esta etapa, la morfología costera es el resultado de un delicado balance entre procesos constructivos y destructivos. La construcción de relieve depende esencialmente de la tasa de crecimiento volcánico y del alzamiento vertical de la litósfera impulsado por procesos del manto (Ramalho et al., 2013). La forma en que ocurre la flexura de la litósfera depende del empuje del manto pero también las propiedades elásticas de la corteza de acuerdo en un proceso equivalente al observado en los continentes como respuesta a la carga. El desplazamiento vertical del piso oceánico arrastra las geoformas volcánicas y eventualmente las eleva al nivel del mar. En esas condiciones, la destrucción del relieve se asocia a la erosión marina, el colapso gravitacional de las estructuras volcánicas y eventualmente la subsidencia de origen tectónico asociada tanto al enfriamiento secular de la placa oceánica como a los mismos procesos del manto (Ramalho et al., 2013). Esta competencia se expresa inicialmente en relieves juveniles con incipientes indicios de abrasión marina que dan paso a relieves maduros dominados por costas acantiladas hasta culminar en la fragmentación costera o la subsidencia completa del edificio volcánico y la desaparición de la línea de costa (Staudigel y Clague, 2010; Stauydigel y Koppers, 2015) (Figura N°5). El perímetro de la costa insular también refleja esta progresión evolucionando desde formas subcirculares a otras más irregulares como resultado de la erosión (Mitchell, 1998).

Figura N°5.
Evolución de un monte submarino e isla oceánica

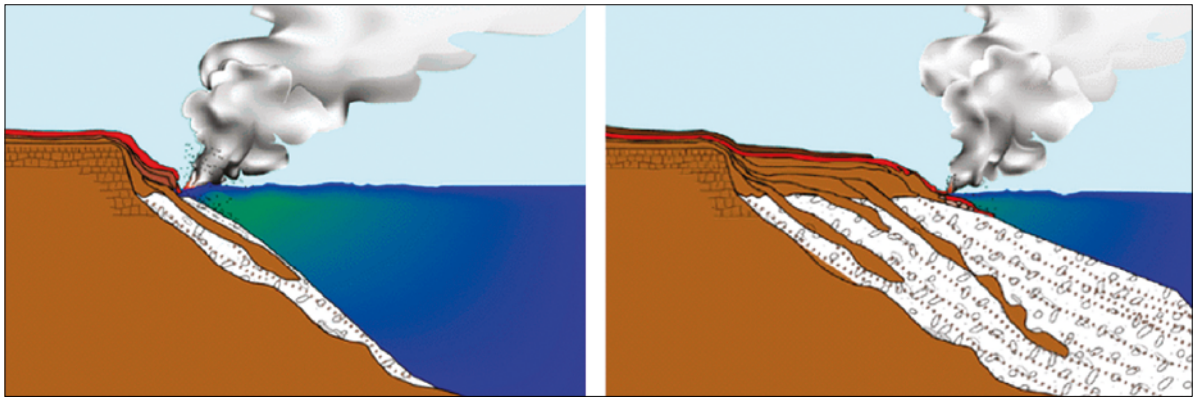


Fuente: Modificado de Staudigel y Clague (2010). Este modelo, basado en una observación precursora de Ch. Darwin, describe el caso más general con clima tropical que permite el desarrollo de arrecifes de coral y es parcialmente aplicable a los territorios insulares chilenos. El modelo describe adecuadamente la fase de emersión del monto submarino con desarrollo de volcanismo subaéreo seguido de erosión marina con arrasamiento de la superficie y posterior subsidencia del guyot.

b) Procesos volcánicos

En la llamada fase de escudo, los montes submarinos crecen a altas tasas alcanzado eventualmente el nivel del mar. Desde ese momento, la construcción subaérea del edificio avanza extendiendo la superficie insular mediante el ingreso de flujos de lava sobre la plataforma o talud submarinos. Lo anterior genera deltas de lava parcial o totalmente fragmentada que se intercala con material detrítico formando una cuña inclinada y progradante hacia el océano (foreset unit). Cuando la cuña alcanza un espesor suficiente, puede ser cubierta por una secuencia subhorizontal de lavas (topset unit) que finalmente sella el delta y reconstruye la línea de costa, que por la morfología propia de las lavas se presenta crenulada. Esta geometría es diferente cuando las tasas de emisión son altas, en cuyo caso las lavas forman directamente un talud submarino y la costa mantiene mayor regularidad (Figura N°6).

Figura N°6.
Desarrollo de un delta de lava y modificación de la morfología costera por efecto del volcanismo



Fuente: USGS, https://www.usgs.gov/observatories/hawaiian-volcano-observatory/lava-entering-ocean?qt-science_support_page_related_con=4#qt-science_support_page_related_con).

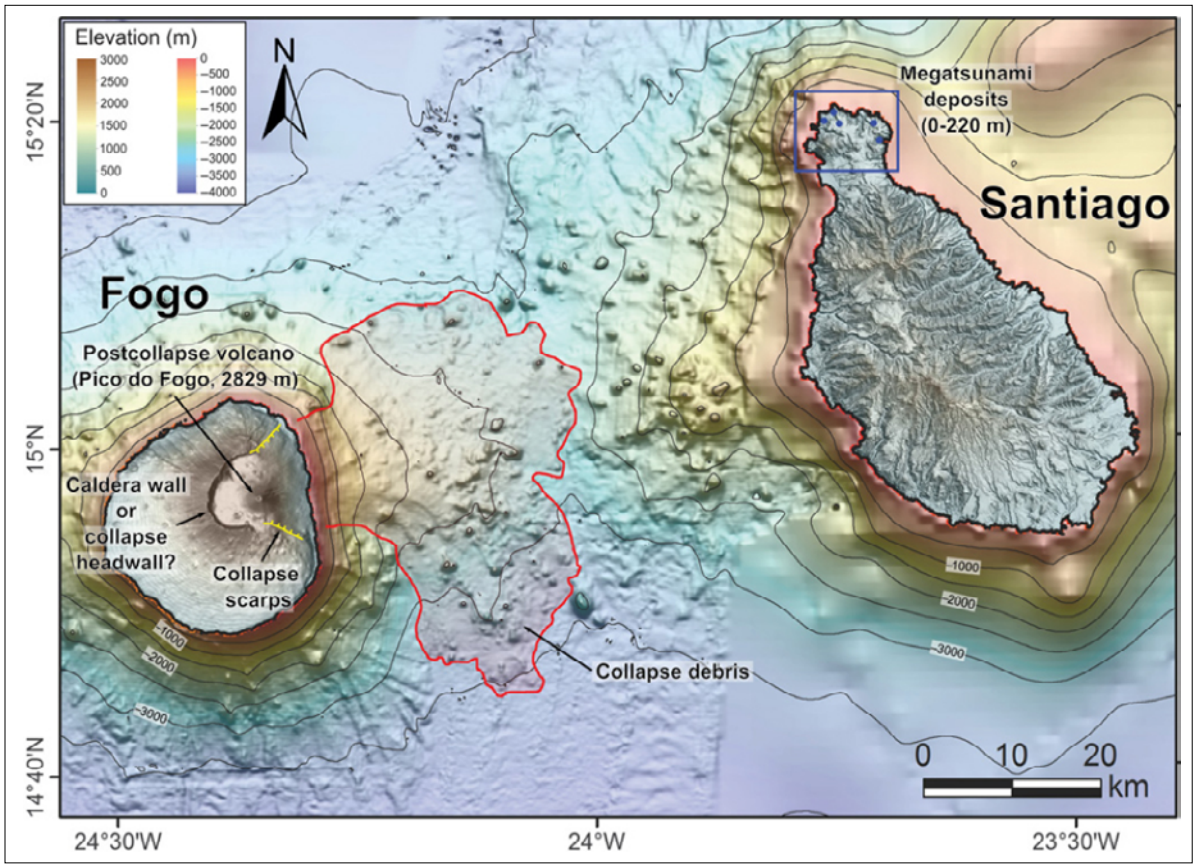
Otro rasgo morfológico de origen volcánico son las llamadas *rift zones*, que corresponden en superficie a un denso enjambre de diques alimentadores y que en términos de relieve constituyen espolones resistentes que normalmente continúan bajo el mar.

c) Procesos erosivos

La erosión marina es un proceso constante dominado por las características regionales de la circulación marina. La expresión morfológica característica son los acantilados, las terrazas de abrasión y en algunos casos las playas, estas últimas con mayor desarrollo en sectores protegidos por los acantilados o en la desembocadura de quebradas que aportan sedimentos. Naturalmente, los acantilados alcanzan mayor desarrollo en las islas maduras y son incipientes en aquellas de formación reciente. Las playas suelen ser rocosas y comúnmente de gravas, aunque en algunos casos el sedimento y el material aportado por los arrecifes facilita la formación de playas de arena. La forma rectilínea de los acantilados es comúnmente interrumpida por conos de deyección que producen una línea de costa más sinuosa. La morfología general de la costa rocosa depende de la frecuencia y altura de las olas, lo que supone una asimetría direccional que se expresa también en la forma general de las islas, particularmente notoria en aquellas de mayor altura (Figura N°7).

Por otra parte, los edificios volcánicos mayores suelen colapsar lateralmente generando un anfiteatro de deslizamiento que se extiende hacia el océano y en cuyo pie se acumula un lóbulo correspondiente al material derrumbado (Ramalho et al., 2015). La línea de costa insular refleja este proceso en la forma de bahías amplias semicirculares.

Figura N°7.
Colapso lateral de una isla oceánica y formación de un anfiteatro con modificación de la zona costera y zona proximal sumergida (ejemplo de isla Fogo, archipiélago de Cabo Verde

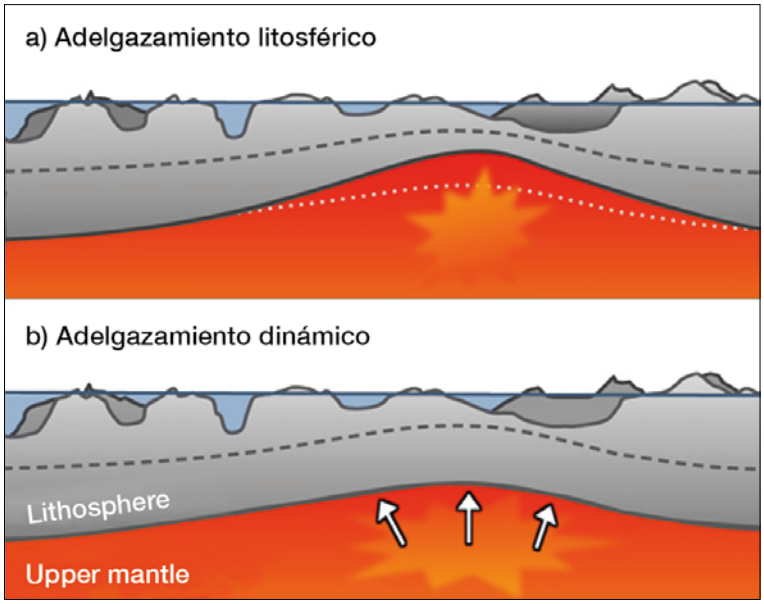


Fuente: Ramalho et al., (2015). El contorno rojo muestra el depósito generado por la avalancha. En este caso, la costa ha sido parcialmente reconstruida por la actividad volcánica posterior al colapso.

d) Alzamiento y subsidencia tectónica del piso oceánico

Los montes submarinos e islas oceánicas experimentan procesos de alzamiento y subsidencia controlados fundamentalmente por el equilibrio entre la litósfera y el manto (Huppert et al., 2020), y en segundo término por el balance entre procesos de construcción y erosión de los edificios volcánicos (Ramalho et al., 2013). Estos movimientos verticales determinan la evolución geomorfológica de estos terrenos y se expresan también en la geometría del borde costero. En primer lugar, la subsidencia progresiva está relacionada con el enfriamiento secular de la placa oceánica, que se traduce en un continuo hundimiento del piso oceánico. En segundo lugar, subsidencia o alzamiento pueden ocurrir como efecto de la posición de la isla en relación con las anomalías del manto y es función del mecanismo que gobierna este equilibrio (Huppert et al., 2020) (Figura N°8). Lo anterior se traduce en sucesivas variaciones de la línea de costa y la superficie de la sección emergida.

Figura N°8.
Mecanismos posibles que explican la formación de 'swells' o anomalías batimétricas del piso oceánico en cuya superficie se desarrollan montes submarinos e islas oceánicas



Fuente: Modificado de Huppert et al. (2020). Las figuras muestran: a) adelgazamiento litosférico o rejuvenecimiento termal de la litósfera por procesos tectónicos y/o volcánicos; b) alzamiento dinámico causado por empuje activo del manto. La naturaleza de estas anomalías y la posición relativa de los montes o islas sobre ellas determinan su evolución morfológica, en particular la duración de la etapa insular en la cual se desarrolla una zona costera.

Los procesos litorales y su relación con las geoformas costeras

El clima de oleaje en Chile Central está controlado por los vientos asociados al Anticiclón del Pacífico Sur. En invierno, el desplazamiento hacia el norte del Anticiclón del Pacífico, permite el efecto de los centros de bajas presiones que originan los temporales de invierno a través de los fuertes vientos que provocan. El área está afectada además por el efecto casi continuo de un *swell* (mar de fondo), proveniente del WSW que se origina en zonas lejanas y que constituyen una fuente permanente de energía para el oleaje incidental (SHOA, 1994).

El análisis del oleaje en Chile central realizado por Araya-Vergara (1971) determinó que la costa está expuesta a un mar de fondo proveniente del SW, siendo las características del oleaje de energía alta a media, con variación de la altura significativa de las olas entre 0,76 y 2,2 m, durante más del 40% del período de observación. Las mareas son de amplitud media según la clasificación de Rouch (1922, en Araya-Vergara, 1981), con régimen mixto predominantemente semidiurno, con fuertes desigualdades diurnas que alcanzan máximos con la mayor declinación lunar. La amplitud máxima de la marea en Chile central es de 1,7 m (SHOA, 1994). La configuración de costa desmembrada en el sur de Chile influye en el comportamiento de las mareas con amplitudes mayores alcanzando hasta 14 m en el sector de Pta. Dúngenes (Patagonia chilena). Dado el carácter oceánico de Chile, la costa está fuertemente influenciada por el efecto regulador que ejerce el mar sobre las condiciones climáticas. Las corrientes marinas juegan un rol importante al respecto especialmente en la variabilidad y distribución de los recursos marinos del mar chileno al generar fenómenos de surgencias costeras como respuesta a su vez al forzante de los vientos. El sistema de corrientes marinas superficiales en la costa chilena suele incluirse en el llamado Sistema de Corrientes de Humboldt que está controlado por el giro Subtropical del Pacífico Sur, es decir un giro anticiclónico causado por el Centro de Altas Presiones situado frente a la costa chilena.

La evolución costera en Chile

La evolución de la costa chilena, al igual que en el resto del mundo, ha sido definida por los cambios eustáticos durante el Cuaternario, a los cuales deben agregarse factores tectónicos que por localización corresponden. Aunque a la fecha no existen datos de alta resolución temporal sobre la variación del nivel del mar como ocurre para otras partes del mundo, los antecedentes disponibles indican que el nivel del mar ha presentado gran variabilidad durante los últimos 6.000 años, fecha universalmente aceptada sobre la estabilización del nivel del mar, lo cual ha dejado registros morfosedimentarios que establecen fases transgresivas y regresivas expresadas en los niveles aterrazados datados de hasta 230 msnm que es posible encontrar a lo largo de la costa chilena, especialmente en Chile central (Cuadro N°1). La fase transgresiva máxima en la costa, que suele asignarse a la fase de alto nivel del mar o *highstand,* es la transgresión Flandrense cuyo registro en Europa se sitúa entre 9.000 y 1.600 BP.

De cualquier forma, la reconstrucción de los estadios del nivel del mar a escala geológica se dificulta debido a los factores tectónicos que han alterado los registros a través de procesos de subsidencia y alzamiento diferencial a lo largo de la costa. Por otro lado, el territorio chileno estuvo englaciado hasta la latitud de los 42ºS generando fuertes efectos morfológicos en el relieve y reajustes glacioeustáticos que afectaron las áreas próximas[9], generando la típica forma lobulada de la costa del sur del país donde los fiordos son formas comunes. Según Fuenzalida (1957), los principales movimientos en la costa chilena durante el Cuaternario fueron de ascenso y afectaron de preferencia el extremo sur; hundimientos escasos se habrían producido al sur de los 40ºS que habrían cesado en el Holoceno al sur de Valparaíso por lo menos. Los reconocimientos efectuados por Brüggen (1950) en la costa chilena refuerzan esta condición al indicar terrazas con alturas entre 440-470 m y anchos de 30 km de la costa entre Curauma y Placilla, en Valparaíso (33º10'S) controladas por fallas y fuertemente alteradas.

Brüggen (1950) establece, además, que las terrazas entre 200 y 400 m son pliocenas y deben su altura a dislocaciones post pliocénicas contemporáneas a las fallas del Valle longitudinal. Estas se extienden por el sur, detrás de Algarrobo, El Tabo, Cartagena y Llolleo donde alcanzan anchos de 12 km. La superficie plana de estas terrazas se encuentra mejor desarrollada en Los Llanos de El Mochete (ruta camino Santiago-San Antonio y Cartagena). Una de las principales observaciones realizadas por Brüggen (1950) es la fase de hundimiento reciente en Chile central que se evidencia en la presencia de lagunas costeras como Vichuquén, Matanzas así como la costa de San Antonio, Valparaíso y Concepción. Este hundimiento explicaría en gran medida la forma de las bahías.

Sobre la base de los trabajos de Brüggen (1950), Paskoff (1970) estableció los efectos de la trangresión flandrense en la construcción de líneas de paleocostas de 1-2 m (flandrense superior o Dunkerquiano) y de 4-5 m (flandrense medio o Calaisiano). Para el Biobío (37ºS), Martínez (1968) reconoció tres terrazas holocenas: 23-26 metros bajo el nivel del mar; 7-11 metros bajo el nivel del mar; y 1,5-2 metros sobre el nivel del mar. Estas terrazas fueron estudiadas desde el punto de vista bioestratigráfico, paleoecológico y cronológico a partir de muestras subsuperficiales (especialmente foraminíferos) localizadas en la planicie cuaternaria de Concepción, entre Penco y el río Biobío.

De acuerdo con el registro encontrado por Martínez (1968), cada biofacie pudo ser considerada como un paleoecosistema que puede explicar tres etapas en la evolución de la costa en Concepción: al inicio de la transgresión flandrense (biofacie inferior), el área correspondía a una playa abierta con condiciones de mareas similares a las que hoy presenta la bahía de San Vicente. Durante el flandrense medio (biofacie intermedia), el ascenso del nivel del mar anega la planicie costera formando un amplio estuario. El nivel del mar se estabiliza en la etapa final de la transgresión flandrense y se forma una planicie costera anegada con terrenos bajos de marismas.

Más al norte, Radke (1989:52) estableció para el área de Cachagua (32º36'S) edades radiocarbónicas para muestras de moluscos en dunas entre 1990+/-35 y 1410 +/- 40 años. Asimismo, Radke (1989) ha efectuado dataciones en las terrazas holocénicas de Isla Mocha (38º22'S) obteniendo edades entre 5900 +/- 85 y 3840 +/- 80 años B.P. En la costa del Golfo de Arauco e islas continentales existen lugares con buenos registros del *highstand holocénico* a partir de planicies de playa tales como Laraquete, playa Escuadrón, Bahía Coronel (Isla et al., 2012). A partir de los años '90, se ha incrementado el conocimiento sobre el *highstand holocénico* a partir de los trabajos de Ota y Paskoff (1992); Hervé et al. (2003); Pino y Navarro (2005). De este modo, Ota y Paskoff (1992) identificaron a partir de muestras de moluscos (Protothaca sp, Mactra sp y Argopecten purpuratus) extraídos de depósitos estuariales y planicies de playa en Tongoy edades entre 6380 +/- 120 y 910 +/- 90 B.P. Los autores calcularon a partir de estos datos, procesos de progradación de la playa de 0,13 y 10,14 m/año.

9 Las investigaciones realizadas por Caldenius (1932) constituyen el primer intento por sistematizar el conocimiento sobre las glaciaciones cuaternarias en el país. Harrison (2004) y Clapperton et al., (1995) reconocieron para la Patagonia (Estrecho de Magallanes) los efectos de la Última Glaciación e identificaron cinco estadios de avance entre los 28.000 y los 14.000 años B.P. Por otro lado, Harrison (2004) examina los efectos de las glaciaciones pleistocénicas y sus implicancias paleoclimáticas.

Hervé et al., (2003) reconocieron sobre la base de dataciones en un fragmento de madera encontrado en la excavación de un pozo en Algarrobo, una capa marina de edad holocénica a una altura de 3,8 msnm datada en ^{14}C 5660+/- 70 años B.P y a 1,5 km de distancia de la línea de costa, en la cual se encontró *Ammonia tepida* y *Cyprideis beaconensis* indicativas de un ambiente somero y transicional sobre condiciones de clima relativamente árido y cálido de acuerdo al análisis palinológico. En la localidad de Chan Chan comuna de Valdivia, Región de Los Ríos (39°30'S-73°15'W), Pino y Navarro (2005) dataron los depósitos marinos más altos en bermas de planicies de playa holocénicas de 8 msnm en edades de 5460-5610 años AP (6250-6420 años cal. AP). Las evidencias analizadas fueron interpretadas por los autores en relación con asentamientos arcaicos donde reconocieron una ocupación más antigua fechada en 6280-6360 años cal. AP (CALIB) que se desarrolló cerca de la berma de las antiguas playas, mientras que a medida que el mar se retiraba se produjo una progradación con desarrollo de dunas. Una ocupación más reciente separada por un hiatus, coincide con el proceso de progradación y se ha datado en 5000-5360 años ^{14}C AP.

Paskoff et al. (2000) analizaron la evolución del campo dunar de Santo Domingo (33°40'S) estableciendo dataciones radiocarbónicas realizadas a partir de conchas gruesas de *Mesodesma donacium* recolectadas en las depresiones interdunares (cordón dunar 3). Estas corresponden a depósitos de playa con edades convencionales de 790+/- 50 años BP detrás del cordón 3 y de 600 +/- 50 años BP delante de éste, sugiriendo que la línea de costa quedó estabilizada aquí unos 200 años. Si se consideran los años calibrados, los autores indican que la orilla del mar se localizaba 300 m AP detrás de la actual. En el área de Caldera-Copiapó, Quezada et al. (2007) analizaron el alzamiento costero y las evidencias de las terrazas marinas sugiriendo valores de alzamiento de bloques de 0,28 mm/año. En la Cuadro N°3, se sintetizan las principales referencias sobre dataciones del alto nivel del mar disponibles para la costa chilena.

Cuadro N°1.
Dataciones ^{14}C y altitudes del *highstands* del Holoceno Medio a Superior en la costa de Chile

Sitio	Lat. S	^{14}C edades	Altitud m sobre nivel mar - MSL	Evidencia	Referencia
Bahía Herradura	29°	3700 4520	2,0	Moluscos	Radtke, 1989 Ota y Paskoff, 1992
Bahía Tongoy	30°15'	6380 +/- 120	5,1	Valvas de moluscos en depósitos estuariales	Ota y Paskoff, 1992
Cachagua	32°	2000	3,0	Moluscos	Radtke, 1989
Algarrobo	33°	5660+/- 70	3,8	Trozo madera	Hervé et al., 2003/ Encinas et al., 2006
Isla Mocha	38°	3840 5900	23,0	Moluscos	Radtke 1989
Estuario Maullín	41°	4150 4290		Turba y trozo Madera	Atwater et al., 1992
Chan Chan, Valdivia	39°	5460 5610	8,0	Muestras de carbón	Pino y Navarro, 2005
Chiloé Island	42°	1700 5040	5,0		Radtke, 1989
Punta Dungeness	52°	900			Uribe y Zamora, 1981 Codignotto, 1991 González Bonorino et al., 1999
San Gregorio	52°	3860	3,0		Porter et al., 1984
Bahía Gente Grande	52°	4600 5860	2,0 3,36		Porter et al., 1984
Puerto del Hambre	53°	3970 7980	2,05 3,5		Porter et al., 1984
Península Gusano	55°	4600	3,55		Porter et al., 1984
Punta Piedrabuena	55°	1470	0,65		Porter et al., 1984

Fuente: Elaboración propia, a partir de revisión bibliográfica.

Geomorfología de Chile

Considerando ambientes costeros específicos, uno de los primeros trabajos realizados para la caracterización de cambios espacio-temporales en ríos de Chile central ha sido el de Pomar (1962), mientras que los sistemas estuariales en Chile Central, han sido estudiados por Araya-Vergara (1970, 1981, 1982 y 1985) y por Paskoff (1970) en Chile semiárido. Araya-Vergara (1970) realiza una contribución a los procesos estuariales que afectan a los estuarios del Rapel y Maule. Araya-Vergara (1981) analiza el concepto de delta en ría en los procesos que afectan la evolución del litoral chileno con ejemplos de Chile central. Andrade (1985) realiza un estudio morfosedimentológico de las marismas y estuarios del golfo de Ancud. Andrade y Grau (2005) analizan las características hidrográficas y sedimentológicas del estuario Nilahue (laguna de Cahuil), mientras que Pino y Mulsow (1983) y Pino et al., (1994) analizan la sedimentología en estuarios de formación tectónica en el sur de Chile (estuarios Queule y Maullín). Una de las importantes conclusiones encontradas por Araya-Vergara (1981 y 1982) en Chile Central, se refiere a la fuerte influencia morfoclimática que parece delimitar el dominio de estos ambientes estuariales.

El estudio de las formas dunares han recibido atención a partir de los trabajos de Paskoff (1970). Sin embargo, la primera referencia que se tiene de dunas en Chile corresponde a Albert (1900). Andrade y Castro (1987) identifican los principales campos dunares de Chile central con fines de manejo. Recientemente, Paskoff y Manríquez (2004) efectuaron una revisión sobre el conocimiento de las dunas en Chile. Castro (1987) analizó los principales cambios geomorfológicos experimentados por el campo dunar de Ritoque (bahía de Concón, V Región) entre 1955 a 1987, enfatizando en la necesidad de control frente a los cambios inducidos por las actividades antrópicas en el área. Las interacciones oleaje-duna frente a los ergs de Chanco y Arauco han sido analizadas por Araya-Vergara (1996).

Los estudios en playas con enfoque geomorfológico han recibido escasa atención y su estudio ha estado más bien vinculado a la ecología de playas arenosas donde destacan los estudios de Jaramillo. Un avance importante se fue la clasificación morfogenética de perfiles de playa de Araya-Vergara (1986), que permite avanzar más allá de la clasificación de perfiles de playa anteriormente propuestas, sobre la base de criterios de estacionalidad.

Zona norte (~ 18.5°-30°S)

En el Norte Grande los acantilados y formas asociadas son las geoformas dominantes. El extremo norte de la costa de Chile se enmarca en una zona conocida como el codo de Arica, la que se caracteriza por un cambio importante de ángulo de la posición de la línea de costa de aproximadamente 50º. Este cambio de ángulo corresponde a una proyección morfológica del cambio de rumbo de la fosa oceánica Perú-Chile y del cambio asociado de azimut de la Cordillera Andina (David et al., 2003). Si bien el límite septentrional del país comienza con un litoral arenoso de unos ~16 km (Playa Las Machas), el relieve costero comienza a cambiar a partir del morro de Arica, hacia un acantilado costero casi continuo. Este acantilado se ve eventualmente "interrumpido" en su continuidad por quebradas que han sido formadas y profundizadas en periodos pasados más húmedos, como es el caso de la Quebrada de Camarones (19º 11' S, Paskoff, 1977). El acantilado costero, cuyo estado actual es el resultado del tectonismo, la erosión marina y el clima predominantemente árido (Quezada et al., 2010; Melnick, 2016), se prolonga por más de 1.000 km (18.5º-29ºS) y alcanza altitudes de hasta 1.000 m.s.n.m., revelándose como una singularidad geomorfológica en el Cinturón de Fuego del Pacífico (Quezada et al., 2010).

Entre Arica e Iquique el acantilado es eminentemente activo. Eventualmente, se pueden observar en su base playas de menor envergadura (ej. playas de bolsillo), terrazas marinas "estrechas" y la plataforma de abrasión emergida (Araya-Vergara, 1976), como acontece al norte y sur de Pisagua. A partir de la ciudad de Iquique el acantilado se va alejando de la línea litoral y una parte importante de su extensión se expresa como un acantilado inactivo (Paskoff, 2010), dando lugar a pequeñas playas, plataformas de abrasión emergidas (rasa), terrazas marinas y penínsulas (Paskoff, 1979; Araya-Vergara, 1982). También, es destacable que, en toda esta parte de la extensión costera del Norte Grande, asociado al acantilado y a las laderas de barlovento de la Cordillera de la Costa, se visualizan formas coluviales nacidas de la clásica relación cara libre-talud; como también formas aluviales que fueron formadas en los distintos periodos húmedos que se intercalaron con los secos a partir de Plioceno (Paskoff, 1977). Algunos complejos de abanicos aluviales que sobreyacen a las terrazas marinas y a la plataforma de abrasión emergida, han sido concebidos también como formas "tipo" terrazas (ej. Guanillos, 21º58'S, Walk et al., 2019), y se expresan morfológicamente a lo largo de gran parte desierto costero de Atacama, a partir de los 20º45'S (Bartz et al., 2020).

A los 23ºS se localiza una de las formas que modifican la continuidad morfológica del acantilado costero respecto de su relación con la línea litoral: la península

de Mejillones. Esta ha sido considerada por algunos autores como otra anomalía o singularidad topográfica (Victor et al., 2011). Posee un largo y ancho aproximado de 55 y 20 km respectivamente, y en su estructura muestra un sistema de fallas que se asocian a la formación de horst y graben (Victor et al., 2011). Este sistema horst-graben explica la formación de las bahías de Mejillones y Antofagasta. En cuanto a magnitud, estas bahías son unas de las más importantes del Norte Grande. En el graben se pueden observar terrazas marinas y paleoplayas, mientras que en horst se identifican acantilados separados por algunas playas de bolsillo.

Desde Antofagasta la costa se estructura de manera similar a como se ha descrito desde Iquique, hasta aproximadamente los ~26ºS. A partir de este punto pierde influencia el acantilado costero, y comienzan a emerger los litorales arenosos con playas más amplias y con dunas (ej. Playas Piquero y Soldado, 26º08'S). Este litoral arenoso es y ha sido abastecido por sedimentos provenientes de formas aluviales (Izquierdo et al., 2020) y por depósitos fluvioaluviales procedentes de la descarga de valles como el río Salado, que hoy presentan escurrimientos intermitentes y que eventualmente son activados de manera torrencial durante eventos climáticos extremos (Wilcok et al., 2016). Más al sur la situación morfoestructural distinta da espacio al desarrollo de los litorales arenosos en bahías "lobuladas" (Araya-Vergara, 1976) y ensenadas con playas y dunas, los que se ven acompañados hacia el interior por formas paleo como sucesiones de líneas de paleoplayas, paleocauces, y paleodunas como los ergs del desierto de Atacama presentes al interior de Caldera y sus alrededores (~27ºS, Araya-Vergara, 2001). Se destaca un aumento en la representación superficial de la plataforma de abrasión emergida, como acontece entre Caldera y el Río Copiapó, en donde alcanza ~20 km de ancho y en el cual se observan seis niveles de terrazas marinas escalonadas (Quezada et al., 2007). Este cambio en la predominancia de morfologías costeras marca lo que es la transición desde lo que es el desierto hiperárido hacia el desierto marginal, y a su vez, hacia lo que se conoce como el Norte Chico.

El valle del Río Copiapó constituye el inicio de lo que se conoce como el Norte Chico. La desembocadura del Río Copiapó (27º19'S) conforma un sistema paleoestuarial encajado en un complejo de terrazas marinas, formado como tal en condiciones climáticas diferentes a las actuales (Soto et al., 2010). La desembocadura se enmarca en una ensenada que presenta condiciones para el desarrollo de un litoral arenoso compuesto por un sistema playa-duna, en donde se desarrolla un complejo dunar de la familia de las antedunas y un humedal costero. Una situación similar muestra la desembocadura del Río Huasco, que presenta también un sistema estuarial con un importante litoral arenoso conformado por una playa extensa, un campo de dunas y un humedal. El resto de la costa del desierto marginal se desarrolla de manera similar a la situación geomorfológica descrita a partir de los ~26ºS, hasta donde se encuentra Punta Teatinos (29º49'S).

La bahía de Coquimbo delimita lo que para algunos autores es el comienzo del semiárido de Chile, el que se extendería hasta los ~33ºS (ej. Paskoff, 1977). Autores como Soto et al., (2021) consideran que la extensión costera comprendida entre Punta de Choros (29º15'S) y Punta Lengua de Vaca (30º14'S) se comporta como una mega ensenada, siendo Punta Lengua de Choros el *headland* que controla los procesos que ocurren al interior de esta. Aquí, los procesos glacioeustáticos y tectónicos han dejado una impronta importante, caracterizada por las terrazas marinas observables tanto en las bahías de Coquimbo como la de Tongoy. En ambas bahías se pueden distinguir hasta cinco niveles, siendo la más reciente la que comenzó a formarse durante el último interglacial que ocurrió hace ~125 ka (Siddall et al., 2006). Otras de las paleoformas visibles en esta zona corresponden a paleodunas y paleocostas incididas por paleocanales, como acontece frente a la Bahía de Tongoy (Pfeiffer et al., 2011). En cuanto a las formas recientes sobresale el extenso litoral arenoso existente, destacando los sistemas playa-duna de Punta de Choros y el de la Bahía de Coquimbo.

A continuación de la mega ensenada delimitada al sur por Punta Lengua de Vaca, se dispone otra singularidad topográfica del relieve costero, como es el caso de los Altos del Talinay y el complejo de terrazas presentes en su vertiente de barlovento. En esta sección de la Cordillera de la Costa, que se extiende por ~60 km, se pueden identificar al menos cinco niveles de terrazas (Rodríguez et al., 2013). En dirección al sur la Cordillera de la Costa y la plataforma de abrasión emergida domina en presencia en la línea litoral, lo que se prolonga hasta los 31º29'S. En este segmento prácticamente desaparece el litoral arenoso, salvo excepciones como la desembocadura del río Limarí, en que se dispone un sistema playa-duna que actúa como barra litoral, y en el cual también existe un humedal a sotavento.

Al norte del estuario del río Huentelauquén se observa un importante campo de dunas costeras cuya prolongación hacía la desembocadura del río del mismo nombre constituye una barra litoral que cierra total o parcialmente estuario. A partir del río Huentelauquén y hasta la desembocadura del río Aconcagua, la costa se caracteriza por un litoral irregular con presencia de ensenadas de distinta envergadura, que muestran posiciones relativas diversas y que se encuentran controladas en su dinámica por *headlands*. Estas ensenadas albergan litorales arenosos de distintos tamaños y poseen en la mayoría de los casos, casos campos de dunas localizados al centro y norte de las mismas, y eventualmente humedales. Este es el caso de Huentelauquén, Los Vilos, Pichidangui, Los Molles, Longotoma, Cachagua, Quintero, y Concón/Ritoque.

Zona centro (~30ºS-38ºS)

La morfología de la costa en Chile central es predominantemente rocosa e intercalada por sectores arenosos, distinguiéndose varios sistemas dunares al interior de las ensenadas. Una característica esencial, es la tendencia de la línea litoral a constituir formas elípticas o de espiral logarítmica, con bahías abiertas hacia el norte. En el sector entre Punta Ángeles (Bahía de Valparaíso) y Punta Tunquén (Bahía de Algarrobo), se presentan acantilados con alturas entre 8 y 250 msnm (Castro y Brignardello, 1997), mientras que entre Punta Ángeles y Punta Ritoque (Bahía de Concón), se presentan acantilados con alturas entre 10 y 60 msnm. El tipo de costa ha sido denominado *de rasas* según Paskoff (1970), es decir escalones marinos labrados en rocas del batolito costero y modelados por la acción marina. En general, se trata de una costa eminentemente rocosa, con alternancias de salientes y entrantes, donde en las entrantes se localizan las playas y los principales sistemas de dunas (Araya-Vergara, 1971).

En general, la estructura del relieve chileno se dispone en cuatro grandes unidades de relieve: cordillera de Los Andes, Depresión Intermedia o Central, cordillera de la Costa y Planicies Litorales. De acuerdo con los primeros trabajos morfoestructurales (Brüggen, 1950), hasta el Terciario Medio, ambas cordilleras formaban una sola serranía de plegamiento expuesta a una fuerte denudación (geosinclinal andino) y solo en el Terciario Superior se originó la división tripartita hoy observada debido al hundimiento del Valle central. Según algunas investigaciones, el relieve costero de Chile central se forma a partir de procesos tectónicos que provocaron una emersión, a partir de la cual se labró una unidad geomorfológica llamada Planicie Costanera (Corvalán y Álvarez, 1966), la cual se extiende entre la Cordillera de la Costa y la línea de costa actual. Esta se encuentra constituida por rocas graníticas paleozoicas y rocas metamórficas de posible edad paleozoica inferior o precámbrica, menos resistentes a la erosión que las que forman la Cordillera de la Costa. De acuerdo con Brüggen (1950), la costa de gran parte de Chile tiene características de inmersión debido al resultado combinado de un importante hundimiento reciente y de dislocaciones tectónicas previas a este hundimiento. Lo anterior hace que sea una costa poco evolucionada o primaria de acuerdo a clasificaciones genéticas asimilable a una costa con rías en que predominan las influencias tectónicas longitudinales del Terciario (Martínez, 1968).

Si la costa experimentó subsidencia, el anegamiento posterior de acuerdo con Brüggen (1950) debió haberse producido en fases sucesivas asociadas al diastrofismo postglacial que habría provocado el solevantamiento del fondo del mar. Como se verá más adelante, este problema de "reconstrucción" de la evolución de la costa chilena ha sido muy discutido y solo a partir de dataciones obtenidas en los últimos años se ha mejorado la interpretación de los factores genéticos, conociéndose actualmente que el rebote glacioeustático y los efectos de los terremotos de subducción (tectónica de bloques) son los factores más relevantes (Quezada, 2007).

De acuerdo con Corvalán y Álvarez (1966), la formación de la Planicie Costanera ocurrió con posterioridad al Jurásico Medio, cuando se desarrolló un tectonismo principalmente epirogénico que llevó a la formación de una cordillera en la mitad occidental de la región Valparaíso-San Antonio. La conformación definitiva de esta unidad, suele asignarse por lo menos al Terciario Superior (Eoceno-Plioceno).

Desde el punto de vista geológico, el área ha sido estudiada regionalmente por varios autores (Brüggen, 1950; Thomas, 1958; Corvalán y Dávila, 1964; Corvalán y Álvarez, 1966). En la costa, Thomas (1958) encontró afloramientos aislados de estratos de rocas mesozoicas, neises, micacitas y filitas fuertemente plegados de edad probablemente paleozoica o prepaleozoica. Estratos de rocas más modernas del Terciario se han encontrado en la costa entre Maitencillo y Horcón, denominado *Formación Horcón*, compuesto por un conjunto de sedimentos de unos 90 m de potencia mínima e integrado por areniscas, arcillositas y limonitas de color gris a café que aparecen formando un acantilado (Thomas, 1958). De acuerdo con el mismo autor, prácticamente todas las series sedimentarias marinas reconocidas en su estudio efectuado entre los 32º20' y 33º35'S presentan evidencias de haber sido depositadas en un ambiente litoral muy cercano a la costa, lo que sumado a la perturbación generada por las efusiones volcánicas han determinado un carácter extremadamente lenticular con continuos cambios en su extensión, potencia y composición que dificultan la definición de las formaciones.

Según Corvalán y Dávila (1964) y Corvalán y Álvarez (1966), el área se inserta en el denominado "batolito de la costa" definido por Muñoz Cristi (1971) como un complejo granodiorítico paleozoico (pérmico-carbonífero) que se extiende desde Quintero hasta el extremo sur de la V Región (Figura N°10). Estos autores distinguen dos unidades de rocas que corresponden al basamento más antiguo que se conoce en el área Valparaíso-San Antonio. La más antigua y de edad probablemente paleozoica (devónica), se reconoce como *Formación Quintay* (o complejo Quintay según Hervé y Del Campo, 1975) y aflora en dos franjas comprendidas entre Viña del Mar-Quintay y entre Las Cruces-San Antonio; mientras que la otra franja se encuentra entre Las Cruces y San Antonio. La segunda unidad de roca corresponde a un complejo de rocas graníticas de edad paleozoica superior que hacia el oeste instruye a las rocas metamórficas de la formación Quintay y hacia el este subyace con discordancia a la formación Lo Prado (Corvalán y Álvarez, 1966). La edad

orogénica a la cual pertenece la formación del batolito costero ha sido discutida por Muñoz Cristi (1964), atribuyéndole una edad paleozoica donde se habría producido una sedimentación de carácter geosinclinal, interrumpida por algunas discordancias.

En la costa de la región de Valparaíso se aprecia un tectonismo de bloques separados por grandes fallas de rumbo N45º a N60º (Álvarez, 1963 en Corvalán y Álvarez, 1966) que se habría desarrollado antes del Cretácico Inferior y posteriormente al Jurásico Medio (Corvalán y Dávila, 1964 en Corvalán y Álvarez, 1966). Evidencias de este sistema de fallas se encuentran en los principales cursos de agua de la zona, como la que controla la mayor parte del curso rectilíneo del estero Marga Marga cuyos sedimentos estuariales cuaternarios de su margen norte han sido fracturados e inclinados por movimientos de fallas (Álvarez, 1963-64, en Corvalán y Álvarez, 1966). Otros sistemas de fallas se evidencian en el río Aconcagua, sector de Laguna Verde y Quintay. La mayoría forman profundos valles rectilíneos o depresiones alargadas y separan bloques tectónicos (Corvalán y Álvarez, 1966). Donde las fallas interceptan la línea de costa, se han formado bahías y playas abiertas al N y NW. Estas grandes estructuras, junto a la esquistocidad de las rocas metamórficas antiguas que es de dirección norte en general, controlarían la forma actual de la costa (Corvalán y Álvarez, 1966).

La denominación de cordillera de la Costa, ha sido discutida principalmente por Araya-Vergara (2000), al indicar que esta no guarda relación con su morfogénesis y su uso debiera restringirse a un nombre propio sin alcance científico, ya que existen observaciones científicas que respaldan la categoría morfogenética de C*oast Range* para indicar un cinturón orogénico de zona de antearco (Hervé et al., 1987 en Araya-Vergara, 2000). Desde el punto de vista geomorfológico, Paskoff (1970 en Araya-Vergara 1976), reconoce para la costa localizada entre los 31º45'S y 32º55'S (Bahía El Teniente y río Aconcagua), una *costa de rasas*, que caracteriza un aplanamiento costero inclinado suavemente hacia el mar, extendido y limitado hacia abajo por un acantilado vivo o muerto sobre el cual se pueden escalonar rasas.

Zona sur (~38ºS-54ºS)

La zona costera aledaña a la a la cuenca del Río Valdivia marca un cambio en lo que respecta a los procesos y formas dominantes respecto de la zona costera septentrional contigua. Los extensos litorales arenosos con playas kilométricas y campos de dunas, acompañados por lagos costeros (ej. Budi y Lleulleu), mutan hacia un litoral con acantilados de origen geológico variado (metamórfico, sedimentario e intrusivo, Mella et al., 2012) y playas poco extensas (Araya-Vergara, 1971) que en su mayoría corresponden a playas de bolsillo y pequeñas ensenadas. Así, los litorales arenosos se comienzan a asociar principalmente a desembocaduras o estuarios de ríos andinos y costeros. Esta situación se observa desde Queule (39º23' S) hasta Carelmapu (41º45'S), y se mantiene en toda la sección occidental de la Isla de Chiloé. El control estructural que implica la existencia de la Cordillera de la Costa y la importancia de la tectónica en este segmento, determinan la posición relativa de la línea litoral (Araya-Vergara, 1971), donde muchas de sus playas presentan una posición casi transversal al *swell* (NNW-SSE).

El Río Valdivia drena las aguas de una cuenca que cuenta con al menos siete lagos interconectados (Pino et al., 1994). Desde el punto de vista morfológico, la desembocadura de este río ha evolucionado en un contexto tectónico de importancia a nivel nacional, específicamente en el segmento en que se originaron los terremotos gigantes de Valdivia de 1960 y el histórico de 1575 (segmento Valdivia). Para el terremoto *Mw* 9.5 de Valdivia de 1960, la zona en que se enmarca el estuario registró un hundimiento de ~1,5 m (Pomar, 1962). Si bien algunos autores consideran a la zona de la desembocadura del Río Valdivia como una Ría propiamente tal (ej. Araya-Vergara, 2010; Paskoff, 2010), los procesos asociados al ciclo sísmico del segmento Valdivia ha determinado que otros autores (ej. Pino et al., 1994; Perillo et al., 1999) la clasifiquen como un Estuario Estructural o Tectónico, debido a que en su evolución morfológica la componente tectónica ha sido tanto o más importantes que la fluvial. Las playas al norte del estuario del R***ío Valdivi***a muestran tipologías distintas, con características disipativas (ej. Ronca, Universitaria y Mehu***í***n), intermedias (ej. Curifianco, Calfuco, La Misión, San Ignacio y Los Molinos) y reflectivas (ej. Maiquillahue y Grande de Niebla) (Pino y Jaramillo, 1992). Las arenas de estas playas provienen del aporte de la cuenca del Río Valdivia, de terrazas marinas pleistocenas y esquistos del basamento metamórfico. ***Más al sur*** del estuario, playas como la de Chaihuín (39º56'S) muestran características de tipo de playa intermedia y el origen de sus arenas se restringe principalmente a la Cordillera de la Costa (Aedo et al., 2021). Esta situación se puede extender a otras playas como Colún (40º03'S) y Hueicolla (40º09'S), cuyos sedimentos son provistos por estuarios homónimos. Cabe destacar que la playa Colún se ve acompañada por dos lagunas conocidas como las Lagunas Gemelas, que tienen un origen estructural con modelado fluvial (Lagos, 2008).

Más al sur, la gran mayoría de las playas se intercalan entre acantilados y se relacionan, como se dijo

anteriormente, a estuarios cuyas aguas provienen de cuencas andinas y costeras. La excepción la constituye la desembocadura del Río Bueno, que se configura más bien como una Ría (Araya-Vergara, 1976). Otra divergencia morfológica destacable es el *strandplain* existente en la zona costera de Maullín. Dada las características acrecionales de este litoral arenoso, su superficie exhibe una planicie compuesta por un conjunto de cordones de playas cuyo origen es principalmente tectónico. El ciclo sísmico del segmento Valdivia en esta zona, determina que esta planicie se hunda co-sísmicamente y se levante intersísmicamente. Los cordones de playa se observan también en la rivera norte del Río Maullín (Atwater et al., 2013), y debido a sus características (ej. topografía baja) el *strandplain* tiende a registrar tsunamis históricos y prehistóricos (Cisternas et al., 2005).

La sección occidental de la Isla de Chiloé presenta una condición morfológica similar a lo que acontece al norte del Canal de Chacao. Se debe considerar que el margen costero occidental de la isla permaneció libre de hielo durante el Último Máximo Glacial (UMG) (Davies et al., 2020), por lo que el control tectónico y la Cordillera de la Costa siguen determinando la geomorfología costera. Lo anterior explica la dominancia de acantilados respecto de los litorales arenosos. Lo que si cambia a medida que se avanza hacia el sur de la isla es el rango mareal que pasa de micromareal a mesomareal. Los acantilados expuestos a un fuerte oleaje y a un rango mareal en aumento, exponen al norte de la isla el basamento metamórfico, mientras que hacia al sur comienzan a aflorar formaciones sedimentarias del neógeno (Paskoff et al., 2010). Se configuran así litorales arenosos en bahías pequeñas y ensenadas asociadas a estuarios, muchas con sistemas playa-duna.

Un litoral arenoso que destaca por sus dimensiones, es el sistema playa-duna de Cucao. Este sistema cuenta con una extensa barra litoral de ~1,3 km de largo que eventualmente se abre, y que forma una laguna estuarial donde confluyen los ríos Cipresal y Cucao (42°37'S), que drenan las aguas provenientes de la Laguna Huelde y el Lago Cucao respectivamente. El Lago Cucao es un lago costero que tiene un origen eminentemente glacial (Soteres et al., 2022) y que al este se encuentra conectado con el Lago Huillinco. Además de ser la fuente principal de las arenas del litoral arenoso circunscrito (el más extenso de la sección occidental de la isla), la presencia de esta importante cuenca lacustre define la división de la cordillera costera entre la Cordillera del Piuchén (norte) y del Pirulil (sur). El lago también se ha visto influenciado por el ciclo sísmico. Para el terremoto de Valdivia de 1960 experimentó una subsidencia de ~1 m, y, adicionalmente, muestra condiciones que le permiten el registro de tsunamis históricos y prehistóricos (Kempf et al., 2020).

En tanto, la geomorfología costera de la parte oriental de la Isla de Chiloé ofrece una configuración distinta a la observable en la parte occidental. En esta sección de la costa chilota, el litoral enfrenta un oleaje de baja energía con un rango mareal que varía de micro a mesomareal (Paskoff et al., 2010). Respecto del UGM, la evidencia disponible indica que el hielo ocupo gran parte de su superficie, y el hielo avanzó hasta el sur de Dalcahue hacia los ~18 ka AP. A los ~15 ka AP, gran parte de la isla ya se encontraba libre de glaciares (Davies et al., 2020). Entonces, la geomorfología de la zona costera del este de Chiloé se encuentra influenciada principalmente por el UMG y el postglacial, lo que se expresa con la existencia de profundos y anchos valles glaciares, canales subglaciales y morrenas (Davies et al., 2020; Soteres et al., 2022). Las estrechas playas que aquí se registran limitan usualmente con topografías formadas por sedimentos morrénicos (García, 2012; Soteres et al., 2022). Lo anterior explica la presencia dominante de playas de gravas, cantos rodados y bloques (en menor medida) mezclados con arena (Subiarbe y Rojas, 1994), sedimentos que provienen de los depósitos glaciales y que han sido retrabajados por el mar. Y es que en lado oriente de Chiloé no existen litorales arenosos importantes. El oleaje de baja energía sumado a la escasez de fuentes cercanas que aporten volúmenes importantes de sedimentos finos (ej. fluviales) que sean transportados por las corrientes, limitan el desarrollo de sistemas playa-duna. En las desembocaduras de algunas quebradas y ríos, que vierten sus aguas sobre canales subglaciales y esteros, se observan formas deltaicas de dominio mareal y paleodeltas, como acontece al interior de los esteros Compu (42°50'S) y Huildad (43°02'S). También, en las desembocaduras de estos mismos esteros e islas se advierten algunos *sand spit* como el que conforma la "Puntilla Queilén" (42°54'S). En el extremo sur de la isla se exhiben algunas playas de bolsillo, ensenadas y *strandplains* alrededor de estuarios, como el que se forma en el Río Quilanlar.

En Chiloé continental, las playas son similares a las del litoral oriente de la Isla de Chiloé, en decir, muestra playas angostas que se componen en su mayoría de arena, gravas y bloques. Se asocian principalmente con desembocaduras de quebradas, ríos, y con topografías de origen glacial y marino. Acá también se evidencian variadas morfologías glaciares a las que se suman geoformas relevantes como los fiordos. En esta zona el hielo que avanzó durante el UMG desapareció prácticamente en su totalidad durante el Holoceno, hace unos ~5 ka (Davies et al., 2020). Adicionalmente, en esta sección de Patagonia y hacia el sur, comienzan a proliferar otras formas costeras asociadas a las cabeceras de los fiordos y desembocaduras de ***ríos*** como es el caso de los deltas. Se destaca que en Patagonia se concentran el ~80% de los deltas existentes en Chile. Un delta destacable por su tamaño y cercanía a una ciudad importante como Puerto Montt, es el delta mareal del Río Chamiza (Morales et al., 2020), que se localiza inmediatamente al este de tal ciudad (41°30'S). Dos de los más grandes se encuentran precisamente en Chiloé continental: los deltas del Yelcho (42°57') y el Corcovado (43°15') (Araya-Vergara, 1982). Algunos de

estos deltas han recibido depósitos de flujos laháricos provenientes de erupciones como el que aconteció en el volcán Chaitén en mayo de 2008, y que fueron conducidos a través de los valles de los ríos Blanco y Chaitén.

El desarrollo y permanencia de los deltas se ha visto favorecidos por el importante aporte de sedimentos de los ***ríos*** y la condición de aguas "tranquilas" que proveen los senos de los fiordos y los mares interiores, como acontece en golfos de Ancud y Corcovado (Araya-Vergara, 1982). El control tectónico también puede ser relevante en su permanencia, ya que estas formas tienden a fallar con terremotos que generen intensidades locales moderadas (~VI, Vanneste et al., 2018), llegando incluso a gatillar tsunamis dañinos tal como se ha registrado en distintas partes del mundo (ej. Field et al., 1982; Parsons et al., 2014, Hornbach et al., 2010; Carvajal et al., 2019). A pesar de que Chiloé continental se levantó hasta ~1 m tras el sismo de Valdivia de 1960 (Plafker y Savage, 1970), no se reportaron tsunamis por fallamientos de deltas. Sin embargo, no se puede descartar que hayan ocurrido en la sección de la Patagonia asociada al segmento de ruptura del terremoto de 1960, principalmente porque aún permanece despoblada en la mayoría de su extensión. Tampoco se puede descartar futuros fallamientos relacionados con actividad sísmica originada en fallas corticales como la extensa falla Liquñe-Ofqui, como aconteció para el terremoto y tsunami de Aysén del 2007 (Lastras et al., 2013).

Enfrentando el mar abierto, el territorio existente entre al sur de la Isla de Chiloé y la Península Tres Montes (46º52'S) se encuentra fragmentado y controlado por la tectónica, y ha sido objeto del modelado glacial y de un clima frío y lluvioso (uno de los más lluviosos de Chile) (Paskoff, 2010; Davies et al., 2010; Morales et al., 2020). Los movimientos verticales provocados por la tectónica, que tienden al hundimiento, han sido más importantes que los asociados al levantamiento isostático post UMG. Este fenómeno y el derretimiento del hielo, ha determinado la inundación de una superficie importante compuesta por profundos valles glaciales excavados por las repetidas glaciaciones del Cenozoico (Paskoff, 2010; Davies et al., 2020). Así, se exhiben múltiples islas, penínsulas y archipiélagos, como los de Las Guaitecas y Los Chonos. Si bien, en esta zona tampoco se dan las condiciones para que se desarrollen litorales arenosos importantes, si se observan una gran cantidad playas encajadas en pequeñas bahías, entre laderas y acantilados, relacionadas en muchos casos a estuarios que drenan las aguas de lagos y lagunas remanentes de los deshielos post UMG (ej. Lago Manuel Rodríguez, 46º25'S).

Al interior, los fiordos pueden alcanzar profundidades de m***á***s de 1000 m y pueden tener hasta 10 km de ancho (Davies et al., 2020). Algunos fiordos muestran orientaciones en su eje que no necesariamente responden a causas netamente glaciares. Mas bien, se alinean con trazas de fallas corticales como las pertenecientes a la Zona de Fallas Liquiñe-Ofqui, que se extiende por más de 1000 km desde el Istmo de Ofqui hasta el norte de la localidad de Liquiñe (Cembrano et al., 1996). Un ejemplo de estos fiordos alineados por actividad cortical es el extenso Canal Puyuhuapi (~100 km de largo), en donde se encuentran poblados como Puerto Cisnes (44º43'S) y Puyuhuapi (44º19'S), los que se disponen sobre depósitos deltaicos. En este mismo fiordo se cuentan más de una veintena de deltas entre los que destaca el del Río Ventisquero (44º28'S). Otras formas deltaicas relevantes en esta zona son los que se localizan en el Fiordo Aysén. El de mayor tamaño se ubica en el exutorio del Río Aysén, mientras que otros de menor tamaño (*fan deltas*) se forman por quebradas y ríos que provienen de las laderas del fiordo. Algunos *fan deltas* fallaron durante el sismo cortical *Mw* 6.2 de 2007, lo que hizo retroceder hasta 100 m la línea litoral, y que cuyo sedimento se sumó a los movimientos en masa que gatillaron el tsunami que afectó a la zona costera del fiordo (ej. Valle de Punta Cola, Lastras et al., 2013).

En toda esta zona de fiordos e islas interiores las playas presentan un escenario muy similar a lo que acontece en Chiloé continental, en lo que respecta a sus dimensiones, granulometría y localización (asociados preferentemente con exutorios de ríos y quebradas). Esta condición de las playas se mantiene prácticamente igual hasta Tierra del Fuego, salvo en el Istmo de Ofqui frente a Campos de Hielo Norte, donde existe un extenso litoral arenoso con un sistema playa-duna y *sand spits* en las desembocaduras de ríos Nevado y San Tadeo.

Hacia Tierra del Fuego, el Océano Pacífico comienza a atravesar la desmembrada cordillera de Los Andes por medio de los fiordos e islas, formando senos hacia su vertiente oriental (Paskoff, 2010). El contexto tectónico de esta región extrema de Chile continental, está determinado por la actividad de las placas Antártica, Sudamericana y Scotia, que en conjunto con la isostasia, han provocado los movimientos verticales de la región. Sin embargo, se cree que la paleogeografía del Holoceno ha estado controlada principalmente por la actividad de los glaciares, el ajuste isostático y los procesos desencadenados post glaciación, por la escasa actividad tectónica (DeMuro et al., 2017). Es posible también que la transgresión postglacial que generó la secuencia de terrazas marinas presentes en el archipiélago de Tierra del Fuego, haya sido favorecida por un rebote isostático tardío que permitió un mayor ingreso del mar (DeMuro et al., 2017).

Respecto a la costa de la Cordillera de Darwin, nombre que toma la Cordillera de los Andes en esta zona de Chile, se puede decir que fue y está siendo modelada por actividad glaciar. De hecho, la extensión de hielo en el Fiordo Marinelli (54º31'S) hace ~10 ka y ~5 ka, era similar a la situación actual, lo que indica que ha pasado por una serie de avances y retrocesos (fenómenos que

labran los fiordos) durante el Holoceno (Davies et al., 2020). En las zonas libres de hielo de esta Cordillera y en las islas que enfrentan el Pacífico hasta el cabo de hornos, son casi inexistentes las playas encajadas en bahías. Esto puede deberse a que también escasean las quebradas y estuarios (por razones climáticas) que actúan como fuentes de sedimento local, como acontecía en las islas de la Región de Aysén. Al interior, en las bahías, senos y estrechos, si se observan extensas y angostas playas en su litoral, formadas por arenas mezcladas con granulometrías mayores (ej. gravas), sedimentos provenientes de material glacial y de otras fuentes como las terrazas marinas presentes en las llanuras que fueron inundadas en la transgresión marina (De Muro et al., 2017). A lo anterior se le debe sumar que en zonas del Estrecho de Magallanes, el rango de marea puede llegar a ser amplio y las corrientes de marea son importantes (ej. 400 cm/s), lo que contribuye posiblemente a la erosión de la línea litoral (Araya-Vergara, 2010). También, en el Estrecho de Magallanes, se exhiben deltas, paleodeltas y paleocostas, que revelan el clima y niveles de agua pasados (ej. Río San Juan, 53º39'S).

Zona insular

A diferencia de los territorios insulares situados entre la fosa y la costa continental, que corresponden a porciones emergidas del mismo antearco, las islas oceánicas chilenas están formadas esencialmente por rocas volcánicas asociadas a volcanismo intraplaca tipo hotspot. En este contexto, las islas del Pacífico suroriental exhiben una diversidad de formas que dan cuenta de la naturaleza de los procesos que controlan su evolución geomorfológica con directa expresión en el desarrollo de su borde costero. Por ejemplo, la isla Robinson Crusoe corresponde a un relieve maduro formado por un volcán de escudo de ca. 5 Ma (Lara et al., 2018) con actividad posterior fechada en ca. 1 Ma (Reyes et al., 2017). Consecuentemente, presenta costas acantiladas en la mayor parte de su perímetro, con espolones que reflejan el desarrollo de *rift zones* claramente reconocibles en la batimetría (Becerril et al., 2021), así como anfiteatros de colapso. Playas rocosas se desarrollan esporádicamente en su contorno y algunas playas de arena se reconocen en su margen meridional más expuesto. Procesos de alzamiento se reflejan en valles colgados y planicies supramareales significativamente elevadas respecto del nivel del mar actual (Sepúlveda et al., 2015). Mejor perspectiva puede obtenerse al apreciar el relieve submarino adyacente que muestra a la isla Robinson Crusoe, y al islote Santa Clara, como parte de un complejo volcánico mayor unido por una plataforma subhorizontal que refleja una fase de abrasión marina, ahora sumergida ca. 200-500 m bajo el nivel actual del mar.

La isla Alejandro Selkirk, que junto a Robinson Crusoe y 18 montes submarinos mayores integran la Dorsal de Juan Fernández (Lara et al., 2018), es también un volcán de escudo datado en ca. 1 Ma, con costas mayoritariamente acantiladas. Playas rocosas se desarrollan restringidamente al pie del acantilado y en la costa occidental.

Las islas San Ambrosio y San Félix muestran, en cambio, mayor contraste en sus características geomorfológicas. Mientras San Ambrosio es un escudo fechado en ca. 3 Ma (González-Ferran, 1995) y muestra costas marcadamente acantiladas, San Félix exhibe una morfología volcánica menos madura. En efecto, en esta última es posible reconocer formas volcánicas bien conservadas que producen un borde costero más regular, aunque con escarpes que en algunos casos desarrollan playas de revestimiento y crenulaciones producidas por colapsos del flanco.

Por último, la Easter Seamount Rise es una cadena montes e islas que incluye a Salas y Gómez, una pequeña plataforma de lavas subhorizontales datada en ca 1Ma (González-Ferrán, 1995) en la cual se desarrolla un incipiente acantilado y restringidas playas rocosas. Más al oeste en esta cadena se encuentra Isla de Pascua (Rapa Nui), que presenta un relieve joven sin rasgos de la erosión significativa que presentan las otras islas oceánicas. Rapa Nui es la conjunción de tres volcanes principales: Rano Kao, Poike y Terevaka. Los primeros son más antiguos, subcirculares y presentan acantilados en sus flancos (Vezzoli y Acocella, 2009). Terevaka es algo más reciente y las lavas emitidas desde la cumbre o los centros de flanco alcanzan el mar formando una costa levemente crenulada. Precisamente en esos sectores se desarrollan playas de arena o guijarros por erosión del material volcánico menos competente.

Figura N°9.
Fotografía izquierda, vista de una costa insular con relieve maduro como en Robinson Crusoe. Fotografía derecha, panorama de costa juvenil con escarpes menores y playas rocosas como en Isla de Pascua (Rapa Nui)

Fuente: Elaboración propia. Fotos: Luis E. Lara.

Nuevos conceptos para una clasificación morfogenética de la costa en Chile

La primera división geomorfológica de la costa de Chile fue propuesta por Araya-Vergara (1971-72), estableciendo 16 unidades considerando un criterio morfogenético y estudios previos. El autor destaca los primeros intentos de clasificación de las costas de Chile, en especial los aportes de Sues, Sundt, Brüggen y Valentin realizados entre los años 1900 a 1954. Los criterios utilizados en estos primeros intentos de clasificación fueron morfológicos, pero también morfogenéticos, a pesar de lo incipiente de los estudios de paleo-reconstrucción del Cuaternario. Al respecto, las evidencias y experiencias a nivel mundial sobre costas de emersión, sumersión, de inundación fluvial o glaciar como criterio de clasificación, fueron relevantes. Entre estos destaca el trabajo de Brüggen (1950) quien divide la costa del país en siete sectores, a partir de fenómenos de hundimiento y solevantamientos, sin incluir procesos del Cuaternario: Arica-Chañaral; Chañaral-Coquimbo; Chile central; Concepción y Arauco; Valdivia y Llanquihue; golfos del E de Chiloé; Patagonia. Por su parte Valentin (1954 en Araya-Vergara, 1954), distingue 3 zonas utilizando las ideas previas de Brüggen y un reconocimiento de las variaciones del nivel del mar: regiones áridas (18º-30ºS), de costas sumergidas de acción fluvial (30º-42ºS) y de costas sumergidas de acción glacial (42º al S).

Posteriormente, Araya-Vergara en 1976 realizó la primera revisión crítica sobre los tipos de costas en Chile y el problema de la clasificación, proponiendo una clasificación para la costa de Chile a partir de esquemas rusos, en las ideas de Valentin (1954 en Araya-Vergara, 1976) y fundamentados en la estrecha relación morfogenética entre la costa y su plataforma continental, seleccionando criterios de distinción básicos tales como: exposición de la costa, configuración o aspecto planimétrico, morfología emergida y morfología sumergida. Es importante destacar que, para llegar a esta clasificación, agrega sectores adyacentes a la costa (küste), que corresponden a acciones marinas pasadas holocénicas o pleistocénicas. De esta manera el área se delimita entre los sectores que quedan entre los niveles más alto y más bajo que al alcanzado el nivel del mar en el Cuaternario, llamado "área costera" (küstengebiet). Los factores geomorfológicos que fundamentan la denominación geomorfológica para cada sector de la costa corresponden a: procesos morfogenéticos (control estructural; agentes exógenos); la mención del individuo regional clave (forma clave); el fenómeno de regularización; los testigos de movimientos eustáticos y el aspecto general de la plataforma continental.

Ahora bien, este esquema eminentemente descriptivo o vinculado mayormente a procesos superficiales, puede complementarse con una visión moderna de los rasgos morfológicos y su vínculo con los procesos geológicos de mayor escala. En este sentido, habría dos aspectos fundamentales: 1) la configuración del margen continental y su herencia geológica; y 2) la estructura de la zona de subducción. El primer factor impone condiciones de borde controladas por procesos geológicos diversos que exponen en la zona costera diferentes formaciones litológicas, cada una con sus propiedades. Por ejemplo, el acantilado rocoso de la zona central supone un proceso de erosión tectónica del margen que ha reducido el antearco y expone en la costa actual litologías cristalinas. En el mismo sentido, el relleno de la fosa es también contrastante a lo largo del margen. El segundo factor (distancia a la fosa, profundidad del slab, etc.) define la forma

en que los procesos tectónicos operan en el largo plazo, más allá del ciclo sísmico. Por ejemplo, se ha postulado que las rasas de la zona norte representan el efecto de la deformación permanente asociada a sismos que rompen bajo el límite corteza-manto, esto es, más profundos que los habituales (Saillard et al., 2016; Melnick, 2016). El resultado son tasas variables de alzamiento costero que a su vez controlan otros procesos que finalmente dan forma a los rasgos morfológicos (Freisleben et al., 2021). Otro ejemplo de correlación es la presencia del gran acantilado en la zona norte, que coincide espacialmente con una mayor cercanía a la fosa.

Naturalmente, sobre estos procesos internos operan factores exógenos, por ejemplo, el clima en la forma de variación de las precipitaciones, régimen de vientos, entre otros. En los terrenos insulares la naturaleza de los procesos es diferente, pero es conceptualmente equivalente por cuanto la morfología resulta de un balance sensible entre procesos externos e internos.
En este contexto, frente al conocimiento científico sobre la dinámica del margen continental chileno y su relación con la geomorfología costera, es posible establecer lo siguiente:

- Entre los 18°S y 29°S la costa presenta un acantilado costero. En la parte norte (Arica- Iquique) se caracteriza por presentar un acantilado activo. Al sur de Iquique el acantilado se va alejando de la línea litoral pasando a conformar un acantilado inactivo. La mayor anomalía morfoestructural la constituye la Península de Mejillones (23°S), donde fallamiento de estructuras corticales de azimuth N-S jugaría un rol importante. Hasta los 26°S se observa que se pierde la influencia del acantilado costero emergiendo litorales arenosos con playas más amplias y con presencia de dunas. El origen serían procesos aluviales. En torno a Caldera (27°S) se aprecia la plataforma de abrasión emergida. Hasta 6 niveles de terrazas se aprecian aquí en un ancho de 20 km, correspondiendo a lo que Paskoff (1970), denomina costas de rasas. Al sur del Valle Río Copiapó se inicia el denominado Norte Chico. Entre los 29.2°S y 30.2°S (Punta de Choros y Punta Lengua de Vaca) se aprecia una mega-ensenada. Aquí se aprecia el clima semi-árido de Chile. En lugares como Tongoy se aprecian hasta 5 niveles de terrazas marinas. Al sur de esta mega-ensenada (al sur de Altos de Talinay) desaparece el litoral arenoso, salvo en lugares como la desembocadura del Río Limarí.

- Entre los 17°S y 29°S el proceso de subducción está caracterizado, en el margen, por erosión tectónica y en el arco por un cordón volcánico activo. En la fosa oceánica hay baja presencia de sedimentos, estructuras horst y graben conforman una zona de contacto inter-placa más bien rugosa y los ángulos de subducción de los primeros 50 km de profundidad son relativamente más altos que en la zona sur. En esta región Norte, se observan tres zonas sismogénicas inter-placa: Iquique 1877 y 2015, Antofagasta 1995 y Atacama 1922. A pesar que hoy en día se aprecia la zona de Atacama como un "gap sísmico" en Chile, se puede afirmar que estamos en presencia de una región influenciada por el ciclo sísmico combinado de estas tres regiones.

Sin embargo, con cierta peculiaridad respecto de la distancia que existe entre el litoral y la fosa oceánica. Se puede apreciar que la isolínea de los 50 km de profundidad en la placa de Nazca se ubica casi invariablemente al Este de la línea litoral a lo largo del perfil mostrado (17°-36°S), con excepción al norte de Tocopilla/sur de Iquique. Es de particular interés constatar que el retroceso del acantilado costero al sur de Iquique, al menos coincide con el mismo punto de inflexión respecto de la ubicación de la zona de contacto inferior inter-placa a 50 km (Belmonte y Comte, 1997). Es muy posible que estas condiciones establezcan cierto control de primer orden en las características y ubicación con respecto de la línea litoral del acantilado costero. A priori se puede esperar que ocurra una inversión de la polaridad co-, inter- y post-sísmico al norte y sur de este punto.

La pérdida de la influencia de los acantilados costeros se establece entorno a los 26°S. En torno a los 26°S se aprecia tanto el traslape entre la zona de los terremotos del Norte Grande con la región de Atacama, así como una subducción que comienza aquí, y hacia el sur, a sub-horizontalizarse por debajo de la placa continental. De hecho, al sur de los 27°S desaparece el arco volcánico activo, cuestión que permanece así hasta cerca de los 33°S, al sur de la zona de subducción de la dorsal de Juan Fernández. Entre los 29°S y la zona de contacto de la JFR y el margen continental (32.8°S) los terremotos están caracterizados por los de Coquimbo-La Serena (1880, 1943 (Ms=7.9) y 2015). Esta región posee, según estos antecedentes, una de los menores periodos de recurrencia (63 años). En esta región la subducción de la zona intermedia es sub-horizontal.

Es en la bahía de Coquimbo donde se inicia hacia el sur el Norte Chico, con un clima semi-árido. En la fosa oceánica hay mayor presencia de sedimentos que al norte de los 29°S aprox. En esta zona se aprecian mega-ensenadas como la bahía de Coquimbo y La Serena, así como la curvatura que se forma entre Punta Talinay y Viña del Mar (°30,3S°33-S).

La JFR constituye una barrera que separa las zonas de ruptura de los terremotos mencionados con los que se ubican al sur de la JFR. De igual forma que al norte de la JFR, al sur de JFR se aprecian tres zonas sismogénicas inter-placa con periodos de recurrencia variable según la magnitud de los eventos mayores y que posiblemente generan consecuencias en el paisaje que resultan de la combinación de los respectivos ciclos sísmicos de cada segmento característico.

Al sur de la JFR el proceso que caracteriza la interacción en el margen continental es la acreción sedimentaria. La cantidad de sedimentos es abundante con respecto a la zona norte. Aquí la presencia de prismas de acreción es materia de estudio. El ángulo de subducción disminuye con respecto al norte de JFR, pero la sub-horizontalidad ya no está presente; re-aparece el arco volcánico. Hasta la Península de Arauco (37,2°S) los terremotos de la zona centro-sur se despliegan en dos zonas sismogénicas y éstas obedecen a cierta sincronización: (1730-1751; 1822-1835; 1906-1928; 1985-2010 entre otros).

Entre la Península de Arauco y Valdivia, coincidente con la subducción de las zonas de fractura de Mocha (39°S) y Valdivia (40°S) se aprecia nuevamente una mega-ensenada. Aquí se produce un cambio brusco de la edad de la placa oceánica desde 32 Ma. al norte de la fractura de Mocha a 20 Ma. al sur de ésta, y posteriormente la disminución paulatina de la edad hasta encontrarse con la intersección entre la dorsal de Chile y la fosa oceánica en los 46°S. Esto caracterizaría a la losa oceánica como particularmente buoyante, que junto con la alta tasa de suministro de sedimentos a lo largo de la fosa oceánica, inducen la generación de un contacto inter-placa particularmente fuerte, altamente homogéneo (liso) y con un frente sísmico más alejado de la fosa oceánica, generando también un corrimiento en las zonas de fuente sismogénica inter-placa, además de ser capaces de generar eventos como el de Valdivia 1960. A lo largo de la latitud, las zonas de ruptura son indiferentes a los límites N-S establecidos por la subducción de anomalías como las zonas de fractura de Mocha y Valdivia. Claramente, de Valdivia al sur, la costa más escarpada con presencia de fiordos parece tener relación con un proceso de subsidencia más continuo que, combinado con los efectos de deglaciación, configuran la zona austral de Chile al menos hasta la Península de Taitao. En esta costa, se presentan formas de abrasión y playas compuestas por depósitos glaciares.

Reflexión final

La morfología costera, tanto en el margen continental como en las islas oceánicas, resulta de la competencia entre procesos geológicos externos e internos. Una clasificación moderna de los tipos de costa debe dar cuenta de esa naturaleza compleja y esencialmente variable en espacio y tiempo. En Chile, los primeros intentos taxonómicos para las cosas continentales fueron pioneros en reconocer las variaciones latitudinales de la morfología costera, atribuyendo a ellas un origen más ligado los procesos externos del clima y la erosión marina o continental. Más recientemente, el avance del conocimiento ha permitido precisar la temporalidad de algunos procesos (e.g., formación de terrazas marinas) ligándolos tanto con las variaciones globales del nivel del mar como con la tectónica del margen, avanzando en la identificación de factores que controlan la evolución de largo y corto plazo. En los territorios insulares el progreso ha sido similar en el sentido de un primer marco conceptual ligado a los procesos superficiales seguido por uno más complejo que incorpora la dinámica interna del planeta.

La costa chilena por estar situada en un margen continental activo experimenta cambios provocados por los terremotos de subducción, proceso que empezamos a comprender mejor en las últimas décadas. Sin embargo, existen otros procesos vinculados a la dinámica del margen y del ciclo sísmico en particular, sobre los cuales se sabe muy poco en su relación con la geomorfología costera. Dada esta estrecha dependencia del factor tectónico en la evolución costera en Chile, es de gran importancia avanzar en este conocimiento desde una visión interdisciplinaria, con el fin de orientar la toma de decisiones entendiendo la importancia de la costa para actividades productivas y en especial por el contexto de riesgo que implica el emplazamiento en la costa de los principales conglomerados urbanos del país.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con apoyo de los proyectos ANID/FONDECYT N°1200306, ANID/FONDAP N°15110017 y ANID/Millennium Science Initiative Program–ICN2019_015 y NCN19_167.

Referencias Bibliográficas

AEDO, D., MELNICK, D., GARRETT, E., & PINO, M. Source and distribution of tsunami deposits at Chaihuín marsh (40° S/73.5° W), Chile. Andean Geology, 2021, Vol. 48, N°1, p. 125-152.

AGUILAR, A. Las mega-ciudades y las periferias expandidas. EURE (Santiago), 2002, N°28, p.121-149.

ALBERT, F. Las dunas, o sean las arenas volantes, voladeras, arenas muertas, invasión de las arenas, playas y médanos del centro de Chile: comprendiendo el litoral desde el límite norte de la provincia de Aconcagua hasta el límite sur de la de Arauco. Anales de la Universidad, Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1900.

ANDRADE, B., y GRAU, S. La laguna de Cahuil, un ejemplo de estuario estacional en Chile central Revista de Geografía Norte Grande, Nº33, p. 59-72.

ANDRADE, B. Estudio morfosedimentológico de marismas del golfo de Ancud, Chile. Revista de Geografía Norte Grande, 1985, Nº12, p. 27-33.

ANGERMANN, D., KLOTZ, J., & REIGBER, C. Space-geodetic estimation of the Nazca-South America Euler vector. Earth and Planetary Science Letters, 1999, Vol. 171, N°3, p. 329-334.

ARAYA-VERGARA, J. F. Chile. In: Bird E.C.F. (eds) Encyclopedia of the World's Coastal Landforms. Springer, Dordrecht, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8639-7_33

ARAYA-VERGARA, J. Los ergs del desierto marginal de Atacama, Chile. Investigaciones Geográficas, 2001, N°35, p. 27-66.

ARAYA-VERGARA, J. Desarrollo de superficies de aplanamiento disectadas sobre coast range en la región del Maule, Chile central. Inform. Geogr., Chile, 2001a, N°34, p. 67-90.

ARAYA-VERGARA, J. Sistema de interacción oleaje-playa frente a los ergs de Chanco y Arauco, Chile. Gayana Oceanol., 1996, Vol. 4, N°2, p. 159-167.

ARAYA-VERGARA, J. Cambios actuales de la línea litoral en Chile central sur. Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 1986, N°29, p. 23-28.

ARAYA-VERGARA, J. Toward a classification of beach profiles. Journal of Coastal Research, 1986a, Vol. 2, N°2, p. 159-165.

ARAYA-VERGARA, J. 1985. Trend analysis of shoreline changes and coastal management in Central Chile (33-34.5° S). In: Actes Excursion-Symposium N° 9: La Côte Atlantique. Union Géographique Internationale (pp. 99-110). Commission sur l' Environnement Côtier. France, 1985.

ARAYA-VERGARA, J. Sediment supply and morphogenetic response on a high wave energy west coast. Z. Geomorph. N.F.S.B., 1985a, N°57, p. 67-79.

ARAYA-VERGARA, J. Influencias morfogenéticas de los desalineamientos y líneas de costa contrapuestas en el litoral de Chile Central. Inform. Geogr., Chile, 1983, N°30, p. 3-23.

ARAYA-VERGARA, J. Análisis de la localización de los procesos y formas predominantes de la línea litoral de Chile: observación preliminar. Inform. Geogr., Chile, 1982, N°29, p. 35-55.

ARAYA-VERGARA, J. Las incidencias cataclismáticas de las bravezas en la evolución de la costa de Chile central. Inform. Geogr., Chile, 1979, N°26, p. 19-42.

ARAYA-VERGARA, J. F. Reconocimiento de tipos e individuos geomorfológicos regionales en la costa de Chile. Investigaciones Geográficas, 1976, N°23, p. 9-30.

ARAYA-VERGARA, J. Bases geomorfológicas para una división de las costas de Chile. Inform. Geogr., Chile, 1971-72, Vol. 21, N°22, p. 5-36.

ARAYA-VERGARA, J. Determinación preliminar de las características del oleaje en Chile Central. Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat., Santiago Chile, 1971, Vol. 15, N°174, p. 8-12.

ARENAS, F., HIDALGO, R., y SANTANA, D. Transformaciones y sostenibilidad del desarrollo urbano: el caso de la zona costera de la región de Valparaíso, Chile. En: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Horizontes y desafíos estratégicos para la ciencia en Iberoamérica: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Buenos Aires, 2015.

ATWATER, B. F., CISTERNAS, M., YULIANTO, E., PRENDERGAST, A. L., JANKAEW, K., EIPERT, A. A., ... & SAWAI, Y. The 1960 tsunami on beach-ridge plains near Maullín, Chile: Landward descent, renewed breaches, aggraded fans, multiple predecessors. Andean Geology, 2013, Vol. 40, N°3, p. 393-418.

ATWATER, B.F., JIMÉNEZ NÚÑEZ, H., & VITA-FINZI, C. Net late Holocene emergence despite earthquake-induced submergence, South-Central Chile. Quaternary International, 1992, Vol. 15, N°16, p. 77-85.

BARRAGÁN, J., & DE ANDRÉS, M. Analysis and trends of the world's coastal cities and agglomerations. Ocean y Coastal Management, 2015, N°114, p. 11-20.

BARTZ, M., WALK, J., BINNIE, S. A., BRILL, D., STAUCH, G., LEHMKUHL, F., ... & BRÜCKNER, H. Late Pleistocene alluvial fan evolution along the coastal Atacama Desert (N Chile). Global and Planetary Change, 2020, N°190, p. 103091.

BELMONTE, A., y COMTE, D. Análisis del Contacto Sismogénico Inter-Placa a lo largo de Chile. VIII Congreso Geológico Chileno. Antofagasta, Chile, 1997.

BRÜGGEN, J. Fundamentos de la Geología de Chile. Ed. Instituto Geográfico Militar, 1950.

BARRIENTOS, S. E., PLAFKER, G., & LORCA, E. Postseismic coastal uplift in southern Chile: Geophysical Research Letters, 1992, Vol. 19, N°7, p. 701-704.

BARTZ, M., WALK, J., BINNIE, S. A., BRILL, D., STAUCH, G., LEHMKUHL, F., ... & BRÜCKNER, H. Late Pleistocene alluvial fan evolution along the coastal Atacama Desert (N Chile). Global and Planetary Change, 2020, N°190, p. 103091.

BECERRIL, L., LARA, L.E., & ASTUDILLO, V.I. The strong competition between growth and erosive processes on the Juan Fernandez Archipelago (SE Pacific, Chile). Geomorphology, 2021, N°373, p. 107513.

BÉJAR-PIZARRO, M., SOCQUET, A., ARMIJO, R., CARRIZO, D., GENRICH, J., & SIMONS, M., 2013, Andean structural control on interseismic coupling in the North Chile subduction zone: Nature Geoscience, 2013, Vol. 6, N°6, p. 462-467.

BEVIS, M., & BROWN, A. Trajectory models and reference frames for crustal motion geodesy: Journal of Geodesy, 2014, Vol. 88, N°3, p. 283-311.

BLEWITT, G., HAMMOND, W. C., & KREEMER, C. Harnessing the GPS data explosion for interdisciplinary science: Eos, 2018, Vol. 99, N°10.1029, p. 485.

CAHILL, T., & ISACKS, B. Seismicity and shape of the subducted Nazca Plate. J. Geophys. Res., 1992, N°97, p. 17503-17529.

CALDENIUS, Cz. Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. Geografiska Annaler, 1932, N°14, p. 1-164.

CARVAJAL, M., y MELNICK., D. Fuentes de sismicidad en Chile. En: Borsdorf, A., Marchant, C., Rovira, A., y Sánchez, R. (eds.). Chile cambiando: revisitando la geografía regional de Wolfgang Weischet (pp. 375-382). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 2018.

CARVAJAL, M., ARAYA-CORNEJO, C., SEPÚLVEDA, I., MELNICK, D., & HAASE, J. S. Nearly instantaneous tsunamis following the Mw 7.5 2018 Palu earthquake. Geophysical Research Letters, 2019, Vol. 46, N°10, p. 5117-5126.

CASTRO, C. Transformaciones geomorfológicas recientes y degradación de las dunas de Ritoque. Revista de Geografía Norte Grande, 1987, N°14, p. 3-13.

CASTRO, C., & ANDRADE, B. Antecedentes sobre la valoración y manejo de costas arenosas en Chile. Revista Geográfica Terra Australis, 1987, N°30, p. 23-37.

CASTRO, C., y ANDRADE, B. La carta fisiográfica del litoral entre Tunquén y Santo Domingo. Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 1990, N°32, p. 153-164.

CASTRO, C., y BRIGNARDELLO, L. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de la franja costera entre Concón y Quintay. Revista de Geografía Norte Grande, 1997, N°24, p. 113-125.

CLAPPERTON, C., SUGDEN, D., KAUFMAN, D., & MCCULLOCH, R. The Last Glaciation in Central Magellan Strait, Southermost Chile. Quaternary Research, 1995, N°44, p. 133-148.

CODIGNOTTO, J.O. Evolución en el Cuaternario alto del sector de costa y plataforma submarina entre Ro Coig, Santa Cruz y Punta Mara, Tierra del Fuego. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 1991, Vol. XLV, N°1-2, p. 9-16.

CONTARDO, X. Evolución Tectono-Sedimentaria de cuencas marinas del margen continental chileno entre los 33°30'-37°S. Su relación directa con los procesos deformativos inducidos por la subducción. Tésis PhD, Universidad Católica del Norte, 2008.

CEMBRANO, J., HERVÉ, F., & LAVENU, A. The Liquiñe Ofqui fault zone: a long-lived intra-arc fault system in southern Chile. Tectonophysics, 1996, Vol. 259, N°1-3, p. 55-66.

CISTERNAS, M., ATWATER, B. F., TORREJÓN, F., SAWAI, Y., MACHUCA, G., LAGOS, M., ... & HUSNI, M. Predecessors of the giant 1960 Chile earthquake. Nature, 2005, Vol. 437, N°7057, p. 404-407.

CORVALÁN, J., y L. ÁLVAREZ. Geomorfología de Valparaíso y regiones adyacentes. Tercer Encuentro Nacional de Geografía, U. Católica de Valparaíso, 1966.

CORVALÁN, J., y A. DÁVILA. Observaciones geológicas en la cordillera de la costa entre los ríos Aconcagua y Mataquito. Sociedad Geológica de Chile, Santiago, 1964, Nº9, p. 1-4.

DAVID, C., COMTE, D., DORBATH, L., TAVERA, H. J., HAESSLER, H., FROGNEUX, M., ... y RUZ, L. Análisis sismotectónico en torno al codo de Arica: Resultados preliminares. En: X Congreso Geológico Chileno (pp. 6-10). Concepción, Chile, 2003.

DAVIES, B. J., DARVILL, C. M., LOVELL, H., BENDLE, J. M., DOWDESWELL, J. A., FABEL, D., ... & THORNDYCRAFT, V. R. (2020). The evolution of the Patagonian Ice Sheet from 35 ka to the present day (PATICE). Earth-Science Reviews, N°204, p. 103152.

DEMURO, S., BRAMBATI, A., TECCHIATO, S., PORTA, M., & IBBA, A. Geomorphology of marine and transitional terraces and raised shorelines between Punta Paulo and Porvenir, Tierra del Fuego, Straits of Magellan–Chile. Journal of Maps, 2017, Vol. 13, N°2, p. 311-321.

DING, M., & LIN, J. Post-seismic viscoelastic deformation and stress transfer after the 1960 M 9.5 Valdivia, Chile earthquake: effects on the 2010 M 8.8 Maule, Chile earthquake: Geophysical Journal International, 2014, Vol. 197, N°2, p. 697-704.

ENCINAS, A., HERVE, F., VILLA-MARTÍNEZ, R., NIELSEN, S.N., FINGER, K.L., & PETERSON, D.E. Finding of a Holocene marine layer in Algarrobo (33º22'S), central Chile. Implications for coastal uplift. Revista Geológica de Chile, 2006, Vol. 33, N°2, p. 339-345.

FRANZ, G., LUCASSEN, F., KRAMER, W., TRUMBULL, R., ROMER, R., WILKE, H.-G., VIRAMONTE, J., BECCHIO, R., & SIEBEL, W. Crustal Evolution at the Central Andean Continental Margin: a Geochemical Record of Crustal Growth, Recycling and Destruction. In: O. ONCKEN, G. CHONG, G. FRANZ, P. GIESE, H-J, GÖTZE, V. RAMOS, M. STRECKER Y P. WIGGER (Eds.). The Andes, Ch. 3, Editors: Frontiers in Earth Sciences, 2006.

FREISLEBEN, R., JARA-MUÑOZ, J., MELNICK, D., MARTÍNEZ, J. M., & STRECKER, M. R. Marine terraces of the last interglacial period along the Pacific coast of South America (1° N–40° S). Earth System Science Data, 2021, Vol. 13, N°6, p. 2487-2513.

FIELD, M. E., GARDNER, J. V., JENNINGS, A. E., & EDWARDS, B. D. Earthquake-induced sediment failures on a 0.25° slope, Klamath River delta, California. Geology, 1982, Vol. 10, N°10, p. 542-546.

FUENZALIDA, H. Plioceno de Chile. Lexique Strat. Inter., fase 7, Chile, 1957.

GARCÍA, J. L. Late Pleistocene ice fluctuations and glacial geomorphology of the Archipiélago de Chiloé, southern Chile. Geografiska Annaler: series a, physical geography, 2012, Vol. 94, N°4, p. 459-479.

GONZÁLEZ BONORINO, G., BUJALESKY, G., COLOMBO, F., FERRERO, M. Holocene coastal paleoenvironments in Atlantic Patagonia, Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 1999, N°12, p. 325-331.

GONZÁLEZ-FERRÁN, O. Volcanes de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, 1995.

HARRISON, S. The Pleistocene glaciations of Chile. In: ED. J. EHLERS, & P. GIBBARD. Quaternary Glaciations-Extend and Chronology (pp. 89-103), Part III, 2004.

HERVÉ, F., ENCINAS, A., VILLA-MARTÍNEZ, R., SVEN, N., FINGER, K., y PETERSON, D. Registro sísmico de la transgresión del Holoceno medio en el área de Algarrobo (33º22' S), Chile Central. Implicancias tectónicas y paleoecológicas. X Congreso Geológico Chileno, 2003, p. 3-7.

HERVÉ, F., y DEL CAMPO, M. Estudio petrográfico del gabro coronítico de Laguna Verde, Provincia de Valparaíso, Chile. Revista Geológica de Chile, 1975, Vol. 2, p. 22-33.

HORNBACH, M. J., BRAUDY, N., BRIGGS, R. W., CORMIER, M. H., DAVIS, M. B., DIEBOLD, J. B., ... & TEMPLETON, J. High tsunami frequency as a result of combined strike-slip faulting and coastal landslides. Nature Geoscience, 2010, Vol. 3, N°11, p. 783-788.

HU, Y., WANG, K., HE, J., KLOTZ, J., & KHAZARADZE, G. Three-dimensional viscoelastic finite element model for postseismic deformation of the great 1960 Chile earthquake: Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2004, Vol. 109, N°B12.

HUPPERT, K. L., PERRON, J. T., & ROYDEN, L. H. Hotspot swells and the lifespan of volcanic ocean islands. Science advances, 2020, Vol. 6, N°1, p. eaaw6906.

ISLA, F., QUEZADA, J., MARTÍNEZ, C., FERNÁNDEZ, A., & JAQUE, E. The evolution of the Bío Bío delta and the coastal plains of the Arauco Gulf, Bío Bío Region: the Holocene sea-level curve of Chile. Journal of Coastal Research, 2012, Vol. 28, p. 102-111. DOI: http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-10-00035.1

IZQUIERDO, T., CARRASCO, G., VIDAL, J. R., MUÑOZ, F. R., y DE LOS SANTOS, M. A. Geomorfología y evolución geológica reciente del litoral del Parque Nacional Pan de Azúcar (norte de Chile). Geogaceta, 2020, N°67, p. 111-114.

KEMPF, P., MOERNAUT, J., VAN DAELE, M., PINO, M., URRUTIA, R., & DE BATIST, M. Paleotsunami record of the past 4300 years in the complex coastal lake system of Lake Cucao, Chiloé Island, south central Chile. Sedimentary Geology, 2020, N°401, p. 105644.

KLOTZ, J., ABOLGHASEM, A., KHAZARADZE, G., HEINZE, B., VIETOR, B., HACKNEY, R., BATAILLE, K., MATURANA, R., VIRAMONTE, J., & PERDOMO, R. Long-Term Signals in the Present-Day Deformation Field of the Central and Southern Andes and Constarints on the Viscosity of the Earth's Upper Mantle. O. ONCKEN, G. CHONG, G. FRANZ, P. GIESE, H-J, GÖTZE, V. RAMOS, M. STRECKER, & P. WIGGER (Eds.). The Andes, Ch. 4. Frontiers in Earth Sciences, 2006.

KREEMER, C., HOLT, W., & HAINES, A. An integrated global model of present-day plate motions and plate boundary deformation. Geophysical Journal International, 2003, Vol. 154, N°1, p. 8-34.

LAGOS, R. Sobre el origen de los Lagos Gemelos de Colún, Valdivia. Revista Espacio Regional, 2008, Vol. 2, N°5, p. 13-25.

LARA, L. E., DIAZ-NAVEAS, J., REYES, J., JICHA, B., OROZCO, G., TASSARA, A., & KAY, S. Unraveling short-lived rejuvenated volcanism and a rapid transition from shield stage at O'Higgins Guyot, Juan Fernández Ridge, Pacific SE. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 2018, N°141, p. 33-42.

LARA, L. E., REYES, J., JICHA, B. R., & DÍAZ-NAVEAS, J. 40Ar/39Ar geochronological constraints on the age progression along the Juan Fernández Ridge, SE Pacific. Frontiers in Earth Science, 2018, Vol. 6, N°194.

LASTRAS, G., AMBLAS, D., CALAFAT, A. M., CANALS, M., FRIGOLA, J., HERMANNS, R. L., ... & RAYO, X. Landslides cause tsunami waves: insights from Aysén fjord, Chile. Eos, Transactions American Geophysical Union, 2013, Vol. 94, N°34, p. 297-298.

LI, S., MORENO, M., BEDFORD, J., ROSENAU, M., HEIDBACH, O., MELNICK, D., & ONCKEN, O. Postseismic uplift of the Andes following the 2010 Maule earthquake: Implications for mantle rheology: Geophysical Research Letters, 2017, Vol. 44, N°4, p. 1768-1776. DOI:10.1002/2016GL071995

LUO, H., & WANG, K. Postseismic geodetic signature of cold forearc mantle in subduction zones. Nature Geoscience, 2021, Vol. 14, N°2, p. 104-109.

MARTÍNEZ, R. Foraminíferos y evolución de la línea de costa holocénica en la zona de Concepción. En: G. CECIONI. (Coord). El Terciario de Chile. Zona Central (pp.211-257). Ed. Andrés Bello, 1968.

MELNICK, D., LI, S., MORENO, M., CISTERNAS, M., JARA-MUÑOZ, J., WESSON, R. L., NELSON, A., BÁEZ, J.-C., & DENG, Z. Back to full interseismic plate locking decades after the giant 1960 Chile earthquake: Nature Communications, 2018, Vol. 9, p. 3527.

MELNICK, D., MORENO, M., QUINTEROS, J., BAEZ, J. C., DENG, Z., LI, S., & ONCKEN, O. The super-interseismic phase of the megathrust earthquake cycle in Chile: Geophysical Research Letters, 2017, Vol. 44, N°2, p. 784-791. DOI: 10.1002/2016GL071845

MELNICK, D. Rise of the central Andean coast by earthquakes straddling the Moho. Nature Geoscience, 2016, Vol. 9, N°5, p. 401-407.

MELLA, M., DUHART, P., MCDONOUGH, M., ANTINAO, J., ELGUETA, S., y CRIGNOLA, P. Geología del Área Valdivia-Corral, Región de Los Ríos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, 2012, Vol. 137, N°49.

MITCHELL, N. C. Characterising the irregular coastlines of volcanic ocean islands. Geomorphology, 1998, Vol. 23, N°1, p. 1-14.

MORALES, E., WINCKLER P., y HERRERA, M. Costas de Chile. Medio Natural, Cambio Climático, Ingeniería Oceánica, Gestión Costera. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Valparaíso, 2020.

MORENO, M., MELNICK, D., ROSENAU, M., BAEZ, J., KLOTZ, J., ONCKEN, O., TASSARA, A., CHEN, J., BATAILLE, K., BEVIS, M., SOCQUET, A., BOLTE, J., VIGNY, C., BROOKS, B., RYDER, I., GRUND, V., SMALLEY, B., CARRIZO, D., BARTSCH, M., & HASE, H. Toward understanding tectonic control on the M w 8.8 2010 Maule Chile earthquake: Earth and Planetary Science Letters, 2012, Vol. 321-322, p. 152-165.

MUÑOZ CRISTI, J. Estudios petrográficos y petrológicos sobre el Batolito de la Costa de las provincias de Santiago y Valparaíso. Pub. N°25 Ed. Universitaria, Santiago, 1971.

MUÑOZ CRISTI, J. Estudios petrográficos y petrológicos sobre el Batolito de la Costa de las provincias de Santiago y Valparaíso. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Anales, 1964, N°20-21, p. 9-93.

OTA, Y., & PASKOFF, R. Holocene deposits on the coast of north-central Chile: radiocarbon ages and implications fro coastal changes. Revista Geológica de Chile, 1992, Vol. 20, N°1, p. 25-32.

PINO, M. y NAVARRO, R. 2005. Geoarqueología del sitio arcaico Chan-Chan 18, costa de Valdivia. Discriminación de ambientes de ocupación humana y su relación con la transgresión marina del Holoceno Medio. Revista Geológica de Chile (32)1: 59-75.

PARSONS, T., GEIST, E. L., RYAN, H. F., LEE, H. J., HAEUSSLER, P. J., LYNETT, P., ... & ROLAND, E. Source and progression of a submarine landslide and tsunami: The 1964 Great Alaska earthquake at Valdez. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2014, Vol. 119, N°11, p. 8502-8516.

PASKOFF, R. Geomorfología costera. Geología Marina de Chile, 2010, p. 76-83.

PASKOFF, R., MANRÍQUEZ, H., CUITIÑO, L., y R. PETIOT. Características, origen y cronología de los cordones dunares de la playa de Santo Domingo, Región de Valparaíso, Chile. Revista Geológica de Chile, 2000, Vol. 27, N°1, p. 121-131.

PASKOFF, R. Sobre la evolución geomorfológica del gran acantilado costero del Norte Grande de Chile. Norte Grande. Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, 1979, N°6, p. 7-22.

PASKOFF, R. P. Quaternary of Chile: the state of research. Quaternary Research, 1977, Vol. 8, N°1, p. 2-31.

PASKOFF, R. Le Chili semi-aride. Bordeaux, Francia, 1970.

PERILLO, G. M., PICCOLO, M. C., & PINO-QUIVIRA, M. (Eds.). Estuaries of South America: Their Geomorphology and Dynamics. In: PERILLO, PÍCCOLO Y PINO QUIVIRIA (Eds.), Enviromental Science, 1999.

PFEIFFER, M., LE ROUX, J. P., SOLLEIRO-REBOLLEDO, E., KEMNITZ, H., SEDOV, S., & SEGUEL, O. Preservation of beach ridges due to pedogenic calcrete development in the Tongoy palaeobay, North-Central Chile. Geomorphology, 2011, Vol. 132, N°3-4, p. 234-248.

PINO, M., PERILLO, G. M., & SANTAMARINA, P. Residual fluxes in a cross-section of the Valdivia river estuary, Chile. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1994, Vol. 38, N°5, p. 491-505.

PINO, M., & JARAMILLO, E. Morphology, texture and mineralogical composition of sandy beaches in the South of Chile. Journal of Coastal Research, 1992, p. 593-602.

PINO, M., y MULSOW, S. Distribución de facies granulométricas en el estuario del río Queule, IX Región; un análisis de componentes principales. Revista Geológica de Chile, 1983, Nº18, p. 77-85.

PLAFKER, G., y SAVAGE, J. C. Mechanism of the Chilean earthquakes of May 21 and 22, 1960. Geological Society of America Bulletin, 1970, Vol. 81, N°4, p. 1001-1030.

POMAR, J. M. Cambios en los ríos y en la morfología de la costa de Chile. R. Chil. Hist. y Geogr., 1962, N°130, p. 318-356.

PORTER, S.C., STUIVER, M., & HEUSSER, C.J. Holocene sea-level changes along the Strait of Magellan and Beagle Channel, southernmost South America. Quaternary Research, 1984, N°22, p. 59-67.

QUEZADA, J., GONZÁLEZ, G., DUNAI, T., JENSEN, A., y JUEZ-LARRÉ, J. Alzamiento litoral Pleistoceno del norte de Chile: edades 21Ne de la terraza costera más alta del área de Caldera-Bahía Inglesa. Revista geológica de Chile, 2007, Vol. 34, N°1, p. 81-96.

QUEZADA, J., CERDA, J. L., y JENSEN, A. Efectos de la tectónica y el clima en la configuración morfológica del relieve costero del norte de Chile. Andean geology, 2010, Vol. 37, N°1, p. 78-109.

RADTKE, U. Marine terrasen und Korallenriffe. Das problem der quartären Meerespiegelschwankungen erläutert an Fallstudien aus Chile, Argentinien und Barbados. Düsseldorfer Geographische Schriften 27, Uviversität Düsseldorf, 1989.

RAMALHO, R. S., WINCKLER, G., MADEIRA, J., HELFFRICH, G. R., HIPÓLITO, A., QUARTAU, R., ... & SCHAEFER, J. M. Hazard potential of volcanic flank collapses raised by new megatsunami evidence. Science advances, 2015, Vol. 1, N°9, p. e1500456.

RAMALHO, R. S., QUARTAU, R., TRENHAILE, A. S., MITCHELL, N. C., WOODROFFE, C. D., & ÁVILA, S. P. Coastal evolution on volcanic oceanic islands: A complex interplay between volcanism, erosion, sedimentation, sea-level change and biogenic production. Earth-Science Reviews, 2013, N°127, p. 140-170.

REICHERT, C., KUS, J., BLOCK, M., y DIAZ- NAVEAS, J. Estructuras del margen continental de Chile. Proyectos CONDOR, CINCA y TIPTEQ, BMBF Alemania, Proyecto N°267 sobre "Procesos de Deformación en los Andes", 1999.

REYES, J., LARA, L. E., & MORATA, D. Contrasting PT paths of shield and rejuvenated volcanism at Robinson Crusoe Island, Juan Fernández Ridge, SE Pacific. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2017, N°341, p. 242-254.

RODRÍGUEZ, M. P., CARRETIER, S., CHARRIER, R., SAILLARD, M., REGARD, V., HÉRAIL, G., ... & AUDIN, L. Geochronology of pediments and marine terraces in north-central Chile and their implications for Quaternary uplift in the Western Andes. Geomorphology, 2013, N°180, p. 33-46.

SAVAGE, J. C. A dislocation model of strain accumulation and release at a subduction zone. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 1983, Vol. 88, N°B6, p. 4984-4996.

SAILLARD, M., AUDIN, L., ROUSSET, B., AVOUAC, J. P., CHLIEH, M., HALL, S. R., ... & FARBER, D. L. From the seismic cycle to long- term deformation: Linking seismic coupling and Quaternary coastal geomorphology along the Andean megathrust. Tectonics, 2016, Vol. 36, N°2, p. 241-256.

SEPÚLVEDA, P., LE ROUX, J. P., LARA, L. E., OROZCO, G., y ASTUDILLO, V. Biostratigraphic evidence for dramatic Holocene uplift of Robinson Crusoe Island, Juan Fernández Ridge, SE Pacific Ocean. Biogeosciences, 2015, Vol. 12, N°6, p. 1993-2001.

SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DE CHILE. Anuario Hidrográfico. Tomo 46, 1994.

SIDDALL, M., CHAPPELL, J., POTTER, E. K. Eustatic sea level during past interglacials. In Developments in Quaternary Sciences. Elsevier, 2007, Vol. 7, p. 75-92.

SOTERES, R. L., SAGREDO, E. A., MORENO, P. I., LOWELL, T. V., ALLOWAY, B. V. Glacial geomorphology of the central and southern Chilotan Archipelago (42.2° S–43.5° S), northwestern Patagonia. Journal of Maps, 2022, p. 1-17.

SOTO, M. V., ARRIAGADA, J., CASTRO, C. P., MÄRKER, M., & RODOLFI, G. Aspectos geodinámicos de un paleoestuario del desierto marginal de Chile: Río Copiapó. Revista de Geografía Norte Grande, 2010, N°46, p. 123-135.

SOTO, M. V., CABELLO, M., & ARRIAGADA-GONZÁLEZ, J. Current Geodynamics and Evolutionary Trends of a Headland Bay Beach System in the Semi-Arid Coast of Chile. In Coastal Environments. IntechOpen, 2021.

STAUDIGEL, H., & KOPPERS, A. A. Seamounts and island building. In: The Encyclopedia of Volcanoes (pp. 405-421). Academic Press, 2015.

STAUDIGEL, H., & CLAGUE, D. A. The geological history of deep-sea volcanoes: Biosphere, hydrosphere, and lithosphere interactions. Oceanography, 2010, Vol. 23, N°1, p. 58-71.

SUBIABRE, A., y ROJAS, C. Geografía física de la región de Los Lagos. Ediciones Universidad Austral de Chile, Dirección de Investigación y Desarrollo, 1994.

THOMAS. Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga. Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile, Boletín N°28, 1958.

URIBE, P., y ZAMORA, E. Origen y geomorfológica de la Punta Dúngeness, Patagonia. Punta Arenas, Chile: Anales del Instituto de la Patagonia, 1981, N°12, p. 143-158.

VANNESTE, K., WILS, K., & VAN DAELE, M. Probabilistic evaluation of fault sources based on Paleoseismic evidence from mass- transport deposits: The example of Aysén Fjord, Chile. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2018, Vo. 123, N°11, p. 9842-9865.

VEZZOLI, L., & ACOCELLA, V. Easter Island, SE Pacific: An end-member type of hotspot volcanism. Geological Society of America Bulletin, 2009, Vol. 121, N°5-6, p. 869-886.

VICTOR, P., SOBIESIAK, M., GLODNY, J., NIELSEN, S. N., & ONCKEN, O. Long- term persistence of subduction earthquake segment boundaries: Evidence from Mejillones Peninsula, northern Chile. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2011, Vol. 116, N°B2.

VIGNY, C., SOCQUET, A., PEYRAT, S., RUEGG, J.-C., MÉTOIS, M., MADARIAGA, R., MORVAN, S., LANCIERI, M., LACASSIN, R., CAMPOS, J., CARRIZO, D., BEJAR-PIZARRO, M., BARRIENTOS, S., ARMIJO, R., ARANDA, C., VALDERAS-BERMEJO, M.-C., ORTEGA, I., BONDOUX, F., BAIZE, S., LYON-CAEN, H., PAVEZ, A., VILOTTE, J. P., BEVIS, M., BROOKS, B., SMALLEY, R., PARRA, H., BAEZ, J.-C., BLANCO, M., CIMBARO, S., & KENDRICK, E. The 2010 Mw 8.8 Maule Megathrust Earthquake of Central Chile, Monitored by GPS: Science, 2011, Vol. 332, N°6036, p. 1417-1421. DOI: 10.1126/science.1204132

WALK, J., STAUCH, G., BARTZ, M., BRÜCKNER, H., & LEHMKUHL, F. Geomorphology of the coastal alluvial fan complex Guanillos, northern Chile. Journal of Maps, 2019, Vol. 15, N°2, p. 436-447.

WESSON, R., MELNICK, D., CISTERNAS, M., MORENO, M., & ELY, L. Vertical Deformation Through a Complete Seismic Cycle at Isla Santa María, Chile: Nature Geoscience, 2015, Vol. 8.

WILCOK, A. C., ESCAURIAZA, C., AGREDANO, R., MIGNOT, E., ZUAZO, V., OTÁROLA, S., ... & MAO, L. An integrated analysis of the March 2015 Atacama floods. Geophysical Research Letters, 2016, Vol. 43, N°15, p. 8035-8043.

2.2.

Procesos de la costa de Chile

Processes of the Chilean coast

Marina Hernández Mora[1], Roberto Agredano Martín[2]

RESUMEN

Los procesos costeros controlan los cambios en la forma y evolución de la costa a escalas espacio-temporales muy diversas y superpuestas. Los cambios en el nivel relativo del mar reflejan la respuesta de la superficie del agua a los procesos astronómicos, meteorológicos y oceanográficos. Esta respuesta se produce en forma de mareas, corrientes y oleajes de distinta intensidad, los cuales afectan al nivel en el que se produce la acción mecánica. Los grandes movimientos de agua favorecen la circulación oceánica y la aparición o no de surgencia. Por otra parte, la marea y el oleaje actúan de forma continua sobre el margen continental, donde la primera modifica la zona de ataque del oleaje, ampliando el rango espacial de la acción. El oleaje es la contribución de energía más importante en la zona litoral de las costas expuestas al Océano Pacífico, siendo responsable de la erosión en la costa y del transporte de sedimentos. El oleaje al llegar a la costa se transforma e interactúa con el fondo marino cambiando su dirección, rompiendo y liberando energía. El aumento del nivel medio producto de la rotura genera un complejo patrón de corrientes costeras. La superficie de agua también se ve alterada por la variación de presión y temperatura atmosféricas, favoreciendo la formación de vientos, eventos extremos de oleaje, de brisas costeras y/o nieblas.

Palabras clave: morfodinámica, procesos litorales, oceanografía costera.

ABSTRACT

Coastal processes lead to changes in the shape and evolution of the coast at multiple spatio-temporal scales. Relative sea level changes reflect the response of the water surface to astronomical, meteorological, and oceanographic processes. This response takes the form of tides, currents, and waves of different intensities, affecting the level at which mechanical action occurs. On the one hand, large atmospheric patterns favour ocean circulation and the occurrence of upwelling. On the other hand, tides and waves act continuously on the continental margin, extending the range of the action. Waves are the most important energy input in the coastal area of coasts exposed to the Pacific Ocean, being responsible for coastal erosion and sediment transport. Coastal waves interact with the bottom, changing their direction, breaking and releasing their energy. The wave setup generates a complex pattern of coastal currents. The water surface is also altered by atmospheric pressure and temperature, which variation favours the formation of winds, extreme wave events, coastal breezes, and fogs.

Key words: morphodynamics, coastal processes, coastal oceanography.

1 Programa de Doctorado en Geografía, Instituto de Geografía, Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política, Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Santiago, Chile.
2 Ingeniero Civil, Licenciado en Ciencias del Mar y Máster en Ingeniería de Puertos y Costas.

Introducción

Conocer los procesos tanto de origen natural como humano es necesario para tener una perspectiva general de lo que acontece en la costa y acometer su gestión de forma integrada (Barragán, 2014). En este capítulo se aborda cómo interactúa el océano en la costa bajo la acción de distintos factores. Factores como la morfología de la costa o la estacionalidad de los centros de bajas y altas presiones de circulación atmosférica influyen en la circulación del agua de la cuenca oceánica, generando patrones de oleaje y corrientes que afectan al litoral.

La dinámica de los fluidos en el planeta está guiada por los movimientos y fuerzas astronómicas y por la cantidad de radiación que llega. De esta forma, el movimiento de las masas de agua oceánica está determinado por los ciclos orbitales, la fuerza gravitacional de los astros, la rotación terrestre y la interacción de estas con la atmósfera, el fondo oceánico y los bordes continentales. Los procesos litorales además son producto del contacto entre la superficie del océano, la atmósfera y la costa. El proceso dominante en el control de la forma y evolución del litoral de las costas expuestas al Pacífico es el clima de oleaje, sin embargo, los cambios relativos de la tierra y del océano influyen en gran medida en la forma que actúa, ya que afectan el nivel donde se produce su acción. Las masas de agua interactúan de forma dinámica con el fondo oceánico y los contornos cambiando su morfología y disipando gran cantidad de su energía.

Las olas se pueden clasificar considerando las fuerzas que las generan, que las restauran o la masa que transportan. Teniendo en cuenta la fuerza generadora existen tres tipos de oleaje: aquel que se origina de la interacción océano-atmósfera por forzamiento metereológico (viento o presión de aire), los maremotos (tsunamis) originados por sismos y las ondas de origen astronómico, o de marea. Según la fuerza restauradora se distingue entre ondas capilares, cuya fuerza actuante es la tensión superficial del agua, las gravitatorias, y las influenciadas por la fuerza de Coriolis, llamadas infragravitatorias y transmarea. Si además se considera el transporte en masa, las ondas se diferencian entre oscilatorias (sin transporte de materia) o de translación (capaces de transportar materia) (Olbers et al., 2012). Así mismo, existe otra clasificación de las ondas oceánicas basada en la descripción y análisis estadístico, donde se diferencian las ondas por periodo, longitud de onda, amplitud, frecuencia, dirección, velocidad y/o energía (Kinsman, 1965; Silva, 2005).

La costa de Chile está controlada directamente por la acción de la circulación oceánica general, las corrientes de marea, la presencia del Anticiclón Subtropical del Pacífico (SPSA), el Sistema de la Corriente de Humboldt, la corriente circumpolar del sur, las corrientes costeras, la cordillera de los Andes y la cordillera de la Costa (Strub et al., 1998; Martínez et al., 2015). Sin embargo, estos fenómenos y sistemas presentan una gran variabilidad, siendo influenciados por diferentes teleconexiones climáticas. El litoral chileno se encuentra bajo la influencia de El Niño Oscilación del Sur (ENSO), el Modo Anular del Sur (SAM), la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y la Madden Julian Oscilation (Hormazábal et al., 2002; Lim et al., 2020).

Circulación oceánica general y surgencias

El Pacífico oriental es una de las regiones más activas del océano, donde la interacción atmosfera-océano es intensa y presenta gran variabilidad (Godwyn-Paulson et al., 2020). En las zonas donde se encuentran vientos permanentes existe una corriente oceánica superficial asociada que determina la circulación general del océano. El movimiento de las masas de agua es generado por el viento, este transfiere su energía a la capa superficial del océano, tributando a la circulación oceánica general y contribuyendo a la distribución de las corrientes oceánicas que forman el Giro Subtropical del Pacífico Sur. El Giro Subtropical de Pacífico Sur está limitado al norte por el Sistema de la Corriente Ecuatorial y al sur por la Corriente del Pacífico Sur o Deriva de los Vientos del Oeste. Este gran sistema de corrientes enlazadas se bifurca frente la costa de Chile continental hacia el ecuador y el polo. Entre los 40 y los 50ºS se transforma hacia el norte en las corrientes Oceánicas y Costera de Humboldt (separadas entre sí las contracorrientes de Perú-Chile y la de Gunter), y hacia el sur en la corriente del Cabo de Hornos (Thiel et al., 2007).

La circulación oceánica general favorece la acumulación de agua en los márgenes occidentales y la surgencia o afloramiento en los márgenes orientales del Pacífico. Este factor intensifica la existencia del afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes del fondo oceánico a lo largo de gran parte de la costa chilena, induciendo una alta productividad ecosistémica. La surgencia costera a su vez se puede debilitar o intensificar como respuesta a la orientación de la costa, los rasgos del fondo y a la tensión superficial que ejercen los vientos locales. Los tramos de costa curvos, las plataformas continentales anchas, y las zonas costeras que presentan cañones submarinos, montes submarinos o guyots se caracterizarán por tener rasgos más favorables a la surgencia (Pinochet et al., 2019) . La intensidad y dirección del viento regulan, a su vez, la intensidad del afloramiento costero y si este es intenso o débil (Figueroa y Moffat, 2000; Aguirre et al., 2014; Aguirre et al., 2019). El afloramiento se presenta continuo en centros asociados a salientes costeros o cabos y sus bahías adyacentes. Esto ocurre en Punta Angamos (Antofagasta, 23°S), Punta Lengua de Vaca (Coquimbo, 30°S), Punta Curaumilla (Valparaíso, 33°S), Punta Lavapie (Concepción, 37°S) y Punta Galera (Valdivia, 40ºS) (Figura Nº6). Sin embargo, puede abarcar mayor territorio y extenderse formando sombras de surgencia debido a la presencia de remolinos, meandros y filamentos asociados a corrientes costeras. En el norte, desde los 18ºS hasta los 28ºS, los cabos de surgencia permanente se intercalan con afloramientos esporádicos de duración entre 4 y 15 días. El Anticiclón Subtropical del Pacífico Sudeste (SPSA) migra y genera una surgencia intensa en primavera y verano cuando está situado en latitudes medias (30-33ºS), y débil durante el invierno cuando se sitúa en latitudes bajas (27-29ºS). Sin embargo, en el centro y sur se presenta un patrón irregular ligado a este desplazamiento estacional del SPSA, la escorrentía y la estratificación de las masas de agua. La surgencia en el centro-sur es intensa cuando el anticiclón se sitúa en latitudes medias, y predominan los vientos del sur o suroeste durante los meses más calurosos, desapareciendo en invierno (Strub et al., 1998; Thiel et al., 2007).

Mareas

Antes de comenzar con esta sección es necesario indicar que el concepto marea puede referirse a dos fenómenos independientes, por un lado, la **marea astronómica,** resultante de la posición de los astros (principalmente Luna y Sol), y por otro la **marea meteorológica**, resultante de la acción de vientos y cambios en la presión atmosférica locales. Para efectos de este capítulo donde se diferencian los procesos costeros clasificados a lo largo del país, sólo se presenta la marea astronómica. A partir de aquí la nombraremos únicamente como marea.

La marea es un fenómeno a gran escala que se hace más perceptible en los márgenes continentales. Estas son principalmente oscilaciones periódicas del nivel del mar producidas mayoritariamente por la atracción gravitatoria que el Sol y la Luna ejercen sobre los océanos, y de la fuerza centrífuga resultante del movimiento orbital del sistema Tierra-Sol-Luna (Doodson, 1921; Cartwright y Tayler, 1971; Pugh, 1987; Talke y Jay, 2020). El resultado del balance entre las fuerzas de atracción y centrífuga es la elevación del agua por encima del nivel medio del mar en dos lados opuestos del planeta. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el balance de fuerzas no es igual en todos los puntos, y el campo gravitatorio producido por estos astros y por la Tierra no es homogéneo, ya que hay puntos de la Tierra que están más cercanos que otros a los astros y al centro del planeta (Masselink et al., 2014).

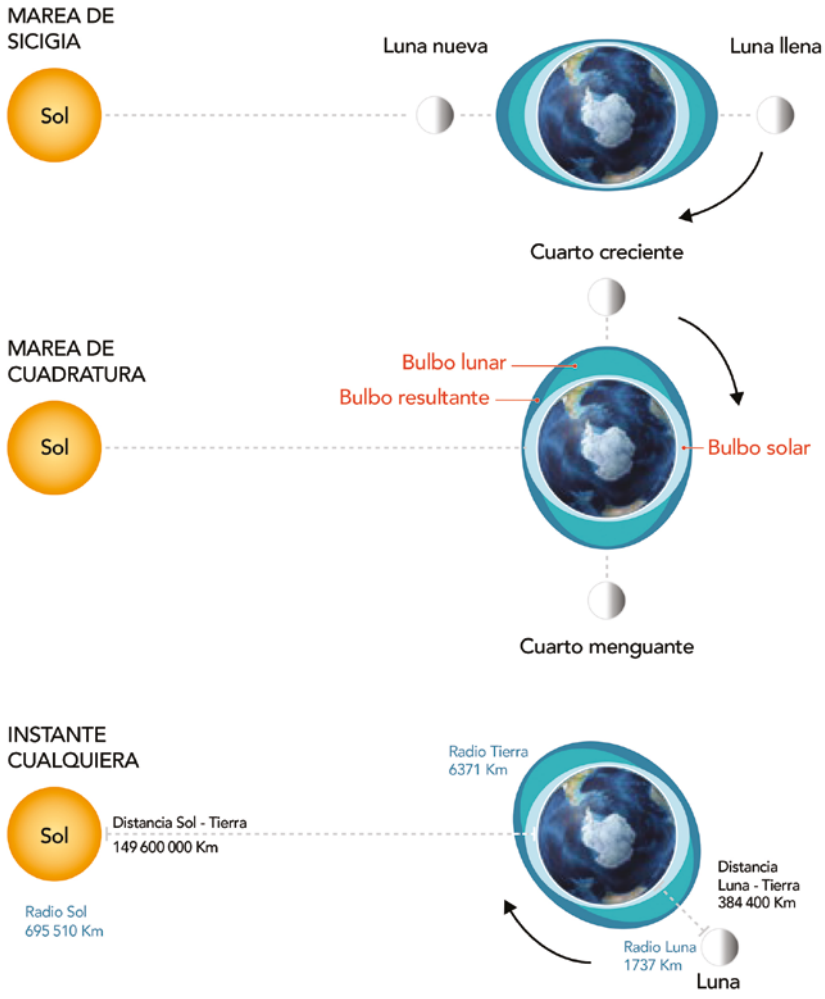
La altura de la marea está determinada, por lo tanto, por la proximidad de los astros a la tierra, su alineación en cada momento, su rotación, el tamaño de la cuenca oceánica, y por la forma de la costa, siendo la fuerza de atracción de la Luna mayor que la producida por el Sol, por la menor distancia que la separa de la Tierra.

La Luna tarda 29,53 días en realizar un giro alrededor de la Tierra de acuerdo con la fase lunar. Durante este período las oscilaciones del nivel del mar se pueden potenciar o disminuir, distinguiendo entre (Figura Nº1):

a) Mareas vivas o de sicigia: en luna llena y luna nueva, la Luna y el Sol están alineados y sus efectos se suman resultando en los mayores rangos de marea.

b) Mareas muertas o de cuadratura: en cuarto creciente y cuarto menguante, los efectos se restan, obteniéndose los menores rangos de marea.

Figura N°1.
Diferentes instantes del ciclo mareal. De arriba abajo, marea de sicigia, mareas de cuadratura y marea en un instante cualquiera



Fuente: Morales et al. (2019).

Si a lo anterior le añadimos el efecto de la traslación de la Tierra alrededor del Sol, observamos que las máximas mareas se alcanzan durante los equinoccios, cuando el plano de la órbita de la Luna y el plano de la eclíptica coinciden (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, SHOA, 2002).

La amplitud de las mareas varía en el espacio y el tiempo. En costas de mares semicerrados, bahías, canales o estuarios la marea suele amplificarse ya que su onda puede entrar en resonancia (Artal et al., 2019). La marea puede predecirse utilizando análisis armónico, que contempla la suma de las ondas que produce cada fenómeno físico implicado. Los principales componentes de marea se derivan de constituyentes armónicos que representan la fuerza de gravedad y la rotación terrestre, y de las contribuciones de la atracción y fuerza centrífuga de los astros, estas últimas asociadas a las declinaciones de la Luna y el Sol alrededor el ecuador terrestre, así como de las distancias entre astros. El cálculo de los armónicos de mareas se puede efectuar teniendo en cuenta 11 componentes principales de la onda de marea. Estas componentes se dividen en componentes de periodo semidiurno y de periodo diurno (Masselink et al., 2014).

Según la hora del día se encuentra una pleamar cuando el nivel alcanza su altura máxima o una bajamar, cuando éste alcanza su altura mínima dentro del ciclo de las mareas. Pero estos ciclos de marea van a

depender del régimen al que estén asociados según la zona de la Tierra observada. Es por esto que, teniendo en cuenta los componentes armónicos, la marea se puede clasificar según tres regímenes diferentes:

a) Régimen diurno: presenta una pleamar y una bajamar cada día lunar (24,84 horas).

b) Régimen semidiurno: presenta dos y dos bajamares de altura similar cada día lunar.

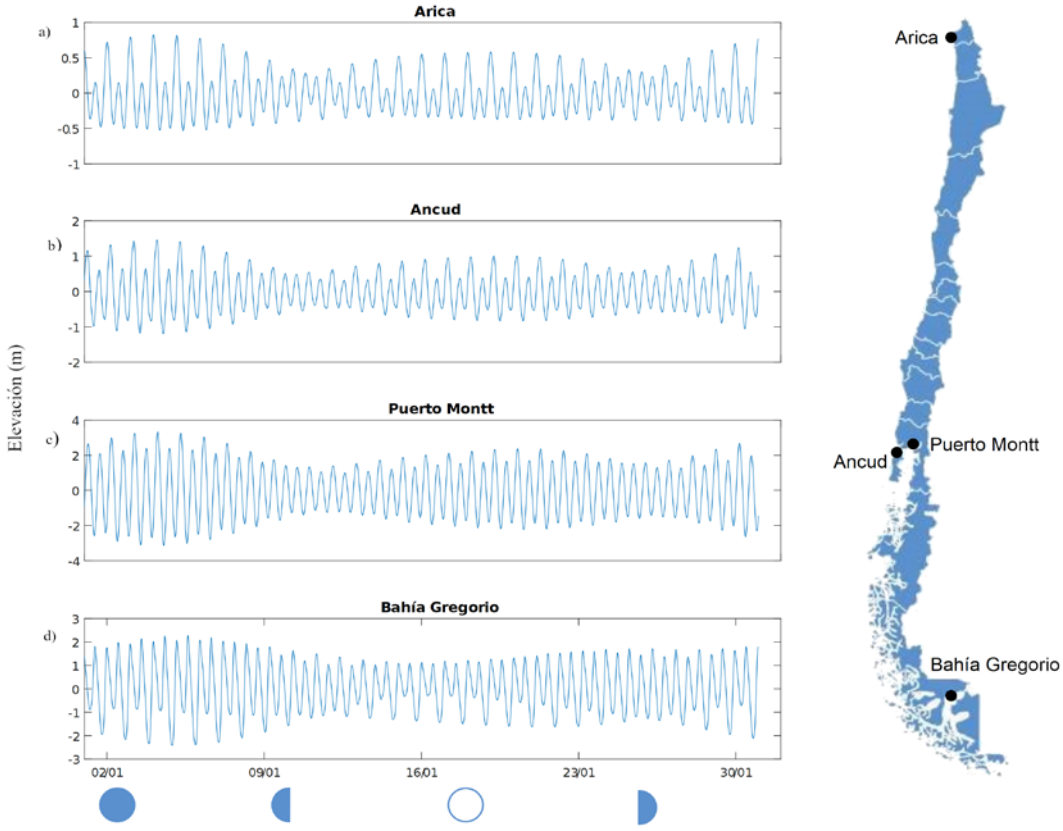
c) Régimen mixto: presenta dos pleamares y dos bajamares con diferencias en amplitud cada día lunar.

El SHOA cuenta con 47 estaciones para monitorear las variaciones del nivel del mar en el territorio y, en base al análisis armónico de los registros, realiza pronósticos disponibles en las tablas de mareas para cada localidad[3]. Un ejemplo de la representación gráfica de estas alturas se presenta en la Figura Nº 2.

Al comparar los tiempos de baja y pleamar se constata que la marea se propaga de norte hacia el sur en la costa chilena (Artal et al., 2019). El régimen de marea es de tipo mixto con predominancia semidiurna en las costas chilenas (Araya-Vergara, 1982). Por otra parte, Davier (1964) propuso una clasificación que divide las mareas en micromareal (< 2m), mesomareal (2-4m), macromareal (4-6m) o hipermareal (> 6m). Según los datos de marea recogidos por el Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile, Araya-Vergara (1982) identificó para las costas de Chile los cuatro ambientes de marea diferentes:

a) Micromareal y mixto: entre Arica (18°21'S - 70°22'W) y Maullín (41°36'49"S - 73°39'W) (Figura Nº2).
b) Hipermareal y mixto: en el mar epicontinental de Chiloé (41º30´S - 72º56´W), donde se produce un efecto de resonancia que amplifica la constituyente semidiurna de onda de marea en direcciones norte y sur al entrar en los Golfos de Corcovado y Ancud (Aiken, 2008; Artal et al., 2019) (Figura Nº2 c).
c) Mesomareales y mixto: en Chiloé (42°36'S - 73°57'W) y en los canales de las regiones de Aysén y Magallanes (53°10'S - 73°14'W) (Figura Nº2 b) y,
d) Macromareal: en Magallanes oriental (53°19'S - 70°54'W) (Figura Nº2 d).

Figura Nº2.
Ejemplo de cuatro mareogramas de Chile que muestran las variaciones de la marea según las fases lunares y las condiciones geográficas para el mes de enero de 2022



Fuente: Elaboración propia.

3 http://www.shoa.cl/php/mareas.php

El recorrido horizontal que realiza el agua entre la pleamar y la bajamar, y a la inversa, genera un flujo (llenante, movimiento hacia la costa) y un reflujo (vaciante, movimiento hacia mar) periódico que recibe el nombre de corriente de marea. En la costa, las corrientes de marea se vuelven relevantes ya que desplazan el agua de mar sobre grandes extensiones de tierra, variando el espesor, dirección e intensidad del flujo, según la configuración de las orillas, y pueden alcanzar velocidades suficientes para arrastrar organismos vivos, embarcaciones menores y materiales. El volumen de agua que desplazan y la energía asociada puede llegar a ser considerable en las entradas de golfos profundos y relativamente angostos. Pero dado su origen periódico pueden ser previstas muy exactamente, después de ser objeto de observaciones precisas (SHOA, 2002). En costa los flujos que se generan por las corrientes de marea suelen ser perpendiculares a la línea litoral. La corriente de marea transporta y deposita sedimentos en la misma dirección formando barras paralelas a la dirección del flujo y reflujo (Allen, 1968, Caston, 1972), e incluso, con ayuda de los procesos de pendiente, transporta materia a profundidades donde el oleaje ya no influye sobre el fondo (Chadwick y Largier, 1999; van der Vegt et al., 2006; Masselink et al., 2014).

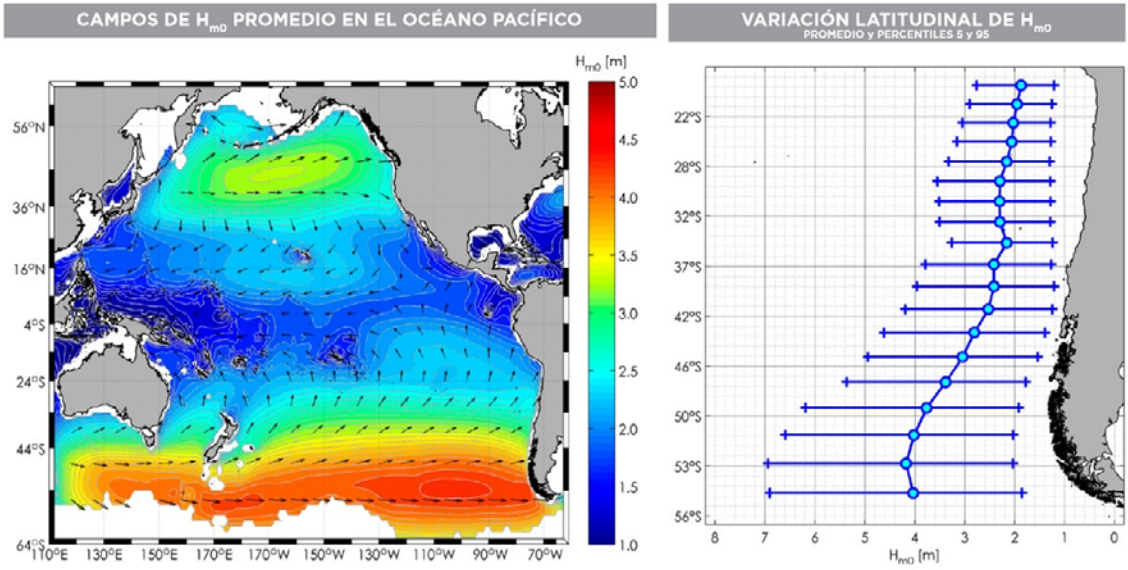
Oleaje

El oleaje está representado por trenes de olas originados por el viento en la superficie del océano. Cada ola está formada por una cresta y un valle y se caracteriza por su amplitud, longitud, periodo y dirección. El rango de cada característica depende principalmente de la energía que transfiere ese viento al océano, de la extensión de la superficie oceánica sobre la que actué ese viento, y de la extensión oceánica por la que se propaga posteriormente.

En su dase de generación el oleaje se denomina mar de viento ('*sea*' en inglés). El viento levanta el agua superficial generando ondas irregulares, de longitud corta y con la misma dirección de este. La extensión de la zona de generación es denomina fetch. Cuando las olas salen del fetch, el oleaje pasa a ser llamado mar de fondo ('swell' en inglés), las ondas siguen su traslación dibujando un movimiento regular, de longitud de onda más larga y crestas redondeadas. Las olas se propagan como ondas oscilatorias, transportando la energía absorbida a lo largo del océano, y sus características dependen directamente de la longitud del fetch y de la intensidad de actuación del viento (Beyá et al., 2016). Al llegar a costa el oleaje se transforma por diversos mecanismos, siendo capaces de transportar sedimentos, organismos y basura.

El clima de oleaje dominante de Chile esta generado por los vientos del oeste de ambos hemisferios, y se propaga hasta la costa en forma de mar de fondo desde los 56º hasta los 18º con direcciones del suroeste (dominante) y noroeste, presentando mayores alturas y menores periodos a mayores latitudes debido a la proximidad de las áreas de generación (Beyá et al., 2016) (Figura Nº3).

Figura Nº3.
Promedio de las alturas significativas espectrales del oleaje dominante en Chile y su variación latitudinal



Fuente: Beyá et al. (2016).

Cuando los trenes de oleaje se acercan a la costa estos cambian sus características al interactuar con el fondo y/o obstáculos costeros. Uno de los procesos que ocurren se denomina asomeramiento (*shoaling*), el cual consiste en el crecimiento de las olas en altura y el estrechamiento de su base generando olas asimétricas y peraltadas. Una vez que la ola se vuelve inestable rompe disipando la mayor cantidad de la energía que transporta. Otros procesos, responsables del cambio de dirección de los trenes de oleaje, son la refracción, difracción y reflexión. El rozamiento con obstáculos costeros provoca la aparición de un gradiente en la velocidad de la columna de agua y en los frentes del oleaje, frenando parte de estos y generando un cambio en la dirección de propagación. La refracción es producida por el rozamiento del oleaje con el fondo, haciendo que se alinee con la batimetría de la zona. Así, cabos, promontorios rocosos o salientes en general producen la convergencia del oleaje, transformándose en zonas de concentración energética y por tanto zonas de erosión. Por otro lado, bahías o ensenadas producen la divergencia del oleaje, siendo zonas con tendencia a la acreción, donde se forman las playas. La difracción produce un efecto parecido a la refracción, pero en la horizontal cuando los frentes de oleaje encuentran un obstáculo que los frenan. En estos casos se produce una zona de sombra energética, donde el oleaje se distribuye y transfiere de forma lateral. Los contornos del obstáculo se convierten en centros emisores del oleaje guiándolo hacia la zona de menor energía, siendo el oleaje resultante distinto al que recibió el obstáculo. El oleaje se propaga abriéndose en abanico, y es más débil que el de origen. Por último, la presencia de obstáculos también puede reflejar el oleaje, donde la energía no se disipa, sino que solo se transforma invirtiendo el sentido de llegada y se aleja.

Producto del asomeramiento, el oleaje asimétrico en su avance se va peraltando, donde la altura de la ola aumenta hasta que es aproximadamente igual a su profundidad, momento en el que se vuelve inestable y colapsa por acción de la gravedad produciendo la rotura. A partir de la relación entre la altura y la profundidad se relaciona el tipo de rompiente con la pendiente de la playa. Las playas se clasifican en reflectivas, intermedias o disipativas dependiendo del tipo de rotura , pudiendo aparecer más un tipo en una misma playa dependiendo de las condiciones locales del olaje en cada momento. A continuación, se detallan los tipos de rotura asociados con el tipo de playa (Figura Nº4):

a) Rotura tipo derrame o descrestamiento (spilling): rotura gradual donde la cresta de la ola cae en forma de cascada y genera espuma. Esta forma suele estar asociada a playas de pendiente muy baja, de gran extensión y presenta varias líneas de rompiente. Las primeras olas presentan una altura considerable. Sin embargo, estas disminuyen conforme van rompiendo sucesivas veces. En este caso la playa se clasifica como disipativa.

b) Rotura tipo voluta (plunging): la ola crece en altura y la cresta de la ola se hace más aguda, curvándose hacia el frente hasta que cae por gravedad, atrapando aire en su interior. Presenta en perfiles de pendiente elevada, sin barras sumergidas, con una zona de rompiente bastante estrecha y están asociados a playas intermedias.

c) Roturas tipo colapso (collapsing): representan estados intermedios entre las rompientes en voluta y las de oscilación. La rotura se da en bloque de forma violenta. Se presentan en playas intermedias con pendiente acusada.

d) Roturas tipo oscilación (surging): es tipo de playa reflejante. Presentan pendientes altas que desarrollan un tipo de rotura parecida a la anterior. Sin embargo, en este caso la base de la ola tiene mayor velocidad que la cresta por lo que la cresta colapsa y desaparece. Además, tiene una zona de surf muy estrecha.

Figura Nº4.
Tipos de playa teniendo en cuenta el tipo de rotura

Tipo de rotura	Tipo de playa y estado energético	Características
Derrame	Disipativas	• Arena fina • Diferentes alturas de ola • Pendiente muy baja • Presenta barras de arena • La energía del oleaje se disipa a lo largo del perfil
Voluta	Intermedias 1. Playa con barra longitudinal 2. Barra y playa rítmica 3. Estado de playa con barras transversales y rip currents 4. Estado de playa con terraza de bajamar	• Arena fina o media • Altura de ola media • Pendientes elevadas • Con barras acentuadas, anexadas a la playa o sin barras
Colapso		
Oscilación	Reflectivas	• Arena gruesa • Altura de ola pequeña • Pendiente elevada • Perfiles acusados • Bermas y cúspides bien desarrolladas

Fuente: Modificado de Wright y Short (1984), Galvin (1968) y Komar (1998).

La última transformación que sufre el oleaje al llegar es la batida del oleaje en las orillas del litoral. El agua asciende y desciende en la pendiente de la playa (set-up y set-down), provocando el desplazamiento del sedimento que ahí se encuentra.

Todos los procesos de transformación del oleaje explicados generan corrientes litorales. Las corrientes litorales se originan como efecto del retorno de agua hacia mar, normalmente en puntos específicos de la costa determinados por la propia morfología de esta y por la energía del oleaje incidente. Estas corrientes son el principal mecanismo de transporte de material a lo largo y ancho del litoral, y están ligadas a los procesos de erosión y acreción de la costa. Se dividen en dos tipos de flujo:

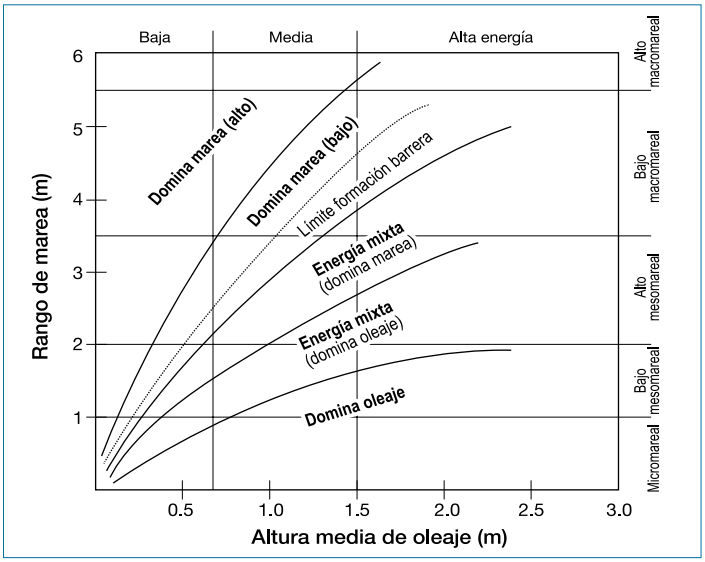
a) Corrientes longitudinales o de deriva representadas por flujos paralelos a la costa que se producen en la zona de rompientes por refracción del oleaje cuando rompe de forma oblicua a la costa.

b) Corrientes transversales, de resaca o retorno (*rip currents*), son aquellas cuyos flujos son perpendiculares a la costa, se generan principalmente por retorno de agua hacia el mar, y se dan tanto con la incidencia del oleaje oblicuo como directo. Se trata de corrientes turbulentas que fluyen en sentido contrario al oleaje normal, pueden transportar sedimentos a grandes profundidades, se encuentran muy localizadas y son de fácil reconocimiento visual ya que el oleaje en la corriente es calmado o inexistente.

Si ahora combinamos los dos fenómenos anteriores, mareas y oleajes, vemos que son los dos procesos litorales que más influyen de forma continua sobre la geomorfología costera. Las mareas modifican el nivel donde se realiza la acción del mar ampliando la zona de ataque de las olas. Las olas por su parte realizan el trabajo mecánico en el litoral, y son capaces de funcionar como agentes de erosión y acreción. De acuerdo con el proceso litoral dominante Davis y Hayes (1984) propusieron una clasificación de las costas vigente en la actualidad (Cienfuegos et al., 2017) (Figura Nº5), y las clasificaron en base a si están dominadas por las mareas, por el oleaje o por ambos.

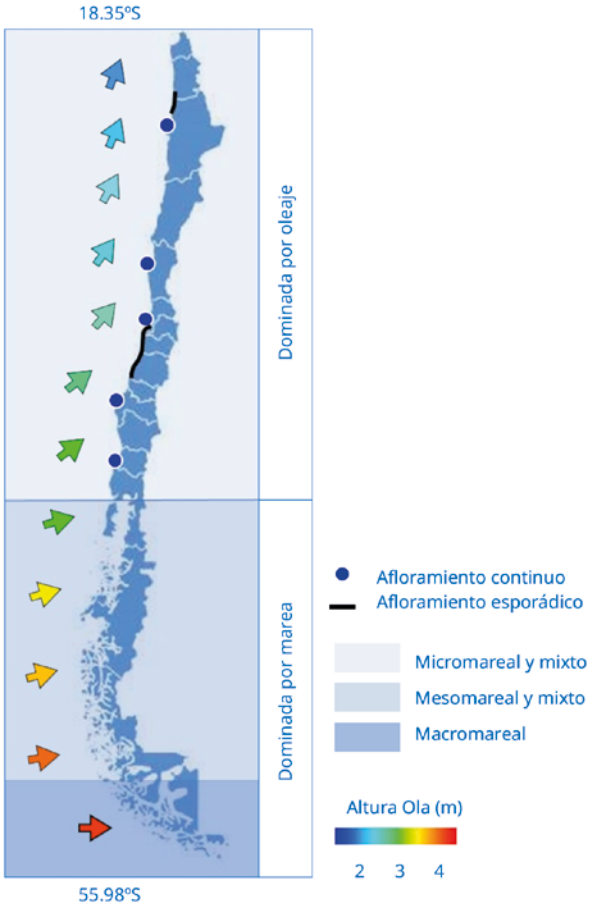
Para Chile, existe diferenciación geográfica entre la predominancia de un proceso u otro. Mientras que el tramo de costa entre Arica y Chiloé está dominado por el oleaje y/o presenta estados intermedios, desde el mar interior de Chiloé hacia el sur las costas son dominadas por procesos mareales (Figura Nº6).

Figura Nº5.
Clasificación de las costas de acuerdo con el proceso físico dominante



Fuente: Davies y Hayes (1984).

Figura Nº6.
Procesos costeros en la costa de Chile.



Fuente: Adaptada de Thiel (2007) y Winckler Grez et al. (2020).

Fenómenos de origen meteorológico

Tal y como se comentó anteriormente la cuenca del Pacífico oriental es una región activa cuyos procesos están ligados, en parte, a la incidencia de vientos permanentes. Sin embargo, la variación temporal (diaria, estacional, decadal, ...) de la presión atmosférica favorece la formación de vientos permanentes y puntuales, y determina la aparición de eventos extremos de oleaje de forma localizada y recurrente. La presión que la atmosfera ejerce sobre el océano influye en el nivel de las aguas oceánicas, fenómeno que se denomina marea meteorológica. Así, los cambios de la presión atmosférica actúan generando sobrelevaciones o descensos del nivel del mar, donde la razón del cambio se establece mediante una relación inversa entre presiones atmosféricas y nivel de la superficie oceánica de magnitud –1.00 cm/mbar (Woodworth et al., 2019).

Meteotsunamis, marejadas, bravezas y temporales de mar son términos que aluden a una sobreelevación repentina en el nivel medio del mar de origen no astronómico. Se trata de eventos de alta energía y sin escala temporal definida que causan cambios episódicos en la línea de playa. Los tsunamis meteorológicos (meteotsunamis) son oscilaciones del nivel del mar relacionadas con fluctuaciones rápidas de presión atmosférica y amplificadas por la resonancia que provoca el asomeramiento de aguas costeras y/o puertos. Se trata de ondas largas con periodos que varían desde el minuto hasta las tres horas (Vilibić et al., 2021). Nos referimos a marejada o braveza cuando el evento extremo se caracteriza por tener longitudes de onda largas ocasionadas generalmente por la acción combinada de fuertes vientos y bajas presiones atmosféricas en grandes regiones oceánicas, que posteriormente son propagadas a costa (CONA, 2010). Mientras que temporal se asocia a una ciclogénesis atmosférica que se encuentra acompañada por fuertes vientos y bajas presiones atmosféricas, vinculado a condiciones climáticas de mal tiempo, y con duración variable entre pocas horas a días (Pugh, 1987).

Durante estos eventos el nivel de agua sobrepasa los umbrales característicos del litoral. Esta variación anormal del nivel del mar causa una acumulación de la masa de agua sobre la costa y su desbordamiento sobre los niveles más bajos del litoral produciendo la movilización de los sedimentos de la playa hacia el continente y el océano, erosión e inundaciones (Davidson et al., 2013). En Chile durante las marejadas la altura significativa de ola supera los valores medios (1,8m para el norte y 2,6 m en el sur), alcanzado valores mayores a 4m y con periodos entre 7s y 16 s. Durante los meses de invierno existe mayor incidencia de estos fenómenos en el norte del país (73%) mientras que al sur la incidencia es parecida durante todos los meses del año (Beyá et al., 2016).

Por último, las variaciones diarias de presión atmosférica provocadas por el contraste térmico que se da entre el continente y el océano en el litoral generan el movimiento de las masas de aire adyacentes y la generación de las nieblas y brisas costeras. Durante el día las masas de aire terrestres se calientan más que las oceánicas, elevándose y provocando un flujo de aire hacia continente. El viento sopla intensamente en las capas más bajas de la atmosfera, de mar a tierra. Por la noche ocurre lo contrario, las masas de aire oceánicas son más cálidas que las terrestres generando un centro de baja presión localizado encima de las aguas, que condiciona la aparición de un flujo de viento que fluye de tierra a mar. Como el contraste térmico entre mar y tierra durante la noche es menor, la brisa nocturna es de menor intensidad que la brisa diurna.

Este contraste también es el responsable de la formación de niebla advección en la costa. Durante la noche el océano libera, por contraste térmico con la tropósfera, el calor acumulado durante el día, saturando de vapor de agua las masas de aire adyacentes. Estas masas de aire cálidas y húmedas al enfriarse condensan las partículas de agua y forman nubes y nieblas. La diferencia entre ambas radica en la altura que alcanzan dentro de la tropósfera. Llamamos niebla costera, camanchaca o nube de estrato, a la nube que se encuentra en las capas más bajas de la atmósfera tocando la superficie terrestre o marina, y que conlleva a una disminución menor a un kilómetro del rango de visibilidad. Esta, a medida que transcurre el día, por acción de los vientos locales y la radiación, se va adentrando en el continente, calentándose y elevándose con el relieve, hasta que finalmente acaban por disiparse (Kanchan y Avishek, 2022).

A escala regional el flujo de aire hacia continente se interrumpe al encontrarse con la Cordillera de Los Andes, esto provoca que el viento constante sea paralelo a la costa, tenga una dirección sur o sureste, y se formen zonas permanentes y/o esporádicas de bajas presiones atmosféricas. La baja costera permanente se ubica en el norte del país y favorece la formación de los estratocúmulos propios de la zona costera subtropical de Sudamérica. Mientras que las bajas costeras esporádicas están asociadas a la formación y paso de anticiclones migratorios hacia el sur (Garreaud et al., 2002).

En momentos puntuales el sistema de altas presiones existente en el océano, dominado por el SPSA, se ve reforzado por la formación de otro anticiclón migratorio en el sur (40ºS) de baja temperatura que se adentra hacia el continente, provocando rachas de viento que succionan el aire de las capas inmediatamente superiores provocando una baja costera local y cálida qué dura entre 2 o 3 días en la zona centro del país, y

que recibe el nombre de Vaguada Costera. Esta baja elongada se introduce en el sistema de altas presiones migratorio formando una vaguada y estrechando el centro de este. De esta forma refuerza la diferencia de presiones entre costa y cordillera, y favorece el ingreso de nubosidad en los valles (Garreaud et al., 2002; Garreaud y Rutllant, 2003).

Agradecimientos

Esta investigación agradece tanto al Programa de Doctorado en Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, como al Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Santiago, Chile. Además, al financiamiento del proyecto ANID/FONDECYT Regular N°1200306.

Referencias bibliográficas

AGUIRRE, C., GARREAUD, R.D., & RUTLLANT, J.A. Surface Ocean response to synoptic-scale variability in wind stress and heat fluxes off south-central Chile. Dynamics of Atmospheres and Oceans, 2014, Vol. 65, p. 64-85. DOI: 10.1016/J.DYNATMOCE.2013.11.001

AGUIRRE, C., ROJAS, M., GARREAUD, R.D. & RAHN, D.A. Role of synoptic activity on projected changes in upwelling-favourable winds at the ocean's eastern boundaries. npj Climate and Atmospheric Science, 2019, Vol. 2, N°1, p. 1-7. DOI: 10.1038/s41612-019-0101-9

AIKEN, C. M. Barotropic tides of the Chilean Inland Sea and their sensitivity to basin geometry. Journal of Geophysical Research: Oceans, 2008, Vol. 113, N°8. DOI: 10.1029/2007JC004593

ALLEN, J. R. Current Ripples. Their relation to patterns of water and sediment motion. North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1968.

ARAYA-VERGARA, J.F. Análisis de la localización de los procesos y formas predominantes de la línea litoral de Chile: observación preliminar. Informaciones Geográficas - Universidad de Chile, 1982, Vol. 29, N°29, p. 35-55. DOI: 10.5354/0719-5370.1982.27671

ARTAL, O., PIZARRO, O., & SEPÚLVEDA, H.H. The impact of spring-neap tidal-stream cycles in tidal energy assessments in the Chilean Inland Sea. Renewable Energy, 2019, Vol. 139, p. 496-506. DOI: 10.1016/j.renene.2019.02.092

BARRAGÁN, J.M. Política, Gestión y Litoral. Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Editorial Tébar Flores, S.L., 2014.

BEYÁ, J., ÁLVAREZ, M., GALLARDO, A., HIDALGO, H., AGUIRRE, C., VALDIVIA, J., PARRA, C., MÉNDEZ, L., CONTRERAS, F., WINCKLER, P. y MOLINA, M. Atlas de Oleaje de Chile. Primera ed. Valparaíso, Chile: Escuela de Ingeniería Civil Oceánica - Universidad de Valparaíso, 2016.

CARTWRIGHT D.E., & TAYLER, R.J. New computations of the tide-generating potential. Geophys. J. R. Astron. Soc, 1971, Vol. 23, p. 45-74. DOI: 10.1111/J.1365-246X.1971.TB01803.X

CASTON, V.N. Linaer sand banks in the southern North Sea. Sedimentology, 1972, Vol. 18, N°1-2, p. 63-78. DOI: 10.1111/j.1365-3091.1972.tb00003.x

CHADWICK, D.B., & LARGIER, J.L. Tidal exchange at the bay-ocean boundary. Journal of Geophysical Research: Oceans, 1999, Vol. 104, N°12, p. 29901-29924. DOI: 10.1029/1999JC900165

CIENFUEGOS, R., CAMPINO, R., GIRONÁS, J., ALMAR, R, VILLAGRÁN, M., CIENFUEGOS, R., CAMPINO, J.R., GIRONÁS, J., ALMAR, R., & VILLAGRÁN, M. River Mouths and Coastal Lagoons in Central Chile. The Ecology and Natural History of Chilean Saltmarshes, 2017, p. 15–46. DOI: 10.1007/978-3-319-63877-5_2

DAVIDSON, M.A., SPLINTER, K.D., & TURNER, I.L. A simple equilibrium model for predicting shoreline change. Coastal Engineering, 2013, Vol. 73, p. 191-202. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2012.11.002

DAVIES, J.L. A morphogenic approach to world shorelines. Zeitschrift für Geomorphologie, 1964, Vol. 8, N°5, p. 127-142. DOI: 10.1127/zfg/mortensen/8/1964/127

DAVIS, R.A., & HAYES, M.O. What is a wave-dominated coast? Marine Geology, 1984, Vol. 60, N°1, p. 313-329.

DOODSON, A.T. The harmonic development of the tide-generating potential. Proc. R. Soc. A. 1921, Vol. 100, p. 305-329. DOI: 10.1098/RSPA.1921.0088

FIGUEROA, D., & MOFFAT, C. On the influence of topography in the induction of coastal upwelling along the Chilean coast. Geophysical Research Letters, 2000, Vol. 27, N°23, p. 3905-3908. DOI: 10.1029/1999GL011302

GALVIN, J.R. Breaker type classification on three laboratory beaches. Journal of Geophysical Research (1896-1977), 1968, Vol. 73, N°12, p. 3651-3659. DOI: 10.1029/JB073i012p03651

GARREAUD, R., & RUTLLANT, J. Coastal Lows along the Subtropical West Coast of South America: Numerical Simulation of a Typical Case. Monthly Weather Review, 2003, Vol. 131, p. 891. DOI: 10.1175/1520-0493(2003)131<0891:CLATSW>2.0.CO;2

GARREAUD, R., RUTLLANT, J., & FUENZALIDA, H. Coastal Lows along the Subtropical West Coast of South America: Mean Structure and Evolution. Monthly Weather Review - Mon Weather Rev, 2002, Vol. 130. DOI: 10.1175/1520-0493(2002)130<0075:CLATSW>2.0.CO;2

GODWYN-PAULSON, P., JONATHAN, M.P., HERNANDEZ, F.R., MUTHUSANKAR, G., & LAKSHUMANAN, C. Coastline variability of several Latin American cities alongside Pacific Ocean due to the unusual "Sea Swell" events of 2015. Environmental Monitoring and Assessment 2020, Vol. 192, N°8, p. 1-12. DOI: 10.1007/S10661-020-08469-X

HORMAZABAL, S., SHAFFER, G., & PIZARRO, O. Tropical Pacific control of intraseasonal oscillations off Chile by way of oceanic and atmospheric pathways. Geophysical Research Letters, 2002, Vol. 29, N°6. DOI: 10.1029/2001GL013481

KINSMAN, B. Wind waves, their generation and propagation on the ocean surface. Englewood Cliffs N.J.: Prentice-Hall, 1965.

KOMAR, P.D. Beach Processes and Sedimentation. 2nd. S.l.: Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1998.

LIM, E.P., HENDON, H., BUTLER, A.H., THOMPSON, D.W.J., LAWRENCE, Z.D., SCAIFE, A.A., SHEPHERD, T.G., POLICHTCHOUK, I., NAKAMURA, H., KOBAYASHI, C., RUTH, C., COY, L., DOWDY, A.J., GARREAUD, R., NEWMAN, P.A., & WANG, G. The Antarctic stratospheric warming and its impacts in 2019. AGUFM, 2020, Vol. 2020, p. A233-02.

LINCEI SCIENZE FISICHE NATURALI, R., LAKRA, K., & AVISHEK, K. A review on factors influencing fog formation, classification, forecasting, detection and impacts. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali, 2022, Vol. 1, p. 1-35. DOI: 10.1007/S12210-022-01060-1

MARTÍNEZ, C., ROJAS, D., QUEZADA, M., QUEZADA, J., & OLIVA, R. Post-earthquake coastal evolution and recovery of an embayed beach in central-southern Chile. Geomorphology, 2015, Vol. 250, p. 321-333. DOI: 10.1016/J.GEOMORPH.2015.09.015

MASSELINK, G., HUGHES, M., & KNIGHT, J. Introduction to Coastal Processes and Geomorphology. Introduction to Coastal Processes and Geomorphology, 2014. DOI: 10.4324/9780203785461

MORALES, E., WINCKLER, P., y HERRERA, M. Costas de Chile, Medio Natural, Cambio Climático, Ingeniería Oceánica y Gestión Costera. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile: Valparaíso, 2020.

OLBERS, D., WILLEBRAND, J., & EDEN, C. Ocean dynamics. Ocean Dynamics, 2012.

PINOCHET, A., GARCÉS-VARGAS, J., LARA, C., & OLGUÍN, F. Seasonal Variability of Upwelling off Central-Southern Chile. Remote Sensing, 2019, Vol. 11, p. 1737. DOI: 10.3390/RS11151737

PUGH, D.T. Tides, surges and mean sea level. Chichester, UK: John Wiley and Sons. 1987.

SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA. Glosario de mareas y corrientes. Valparaíso: Chile, 2002.

SILVA, R. Análisis y descripción estadística del oleaje. Ciudad Universitaria, México, DF., 2005.

STRUB, P., MESÍAS, J., MONTECINO, V., RUTLLANT, J., & SALINAS, S. Coastal ocean circulation off western South America. In: A. ROBINSON, & K. BRINK (eds.), The Sea (pp. 273-314). New York, USA: John Wiley and Sons, 1998.

TALKE, S.A., & JAY, D.A. Changing tides: The role of natural and anthropogenic factors. Annual Review of Marine Science, 2020, Vol. 12, p. 121-151. DOI: 10.1146/ANNUREV-MARINE-010419-010727

THIEL, M., MACAYA, E.C., ACUÑA, E., ARNTZ, W.E., BASTIAS, H., BROKORDT, K., CAMUS, P.A., CARLOS CASTILLA, J., CASTRO, L.R., CORTÉS, M., DUMONT, C.P., ESCRIBANO, R., FERNANDEZ, M., GAJARDO, J.A., GAYMER, C.F., GOMEZ, I., GONZÁLEZ, A.E., GONZÁLEZ, H.E., HAYE, P.A., ILLANES, J., LUIS IRIARTE, J., LANCELLOTTI, D.A., LUNA-JORQUERA, G., LUXORO, C., MANRIQUEZ, P.H., MARÍN, V., MUÑOZ, P., NAVARRETE, S.A., PEREZ, E., POULIN, E., SELLANES, J., HITO SEPÚLVEDA, H., STOTZ, W., TALA, F., THOMAS, A., VARGAS, C.A., VASQUEZ, J.A., & ALONSO VEGA, J. The Humboldt current system of northern and central Chile. Oceanographic processes, ecological interractions and socioeconomic feedback. In: R. GIBSON, R. ATKINSON & J. GORDON (eds.), Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. S.l.: Taylor & Francis, 2007.

VAN DER VEGT, M., SCHUTTELAARS, H.M., & DE SWART, H.E. Modeling the equilibrium of tide-dominated ebb-tidal deltas. Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 2006, Vol. 111, N°2. DOI https://doi.org/10.1029/2005JF000312

VILIBIĆ, I., RABINOVICH, A.B., & ANDERSON, E.J. Special issue on the global perspective on meteotsunami science: editorial. Natural Hazards, 2021, Vol. 106, N°2, p. 1087-1104. DOI: 10.1007/s11069-021-04679-9

WINCKLER GREZ, P., AGUIRRE, C., FARÍAS, L., CONTRERAS-LÓPEZ, M., & MASOTTI, Í. Evidence of climate-driven changes on atmospheric, hydrological, and oceanographic variables along the Chilean coastal zone, 2020. DOI: 10.1007/s10584-020-02805-3

WOODWORTH, P.L., MELET, A., MARCOS, M., RAY, R.D., WÖPPELMANN, G., SASAKI, Y.N., CIRANO, M., HIBBERT, A., HUTHNANCE, J.M., MONSERRAT, S., & MERRIFIELD, M.A. Forcing Factors Affecting Sea Level Changes at the Coast. Surveys in Geophysics, 2019, Vol. 40, N°6, p. 1351-1397. DOI: 10.1007/s10712-019-09531-1

WRIGHT, L.D., & SHORT, A.D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. Marine Geology, 1984, Vol. 56, N°1-4, p. 93-118. DOI 10.1016/0025-3227(84)90008-2

2.3.

Servicios ecosistémicos y planificación de las áreas costeras de Chile

Ecosystem services and planning of the coastal areas of Chile

Laura Nahuelhual[1], Ximena Vergara[2]

RESUMEN

El enfoque de servicios ecosistémicos (SE) se reconoce como un requisito fundamental para implementar la gestión basada en los ecosistemas y la gestión integrada de áreas costeras, ya que ofrece una evaluación más completa de los efectos de distintas intervenciones sobre la salud de los ecosistemas y el bienestar humano. Sin embargo, el enfoque de SE sigue mayoritariamente adscrito al ámbito académico con poca aplicación en la toma de decisiones, particularmente de áreas costeras. En este capítulo introducimos los aspectos generales del enfoque y su aplicación a la planificación costera de Chile. Ilustramos cómo los SE se proveen, fluyen y capturan como beneficios dentro del área costera entendida como un sistema socio-ecológico. Explicamos y ejemplificamos además las etapas clave de la implementación del enfoque incluyendo la identificación de SE y beneficiarios, el modelado, mapeo y valoración. El capítulo termina con una discusión respecto de los desafíos para la implementación del enfoque en la gestión de las áreas costeras en Chile, tales como la desconexión y segregación administrativa en la gestión de las áreas costeras, la distribución y concentración de derechos de propiedad, y la debilidad de las estructuras y procesos de gobernanza.

Palabras clave: sistemas socio-ecológicos, planificación espacial, interface costa-mar, indicadores de servicios ecosistémicos, servicios ecosistémicos marino-costeros.

ABSTRACT

The ecosystem services (ES) approach is recognized as a fundamental requirement for implementing ecosystem-based management and integrated management of coastal areas, as it offers a more comprehensive assessment of the effects of different interventions on ecosystems health and human well-being. However, the ES approach is still ascribed mostly to the academic sphere with little application to decision-making, particularly of coastal areas. In this chapter, we introduce the general aspects of the ES approach and its application to coastal planning in Chile. We illustrate how ES are provided, how they flow and how they are captured as benefits within the coastal area understood as a socio-ecological system. We explain the key stages of implementation of the approach including identification of ES and beneficiaries, modeling, mapping and valuation. The chapter ends discussing the challenges for the implementation of the ES approach in the management of coastal areas in Chile, such as disconnection and administrative segregation in the management of coastal areas, the distribution and concentration of property rights, and the weakness of governance structures and processes.

Key words: socio-ecological systems, spatial planning, coast-sea interface, indicators of ecosystem services, marine-coastal ecosystem services.

1 Instituto de Economía, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia Chile; Centro de Investigación: Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL); Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS). Autora de Correspondencia: laura.nahuel@gmail.com
2 Centro de Investigación: Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL).

Introducción

El concepto de servicios ecosistémicos (SE) enfatiza la conexión entre los ecosistemas y el bienestar humano (MEA, 2005). Este énfasis en las conexiones diferencia al concepto de SE de enfoques mucho más acotadas que le precedieron, como la conservación biológica y la gestión de recursos naturales. El debate de décadas 'gente versus parques' ilustra el conflicto de priorizar exclusivamente la conservación de especies y habitas por sobre el bienestar humano, lo cual fue impulsado desde el enfoque de conservación biológica y de especies en particular (Brandon y Wells, 1992). Las disciplinas de los recursos naturales se originaron en el siglo XX (ej. ciencias forestales, pesca y vida silvestre). La razón fundamental de su existencia fue la necesidad de proporcionar recursos naturales para la sociedad humana. El enfoque basado en la extracción de recursos naturales se diseñó en torno a la filosofía de conservación utilitaria del siglo XIX, que asumía necesidades y condiciones diferentes a las que existen en la actualidad (Knight y Bates, 1995). Si bien por décadas la conservación biológica y la extracción de recursos naturales fueron vistos como evangelios, a partir de 1990 ambos enfoques comenzaron a buscar nuevas rutas, impulsados por las críticas de los propios investigadores y gestores de la conservación (Minteer y Miller, 2011).

El enfoque de SE surgió al menos en parte, en respuesta a esas visiones tradicionales de conservación que por años no fueron capaces de revertir las tendencias de pérdida de biodiversidad y hábitats en todo el mundo. Desde la introducción temprana del conce pto de SE (Westman, 1977; Ehrlich y Ehrlich, 1981), la investigación ha avanzado significativamente (Balvanera et al., 2020). Al mismo tiempo, el 'enfoque de servicios ecosistémicos' se ha vuelto atractivo para los tomadores de decisión dado su énfasis en una participación social más amplia y en el uso de instrumentos de mercado para asegurar la provisión de SE (Verburg et al., 2016). Sin embargo, la implementación del enfoque en la toma de decisiones sigue siendo escasa (Carrasco de la Cruz, 2021; Nahuelhual et al., 2021).

Más allá de la proliferación de definiciones y tipologías de SE (Nahlik et al., 2012), una definición operativa, usada generalmente en las cuentas ambientales, es aquella que conceptualiza a los SE como los componentes o aspectos de la naturaleza que sustentan el bienestar humano material (ej. ingreso, salud) y subjetivo (ej. felicidad) (Boyd y Banzhaf, 2007; Fisher et al., 2009). Esta definición refleja que el concepto de SE traslada el énfasis desde el valor intrínseco de la naturaleza, al valor antropocéntrico centrado en los beneficios humanos brindados por la naturaleza.

Según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), los SE se dividen en cuatro tipos: (i) servicios de aprovisionamiento (ej. peces, materiales ornamentales), (ii) servicios de regulación (ej. asimilación de residuos), (iii) servicios culturales (ej. oportunidades de recreación) y (iv) servicios de soporte (ej. formación de hábitat) (Figura N°1). Cabe señalar que las tipologías más recientes de SE, tales como la Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES por su sigla en inglés) (Haines-Young y Potschin, 2018) y La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB por su sigla en inglés) (TEEB, 2012), excluyen los SE de soporte por considerarlos más bien funciones ecológicas.

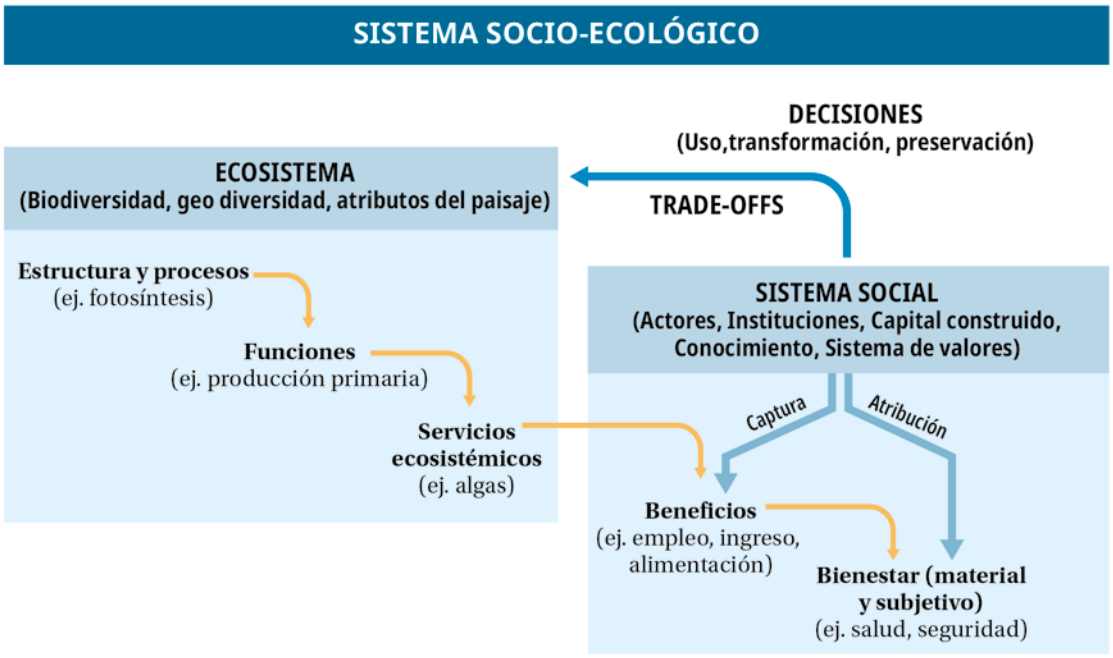
Figura N°1.
Servicios ecosistémicos de las áreas costeras

Fuente: Elaboración propia.

Los SE se suministran y distribuyen dentro de un sistema socio-ecológico (Figura N°2). Existen varias definiciones de lo que es un sistema socio-ecológico (Colding y Barthel, 2019). Estas definiciones van desde las más elementales (ej. 'un sistema de personas y naturaleza'; Thomas et al., 2012: 69), hasta las más complejas -'sistemas adaptativos complejos con características clave tales como: (1) procesos biogeofísicos (ej. acidificación del mar) y socioculturales integrados (ej. innovación), (2) auto-organización (ej. el funcionamiento del mercado), (3) dinámicas no lineales e impredecibles (ej. alzas súbitas de precio), (4) retroalimentación entre procesos sociales y ecológicos, (5) cambio de comportamiento en el espacio (umbrales espaciales) y el tiempo (umbrales de tiempo), (6) efectos de comportamiento heredados con resultados en escalas de tiempo muy diferentes, (7) propiedades emergentes y (8) la imposibilidad de extrapolar la información de un sistema socio-ecológico a otro" (Delgado-Serrano et al., 2015).

Dentro de un si tema socio-ecológico, los SE se conectan en una especie de 'cascada', hacia atrás con los procesos y funciones del ecosistema y, hacia adelante, con los beneficios y valores humanos otorgados a la naturaleza. En esta cascada de SE (Haines-Young y Potschin, 2010), el rol multifacético de la biodiversidad (sub-sistema ecológico) sustenta las estructuras y procesos que determinan el suministro de SE. La diversidad genética influye sobre la calidad y producción de los servicios de aprovisionamiento o sobre la capacidad del ecosistema de regular procesos biogeoquímicos, mientras que la interacción biótica entre diferentes especies (ej. depredación, competencia y facilitación) sustenta servicios de soporte como el ciclo del nitrógeno (Peri et al., 2021). Además de la biodiversidad, el sub-sistema ecológico incluye la geo diversidad o atributos particulares del paisaje (ej. glaciares) que son un importante componente de los SE culturales, como el sentido de lugar y las oportunidades de recreación. Adicionalmente, los atributos geológicos determinan de manera importante el suministro de SE de regulación como por ejemplo el control de inundaciones. Las intervenciones sobre el sistema socio-ecológico generan trade-offs (compromisos) entre SE que ayudan a anticipar los efectos de dichas intervenciones sobre el bienestar humano. Un trade-off ocurre cuando la provisión de un SE se reduce como consecuencia de un mayor uso de otro SE. En algunos casos, los trade-offs pueden ser una elección explícita; pero en otros casos, surgen sin premeditación o incluso sin conocimiento de que están ocurriendo (Rodríguez et al., 2006; Cord et al., 2017).

Figura N°2.
Cascada de SE: provisión y distribución de SE, captura de beneficios, y generación de bienestar dentro de un sistema socio-ecológico



Fuente: Elaboración propia, modificado de Haines-Young y Potschin (2010).

Bajando en la cascada, los SE sustentan beneficios materiales y no materiales para distintos beneficiarios dentro del sub-sistema social. La generación de algunos de estos beneficios puede estar mediada por otras formas de capital (ej. rutas de acceso) y por los sistemas de valores de las personas (ej. valores instrumentales, valores relacionales) que constituyen instituciones clave de la sociedad (North, 1991) y se encuentran en la base de todas las decisiones que afectan a los sistemas socio-ecológicos (Tadaki et al., 2017 para una revisión de conceptos asociados a los valores de la naturaleza).

Dentro de un sistema socio-ecológico, los SE se suministran y los beneficios se capturan a distintas escalas espaciales, desde lo local hasta lo global y por lo mismo pueden ocurrir desacoples espaciales entre las regiones donde los SE se proveen y las regiones donde se capturan los beneficios (Vergara et al., 2021a). Por ejemplo, el suministro de peces desde pesquerías de captura ocurre dentro de áreas específicas de la zona costera, mientras que los beneficios son capturados por consumidores en destinos distantes.

Por último, todo el sistema socio-ecológico se ve afectado por impulsores directos e indirectos, definidos como factores antrópicos que causan alteraciones de distinta magnitud y duración (MEA, 2005; Balvanera et al., 2019). Entre los impulsores directos se encuentran, por ejemplo, la introducción de especies invasoras, las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático, y la extracción de recursos naturales. Entre los impulsores indirectos, que subyacen los impulsores directos, se encuentran el crecimiento poblacional, el crecimiento económico, el cambio tecnológico, factores sociopolíticos, la cultura y la religión (MEA, 2005; IPBES, 2019). Los cambios en los sistemas socio-ecológicos ocurren generalmente por la interacción y retroalimentación entre varios impulsores, a distintas escalas espaciales y temporales (Nahuelhual y Carmona, 2021). Las áreas costeras como sistemas socio-ecológicos, sustentan medios de vida y el bienestar de millones de personas en todo el mundo. Sin embargo, son particularmente vulnerables al cambio ambiental global (Lau et al., 2019). Hoy se reconoce que 'los ecosistemas costeros y oceánicos sufren quizás más que cualquier otro ecosistema, tanto por los déficits de conocimiento como por los de gobernanza' (TEEB, 2012). Están cada vez más amenazados por actividades humanas como la urbanización, la contaminación industrial, la pesca excesiva, el cambio climático, la invasión de especies no autóctonas y otros impactos de una población humana en rápido crecimiento (Perry et al., 2010; UNEP-WCMC, 2011; TEEB, 2012). Estos impactos de manera individual y sinérgica pueden afectar la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas, lo que a su vez puede afectar negativamente su capacidad para generar SE y beneficios para las poblaciones humanas. Para afrontar estos cambios y garantizar la resiliencia de las comunidades costeras, los tomadores de decisión deben saber qué SE son importantes para quién y por qué (Lau et al., 2019). UNEP-WCMC (2011) sostiene que 'el principal medio para comunicar las consecuencias del cambio ecológico para el bienestar humano es documentar los impactos en los servicios de los ecosistemas'.

El área costera como un sistema socio-ecológico y de provisión de servicios ecosistémicos y beneficios

Si bien no existe consenso en lo que significa 'costero' (Hossain et al., 2020), se acepta que el concepto de 'área costera' refleja más fielmente la naturaleza sistémica de este espacio. Área costera se refiere en términos generales a la extensión de los procesos costeros y los ecosistemas que sustentan sin restricción a una entidad geográfica o límite espacial específico. Según esta definición, la tierra y el agua dentro de las áreas costeras están influenciadas por la interacción de procesos biológicos, físicos y humanos tanto en su extensión terrestre como marina (FAO, 1998; Cullinan, 2006). Esta definición se corresponde con la que propone el proyecto de Ley de Costas para Chile (Martínez et al., 2019).

En el área costera como sistema socio-ecológico las acciones humanas y los sistemas ecológicos están continuamente co-evolucionando a través de dinámicas de retroalimentación complejas.

Dentro de un área costera (Figura N°3) se generan, usan y transforman una serie de SE, lo que a su vez incide sobre el bienestar humano de diversos grupos de interés. El suministro de SE puede verse influenciado por diversos impulsores que generan procesos de cambio ambiental, como la contaminación o el cambio climático. De la misma forma, los beneficios que genera el flujo de estos servicios, como por ejemplo el empleo, el ingreso, la alimentación o la inspiración, tienen una distribución que depende de múltiples factores, desde las preferencias de las personas, hasta sus posibilidades de capturar estos beneficios ya sea por su nivel de educación, ingreso, tecnología, poder o cercanía a las fuentes de suministro. La captura tiene una dimensión espacial, por cuanto los SE no necesariamente se usan o disfrutan en el mismo lugar en que se generan (Fisher et al., 2009). Existen áreas donde, por las características naturales de los ecosistemas, se generan servicios específicos (regiones de suministro). Los servicios generados en estas zonas pueden capturarse directamente en la misma región de origen, como ocurre con algunos servicios culturales como el sentido de lugar o las oportunidades de recreación, o bien ser trasladados de forma natural (ej. a través de mareas o cauces de ríos), como el caso de algunas pesquerías de algas, o de forma antrópica (ej. barcos pesqueros) hacia otras regiones. De esta forma, los SE son capturados en distintas regiones que los demandan (regiones de demanda), no obstante, es posible que exista demanda donde no sea posible capturar SE, porque están muy lejos del lugar de origen del servicio o de las rutas de traslado. También, existe la posibilidad de que una cantidad del SE generado sea sólo potencial y nunca capturado, dado que se genera en áreas inasequibles para su uso (Villa et al., 2014).

La Figura N°3, ilustra de forma hipotética, una serie de procesos e interacciones que se dan en el área costera de lo que podría ser una región de Chile (ej. Biobío), los que ejemplificamos a continuación para provisión de alimentos (SE de aprovisionamiento) desde pesquerías y protección costera (SE de regulación).

Figura N°3.
Suministro, flujo y uso de SE dentro de un sistema socio-ecológico, para la generación de beneficios y bienestar

Fuente: Elaboración propia.

En el espacio marino de esta área costera existen regiones de suministro del SE de provisión de alimentos desde pesquerías, como el caladero de merluza común (*Merluccius gayi gayi*). Cerca de este caladero pueden existir zonas donde el SE es 'consumido' de forma natural (ej. por una población de jibia). También puede haber una región que, teniendo la potencialidad de proveer el SE, sea inaccesible para la pesca debido a sus condiciones naturales. Los pescadores que ejecutan la faena pesquera serían beneficiarios indirectos del SE a través del empleo, pero también podrían ser beneficiarios directos al consumir in situ

una proporción menor de la captura. La mayor parte de los beneficiarios directos (consumidores finales), sin embargo, capturan el beneficio en las regiones de demanda, que pueden ser las caletas de las poblaciones cercanas o pueden estar a miles de kilómetros de distancia (5), donde los consumidores acceden a la merluza luego de una cadena de producción y exportación. El mismo SE puede tener una dinámica distinta en el caso de los recursos bentónicos que se ubican en áreas de manejo (AMERB) o en un espacio costero marino de pueblos originarios (ECMPO), las cuales se comportan también como regiones de suministro, ya sea en toda su extensión como en el caso de las AMERB o en una parte de ellas, según su plan de manejo. Las presiones que sufren las pesquerías incluyen la sobrepesca desde embarcaciones industriales o artesanales, la contaminación de otras actividades que ocurren en el mar (ej. acuicultura) o contaminación que ocurre en tierra y que es depositada en el mar por los cursos de agua.

Dentro del área costera, los humedales costeros son regiones de suministro de múltiples SE. En casi todas las áreas costeras del país, los humedales asimilan residuos provenientes de la contaminación de las áreas urbanas o de descargas de contaminantes desde actividades productivas, resguardando en parte la calidad de las aguas. En este caso los beneficiarios directos son los habitantes de áreas costeras y también los consumidores de productos marinos que se capturan en zonas cercanas a los humedales. Un humedal también provee otros SE, como la protección de costas frente a tsunamis u oportunidades de recreación a través, por ejemplo, de senderos de observación de aves de humedales. Las presiones a las que están expuestos los humedales costeros son múltiples y en ocasiones irreversibles (ej. relleno de humedales para ampliación de la frontera urbana o agrícola). También en este caso, las presiones se pueden generar localmente (ej. basura), en otras zonas de la cuenca (ej. descarga de contaminantes en ríos) o pueden ser parte de procesos de cambio global (ej. cambio climático).

La captura de SE y sus beneficios en las regiones de demanda depende en algunos casos de la capacidad humana de coproducción del servicio, es decir de cómo los SE son capturados, transformados, transportados y procesados para ser convertidos en beneficio (Fischer y Eastwood, 2016). Durante los procesos de coproducción y de captura hay barreras de acceso que inciden significativamente en el bienestar y la justicia distributiva y suelen ser específicas para cada SE. Por ejemplo para el SE de provisión de alimentos desde pesquerías, existen barreras de acceso legales propias de cada pesquería (ej. inscripción en el registro pesquero artesanal, disponibilidad de licencias para cada recurso, regulaciones de talla, entre otras) y todas ellas limitan el acceso de posibles beneficiarios (potenciales pescadores) a la extracción del recurso.

Por otro lado, el acceso a productos marinos y pesqueros puede enfrentar barreras financieras como el ingreso monetario de los consumidores, los cual puede excluir a gran parte de la población de su consumo, especialmente en el caso de productos pesqueros de alto valor como la centolla o los erizos. El ingreso es también una barrera importante en la captura del SE de oportunidades de recreación, particularmente en ciertas regiones donde el suministro del SE está acotado a espacios distantes, accesibles solamente a través de rutas y transporte especializado (ej. cruceros). Otra barrera financiera es el acceso al capital. Los pescadores artesanales, para capturar los beneficios de la extracción de peces, necesitan capital para la adquisición y mantenimiento de las embarcaciones. Existen pocos mecanismos estatales que apoyen esta necesidad por lo que regularmente los propietarios de embarcaciones pesqueras son financiados por las plantas procesadoras generando un contrato entre ellos, muchas veces informal y altamente asimétrico (Nahuelhual et al., 2018).

Las barreras de acceso a la autoridad pueden impedir o dificultar la posibilidad de ciertos grupos de influir en regulaciones que perjudican su actividad. En zonas costeras estas barreras son muy visibles en el caso de grupos históricamente marginalizados como los pescadores artesanales y los pueblos originarios, si bien esas tendencias están cambiando.

Las barreras de acceso a mercados son muy relevantes, sobre todo en el caso de los SE de aprovisionamiento. Los pescadores artesanales en su condición de beneficiarios indirectos, acceden al mercado formal solo a través de la venta directa en caletas (para esto es necesario que el estado formalice cada caleta) o de la venta a intermediarios o plantas procesadoras. Muchas veces los intermediarios y las plantas de proceso establecen los precios de venta de productos y deciden unilateralmente las condiciones de venta.

Es importante mencionar que las barreras de acceso suelen ser sinérgicas. El acceso al capital, al poder y a los mercados a menudo afectan de manera simultánea a los mismos actores. De esta manera se van configurando patrones de desigualdad donde grupos específicos son permanentemente excluidos de los beneficios de la naturaleza (Laterra et al., 2019; Vergara et al., 2021b).

En la medida que se implementan mecanismos de exclusión, es posible sin embargo contrarrestar los efectos a través de compensaciones por los costos de oportunidad que significa renunciar al beneficio derivado de un SE. Es el caso por ejemplo de las compensaciones monetarias a pescadores por el costo de designar áreas de captura restringida ('no take zones') dentro de áreas de manejo designadas a agrupaciones de pescadores (Gelcich y Donlan, 2015).

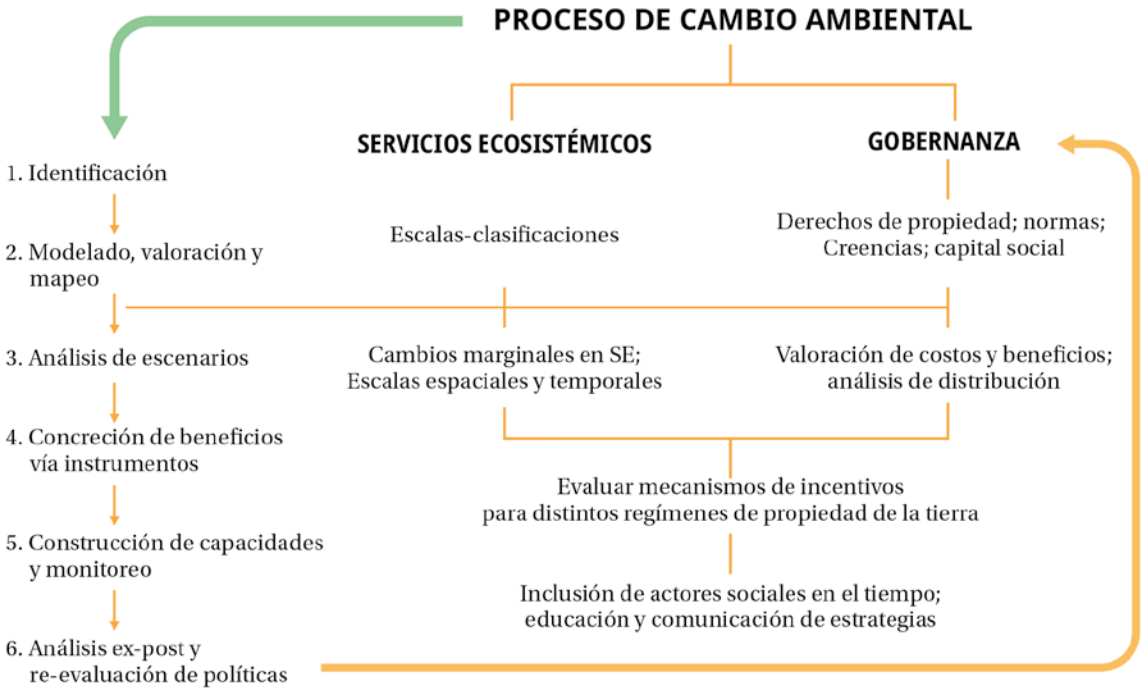
Aplicación del enfoque de servicios ecosistémicos en la planificación de áreas costeras

La aplicación del enfoque de SE se reconoce como un requisito fundamental para implementar la gestión basada en los ecosistemas en áreas costeras (Arkema et al., 2015). A su vez, el manejo basado en ecosistemas es un principio básico de la planificación espacial marina y la gestión integrada de áreas litorales (GIAL) o costeras. A la aplicación del enfoque se la denomina genéricamente 'evaluación de SE' ('ecosystem services assessment') la que se define como 'el análisis y revisión de información derivada de la investigación con el propósito de ayudar a alguien en un puesto de responsabilidad a evaluar posibles acciones o pensar en un problema" (Potschin-Young et al., 2018a, b). La meta de las evaluaciones es vincular las acciones de gestión directamente con los cambios en las condiciones del ecosistema y obtener una comprensión de cómo esos cambios pueden afectar los beneficios que diversos individuos y grupos derivan de ecosistemas (Granek et al., 2010).

En términos operativos, la evaluación comienza con la identificación de un problema de gestión / política asociada a un proceso de cambio ambiental (Turner y Daily, 2008; Granek et al., 2010), en el que se delinean, en términos de escala, la provisión de SE y los contextos sociales, económicos y político-culturales (Figura N°4). Luego, se modelan, mapean y / o valoran los servicios elegidos. Las opciones de gestión y sus costos de oportunidad se exploran a través de escenarios de estados futuros del mundo (Turner y Daily, 2008). Una vez que se han analizado los beneficios y costos de posibles escenarios, se identifican los instrumentos para concretar los beneficios derivados de los SE, como por ejemplo los pagos por servicios ecosistémicos. La aplicación del enfoque termina con la evaluación posterior a la intervención.

Al comienzo del proceso de evaluación, es importante definir cuál es el sistema, problema o desafío ambiental a evaluar, quiénes son las partes interesadas, cuál es la escala espacial y temporal de la evaluación e identificar opciones o escenarios alternativos que deben compararse, por ejemplo, el cambio climático o el cambio de uso de la tierra. También es importante reconocer a los usuarios finales de los resultados de la evaluación (ej. diseñadores de política; gestores de áreas protegidas marinas) para quienes el tipo de salida (ej. mapas) es relevante (Vihervaara et al., 2019).

Figura N°4.
El enfoque de servicios ecosistémicos y su implementación en el contexto de evaluar posibles acciones o pensar acerca de un problema



Fuente: Elaboración propia, adaptado de Turner y Daily (2008).

A continuación, explicamos y ejemplificamos las etapas de la Figura N°4.

Etapa 1. Identificación de servicios ecosistémicos y beneficiarios

Una vez identificado el propósito de la evaluación, la identificación de SE puede llevarse a cabo en base a literatura o juicio experto principalmente cuando el tiempo es limitado y la escala de evaluación es extensa (ej. evaluación de SE de las áreas marinas protegidas de todo el país). Cuando las escalas espaciales son menores y el tiempo y los recursos lo permiten (ej. Zonificación del Borde Costero), la identificación participativa es la opción preferida. 'Participativa' en este caso implica el involucramiento de una variedad de partes interesadas (ej. ONG, estado, comunidades litorales) y de un número adecuado de representantes de cada una. La identificación participativa puede ser presencial o virtual, individual o en pequeños grupos.

Si bien la identificación participativa es una opción deseable y ampliamente reconocida bajo los nuevos paradigmas de gobernanza ambiental, se debe tener en cuenta que el concepto de SE suele resultar desconocido para la gran mayoría de las personas. Por ello, algunos autores han formulado recomendaciones específicas para la identificación y selección participativa de SE (ej. Boeraeve et al., 2018), tales como el uso de tipologías (ej. MEA o CICES) más que preguntar de manera abierta, asegurar la heterogeneidad de los grupos, extender la consulta y los espacios de intercambio para favorecer la identificación, contar con facilitadores altamente calificados y trabajar en grupos pequeños, para manejar mejor las discusiones internas.

Por último, siempre se debe tener en cuenta que, si la identificación de SE es seguida de la modelación, mapeo, y/o valoración, es posible que no se puedan considerar todos los SE inicialmente identificados, de manera que la decisión de cuántos y cuáles considerar en una determinada evaluación dependerá también de factores prácticos como la capacidad técnica de los equipos de trabajo, los recursos financieros para la evaluación, y los intereses y prioridades políticas.

La identificación de beneficiarios es fundamental en la mayoría de los casos. Los beneficiarios de los SE se definen generalmente como cualquier grupo de personas que se benefician de los SE a través del consumo activo o pasivo o mediante la simple apreciación resultante del conocimiento de estos servicios (Nahlik et al., 2012). Esta definición corresponde a beneficiarios directos o de primer orden. Pero también hay beneficiarios indirectos o personas dentro de las 'cadenas de valor de SE' (Rawlins et al., 2018) que se benefician a través del empleo o generación de ingresos (Summers et al., 2012; Laterra et al., 2019).

La distinción entre los conceptos de partes interesadas y beneficiarios está relacionada con la capacidad de influir en la provisión de SE y la dependencia de los SE. Cada beneficiario debe ser considerado una parte interesada, pero no todas las partes interesadas son necesariamente beneficiarios (Suwarno et al., 2015).

Se han propuesto distintas formas de representar beneficiarios, desde el propio reconocimiento, donde las partes interesadas se identifican como tales, hasta tipologías como las que ofrece el Sistema de Clasificación de Servicios Ecosistémicos y Bienes Finales (FEGS-CS por su sigla en inglés). En un estudio en la región de Magallanes (Vergara et al., 2021a) se aplicó FEGS-CS para la identificación de beneficiarios directos e indirectos de cinco SE: sentido de lugar, provisión de alimentos desde la acuicultura, oportunidades de recreación, provisión de alimentos desde pesquerías artesanales y oportunidades de educación y conocimiento. La identificación de beneficiarios fue seguida de un análisis espacial de desacoples entre áreas de suministro de SE y ubicación de los beneficiarios (áreas de captura) a escala comunal dentro de la región. Un acople espacial ocurre cuando las áreas de provisión y de captura de beneficios coincide espacialmente, en este caso dentro de una comuna. Por el contrario, un desacople ocurre en caso contrario. Excepto en el caso de sentido de lugar, donde los beneficiarios son todas aquellas personas que se identifican con el espacio que habitan o trabajan vinculados al mismo, para los otros cuatro SE la situación más frecuente fue el desacople espacial entre suministro y demanda. La producción de peces de captura y cultivados migra a mercados distantes y las poblaciones locales no los consumen. Por otra parte, las oportunidades de recreación generan beneficios que son capturados mayoritariamente por beneficiarios externos a la región y al país. De esta forma, si bien la región es un área importante de suministro de SE, los beneficios se remiten a empleos, que en muchos casos son empleos informales como los de la pesca artesanal.

Etapa 2. Modelado, mapeo y valoración de SE

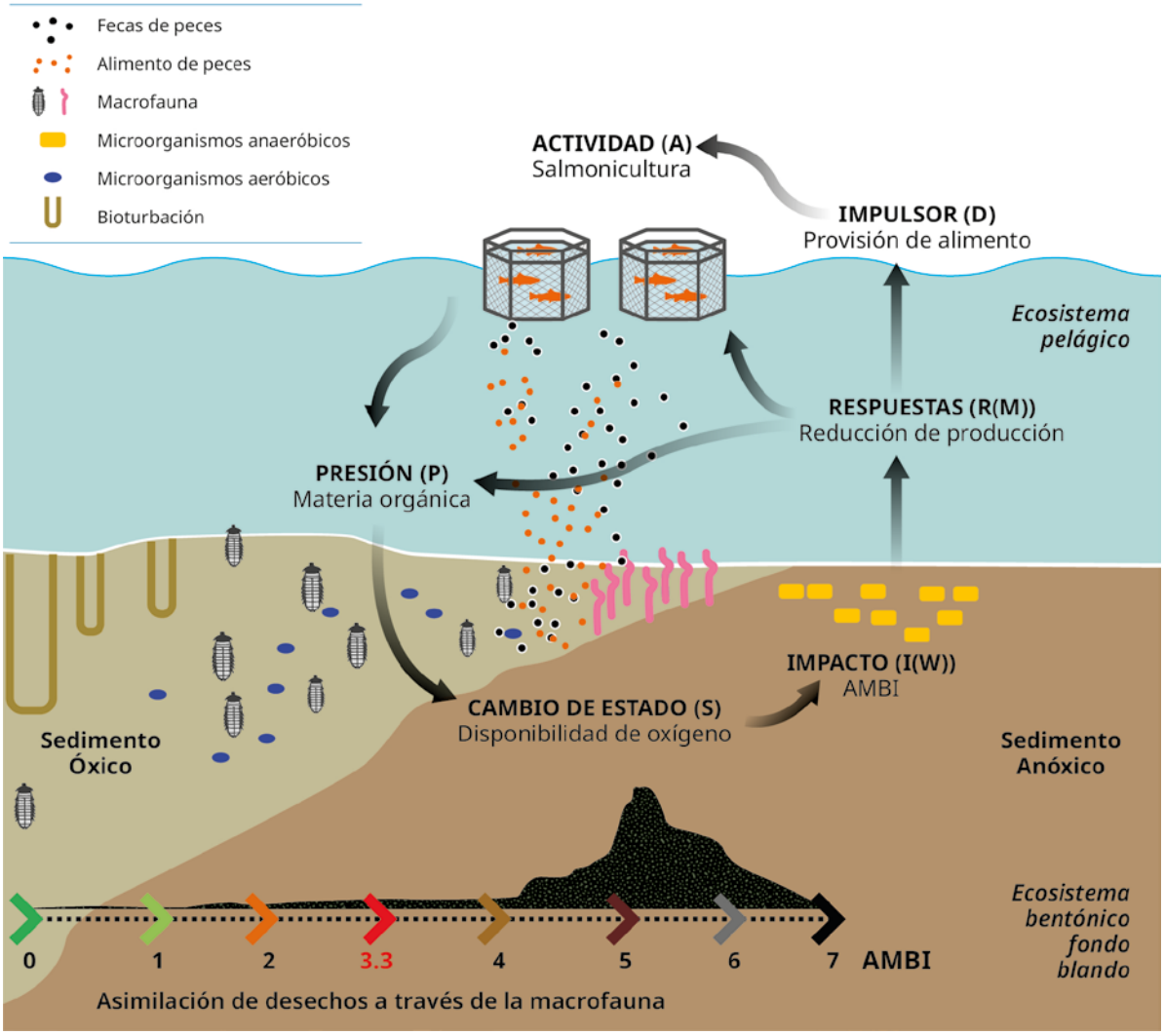
Es importante señalar que estas tres acciones no son siempre necesarias y que depende del propósito de cada evaluación.

- *Modelado de SE*: En la literatura de SE el término 'modelado' significa varias cosas. Por ejemplo, podría referirse a la representación funcional de los procesos de los ecosistemas, la evaluación de escenarios económicos o el cálculo de incertidumbres para el apoyo a las decisiones. En cualquiera de sus acepciones, el modelado es clave para demostrar el efecto de un cambio ambiental sobre los componentes de la cascada de SE.

El modelado de SE marino-costeros representa dificultades particulares en comparación a SE de ecosistemas terrestres, las cuales se atribuyen, entre otras cosas, a (i) la integración de la profundidad del océano como otro eje espacial de evaluación; (ii) la presencia de dinámicas espaciales y temporales complejas; (iii) la no linealidad de los procesos ecológicos marinos; (iv) la alta movilidad de recursos y personas; y (v) la escasez de datos ecológicos, sociales y económicos en la gran mayoría de las áreas costeras (Nahuelhual et al., 2020). Un ejemplo de modelado es Marin et al. (2021) que exploraron los cambios que pueden ocurrir en la capacidad del ecosistema para reducir los desechos orgánicos provenientes de la salmonicultura en la Patagonia Sur. Para establecer la existencia del impacto, los autores usaron el Índice Biótico Marino de AZTI (AMBI por su sigla en inglés), y luego relacionaron ese impacto con los cambios en el SE de asimilación de desechos reportados en la literatura. La asimilación de desechos es uno de los SE marinos en los que se basa el cultivo de salmón para reducir los desechos orgánicos del alimento no consumido y las heces producidas por los peces de cultivo a través del metabolismo de la fauna y las comunidades microbianas aeróbicas y anaeróbicas. El estudio se basó en la combinación de (i) el enfoque Impulsor (Driver), Actividad, Presión, Cambio de Estado, Impacto (Bienestar), Respuesta (Medida) (DAPSI (W) R (M) por sus siglas en inglés) como modelo causal para establecer relaciones; (ii) el AMBI, como indicador de impacto; y (iii) la representación del SE a través de proxys. DAPSI (W) R (M) permitió determinar que la producción de salmón produjo una presión ambiental (materia orgánica), que provocó una reducción significativa en la disponibilidad de oxígeno (indicador de cambio de estado) (Figura N°5). El principal impacto se debió a una disminución en la disponibilidad de oxígeno. A partir de los resultados se concluyó que el ecosistema marino hace frente al aumento de la materia orgánica total proveniente de la producción de salmones a través de un cambio en la composición de la macrofauna lo que trae como consecuencia una disminución de la diversidad biológica y un aumento de la dominancia de especies de los grupos ecológicos[3] IV (ej. *Nassarius coppingeri*) y V (ej. *Capitella capitata*) en los sitios más impactados. Sin embargo, se desconocen los umbrales de materia orgánica que podrían llevar a que el ecosistema se transforme a uno en el cual la asimilación de desechos orgánicos sólo la pueden realizar comunidades bacterianas anaeróbicas, las cuales son menos eficientes en la generación de este SE.

3 Grupos ecológicos: ordenamiento de las especies de la macrofauna bentónica en grupos de acuerdo a su sensibilidad a un gradiente creciente de estrés (ej. gradiente de materia orgánica). Esta sensibilidad resulta de la estrategia adaptativa de las especies (ej. estrategia reproductiva, estrategia alimentaria) (Hily, 1986).

Figura N°5.
Integración de marcos conceptuales utilizados para relacionar el impacto del cultivo de salmón en los ecosistemas de fondos blandos con el servicio ecosistémico (SE) de asimilación de residuos. Impulsor (Driver), Actividad, Presión, Cambio de Estado, Impacto en el medio ambiente y el bienestar humano (efectos en ES), Medidas de respuesta y gestión (DAPSI (W) R (M))



Fuente: Marín et al. (2021) (traducción propia).

- *Mapeo de SE*: El mapeo de SE se reconoce como un componente fundamental para la implementación efectiva del enfoque de SE (Burkhard y Maes, 2017). El mapeo se puede definir como una secuencia de decisiones, más que la mera construcción de un mapa, la que incluye, por ejemplo, la forma en que se definen los SE, la escala espacial y temporal del mapeo, el número de SE a mapear y la selección de un procedimiento o método (ej. mapeo biofísico y social) (Nahuelhual et al., 2020).

Los procedimientos, en particular, se pueden organizar en cuatro categorías más o menos amplias: i) biofísicos, ii) económicos, iii) sociales y iv) mixtos (Nelson et al., 2009; Vihervaara et al., 2018, 2019). Los procedimientos biofísicos son los más diversos e incluyen enfoques directos, indirectos y de modelado, que se aplican a la evaluación de funciones ecosistémicas o a un número reducido de SE, a escala local y regional. Los enfoques directos miden un estado, una cantidad o un proceso a partir de observaciones del ecosistema bajo estudio, monitoreo, encuestas, cuestionarios o teledetección y observación remota. Los enfoques indirectos se basan en valores biofísicos medidos en unidades físicas, que se obtienen de diversas fuentes de datos y posteriormente se procesan a través de la interpretación o clasificación (Vihervaara et al., 2018). A su vez, los métodos de modelado pueden incluir modelos basados en procesos

bien establecidos, como los modelos de calidad del agua o del carbono (Siaulys et al., 2012).

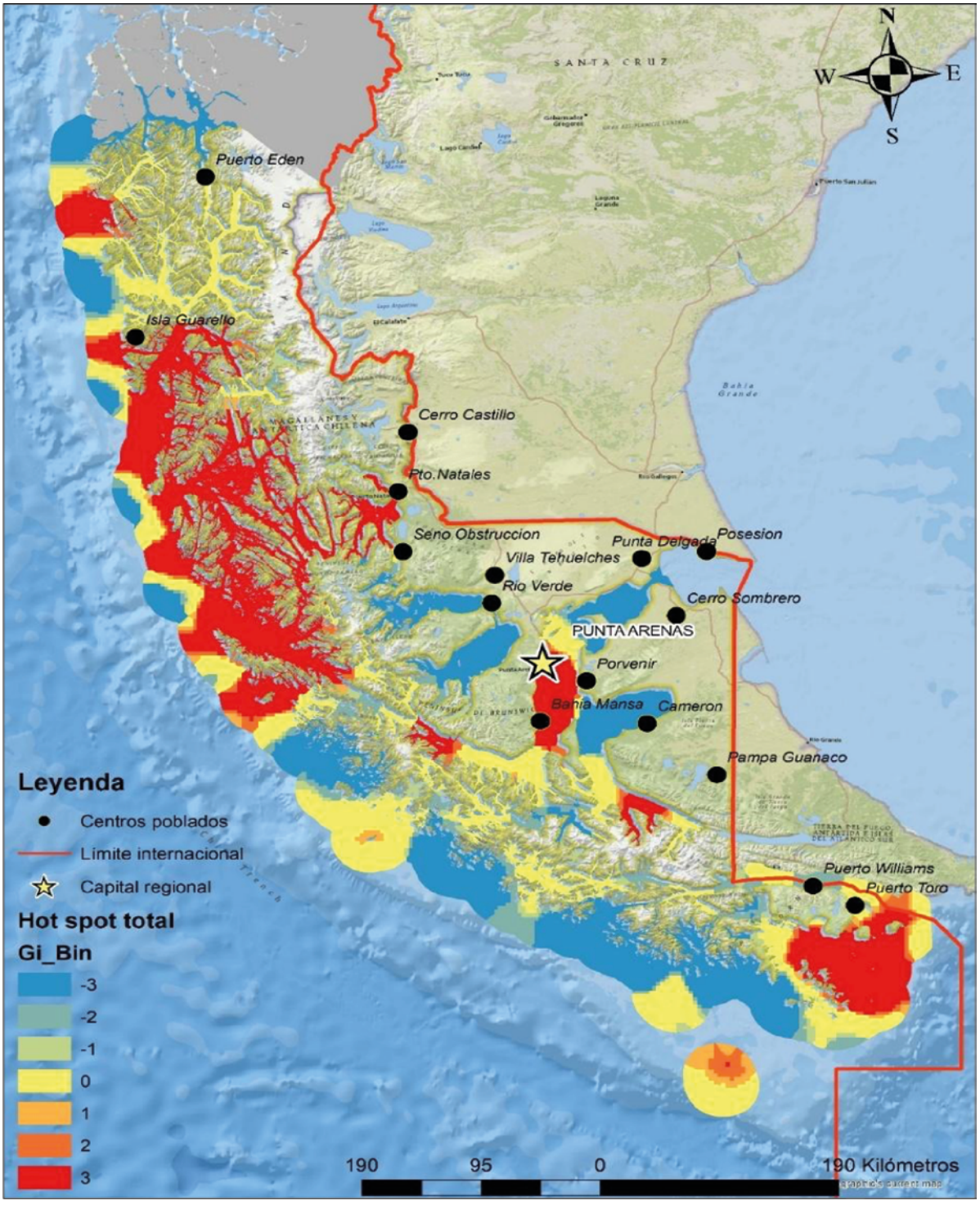
Los procedimientos de mapeo social se basan en las percepciones sociales, los valores y las prioridades de las partes interesadas, y se aplican principalmente a la evaluación de SE culturales (Blake et al., 2017). El mapeo social utiliza una diversidad de procedimientos ad hoc o rutinas establecidas como el protocolo Social Values for Ecosystem Services (SolVES) para obtener mapas de valores sociales (Coffin et al., 2013).

Finalmente, se puede implementar un enfoque mixto que combine uno o más de los enfoques anteriores para abordar distintos componentes de la cascada (Elliff y Kikuchi, 2017; Huxham et al., 2015; Pittman et al., 2017).

Actualmente se reconoce que la imposibilidad de unificar las técnicas de mapeo de SE es uno de los factores que limitan la implementación del enfoque de SE en la toma de decisiones (Wong et al., 2015). Por ello, una condición básica es que los procedimientos de mapeo sean coherentes con el propósito o uso previsto de los mapas.

En Chile el uso de mapas de SE en el contexto de decisiones en áreas costeras es prácticamente nulo y la escasa información con que se cuenta ha sido generada a partir de unos pocos estudios, mayoritariamente en la Patagonia sur. La Figura 6 muestra los resultados de un estudio de mapeo en la región de Magallanes donde se mapearon cinco SE usando indicadores basados en datos espaciales, con el fin de apoyar la gestión de áreas marinas protegidas (Nahuelhual et al., 2019). Estudios como este generan mapas individuales de cada SE y también mapas de sinergias o 'hotspots'. El mapa en la Figura 6 muestra cinco grandes áreas de concentración de estos SE: i) Puerto Edén, con valores altos para provisión de alimentos, sentido de lugar y oportunidades de recreación; ii) El área marina que rodea los Parques Torres del Paine y Kaweskar y el sector norte del Parque Nacional Alberto de Agostini, con valores altos para la provisión de alimentos, sentido de lugar y oportunidades de recreación; iii) La sección central del Estrecho de Magallanes, con valores altos para los cinco SE, entre los que se destaca una zona sumidero de carbono; los altos valores de todos los SE posicionan al Estrecho de Magallanes como el 'hotspot' más significativo de la región; iv) Seno Almirantazgo, con valores altos de provisión de alimentos, sentido de lugar, oportunidades de recreación, y regulación del clima local; y, finalmente, v) el Sur de la Isla Navarino, con valores altos para oportunidades de educación y conocimiento, donde destaca el Canal del Beagle como un laboratorio natural para el aprendizaje de las dinámicas marinas en las altas latitudes. Una de las conclusiones a obtener a partir de este estudio de mapeo es que, si bien las áreas marinas protegidas de la región podrían garantizar el resguardo de algunos de estos hotspots, otras zonas de concentración de SE, como la sección central del Estrecho de Magallanes, se encuentran fuera de toda protección y sometidas a amenazas potenciales pero significativas, como el aumento del transporte marítimo y la intensificación y expansión de la salmonicultura.

Figura N°6.
Áreas de concentración ('hotspots') de cinco SE en la región de Magallanes: provisión de alimentos, sentido de lugar, oportunidades de recreación, regulación del clima local, y oportunidades de educación y conocimiento



Fuente: Nahuelhual et al. (2019).

El mapeo de SE marino-costeros presenta aún varios desafíos metodológicos como la necesidad de definiciones claras de lo que se mapea, la participación más activa y decisiva de distintas partes interesadas, pasar del mapeo de oferta a incluir la evaluación de trade-offs, la integración de los distintos elementos de la cascada de SE, la integración de múltiples escalas espaciales considerando que los desacoples espaciales son más bien la norma que la excepción, y la consideración de escenarios y escalas temporales, teniendo en cuenta que tanto la oferta de SE como su demanda (y por ende los beneficios y el bienestar) cambian estacionalmente.

- *Valoración de SE*: Los valores y la valoración tienen varias dimensiones (Kenter et al., 2015) que es necesario identificar: el concepto de valor propiamente tal, quien lo otorga, la manera en que se obtiene, la escala a la cual se atribuye, y la naturaleza individual versus colectiva del valor.

El concepto de valor se asocia a tres conceptos primarios: valores trascendentales, valores contextuales e indicadores de valor. Usualmente, las evaluaciones de SE se enfocan en los indicadores. Los valores trascendentales son principios rectores, los "criterios que las personas usan para seleccionar y justificar acciones y evaluar a las personas (incluido el yo) y eventos" (Schwartz, 1992: 1). Estos valores se identifican, pero no se miden. Los valores contextuales se relacionan al valor o la importancia dada a un objeto (o lugar) y, por tanto, son contextuales y actitudinales. Los indicadores de valor son una medida de la importancia de algo, expresada en términos monetarios (ej. disposición social a pagar) o no monetarios (ej. la frecuencia de aparición de un término codificado en la transcripción de una entrevista).

Respecto de quién otorga el valor, se distinguen las sociedades en su conjunto, comunidades, grupos ad-hoc (ej. pueblos originarios), e individuos. Dependiendo el caso, será importante explorar todos estos ámbitos.

Respecto del proceso de obtención, se distinguen los valores obtenidos de manera deliberativa y no deliberativa. La valoración económica, por ejemplo, es generalmente no deliberativa si no que la realiza de manera individual. Las valoraciones deliberativas generalmente no son monetarias, sino que conducen a ranking de valores contextuales.

En cuanto a la escala, la distinción entre individual y 'social' influye en el valor para la sociedad o en relación con la sociedad. Por ejemplo, una persona podría valorar mucho el disfrute individual de un sitio y reflejar ese valor en términos de disposición a pagar por visitarlo, pero en relación con la sociedad, otros valores como la justicia o la responsabilidad podrían ser más importantes.

Finalmente, la quinta dimensión se relaciona a si los valores son valores altruistas relacionados con el propio individuo o con otros. Por ejemplo, una persona puede valorar el propio disfrute de la vida (auto-consideración), pero también el de generaciones futuras.
Se han propuesto diferentes tipologías para clasificar los valores sociales de SE dentro de la literatura. Chan et al. (2012) distinguieron ocho dimensiones binarias de valores y no mutuamente excluyentes, por ejemplo, mediada por el mercado versus no mediada por el mercado, orientada hacia uno mismo versus orientada hacia los demás.

Brown (2013), propuso 14 tipos de valores basados en el lugar. Bajo esta tipología, los valores sociales de los SE se definieron como "las cualidades percibidas llevadas por un entorno natural que brindan beneficios para apoyar el bienestar humano" (van Riper et al., 2012: 164). En la tipología de Brown (2013), los nombres dados a los valores coinciden con la definición de SE como es el caso de los valores espirituales, o con la descripción de beneficios como los económicos o terapéuticos.

En términos prácticos, los valores asignados instrumentales y monetarios se han posicionado más fuertemente en la toma de decisiones, particularmente en el contexto de la contabilidad ambiental y el análisis de costo-beneficio al cual se someten las políticas públicas.

Etapa 3 y 4 Análisis de escenarios

Bajo el enfoque de SE el análisis de escenarios básicamente significa evaluar cómo las funciones, SE, beneficiarios, beneficios, y el sistema socio-ecológico en su conjunto, podrían cambiar bajo distintas 'opciones de futuro'. Supongamos que el proceso de cambio ambiental bajo análisis es el relleno de humedales costeros. Las etapas 1 y 2 constituyen un diagnóstico de las funciones, SE, beneficios y partes interesadas afectadas por dicho proceso. En la etapa de análisis de escenarios, se ponen a prueba posibles opciones de futuro tales como: i) todo sigue igual (bussiness as usual), donde se asume que el proceso de pérdida de superficie de humedales sigue la misma dinámica que en el pasado; ii) se establece una zonificación y restricción a la construcción sobre humedales; iii) se restauran y conservan ciertos humedales y se sacrifican otros. Para cada escenario se evalúan los trade-offs entre SE, beneficios y beneficiarios, lo que se espera apoye la toma de decisiones respecto de cuál opción de futuro elegir.

Por otra parte, cada opción de futuro, para materializarse, requiere de la gestión, que a su vez se basa en el uso de instrumentos existentes, como la zonificación y los subsidios, o de la creación de nuevos instrumentos de mercado o de comando y control. El enfoque de SE ha conllevado la creación de una serie de instrumentos de mercado tendientes a asegurar la provisión de SE y por ende de beneficios, como los mecanismos de pago por SE, los 'créditos' de carbono y humedales, y las certificaciones entre otros (Pirard y Lapeyre, 2014).

Etapa 5 Construcción de capacidades y monitoreo

Parte de la evaluación de una intervención de manejo o política pública es el monitoreo de sus resultados. Por ende, no basta con el diagnóstico de SE y la evaluación de escenarios que contemplan las primeras tres etapas de la implementación del enfoque, sino que se deben crear los mecanismos y las capacidades para monitorear el desempeño de las opciones de futuro elegidas y de los instrumentos seleccionados. El monitoreo muchas veces se ve limitado por la falta de preparación técnica por un lado y la falta de recursos por otro. En Chile, la capacidad de monitoreo en base a SE es muy limitada en todos los tipos de ecosistemas. En este sentido, es importante que nuevas políticas, planes y programas como la Ley de Humedales Urbanos o la futura Ley de Costas contemplen la debida formación de capacidades técnicas que requiere la implementación de un enfoque sistémico e interdisciplinario como el de SE.

El monitoreo no es independiente de etapas previas de la evaluación de SE y centralmente del mapeo. Idealmente, en la etapa de mapeo se deben elegir indicadores espaciales que permitan el monitoreo posterior de los SE.

Desafíos de la implementación del enfoque de servicios ecosistémicos en la gestión de áreas costeras

Los planificadores enfrentan el desafío de encontrar formas para organizar los paisajes marinos, con sus diferentes usos y demandas de tal manera de satisfacer mejor los diversos requisitos de la sociedad, como las necesidades de los residentes locales, la viabilidad de las actividades económicas locales, y los requisitos de los turistas visitantes, manteniendo la salud de los ecosistemas y salvaguardando la biodiversidad. El enfoque de SE se considera útil para abordar este desafío, ya que es un concepto amplio e inclusivo que estimula la reflexión sobre la multifuncionalidad del paisaje costero-marino (Turkelboom et al., 2018). En Chile, el enfoque puede tener aplicaciones en los múltiples contextos que afectan a las áreas costeras, incluida una nueva Ley de Costas, donde puede contribuir significativamente al logro de metas de sustentabilidad que bajo la actual política de borde costero no es posible alcanzar ni evaluar.

Sin embargo, para que el enfoque sea verdaderamente implementado, no basta con el mero reconocimiento y mención del concepto en políticas, planes y programas, como ocurre en la actualidad (Nahuelhual et al., 2021). La implementación significa convertir el reconocimiento de los SE en instrumentos e instituciones (ej. sistemas de derechos de acceso) concretas capaces de integrar este enfoque en las distintas áreas de las políticas públicas tendientes a la conservación de capital natural y el desarrollo sustentable de las áreas costeras. Para ello existen aún varias limitaciones que es necesario analizar.

Generalidades sobre la física de tsunamis

Desconexión administrativa

Una limitación para la aplicación del enfoque de SE y otros enfoques integrativos es la existencia de un conjunto de instancias administrativas dispares que operan a diferentes escalas administrativas, e instrumentos de política que no se desarrollaron bajo una lógica sistémica sino bajo una lógica sectorial basada en la extracción de recursos naturales.

Más de 20 organizaciones sectoriales tienen alguna atribución legal sobre las áreas costeras y muchas veces estas atribuciones se superponen. Por ejemplo, el Ministerio de Defensa Nacional, a través de concesiones marítimas, tiene la facultad exclusiva de permitir el uso y disfrute de los sectores de tierra de playa fiscal (80 m medidos desde la línea de marea más alta), playa (entre la línea de marea baja y alta), fondos marinos y masas de agua, pero no tiene una función de gestión.

La agencia encargada de la gestión del borde costero es la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero. El marco legal de la Comisión es la Política Nacional de Uso del Borde Costero de la República (PNUBC) de 1994, que coordina a los organismos públicos, pero no tiene atribuciones vinculantes. Bajo la PNUBC los municipios son responsables de la microzonificación del borde costero. Actualmente, los municipios pueden ejercer esta competencia a través de planes y ordenanzas normativas (Ley 18695 Ley Orgánica Constitucional de Municipios del Ministerio del Interior). Sin embargo, en la mayoría de los municipios costeros estos instrumentos de planificación no están vigentes. Lo anterior lleva a intervenciones y agencias sectoriales fragmentadas sin una visión integral de los problemas ambientales. La fragmentación legal e institucional favorece la superposición de regulaciones, la ineficacia del derecho ambiental y la participación ciudadana y da lugar a la corrupción, revelando las limitaciones de las agencias de control (Minaverry, 2016).

La reforma del año 2010 a la Ley de Bases Generales Ambientales (Ley, 19300) introdujo cambios a la Ley 18695, otorgando a los municipios nuevas atribuciones, como su participación en evaluaciones ambientales estratégicas, la facultad de crear instrumentos para la planificación del borde costero y la facultad de demandar en los tribunales ambientales cuando hay daño al ecosistema marino y costero. Esto abre una oportunidad de aplicación de nuevos enfoques como el de SE.

Si bien a la fecha la mayoría de las instancias con competencia en gestión de las áreas costeras en Chile conoce el concepto de SE, el enfoque no ha promovido mayor interacción entre las partes. La GIAL en una futura Ley de Costas presenta una oportunidad única de aplicación tanto de una visión sistémica de las áreas costeras, como del enfoque de SE.

Concentración de derechos de propiedad

El libre mercado, basado en derechos de propiedad privada es la forma dominante de asignación de recursos en todo el mundo y lo es también en Chile y en las áreas costeras a través de una política de concesiones y una privatización desregulada del litoral. Cuando funcionan correctamente, los precios de mercado reflejan escasez de recursos, y crean incentivos para utilizar los recursos escasos de manera más eficiente o desarrollar sustitutos a medida que escasean. Pero no resguardan la distribución. De hecho, ciertas disposiciones de derechos que podrían considerarse privados en la práctica (ej. concesiones salmoneras, mineras y de construcción; registro pesquero artesanal; áreas protegidas privadas) generan enormes desigualdades en el acceso a los beneficios de la naturaleza.

Débil gobernanza

En la actualidad, coexisten diversos acuerdos de gobernanza ambiental de las áreas costeras, que han evolucionado unos sobre otros y no se han centrado en la conservación de los SE y el bienestar humano. Por ejemplo, la creación de áreas marinas protegidas garantiza la mantención de la biodiversidad global, no pocas veces en desmedro de otros SE que generan beneficios locales. Además, existe una dificultad para decidir qué SE se debe priorizar y para quién, ya que las partes interesadas son heterogéneas en términos de demandas, valores, intereses y poder de negociación (Zagarola et al., 2014; Mendoza, 2016; Mrotek et al., 2019). Además, las partes interesadas no tienen un conocimiento mínimo sobre los SE y sus regulaciones ni oportunidades de participación vinculante en temas ambientales.

Superar estos y otros desafíos no se trata solo de mejoras marginales a las estructuras existentes, sino de una modificación de los objetivos reales de la política pública ambiental, lo que implica incorporar nuevos valores, visiones de gestión y nuevos actores en un proceso de toma de decisiones democrático y justo. Hacerlo exige un enfoque que difiera de los procesos típicamente de arriba hacia abajo (top down), tecnocráticos y lineales que caracterizan gran parte de la formulación de políticas de Chile. El enfoque de arriba hacia abajo que se utiliza actualmente en las políticas de conservación y gestión de áreas costeras no se adapta bien a las complejidades y las múltiples definiciones inherentes al concepto de SE, que por el contrario requiere una toma de decisiones e intercambio de conocimientos más iterativos entre las partes interesadas (Ruckelshaus et al., 2015; Congreve y Cross, 2019).

Reflexión final

El enfoque de SE se reconoce como un requisito del manejo basado en ecosistemas y la gestión integrada de las áreas costeras. Pero si bien desde el punto de vista académico el enfoque se encuentra ampliamente validado, su inclusión en la toma de decisiones aún es incipiente por varias razones desde ontológicas hasta técnicas. En este capítulo hemos identificado los SE potenciales que brindan las áreas costeras, cómo estos SE se suministran y distribuyen dentro de un sistema costero para generar beneficios y bienestar a las poblaciones humanas y cómo el marco institucional en la forma de barreras de acceso puede condicionar seriamente el acceso a los SE y los beneficios de grupos más vulnerables. Igualmente, hemos ilustrado los principales pasos de lo que se denomina evaluación de SE desde su identificación, hasta su mapeo y valoración y hemos incluido recomendaciones específicas en torno a algunos de estos pasos.

Finalmente, presentamos un breve análisis y propuestas de cambio en el marco institucional para una efectiva inclusión del enfoque de SE. Las transformaciones que se requieren no son menores puesto que Chile se ha caracterizado por décadas por una gobernanza ambiental jerárquica, con limitada participación e integración interdisciplinaria y sectorial. En enfoque de SE propone una visión sistémica y no de sectores productivos, recursos o usos de las áreas costeras. Cambiar esta visión requiere una profunda transformación de valores, visiones y competencias técnicas en el conjunto de partes interesadas en la gestión costera.

Agradecimientos

A Gonzalo Campos por su asistencia en la edición del capítulo. Al proyecto FONDAP 15150003 por el financiamiento.

Referencias Bibliográficas

ARKEMA, K. K., VERUTES, G. M., WOOD, S. A., CLARKE-SAMUELS, C., ROSADO, S., CANTO, M., & GUERRY, A. D. Embedding ecosystem services in coastal planning leads to better outcomes for people and nature. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2015, Vol. 112, N°24, p. 7390-7395.

BALVANERA, P., et al. Status and trends–Drivers of change. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany: IPBES, 2019, Vol. 3831882. DOI: https://doi. org/10.5281/zenodo

BALVANERA, P., PÉREZ-HARGUINDEGUY, N., PEREVOCHTCHIKOVA, M., LATERRA, P., CÁCERES, D. M., & LANGLE-FLORES, A. Ecosystem services research in Latin America 2.0: expanding collaboration across countries, disciplines, and sectors. Ecosystem Services, 2020, N° 42.

BLAKE, D., AUGE, A., & SHERREN, K. Participatory mapping to elicit cultural coastal values for Marine Spatial Planning in a remote archipelago. Ocean & Coastal Management, 2017, N°148, p. 195-203.

BOERAEVE, F., DUFRENE, M., DE VREESE, R., JACOBS, S., PIPART, N., TURKELBOOM, F., ... & DENDONCKER, N. Participatory identification and selection of ecosystem services. Ecology and Society, 2018, Vol. 23, N°2.

BOYD, J., & BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Ecological economics, 2007, Vol. 63, N°2-3, p. 616-626.

BROWN, G. The relationship between social values for ecosystem services and global land cover: an empirical analysis. Ecosystem Services, 2013, N°5, p. 58-68.

BURKHARD, B., & MAES, J. Mapping Ecosystem Services.Sofia: Pensoft Publishers, 2017.

CARRASCO DE LA CRUZ, P. M. The Knowledge Status of Coastal and Marine Ecosystem Services-Challenges, Limitations and Lessons Learned From the Application of the Ecosystem Services Approach in Management. Frontiers in Marine Science, 2021.

CASTILLA, J., ARMESTO, J., y MARTÍNEZ-HARMS, M. J. Conservación en la Patagonia Chilena: Evaluación del conocimiento, oportunidades y desafíos. Ediciones UC, 2021.

CHAN, K. M. A., SATTERFIELD, T., & GOLDSTEIN, J. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. Ecological Economics, 2012, N°74, p. 8-18.

HAINES-YOUNG, R., & POTSCHIN-YOUNG, M. Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5. 1): a policy brief. One Ecosystem, 2018, Vol. 3, N°e27108.

COFFIN, A. W., SWETT, R. A., & COLE, Z. D. A Spatial Analysis of Cultural Ecosystem Service Valuation by Regional Stakeholders in Florida-A Coastal Application of the Social Values for Ecosystem Services (SolVES) Tool. EDIS, 2013, Vol. 2.

CONGREVE, A., & CROSS, I. D. Integrating ecosystem services into environmental decision-making. Journal of Applied Ecology, 2019, Vol. 56, N°3, p. 494-499.

CULLINAN, C. Integrated coastal management law: establishing and strengthening national legal frameworks for integrated coastal management. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO legislative study), 2006, Vol. 93.

DELGADO-SERRANO, M., OTEROS-ROZAS, E., VANWILDEMEERSCH, P., ORTÍZ GUERRERO, C., LONDON, S., & ESCALANTE, R. Local perceptions on social-ecological dynamics in Latin America in three community-based natural resource management systems. Ecology and Society, 2015, Vol. 20, N°4, 24 p.

DÍAZ, S., SETTELE, J., BRONDÍZIO, E.S., NGO, H.T., GUÈZE, M., AGARD, J., ARNETH, A., BALVANERA, P., BRAUMAN, K.A., BUTCHART, S.H.M., CHAN, K. M. A., GARIBALDI, L. A., ICHII, K., LIU, J., SUBRAMANIAN, S. M., MIDGLEY, G. F., MILOSLAVICH, P. , MOLNÁR, Z., OBURA, D., PFAFF, A., POLASKY, S., PURVIS, A., RAZZAQUE, J., REYERS, B., CHOWDHURY, R., & SHIN, Y. J. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services (IPBES), 2019.

EHRLICH, P. R., & EHRLICH, A. H. The causes and consequences of the disappearance of species. The Quarterly Review of Biology, 1981, N°1, p. 82-85.

ELLIFF, C.I., & KIKUCHI, R.K.P. Ecosystem services provided by coral reefs in a Southwestern Atlantic archipelago. Ocean and Coastal Management 2017, N°136, p. 49-55.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). Integrated coastal area management and agriculture, forestry and fisheries: FAO guidelines. Rome: Environment and Natural Resources Service, 1998.

FISCHER, A., & EASTWOOD, A. Coproduction of ecosystem services as human -nature interactions- an analytical framework. Land Use Policy, 2016, N°52, p. 41-50.

FISHER, B., TURNER, R. K., & MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological economics, 2009, Vol. 68, N°3, p. 643-653.

GRANEK, E., et al. Ecosystem services as a common language for coastal ecosystem-based management. Conservation Biology, 2010, Vol. 24, N°1, p. 207-216.

HAINES-YOUNG, R., & POTSCHIN, M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. Ecosystem Ecology: a new synthesis, 2010, N°1, p. 110-139.

HILY, C., LE BRIS, H., & GLEMAREC, M. Impacts biologiques des emissaires urbains sur les ecosystemes benthiques. Oceanis, 1986, N°12, p. 419-426.

HOSSAIN, M. S., GAIN, A. K., & ROGERS, K. G. Sustainable coastal social-ecological systems: how do we define "coastal"? International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2020, Vol. 27, N°7, p. 577-582.

HUXHAM, M., EMERTON, L., KAIRO, J., MUNYI, F., ABDIRIZAK, H., MURIUKI, T., NUNAN, F., & BRIERS, R.A. Applying Climate Compatible Development and economic valuation to coastal management: a case study of Kenya mangrove forests. Journal of Environmental Management, 2015, N°157, p. 168-181.

KENTER, J. O., O'BRIEN, L., HOCKLEY, N., RAVENSCROFT, N., FAZEY, I., IRVINE, K. N., ... & WILLIAMS, S. What are shared and social values of ecosystems? Ecological Economics, 2015, N°111, p. 86-99.

LATERRA, P., NAHUELHUAL, L., GLUCH, M., SIRIMARCO, X., BRAVO, G., & MONJEAU, A. How are jobs and ecosystem services linked at the local scale? Ecosystem Services, 2019, N°35, p. 207–218.

LAU, J., et al. What matters to whom and why? Understanding the importance of coastal ecosystem services in developing coastal communities. Ecosystem services, 2019, Vol. 35, p. 219-230.

MARIN, S., BORJA, A., SOTO, D., & FARIAS, D. Salmon Farming: Is It Possible to Relate Its Impact to the Waste Remediation Ecosystem Service? En: PERI, P., MARTINEZ PASTUR G., NAHUELHUAL L. (editores). Ecosystem Services in Patagonia: A Multi-Criteria Approach for an Integrated Assessment. Switzerland: Springer Nature AG, 2021, 499 p.

MARTÍNEZ, C., HIDALGO, R., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, F., RANGEL-BUITRAGO, N., y CONTRERAS-LÓPEZ, M. La zona costera en Chile: Adaptación y planificación para la resiliencia. Instituto de Geografía Universidad Católica de Chile - Serie Geolibros 2019, N°31, 396 p.

MENDOZA, M. Educational policing: Park rangers and the politics of the green (E) state in Patagonia. The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology, 2016, Vol. 21, N°1, p. 173-192.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). Ecosystems and human Well-being: synthesis. World Resources Institute, 2005.

MINAVERRY, C. El Derecho Penal Ambiental a la luz de un reciente precedente jurisprudencial sobre desmontes ilegales en la Provincia de Salta, Argentina, Erreius eonline, Editorial Errepar, 2016.

MINTEER, B.A., & MILLER, T. R. The new conservation debate: ethical foundations, strategic trade-offs, and policy opportunities. Biological Conservation, 2011, Vol. 144, N°3, p. 945-947.

MROTEK, A., ANDERSON, C. B., VALENZUELA, A. E., MANAK, L., WEBER, A., VAN AERT, P., ... & NIELSEN, E. A. An evaluation of local, national and international perceptions of benefits and threats to nature in Tierra del Fuego National Park (Patagonia, Argentina). Environmental Conservation, 2019, Vol. 46, N°4, p. 326-333.

NAHLIK, A. M., KENTULA, M. E., FENNESSY, M, S., & LANDERS, D. H. Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. Ecological Economics, 2012, N°77, p. 27-35.

NAHUELHUAL, L., SAAVEDRA, G., BLANCO, G., WESSELINK, E., CAMPOS, G., & VERGARA, X. On super fishers and black capture: Images of illegal fishing in artisanal fisheries of southern Chile. Marine Policy, 2018, N°95, p. 36-45.

NAHUELHUAL, L., VERGARA, X., JULLIAN, C., CARMONA, A., y CAMPOS, G. Servicios ecosistémicos marino-costeros en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Centro de Investigación: Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes, IDEAL, 2019, 40 p.

NAHUELHUAL, L., VERGARA, X., BOZZEDA, F., CAMPOS, G., SUBIDA, M. D., OUTEIRO, L., & FERNÁNDEZ, M. Exploring gaps in mapping marine ecosystem services: a benchmark analysis. Ocean & Coastal Management, 2020, N°192.

NAHUELHUAL, L., MINAVERRY, C., LATERRA, P., HENRÍQUEZ, F., DELGADO, L., & MARTÍNEZ, G. The Challenges of Implementing Ecosystem Services in the Argentinean and Chilean Patagonia. En: PERI, P., MARTINEZ PASTUR G., NAHUELHUAL L. (editores). Ecosystem Services in Patagonia: A Multi-Criteria Approach for an Integrated Assessment. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2021.

NAHUELHUAL. L., y CARMONA, A. Impulsores de cambio en los ecosistemas de la Patagonia chilena: tendencias actuales y proyectadas. En CASTILLA, J.C, ARMESTO, J., & MARTÍNEZ-HARMS (editors). Conservación en la Patagonia Chilena. Evaluación del conocimiento, oportunidades y desafíos. Santiago: Ediciones UC, 2021.

MINTEER, B.A., & MILLER, T.R. The new conservation debate: ethical foundations, strategic trade-offs, and policy opportunities. Biological Conservation, 2011, Vol. 144, N°3, p. 945-947.

NAHLIK, A M., KENTULA, M., FENNESSY, M., & LANDERS, D. Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. Ecological Economics, 2012, Vol. 77, p. 27-35.

NELSON, E., MENDOZA, G., REGETZ, J., POLASKY, S., TALLIS, H., CAMERON, D.R., CHAN, K.M.A., DAILY, G.C., GOLDSTEIN, J., KAREIVA, P.M., LONSDORF, E., NAIDOO, R., RICKETTS, T.H., & SHAW, M.R. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. Frontiers in Ecology and the Environment, 2009, Vol. 7, N°1, p. 4-11.

NORTH, D. C. Institutions, ideology, and economic performance. Cato J., 1991, N°11, 477 p.

PERI, P., NAHUELHUAL, L., & MARTINEZ PASTUR, G. Ecosystem Services as a Tool for Decision-Making in Patagonia. En PERI, P., MARTINEZ PASTUR G., NAHUELHUAL L. (editores). Ecosystem Services in Patagonia: A Multi-Criteria Approach for an Integrated Assessment. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2021.

PERRY, R. I., BARANGE, M., & OMMER, R. E. Global changes in marine systems: A social–ecological approach. Progress in Oceanography, 2010, Vol. 87, N°1-4, p. 331-337.

PICKETT, S. T. et al. A New Century for Natural Resources Management, 1995.

PIRARD, R., & LAPEYRE, R. Classifying market-based instruments for ecosystem services: A guide to the literature jungle. Ecosystem Services, 2014, N°9, p. 106-114.

PITTMAN, S.J., POTI, M., JEFFREY, C.F.G., & KRACKER, L.M. Decision support framework for prioritizing reefs in the U.S. Virgin Islands. Ecological Informatics, 2017, N°47, p. 26-34.

POTSCHIN-YOUNG, M., BURKHARD, B., & CZÚCZ, B. F. Glossary for Ecosystem Service mapping and assessment terminology. Deliverable D1.4. EU Horizon 2020 ESMERALDA Project, Grant agreement, 2018a, N°642007, 44 p.

POTSCHIN-YOUNG, M., BURKHARD, B., CZÚCZ, B., & SANTOS-MARTÍN, F. Glossary of ecosystem services mapping and assessment terminology. One Ecosystem, 2018b, N°3.

QUIÑONES, R.A., FUENTES, M., MONTES, R.M., SOTO, D., & LEÓN-MUÑOZ, J. Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. Rev Aquacult, 2019, N°11, p. 375-402.

RAWLINS, J. M., DE LANGE, W. J., & FRASER, G. C. An ecosystem service value chain analysis framework: a conceptual paper. Ecological Economics, 2018, N°147, p. 84-95.

RODRÍGUEZ, J. P., BEARD JR, T. D., BENNETT, E. M., CUMMING, G. S., CORK, S. J., AGARD, J., ... & PETERSON, G. D. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. Ecology and Society, 2006, Vol. 1, N°11.

RUCKELSHAUS, M., MCKENZIE, E., TALLIS, H., GUERRY, A., DAILY, G., KAREIVA, P., & BERNHARDT, J. Notes from the field: lessons learned from using ecosystem service approaches to inform real-world decisions. Ecological Economics, 2015, N°115, p. 11-21.

SCHWARTZ, S. H. Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. In Advances in experimental social psychology, 1992, N°25, p. 1-65.

ŠIAULYS, A., DAUNYS, D., BUČAS, M., & BACEVIČIUS, E. Mapping an ecosystem service: a quantitative approach to derive fish feeding ground maps. Oceanologia, 2012, Vol. 54, N°3, p. 491-505.

SUMMERS, J.K., SMITH, L.M., CASE, J.L., & LINTHURST, R.A. A review of the elements of human well-being with an emphasis on the contribution of ecosystem services. Ambio, 2012, Vol. 41, N°4, p. 327-340.

SUWARNO, A., HEIN, L., & SUMARGA, E. Who benefits from ecosystem services? A case study for Central Kalimantan, Indonesia. Environmental management, 2016, Vol. 57, N°2, p. 331-344.

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). Why value the oceans? TEEB, A discussion paper, 2012, 34 p.

TADAKI, M., SINNER, J., & CHAN, K. Making sense of environmental values: a typology of concepts. Ecology and Society, 2017, Vol. 22, N°1.

THOMAS, C. R., et al. Balancing the tradeoffs between ecological and economic risks for the Great Barrier Reef: a pragmatic conceptual framework. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 2012, Vol. 18, N°1, p. 69-91.

TURKELBOOM, F, et al. When we cannot have it all: Ecosystem services trade-offs in the context of spatial planning. Ecosystem Services, 2018, Vol. 29, p. 566-578.

TURNER, R. K., & DAILY, G. C. The ecosystem services framework and natural capital conservation. Environmental and Resource Economics, 2008, Vol. 39, N°1, p. 25-35.

UNEP-WCMC. Marine and coastal ecosystem services: valuation methods and their application, UNEP-WCMC Biodiversity Series, 2011, N°33, p. 46.

VAN RIPER, C. J., KYLE, G. T., SUTTON, S. G., BARNES, M., & SHERROUSE, B. C. Mapping outdoor recreationists' perceived social values for ecosystem services at Hinchinbrook Island National Park, Australia. Applied Geography, 2012, N°35, p. 164-173.

VERBURG, R., SELNES, T., & VERWEIJ, P. Governing ecosystem services: National and local lessons from policy appraisal and implementation. Ecosystem Services, 2016, N°18, p. 186-197.

VERGARA, X., CARMONA, A., & NAHUELHUAL, L. Spatial coupling and decoupling between ecosystem services provisioning and benefiting areas: Implications for marine spatial planning. Ocean & Coastal Management, 2021a, N°203.

VERGARA, X., CARMONA. A., & NAHUELHUAL, L. Looking Beyond Ecosystem Services Supply: Co-production and Access Barriers in Marine Ecosystems of the Chilean Patagonia. En: Peri, P., Martinez Pastur G., Nahuelhual L. (editors). Ecosystem Services in Patagonia: A Multi-Criteria Approach for an Integrated Assessment. Switzerland: Springer Nature AG, 2021b, 499 p.

VIHERVAARA, P., et al. Biophysical mapping and assessment methods for ecosystem services. Deliverable D3, 2018, Vol. 3.

VIHERVAARA, P., VIINIKKA, A., BRANDER, L., SANTOS-MARTÍN, F., POIKOLAINEN, L., & NEDKOV, S. Methodological interlinkages for mapping ecosystem services – from data to analysis and decision-support. One Ecosystem, 2019, N°4, p. 1-17.

VILLA, F. et al. A methodology for adaptable and robust ecosystem services assessment. PloS one, 2014, Vol. 9, N°3, p. e91001.

WESTMAN, W. E. How much are nature's services worth? Science, 1977, Vol. 197, N°4307, p. 960-964.

WONG, C. P., JIANG, B., KINZIG, A. P., LEE, K. N., & OUYANG, Z. Linking ecosystem characteristics to final ecosystem services for public policy. Ecology letters, 2015, Vol. 18, N°1, p. 108-118.

ZAGAROLA, J. P., MARTÍNEZ PASTUR, G., LOPEZ, M. E., & ANDERSON, C. B. Assessing the effects of urbanization on streams in Tierra del Fuego. Ecología Austral, 2017, Vol. 27, N°1, p. 45-54.

2.4.

Habitar el litoral. Prospección conceptual al suburbio chileno en las ciudades costeras de Iquique y Coronel

Inhabit the coast. Conceptual prospection of the Chilean suburb in the coastal cities of Iquique and Coronel

Voltaire Alvarado Peterson[1], Juan Ignacio Ruiz Vera[2], Félix Rojo-Mendoza[3], Rodrigo Hidalgo Dattwyler[4]

RESUMEN

El presente de la ocupación de los bordes costeros en Chile sigue siendo complejo. A las amenazas constitutivas de peligro por terremotos y tsunamis, se agrega el aumento de la vivienda informal en sectores sin acceso a redes de agua potable y electricidad, la generación de proyectos de alto valor en las bermas de las playas y la vulneración de áreas protegidas para el desarrollo de nuevos espacios urbanos, se suman las operaciones habitacionales subsidiarias tendientes a reducir el alto volumen de personas sin vivienda. Este manuscrito propone una perspectiva de abordaje al resultado de los procesos de suburbanización latentes en ciudades medias del litoral chileno, tomando como casos de estudio a Iquique y Coronel. Desde la discusión bibliográfica hasta los resultados, se pretende afinar un aparato conceptual para activar el debate respecto al suburbio como unidad espacial en formación en los casos señalados. Se propone un esquema metodológico descriptivo basado en herramientas de proximidad y, finalmente, una reflexión de cierre que apunta a sustentar un concepto para los suburbios subsidiarios chilenos en función de clase, forma y expectativa del espacio urbano.

Palabras clave: urbanización litoral, suburbio, vivienda subsidiada, Chile.

ABSTRACT

The present of the occupation of the coastal edges in Chile remains complex. In addition to the threats of danger posed by earthquakes and tsunamis, there is the increase in informal housing in sectors without access to drinking water and electricity networks, the generation of high-value projects in the berms of the beaches and the violation of protected areas for the development of new urban spaces, in addition to the subsidiary housing operations aimed at reducing the high volume of homeless people. This manuscript proposes a perspective of approach to the result of the latent suburbanization processes in medium cities of the Chilean coast, taking as case studies Iquique and Coronel. From the bibliographic discussion to the results, it is intended to refine a conceptual apparatus to activate the debate regarding the suburb as a spatial unit in formation in the cases indicated. A descriptive methodological scheme based on proximity tools is proposed and, finally, a closing reflection that aims to support a concept for Chilean subsidiary suburbs based on class, form and expectation of urban space.

Key words: coastal urbanization, suburb, subsidized housing, Chile.

1 Departamento de Geografía, Universidad de Concepción, Chile. Correo electrónico: voalvarado@udec.cl
2 Programa de Magíster en Análisis Geográfico, Universidad de Concepción, Chile. Correo electrónico: jiruiz4@uc.cl
3 Departamento de Sociología, Ciencia Política y Administración Pública, Universidad Católica de Temuco, Chile. Correo electrónico: frojo@uct.cl
4 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Correo electrónico: rhidalgd@uc.cl

Introducción

La urbanización de los litorales marinos en Chile constituye un ejercicio centenario, en el que convergen dimensiones productivas, de amenidad, patrimoniales y protección de áreas verdes frente a las grandes operaciones residenciales e inmobiliarias que han promovido su densificación. Desde las regiones septentrionales hasta el meridión próximo al Círculo Polar Antártico, las ciudades del litoral se extienden en diversidad por las costas del Océano Pacífico.

Pero, más allá de la prosa instalada en el imaginario, la costa urbanizada corresponde a espacios dinámicos e indefinidos donde las matrices productivas determinan el vigor de las palpitaciones que orientan al desarrollo del tejido urbano costero. Así como los puertos cumplen una función trascendental en cualquier modelo económico, también lo son en la actualidad las funciones de amenidad y ocio, segunda y tercera vivienda, además de la protección y conservación del patrimonio histórico, natural y cultural presente en ellas o en sus proximidades. En suma, se trata de espacios complejos en aproximación científica y gestión de gobierno.

Hacia esas heterogeneidades es hacia donde buscamos apuntar en las próximas líneas. Las ciudades del litoral chileno presentan dinámicas de ocupación urbana particulares y excepcionales respecto a otras del país e incluso de la región latinoamericana. En ellas se enfrentan los modelos de desarrollo económico, su evolución histórica y tendencias de construcción. La pandemia global por COVID 19 así lo ha demostrado, quedando instaladas conceptualizaciones neo-talasocráticas basadas en la estrechez de las cadenas de transporte, las rutas interoceánicas y los inventarios de bienes de consumo de alta demanda que ingresan por puertos rumbo a los mercados de consumo. En estas ciudades también se habita e interseca la cotidianeidad de la vida urbana, la producción de los espacios residenciales y otras dinámicas socioespaciales.

La literatura científica ha sido esquiva en ello. Ha observado a la ciudad costera con las mismas categorías con que estudia las metrópolis mediterráneas, aplicándose el canon analítico de las tensiones urbanas contemporáneas sin ajustar escalas o proponer unidades que las reclasifiquen. Entremedio, han emergido otras tensiones, redefiniendo sus espacios centrales y periferias en correspondencia con prácticas de clase, soluciones habitacionales o ejercicios de geopolítica urbana con relación al juego de las posiciones dentro de una compleja topología.

Para articular esta revisión y hacernos cargo de la anterior provocación, el manuscrito comienza con una discusión bibliográfica frente a las ciudades portuarias en el contexto chileno contemporáneo, sus trayectorias residenciales y la emergencia de nuevos entornos habitacionales, resultantes de las dinámicas subsidiarias, por una parte, y de proyectos inmobiliarios fuera de la oferta con aportes públicos, por la otra. Como aparato empírico, el capítulo desarrollará algunas de las situaciones presentes en el espacio urbano de dos ciudades, Iquique y Coronel, en particular sobre la formación de espacios suburbanos en ambas urbes considerando la incidencia de procesos de creación de nuevos entornos residenciales y su relación entre sí. Al cierre, se discutirán las formas espaciales, pero también los devenires de las ciudades litorales en Chile a partir de estos casos que, si bien no representan a la totalidad de las realidades costero-urbanas, sí establecen ciertos parámetros para retomar o instalar la mirada sobre estos espacios. En las consideraciones finales, para concluir, propondremos temas para una agenda de mirada geográfica sobre la evolución de las ciudades litorales chilenas.

La urbanización del litoral marino chileno

La tendencia general ha estado en abordar la urbanización de los litorales chilenos desde la perspectiva de los riesgos naturales. En los últimos años, y con mayor presencia luego de los eventos catastróficos por efecto del terremoto del 27 de febrero de 2010, la tendencia en la producción científica ha estado en abordar los márgenes de construcción y resiliencia para enfrentar nuevos escenarios de peligro (Siembieda et al., 2012).

Aquí, emerge un concepto clave en el debate 'la construcción para la resiliencia', donde ha imperado un sistema normativo dedicado a los materiales y técnicas de obra, pero no en lo que corresponde a una organización territorial planificada para escenarios de peligro en los litorales costeros por acción de tsunamis (Lagos et al., 2008). La construcción, viga estructurante de los circuitos de producción, acumulación y reproducción de capital advierte, a través de sus agentes, que en la reconstrucción se abre una puerta de inversión de valorización más alta y multidimensional. Si antes la lógica era edificar complejos habitacionales de veraneo, como en el Litoral Central de Valparaíso, ahora la tendencia del mercado señalaría condominios seguros, sismoresistentes y próximos a vías de evacuación en caso de tsunamis. Esta tendencia de valorización impacta también en la formalidad normativa que las ciudades costeras asumen luego del evento de 2010 (Castillo et al., 2020; Contardo y Figueroa, 2021).

De lo anterior emerge la resiliencia, donde la tendencia ha estado en los modelos de peor escenario a disposición de la evaluación de eventuales catástrofes en zonas costeras. A ello se suma la educación para el riesgo de desastre en escuelas de áreas urbanas de alta exposición, como en la Región de Coquimbo, y el diseño de una política territorial enfocada en sistemas de alerta vía teléfonos móviles, rutas de evacuación masiva y vertical en el borde costero, entre otras. Construcción y resiliencia también complementan la discusión en lo referido a la actualización de técnicas y materiales disponibles para la sismoresistencia (Herrmann, 2015; Martínez et al., 2017; Platt, 2019).

Bajo estas líneas de trabajo es que se ha debatido una parte de la urbanización del litoral chileno. Sin embargo, la pregunta por las formas urbanas, los procesos de ocupación informal de los bordes costeros y la emergencia de suburbios en las ciudades de frente marino no solo han aparecido de modo subrepticio; sino señalan las rutas que el debate acerca de las nuevas geografías y texturas socioespaciales debe abordar, tanto para intervenir como investigar estas unidades territoriales.

El suburbio a la chilena

Las referencias convencionales acerca del suburbio ilustran un ecosistema excepcional en que se acoplan al menos cuatro características de base:

a) Un tipo de vivienda perfilada hacia la clase media. En el caso de los tipos de vivienda, particularmente en el borde costero, debe diferenciarse la segunda vivienda con fines de amenidad y aquella cuyo destino es la habitación permanente, donde convergen proyectos de vivienda subsidiada históricos junto a nuevas agrupaciones de viviendas donde la construcción de un objetivo de cliente potencial define el tipo de emplazamiento que busca producirse. Casos como los de Concón en la conurbación central del Gran Valparaíso señalan con claridad la conversión de unidades espaciales de alto valor ecosistémico en nichos de renta inmobiliarios (Hidalgo y Borsdorf, 2005; Borsdorf y Hidalgo, 2013; Hidalgo et al., 2017). Misma situación puede encontrarse en San Pedro de la Paz, en que la renovación de la zona industrial va de la mano con su transformación en barrios cerrados focalizados en los sectores medios con mayor capacidad de endeudamiento.

b) Un conjunto social complejo denominado y reconocido como clase media. En el reconocimiento de la clase media como hegemónica en la cuestión meso-habitacional, es importante reconocer que existe un grupo social denominado por las políticas de subsidio habitacional como grupo emergente que, si bien integra una parte de los programas vigentes de aportes fiscales para la vivienda, no exime a quienes lo adjudican de hipotecas o ahorros previos para la adquisición de nuevas residencias. Este grupo consume vivienda en los extremos de las ciudades litorales, como en el caso de Arica y La Serena, no siempre de frente a la costa, pero sí próximos a ella (Ortiz Véliz et al., 2002; Orellana et al., 2016; Hidalgo et al., 2021). Lo anterior, no quita que la clase emergente subsidiaria se acople en el espacio. Situación que no garantiza dinámicas de reconocimiento y encuentro en el sentido de la comunidad, por ejemplo (Fuster-Farfán et al., 2021).

c) Una configuración de paisaje que ensamble categorías organizadoras como la naturaleza, áreas verdes y seguridad. La dimensión del paisaje es de las más complejas, ya que el ensamblaje de una serie de

elementos que le son ajenos a la vivienda en tanto objeto urbano aporta a la construcción de su valor más allá del precio en sí (Pow, 2009; Whitehand, 2009). En este sentido, existen categorías organizadoras naturaleza, áreas verdes y seguridad, las que apuntan a distanciar al suburbio de las formas en que se produce la ciudad convencional. La planificación de barrios alterando cursos de agua o produciéndolos de forma artificial se convierte en escenario de disputa entre el valor de la vivienda acoplado a clase social frente al valor del recurso hídrico en tanto bien común y resguardo jurídico en resguardo de su acceso y consumo. Casos críticos de ello están la denominada conurbación norte de la Región de Valparaíso, en la localidad-balneario de Maitencillo respecto a la comuna de Puchuncaví, cuya contaminación y escasez hídrica se ha tornado cada vez más crítica en los años recientes (Hormazábal et al., 2019). De las tres categorías organizadoras mencionadas, el que se lleva gran parte de la atención es la seguridad de los entornos residenciales suburbanos. De ahí vienen algunas de las dinámicas de cierre en zonas litorales, visibles en estudios aplicados a comunas como El Quisco en el litoral sur de la Región de Valparaíso o en el sector de Huayquique en la ciudad de Iquique, donde la presencia de condominios en el frente marino y en sus proximidades genera un polo de aislación urbana respecto del resto de la ciudad.

d) Un sistema de servicios e instituciones para la realización de la porción no ocupacional de la vida cotidiana. En lo que respecta a los servicios, hay que reconocer en ellos dos momentos clave en la definición de los suburbios como espacios urbanos complejos (Fishman, 1989). Una primera etapa en donde la producción residencial es movilizada a partir de subsidios habitacionales, cuyo resultado histórico fue la formación de periferias en las grandes ciudades mediterráneas, como es el caso de Santiago; y una segunda etapa, cuando arriban operaciones de conjuntos residenciales con ausencia de subsidios y focalizados en precios de rango medio ascendentes (Budrovich -Sáez, 2020; Vergara-Constela y Athens, 2021). Concurren, en el primero, la disposición de infraestructura educacional y servicios de salud primaria, ambos de provisión municipal cuyo foco está en grupos sociales de menores ingresos y propietarios de vivienda subsidiada para, en un segundo momento, instalar modalidades de comercio más sofisticadas y orientadas al gusto de clase media cuando los proyectos de mayor valor se concretan en estos espacios.

Esta secuencia relata que el suburbio chileno sería imposible de gestarse en ausencia de una vivienda subsidiada de avanzada territorial, que provee estos servicios e instituciones, pero que también impulsa el desarrollo de nuevas infraestructuras viales, conectividad y transporte, alcantarillado y electricidad, entre otras.

El problema de la infraestructura ha sido trabajado en el caso de las ciudades chilenas con la focalización de recursos en formato de asistencia. Bajo una lógica de compensación de las regiones, los negocios propulsados por el Ministerio de Obras Públicas se rigen por áreas de interés que, en la mayoría de los casos, operan desde agendas de iniciativa privada (Allard y Cociña, 2018). Chiloé y la construcción del puente que conecta a la isla con el continente refleja una parte de ello, donde las consecuencias en formación apuntan a la expansión de loteos irregulares en figura jurídica de cesión de derechos de uso y goce no constitutivos de dominio, siendo una perversión de la propiedad de la tierra (Barton et al., 2013). Por su parte, el Ministerio de Bienes Nacionales ha organizado diversas campañas de aseguramiento de acceso a playas, por general en época estival, buscando resguardar el derecho al libre uso del borde costero reforzando su rol como bienes nacionales de uso público. La formación de suburbios de amenidad podría ser aquí ensayada en lo categorial, al menos en aquellos casos en que la proximidad a centros urbanos señala tropismos en régimen de pérdida y ganancia de población.

Estos casos, en particular los presentados y otros emergentes como viviendas informales en el litoral de la Región de Atacama, señalan que la suburbanización por procesos de exurbia se trataría de una avanzada de transformaciones en el litoral con fines de amenidad impulsado por sectores sociales con mayor capacidad adquisitiva y movilidad. Situaciones como estas están todavía latentes en el campo de las investigaciones, aun cuando las denuncias por ocupación ilegal de terrenos se acumulen en los tribunales y archivos judiciales locales.

La formación del espacio urbano costero en Chile

La anterior revisión y discusión tiene sustento en el prolongado estudio acerca de las ocupaciones litorales en la literatura científica chilena. Más allá de los resultados espaciales y las perspectivas con que se ha trabajado la reconstrucción y planificación para la resiliencia, lo urbano en clave costera sigue siendo un horizonte difuso de trasladar en un sentido unívoco (Barragán et al., 2005).

La ausencia de infraestructura urbana, alcantarillado y electricidad, por ejemplo, en gran parte del litoral norte del país impide trazar un resultado urbano en sentido estricto. Más bien se trata de aglomeraciones residenciales que pueden tipificarse como ciudades-balneario con densidad media. Emplazamientos costeros como Cocholgüe y Los Molles, entre otros, reflejan que la demanda por viviendas secundarias de amenidad es motor de transformación de los usos antes productivos de caletas de pesca artesanal cuyo presente y más seguro futuro está abonado a las actividades turísticas de fuente local (Guerrero y Alarcón, 2018).

Cabe destacar que la ausencia de operaciones de escala mayor en turismo, vinculada a cadenas multinacionales de hotelería y conjuntos residenciales de tiempo compartido, impide comparar procesos similares en la Costa del Sol en el Mediterráneo valenciano, o el nordeste brasileño en la ciudad de Fortaleza (Pereira et al., 2020; Romero-Padilla et al., 2020). El caso chileno se asienta en lógicas de impulso a la competitividad turística, provenientes del Ministerio de Economía y la Subsecretaría de Turismo, muy similar a la iniciativa de Pueblos Mágicos en México (Ibarra y Velarde, 2016).

Por otro lado, las grandes regiones litorales ecúmenes están determinadas por la alta concentración de población, conurbación de grandes ciudades y la metropolización de zonas residenciales-industriales. La Serena-Coquimbo, el Gran Valparaíso, Gran Concepción y la funcionalidad Puerto Montt-Puerto Varas, por ejemplo, concentran más de tres millones de habitantes entre todas, donde los servicios e infraestructura tienden a ser más eficientes que otros emplazamientos urbanos menores. Las actividades industriales de tipo extractivo, puerto y logística, además de la concentración de servicios y el acceso a instituciones de educación superior supone una ventaja frente a otros litorales.

Pero ¿Qué hace de una ciudad litoral un emplazamiento atractivo o funcional a la formación de suburbios? ¿Qué impacto tienen en ello las grandes operaciones de vivienda subsidiada? Finalmente ¿Es viable determinar ecosistemas subsidiarios en ciudades medias chilenas?

Materiales y métodos

Los casos para abordar las preguntas que anteceden a esta sección, entre otras, corresponden a ciudades medias del litoral chileno, emplazadas en la zona norte y centro sur del país.

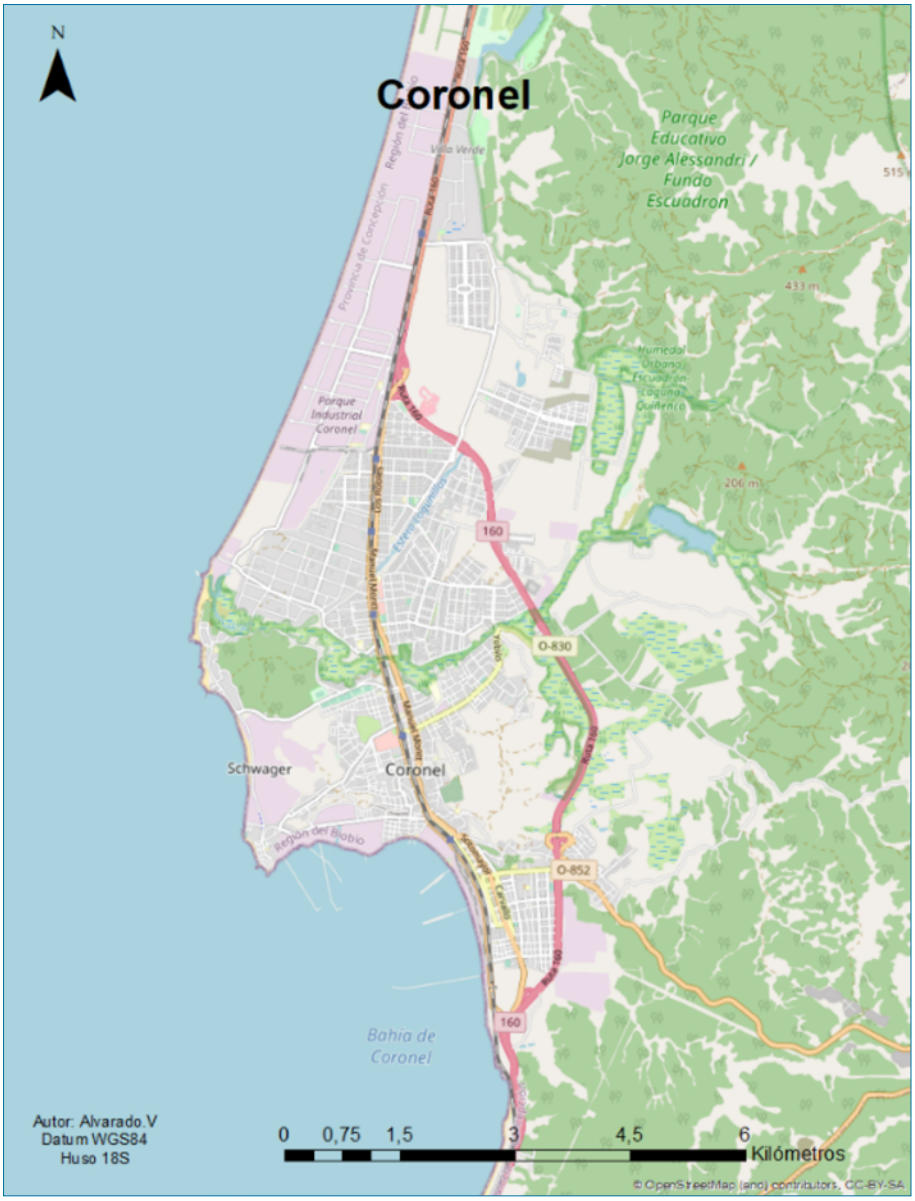
En el caso del norte, analizaremos la formación de suburbios en la ciudad de Iquique, capital de la Región de Tarapacá y principal centro urbano y comercial de la zona. La presencia de la Zona Franca con alta movilidad hacia Bolivia y en menor medida con el norte argentino, definen las formas residenciales de la ciudad particularmente en el sector norte de la ciudad. Mientras que, hacia el sur, la expansión residencial se ha desarrollado con base a subsidios de relocalización con posterioridad al terremoto de 2014 (Figura N°1).

Figura N°1.
Ciudad de Iquique, Región de Tarapacá, Chile

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del centro sur, la ciudad de Coronel representa un interesante espacio para el análisis de las ciudades medias en el marco de procesos de reestructuración inmobiliaria, caracterizado por la salida de la minería del carbón en la década de 1990 y la culminación de las actividades portuarias asociadas a ello. El fuerte impulso de operaciones residenciales subsidiarias y en ausencia de estos aportes hacia el límite con la comuna de San Pedro de la Paz señala, entre otros elementos, una redefinición permanente de los bordes urbanos de la ciudad (Figura N°2).

Figura N°2.
Ciudad de Coronel, Región del Biobío, Chile



Fuente: Elaboración propia.

Datos y procedimientos

Con el fin de analizar la matriz subsidiaria en la formación de estos suburbios subsidiarios en el litoral, vinculados a los denominados grupos emergentes, la secuencia de datos y procesamiento se presentan en el siguiente cuadro (Cuadro N°1).

Cuadro N°1.
Síntesis de datos, procesos y productos

Datos	Procesos	Productos
Bases de datos georreferenciadas en formato SHP para conjuntos de vivienda subsidiada correspondientes a los decretos supremos N°49 (títulos I y II) y N°19 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile.	Cálculo de densidad de Kernel en formato ráster con patrones de aglomeración clasificados por clase (muy baja, baja, media y alta).	Mapas de densidad de conjuntos subsidiarios DS N°49 y N°19 en las ciudades de Iquique y Coronel con mapa base proveído por Open Street Map

Fuente: Elaboración propia.

El Decreto Supremo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo N°49 corresponde un subsidio enfocado a personas categorizadas en "situación de vulnerabilidad social y necesidad habitacional" con un monto máximo de asignación de 950 unidades de fomento (UF)[5]. El monto base de acceso es de 314 UF (11.859 dólares de los Estados Unidos, USD). Su relevancia para el estudio radica en que para ciudades medias impulsa la reactivación de barrios y urbanización de zonas en reconversión inmobiliaria, desde actividades productivas a usos residenciales, además de estar vinculados a comités de vivienda en que la configuración de clase tiende a ser difusa debido a las condiciones de allegamiento que las familias jóvenes, a pesar de contar con ingresos regulares, no son atractivas para el mercado hipotecario bancario.

En el caso del DS N°19, denominado Programa de Integración Social y Territorial, fue creado con la intención de promover la vinculación espacial de grupos sociales heterogéneos en función de conjuntos integrados y en regla de localización servida de movilidad, educación, salud y áreas verdes. Esta situación que aparece llamativa, de todas maneras, existía antes de la formulación del subsidio y mucho antes en los planes habitacionales de la década de 1950. Los montos varían según zona declarada como regiones extremas, categoría en la ingresa la ciudad de Iquique, pero no Coronel. Pueden adquirirse viviendas desde las 1100 UF (41.547 USD) hasta 2400 UF (90.648 USD). Es obligatorio el ahorro previo (80 UF/3.021 USD) y requieren, al menos para el segmento de mayor valor, de hipotecas bancarias. Los aportes fiscales varían entre 275 UF (10.386 USD) y (15.561 USD).

Resultados

Espacio subsidiario suburbano en Iquique

La evolución urbana de Iquique, al menos en forma y rutas de expansión, tiene directa relación la presencia del desierto, antes urbanizado por las oficinas salitreras que fueron extinguiéndose desde la década de 1920 en adelante. La alta concentración de población en el litoral, además de la presencia de una pujante actividad portuaria señalan a Iquique como una de las ciudades medias más relevantes del norte chileno (González y Leiva, 2016).

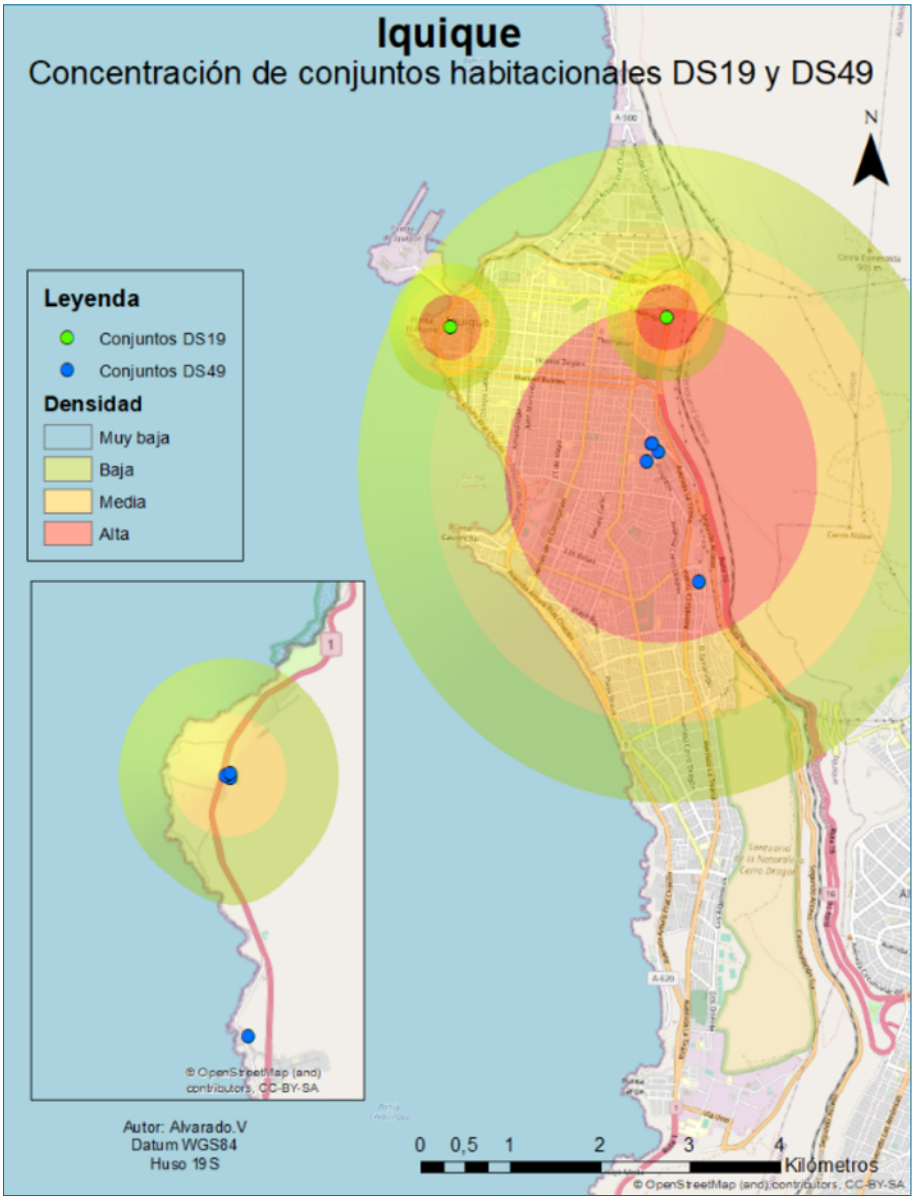
Los altos salarios de la minería, en particular durante la época dorada de la explotación cuprífera a inicios del siglo XXI permitió la rehabilitación de zonas de borde que se convirtieron en suburbios, como es el caso de Huayquique, localizado al extremo sur de la ciudad. La dinámica de emplazamiento orientada al frente marino fue utilizada en su mayoría por proyectos de alto valor, desde los 291.809 USD para 2022. Sin embargo, con el terremoto y tsunami la expansión de la ciudad avanzó por sobre la regularidad de la mancha urbana, emplazándose el conjunto Altos de Playa Blanca en absoluta ausencia de servicios accesibles para la población, además de una conectividad compleja por la vía del transporte colectivo hacia Iquique. Por lo tanto, aun siendo de alta concentración por la cantidad de viviendas edificadas, corresponde a un espacio más bien compacto en sus alcances. Las primeras 280 viviendas fueron entregadas en 2018 y se planifican

5 La unidad de fomento corresponde a la unidad de cambio con que se adquieren viviendas en Chile. Creada para contener ciclos inflacionarios producidos por el mercado inmobiliario, se utiliza para compraventas de largo plazo con la participación de hipotecas bancarias y el ahorro de sus contrayentes. El valor al mes de junio de 2022 corresponde a 33.086 pesos chilenos (36.06 dólares de los Estados Unidos, al cambio del 30 de junio de 2022).

otras 220 para los próximos años, focalizadas en población de campamentos (El Reportero, 2019; 2022).

Por otro lado, las mayores concentraciones están localizadas hacia el centro de la ciudad y al borde del puerto. Salvo los conjuntos del DS N°49 emplazados en el camino hacia Alto Hospicio, lo que sigue es un solo proyecto de integración social y territorial correspondiente al DS N°19 que podría insertarse más en una dinámica de reestructuración inmobiliaria que en la formación de un nuevo entorno suburbano. El edificio Nueva Sotomayor podría abrir un componente de suburbanización futura, considerando un eventual impulso habitacional sobre un entorno más focalizado en la logística de contenedores (Figura N°3).

Figura N°3.
Conjuntos subsidiados en Iquique presentes hasta 2022



Fuente: Elaboración propia.

En la composición de clase presente en estos barrios pueden producirse diferencias, al menos para los parámetros que el manuscrito ofrece. La oferta subsidiaria del DS N°19 tiende a ser atractiva para grupos sociales con mayor capacidad de pago, pero también tiende a obliterarse el hecho fundamental que los salarios que componen al estrato medio en Chile corresponde a una banda amplia y compleja de abordar. Según estudios realizados al inicio de la pandemia por COVID 19 en Chile, la clase media estaría integrada por aquellas personas cuyos ingresos mensuales se extienden entre los 463 USD y 2.319 USD (Subsecretaría de Evaluación Social, 2020). De esta forma, se adecuaría a los requisitos del subsidio DS N°19, donde la capacidad de ahorro y de acceso al crédito son excluyentes y obligatorias.

Sin embargo ¿Qué sucede en el caso del acceso al subsidio DS N°49 para los denominados sectores emergentes o vulnerables? Si consideramos que la vivienda en régimen propietario constituye un bien edificatorio para la construcción de clase social, entonces el acceso a bienes residenciales configura la puerta de ingreso hacia un mesoestrato. Iquique, y en particular las unidades espaciales analizadas, podría no tener una característica de clase definida por imaginarios de lo suburbano, por ejemplo. Sin embargo, ha ingresado en la ruta de producción espacial de este tipo de entornos al sustituir de manera paulatina la infraestructura logística por proyectos residenciales. Estos últimos, eso sí, de espaldas al mar.

Coronel y la trampa de la topología

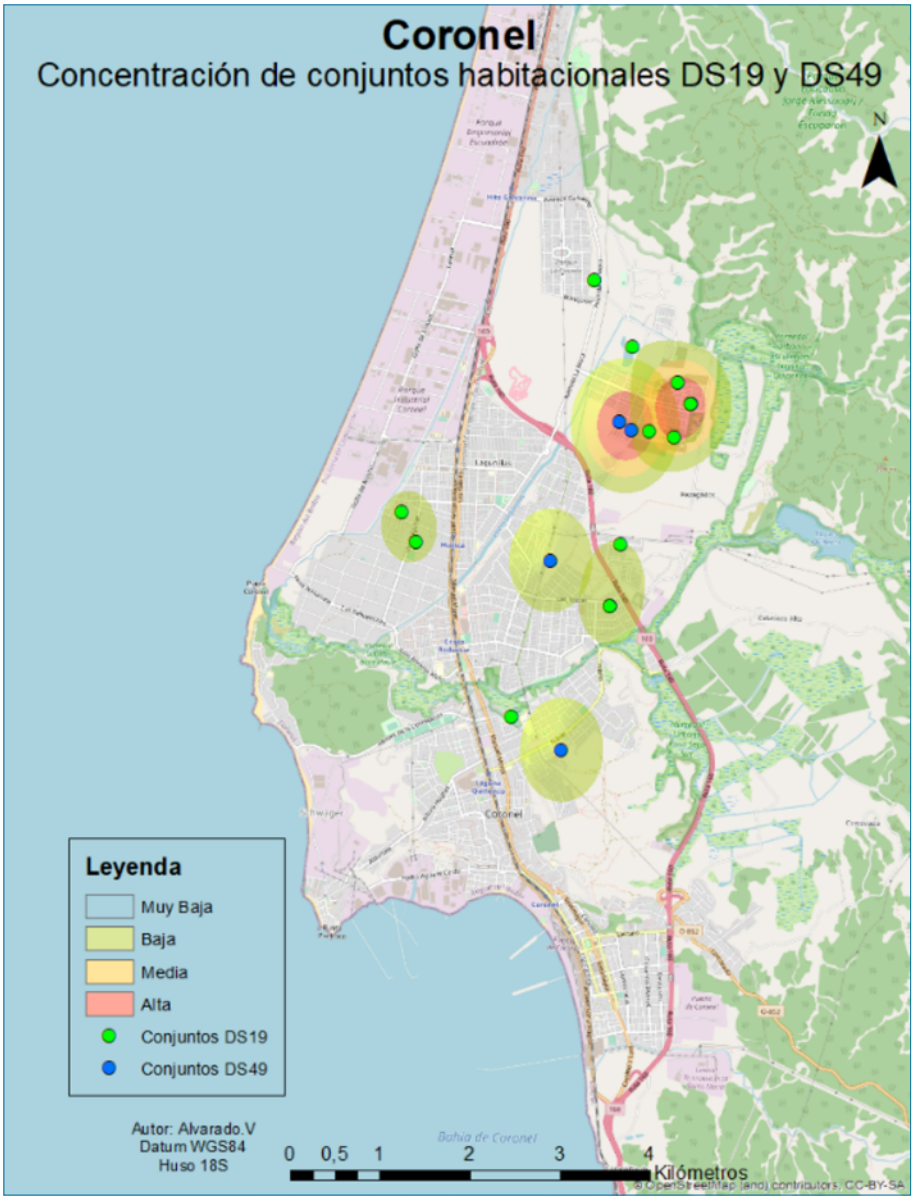
La ciudad de Coronel se localiza hacia el sur del Gran Concepción, en la Región del Biobío. De las antiguas zonas mineras del carbón, junto a Lota y Lebu, representa el ocaso de un centenario ciclo extractivo que impulsó el desarrollo urbano del litoral sur en la región (Rodríguez et al., 2009).

Con el término de estas faenas y la creación de la comuna vecina al norte de San Pedro de la Paz en 2004 se inicia un proceso de avanzada suburbana que sigue la huella de la ruta 160, carretera que conecta a Coronel con el centro metropolitano de la zona en Concepción pero también con un sector cuyo crecimiento inmobiliario sigue indeterminado.

La comuna de San Pedro de la Paz declara a la totalidad de su suelo, salvo zonas de peligro por remoción en masa y otras del litoral como urbanas. La vecindad con Coronel define el comportamiento residencial de esta última, entendiéndola como espacio de fuga habitacional al recibir las inversiones que podrían no tener lugar en la nueva unidad comunal, sea porque es poca atractiva para subsidio debido a un perfil de vivienda de valor medio-alto, o por que los proyectos subsidiarios tienden a rendir mejor en comunas de ingresos bajos o de nivel emergente, como sería en el caso de Coronel.

La vecindad espacial, entendida como la cualidad topológica de una serie de objetos en un plano entre sí por sus relaciones de proximidad, explicaría estas transacciones entre ambas comunas. Coronel tendría un espacio suburbano desarrollado en función del comportamiento de unidades habitacionales vecinas, las que en su conjunto definen los rangos de permeabilidad de las fronteras administrativas. La figura siguiente es explicativa respecto a esta hipótesis, aún en formación (Figura N°4).

Figura N°4.
Conjuntos subsidiados en Coronel presentes hasta 2022



Fuente: Elaboración propia.

En la zona de máxima concentración localizada hacia el norte del centro urbano, se aprecia un conjunto subsidiario potente, emplazado hacia el interior de la ruta 160 y frente al polo industrial y de logística que convive frente al borde costero. Sin embargo, hacia el núcleo de la ciudad los subsidios se diluyen en un nivel de aglomeración menor, lo que señala un espacio más duro frente a las transformaciones y procesos de renovación urbana.

A diferencia de Iquique, el proceso general advertido no es el de reestructuración inmobiliaria sino de producción de ecosistemas suburbanos, en donde la realización de clase puede estar no solo vehiculizada desde el acceso a la vivienda en régimen propietario, también en un formato de apertura hacia una forma política de acceso a la ciudad en condiciones hasta acá inéditas. Ya no sería la periferia el concepto articulador, puesto que los factores determinantes de ella estarían superados por el uso del automóvil, por ejemplo; se trataría, más bien, de un tipo de suburbio en donde la idea de naturaleza, seguridad y áreas verdes compensa los largos trayectos hacia las ocupaciones cotidianas que disocian la vida cotidiana de los espacios de intimidad.

Hacia un concepto de suburbio para el litoral chileno

Lejos de buscar axiomas, el propósito de esta discusión está en el ensayo de variables conceptuales y empíricas aún en desarrollo para generar un nuevo campo de debate urbano, a la vez perspectiva de evaluación frente al progreso de operaciones habitacionales de alcance mediano y largo en el tiempo. Las ciudades medias y ciudades-balnearios en la costa chilena señalan un entorno de acoplamientos complejos, en donde el poder cualitativo del mar en tanto factor constructor de valor señala, al menos en los casos aquí descritos, una fuente de impulso al momento residencial y de promoción de la propiedad que está en pleno movimiento.

Pero no todo es costa en el litoral de Iquique y Coronel. El emplazamiento oceánico de ambas ciudades coloca al diseño de las políticas de vivienda en sintonía de apertura hacia nuevos espacios dentro de los territorios comunales, con la finalidad de abrir los márgenes de la ciudad tanto a la renovación como a la construcción de entidades urbanas de interfase. La ausencia histórica de un formato de planificación periurbana, en estos casos, acusa que la frontera rural termina por ser un coto colonial de lo urbano, en función de sus necesidades y demandas.

La clase social en la estructuración de este relato termina por ser un factor de enlace entre la expectativa de salto cualitativo que edifica el acceso a la propiedad, al mismo tiempo que permite a las políticas subsidiarias un concepto complejo de los grupos sociales que acceden a los aportes fiscales para la casa propia. Con todo, la sospecha se instala en al menos tres ejes.

La determinación de los suburbios en lógica de reestructuración inmobiliaria, como sucede en Iquique, construye una expectativa de renovación urbana y también frente a las actividades económicas portuarias y de comercio. La llegada de emplazamientos de escala mayor define sendas residenciales que se abren sin límite posible, salvo la capacidad de los programas subsidiarios y el enfoque planificador de municipios y gobiernos locales.

La producción de nuevos entornos suburbanos con características de enlace naturaleza, seguridad y áreas verdes está lejos de configurar un prospecto de ciudad integrada social y territorialmente. Es muy probable que leyes de alcance nacional y local definan a estos espacios como susceptibles de enclaustramiento a partir del enrejado perimetral de sus contornos. Lejos del suburbio clásico de Robert Fishman en Estados Unidos o de Lang et al. en los Países Bajos ((Fishman, n.d.; Lang et al., 1997).

La proximidad al borde costero establece una inherente percepción de calidad de vida explotada por las operaciones habitacionales. Esta cercanía, lejos de ser una bondad del emplazamiento, se convierte en una trampa topológica puesto que configura de forma hedónica un valor que le es extraño al entorno efectivo de emplazamiento. Iquique es una ciudad de mar y desierto, al mismo tiempo que Coronel lo es de verde y mar. Pero las dos están determinadas en su crecimiento por el amplio frente interior, un espacio intersticial entre la ciudad y el sonoro silencio de las pampas desérticas y el bosque industrial para esos fines plantado.

Reflexión final

Lejos de ofrecer una conclusión, el presente manuscrito propone al suburbio chileno como un ecosistema de representaciones de clase, impulsado por el acceso a la vivienda como bien político y social de suprema relevancia, en donde la naturaleza y las dinámicas de emplazamiento determinan las vías de expansión y renovación que las ciudades de la costa chilena tienen hacia su futuro.

Agradecimientos

Este capítulo forma parte de los proyectos ANID-FONDECYT de Iniciación N°11220778 “Geografías de la suburbanización propietaria en el centro sur de Chile. Estructura subsidiaria residencial y socioespacialidades del bienestar (1990-2022)” y ANID-FONDECYT Regular N°1201255 “Los gustos espaciales en la producción de espacios urbanos dentro del Chile neoliberal: el caso de las conurbaciones de Temuco-Padre Las Casas e Iquique-Alto Hospicio”.

Referencias Bibliográficas

ALLARD, P., y COCIÑA, C. Infraestructura y valor de suelo: ¿Quién se beneficia de la inversión estatal? ARQ, 2018, N°99, p. 148-153. DOI: https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962018000200148

BARRAGÁN, J.M., CASTRO, C., & ALVARADO, C. Towards integrated coastal zone management in Chile. Coastal Management, 2005, N°33, p. 1-24. DOI: http://doi.org/10.1080/08920750590883141

BARTON, J., POZO, R., ROMÁN, Á., & SALAZAR, A. Reestructuración urbana de un territorio glocalizado: una caracterización del crecimiento orgánico en las ciudades de Chiloé, 1979-2008. Revista de Geografía Norte Grande, 2013, N°56, p. 121-142. DOI: https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022013000300007

BORSDORF, A., & HIDALGO, R. Mountains and the Sea: An Analysis of the 2010 Real Estate and Retail Sectors in the Metropolitan Region of Valparaiso-Vina del Mar, Chile. Mountain Research and Development, 2013, Vol. 33, N°3, p. 332-338. DOI: https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-11-00080.1

BUDROVICH -SÁEZ, J. Who puts the limits in the port logistic city? Logistic revolution and production of boundaries through the Dockers from Valparaíso. Izquierdas, 2020, N°49, p. 3261-3285. Disponible en: http://www.izquierdas.cl/images/pdf/2020/n49/art154_3261_3285.pdf

CASTILLO, E.J., REYES, L.A., ESPINOZA, S., & BRAUN, A.C. Evaluation of social vulnerability after the 2010 tsunami at tumbes cove-chile through the pressure and release model. Urbano, 2020, Vol. 23, N°41, p. 130-151. DOI: https://doi.org/10.22320/07183607.2020.23.41.07

CONTARDO, J.I., & FIGUEROA, P.M. Who has benefited? A socio-ecological chronology of urban resilience in the early reconstruction of Talca after the 27-F earthquake, Chile 2010-2012. Sustainability, 2021, Vol. 13, N°6. DOI: https://doi.org/10.3390/su13063523

EL REPORTERO. Emoción se vivió en la entrega de las primeras 280 viviendas de Altos de Playa Blanca. 2019. Disponible en: https://elreporterodeiquique.com/emocion-se-vivio-en-la-entrega-de-las-primeras-280-viviendas-de-altos-de-playa-blanca/ (5 de mayo de 2022).

EL REPORTERO. Sesionó mesa técnica por Altos de Playa Blanca, Segunda Etapa. 2022. Disponible en: https://elreporterodeiquique.com/sesiono-mesa-tecnica-por-altos-de-playa-blanca-segunda-etapa/ (5 de mayo de 2022).

FISHMAN, R. Bourgeois Utopias: Visions of Suburbia. London: Basic Books, 1989.

FUSTER-FARFÁN, X., ALVARADO, V., y HIDALGO, R. ¿Es posible vivir juntos? Conflictos por la vivienda en el Gran Santiago. Bitácora Urbano Territorial, 2020, Vol. 31, N°1, p. 27-40. DOI: https://doi.org/10.15446/bitacora.v31n1.87701

GUERRERO, R., & ALARCÓN, M. Neoliberalism and socio-spatial transformations in urban coves of the Metropolitan Area of Concepción. The cases of Caleta Los Bagres and Caleta Cocholgüe, Tomé. Revista de Urbanismo, 2018, N°38, Vol. 1-17. DOI: https://doi.org/10.5354/0717-5051.2018.48666

GONZÁLEZ, S., y LEIVA, S. (2016). El Norte Grande durante el ciclo del salitre: la política salitrera y la política exterior en la formación de un espacio transfronterizo (Bolivia y Chile, 1880-1929). Estudios Atacameños, 2016, N°52, p. 11-29.

ORELLANA, M.C., BRIDE, A., DÍAZ, M., y FIERRO, M.T. De ciudad mediterránea a metrópolis costera: El caso de gran La Serena. Urbano, 2016, Vol. 19, N°33, p. 30-43.

HERRMANN, M.G. Urban planning and tsunami impact mitigation in Chile after February 27, 2010. Natural Hazards, 2015, Vol. 79, N°3, p. 1591-1620. DOI: https://doi.org/10.1007/s11069-015-1914-4

HIDALGO, R., & BORSDORF, A. Puerto abierto ¿ciudad cerrada? Transformaciones socio-espaciales en la estructura urbana del área metropolitana de Valparaíso. Revista Geográfica de Valparaíso, 2005, N°36, p. 189-206.

HIDALGO, R., ALVARADO, V., y SANTANA, D. La espacialidad neoliberal de la producción de vivienda social en las áreas metropolitanas de Valparaíso y Santiago (1990-2014): ¿hacia la construcción ideológica de un rostro humano? Cadernos Metrópole, 2017, Vol. 19, N°39, p. 513-535. DOI: https://doi.org/10.1590/2236-9996.2017-3907

HORMAZABAL, N., MAINO, S., VERGARA, M., & VERGARA, M. Habitar en una zona de sacrificio: análisis multiescalar de la comuna de Puchuncaví. Revista Hábitat Sustentable, 2019, Vol. 9, N°2, p. 6-15. DOI: https://dx.doi.org/10.22320/07190700.2019.09.02.01

IBARRA, J.P., & VELARDE, M. El Programa Pueblos Mágicos y la sustentabilidad turística; el caso de Cosalá y los eventos "Cosaltazo" y "Cosalazo". El periplo sustentable, 31. 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-90362016000200004&lng=es&tlng=es.

LAGOS, M., CISTERNAS, M., & MARDONES, M. Social Housing Construction in Tsunami Risk Areas. Revista de la Construcción, 2008, Vol. 7, N°2, p. 4-16.

LANG, R.E., HUGHES, J.W., & DANIELSEN, K.A. Targeting the Suburban Urbanites: Marketing Central-City Housing. Housing Policy Debate, 1997, Vol. 8, N°2, p. 437-470. https://doi.org/10.1080/10511482.1997.9521260

MARTINEZ, C., ROJAS, O., VILLAGRA, P., ARANGUIZ, R., & SAEZ-CARRILLO, K. Risk factors and perceived restoration in a town destroyed by the 2010 Chile tsunami. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2017, Vol. 17, N°5, p. 721-734. DOI: https://doi.org/10.5194/nhess-17-721-2017

ORTIZ, J., CASTRO, C.P., & ESCOLANO, S. Procesos de reestructuración urbana y niveles de vulnerabilidad a amenazas naturales en una ciudad de tamaño medio: La Serena, Chile. Investigaciones Geográficas, 2002, N°36, p. 17-42. DOI: https://doi.org/10.5354/0719-5370.2002.27744

PEREIRA, C. & SILVA, M. Understanding the Integration of Socio-Technical Actors for Sharing and Sustainable Urban Mobility. BBR. Brazilian Business Review, 2020, Vol. 17, N°6, p. 706-724. DOI: https://doi.org/10.15728/bbr.2020.17.6.6

PLATT, S. Planning Recovery and Reconstruction After the 2010 Maule Earthquake and Tsunami in Chile. In: G. BRUNETTA, O. CALDARICE, N. TOLLIN, M. ROSASCASALS, & J. MORATO (Eds.), Urban Resilience for Risk and Adaptation Governance: Theory and Practice (pp. 285-304), 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-76944-8_16

POW, C.P. Public intervention, private aspiration: Gated communities and the condominisation of housing landscapes in Singapore. Asia Pacific Viewpoint, 2009, Vol. 50, N°2, p. 215-227. https://doi.org/10.1111/j.1467-8373.2009.01394.x

RODRÍGUEZ, J., GONZÁLEZ, D., OJEDA, M., JIMÉNEZ, M., y STANG, F. El sistema de ciudades chileno en la segunda mitad del siglo XX: entre la suburbanización y la desconcentración. Estudios Demográficos y Urbanos, 2009, Vol. 24, N°1, p. 1-7.

ROMERO-PADILLA, Y., NAVARRO-JURADO, E., y ROMERO-MARTÍNEZ, J.M. Destinos turísticos y capital creativo: El caso de la costa del sol en el sur de España. Revista de Geografía Norte Grande, 2020, N°77, p. 339-365. DOI: https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000300339

SIEMBIEDA, W., JOHNSON, L., & FRANCO, G. Rebuild Fast but Rebuild Better: Chile's Initial Recovery Following the 27 February 2010 Earthquake and Tsunami. Earthquake Spectra, 2012, Vol. 28, N°1, p. S621–S641. DOI: https://doi.org/10.1193/1.4000025

SUBSECRETARÍA DE EVALUACIÓN SOCIAL, CHILE. Casen en Pandemia 2020. Medición de Ingresos y de Pobreza por Ingresos en pandemia, 2020. Disponible en: http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2020/Nota_tecnica2_Medicion_de_ingresos_y_de_pobreza_por_ingresos_en_pandemia.pdf (5 de mayo de 2022).

VÁSQUEZ, A. & SALGADO, M. Desigualdades socioeconómicas y distribución inequitativa de los riesgos ambientales en las comunas de Peñalolén y San Pedro de la Paz. Una perspectiva de justicia ambiental. Revista de Geografía Norte Grande, 2021, N°43, p. 95-110. DOI: https://doi.org/10.4067/S0718-34022009000200006

VERGARA-CONSTELA, C., y CARROZA ATHENS, N. ¡Al mirarte de Playa Ancha, lindo puerto! Edificación en altura, renta de suelo y extractivismo urbano en Valparaíso (1991-2017). Revista de Geografía Norte Grande, 2021, N°80, p. 313-335. DOI: https://doi.org/10.4067/S0718-34022021000300313

WHITEHAND, J.W. The structure of urban landscapes: strengthening research and practice. Urban Morphology, 2009, Vol. 13, N°1, p. 5-27.

Capítulo III

Amenazas naturales, riesgos y desastres en la costa de Chile

3.1.

La vulnerabilidad social en la costa de chile durante los últimos 30 años: nuevos desafíos para la reducción del riesgo de desastres

Social vulnerability on the chilean coast during the last 30 years: new challenges for disaster risk reduction

Carolina Martínez[1,4,5], Nikole Guerrero[1,4] Simón Inzunza[1,4], Nicolás Bronfman[2,4], Alondra Chamorro[3,4] Steven Mons[5]

RESUMEN

La costa chilena ha sido afectada por amenazas de origen natural de manera recurrente, generándose grandes desastres que han implicado graves daños sociales y económicos. A estos, se suman otros eventos extremos menos conocidos asociados al cambio climático. Este capítulo analiza las características y patrones espaciales de la vulnerabilidad social durante los últimos 30 años, que han condicionado la magnitud de estos desastres en la costa, con el fin de establecer criterios para la reducción del riesgo de desastres especialmente desde la planificación territorial. Para ello se analizan los cambios históricos en la vulnerabilidad social en la costa de Chile en tres conurbaciones o ejes costeros (La Serena-Coquimbo, Gran Valparaíso y Gran Concepción), considerando los censos de 1992, 2002 y 2017, a escala de distrito censal y aplicando el Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI). Los resultados establecieron que para la conurbación La Serena-Coquimbo, la mayor parte del territorio costero redujo significativamente su vulnerabilidad entre los censos de 1992 y 2017. Mientras que en los dos primeros censos el factor de mayor influencia sobre el índice de vulnerabilidad fue la "baja calidad de la vivienda", mientras que para el censo de 2017 fue la presencia de "niños y mujeres". Por su parte, entre los censos de 1992 y 2017 la conurbación Gran Valparaíso incrementó notoriamente el nivel de vulnerabilidad con el tiempo, siendo los factores más relevantes "mujeres jefas de hogar", "población en situación de discapacidad" y "inmigración". Finalmente, para el Gran Concepción se observó un incremento en los niveles de vulnerabilidad media y alta entre los censos de 1992 y 2017, siendo el factor "mujeres y niños" el de mayor relevancia. En términos globales, los factores que más explicaron la vulnerabilidad en todos los censos fue la baja calidad de la vivienda y mujeres y niños, mientras que en los dos últimos censos han aflorado otros factores tales como madres solteras jefes de hogar; concentración de población adulta mayor; discapacidad e inmigración. Esto último establece grandes desafíos para las nuevas políticas públicas enfocadas en los grupos más vulnerables, los cuales incrementan la población expuesta y las condiciones de vulnerabilidad ante desastres y a la vez resaltan la necesidad de avanzar hacia un diseño urbano resiliente e inclusivo.

Palabras clave: riesgos naturales, vulnerabilidad, planificación territorial, sustentabilidad.

1 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Avda. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile. E-mail: camartinezr@uc.cl
2 Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería. Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile. República 239, Santiago, Chile. E-mail: nbronfman@unab.cl
3 Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción. Pontificia Universidad Católica de Chile. Avda. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile. E-mail: achamorro@ing.puc.cl
4 Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN). ANID/FONDAP/15110017 Santiago, Chile.
5 Instituto Milenio en Socio-ecología Costera (SECOS), Chile. ANID – Millennium Science Initiative Program – ICN2019_015.

ABSTRACT

The Chilean coast has been recurrently affected by natural hazards, generating major disasters that have caused severe social and economic damage. In addition to these, other less known extreme events have occurred that have been associated with climate change. This chapter analyzes the characteristics and spatial patterns of social vulnerability during the last 30 years, which have conditioned the magnitude of these disasters on the coast, in order to establish criteria for disaster risk reduction, especially from the point of view of territorial planning. For this purpose, historical changes in social vulnerability on the Chilean coast are analyzed in three coastal conurbations or axes (La Serena-Coquimbo, Gran Valparaíso, and Gran Concepción), considering the 1992, 2002, and 2017 censuses, at the census district scale, and applying the Social Vulnerability Index (SoVI). The results established that most of the coastal territory significantly reduced its vulnerability between the 1992 and 2017 censuses for the La Serena-Coquimbo conurbation. While in the first two censuses, the factor with the most significant influence on the vulnerability index was "low-quality housing," while for the 2017 census, it was the presence of "children and women." For its part, between the 1992 and 2017 censuses, the Gran Valparaíso conurbation notably increased the vulnerability level over time, with the most significant factors being "women heads of household," "population in situation of disability," and "immigration." Lastly, for Gran Concepción, an increase in the levels of medium and high vulnerability was observed between the 1992 and 2017 censuses, with the "women and children" factor being the most significant. In global terms, the factors that most explained vulnerability in all censuses were low housing quality and women and children. In contrast, other factors have emerged in the last two censuses, such as single mothers as heads of household; concentration of elderly population; disability, and immigration. The latter establishes significant challenges for new public policies focused on the most vulnerable groups, which increase the exposed population and the vulnerability conditions to disasters and, at the same time, highlight the need to advance towards a resilient and inclusive urban design.

Key words: natural risk, vulnerability, territorial planning, sustainability.

Introducción

El incremento en la intensidad y número de desastres en el mundo en las últimas décadas ha resaltado aún más la necesidad de enfocar los estudios de riesgos en su relación con políticas públicas en materia de reducción del riesgo de desastres.

En los últimos 10 años, el Estado chileno ha debido enfrentar 18 procesos de reconstrucción[4] de los cuales 15 han sido realizados en zonas costeras, siendo el terremoto y tsunami de Maule (2010) el que ha producido el mayor costo económico hasta la fecha, estimado en el 26% del PIB (Martínez et al., 2019). En este contexto, la vulnerabilidad social es el factor clave para centrar los esfuerzos colaborativos que permitan reducir la pérdida de vidas humanas y los altos costos materiales de los desastres, a través de instrumentos de gestión pública. Si bien históricamente este ha sido el elemento central desde los primeros estudios de riesgos elaborados por White y sus colaboradores (White & Haas, 1975; Barton et al., 1978), solo en las últimas décadas y debido al énfasis en el enfoque interdisciplinario es que se ha logrado comprender mejor los vínculos entre vulnerabilidad y resiliencia social, tan relevantes para mejorar la toma de decisiones en los territorios afectados y que han sido lineamientos centrales en los Marcos de Acción de Hyogo y Sendai.

Considerando el riesgo natural como la plasmación territorial de una actuación humana poco acorde con las características físico-naturales del territorio donde tiene lugar (Blaikie et al., 1994; Rojas y Martínez, 2011), los factores que lo constituyen vienen dados por la interacción entre un fenómeno natural peligroso o amenaza y las características internas de los grupos humanos y sus formas de ocupación, es decir la vulnerabilidad, los cuales definen el riesgo. Históricamente las ciencias naturales se han enfocado fuertemente en la amenaza, donde por ejemplo en el caso de un sismo-tsunami se ha generado un importante acerbo científico sobre las condiciones de generación, desarrollo e interacción con infraestructura expuesta, especialmente a través de curvas de fragilidad (Schmidtlein et al., 2011; Derakhshan et al., 2020). Por su parte, la vulnerabilidad ha sido el factor del riesgo menos avanzado y el de mayor discusión por la difícil valoración y predicción que involucran los procesos sociales complejos y cambiantes.

En general, la vulnerabilidad ha sido definida como la propensión a la pérdida o a recibir daño por efecto de una amenaza y se ha relacionado o equiparado con conceptos como resiliencia, marginalidad, susceptibilidad, adaptabilidad, fragilidad y riesgo (Cardona, 1993; Cutter, 1993; Timmermann, 1981 en Füssel, 2007). Al

4 https://www.minvu.gob.cl/reconstruccion/

respecto, Liverman (1990, en Füssel, 2007) propuso que "la vulnerabilidad es un término de uso tan amplio que es casi inútil para una descripción cuidadosa en el presente, excepto como un indicador retórico de las áreas de mayor preocupación". McEntire (2005 en Shaw, 2014) identifica quince disciplinas (desde la geografía y la epidemiología hasta el periodismo y la antropología) que utilizan el término de forma diferente. Debido a las brechas comunicacionales y la dificultad de contar con un marco conceptual integrador que facilite el trabajo interdisciplinario, Füssel (2007) propuso un esquema conceptual y una terminología sobre vulnerabilidad para ser utilizada independiente de las tradiciones de investigación entre distintas disciplinas, en especial las relacionadas con cambio climático.

En este mismo período fueron propuestos distintos modelos para comprender la vulnerabilidad, destacando: presión y liberación (Wisner et al., 2004); enfoque vulnerabilidad-sustentabilidad (Turner et al., 2003) y el modelo DROP de peligros del lugar (Cutter et al., 1996 y 2008). Desde el cambio climático, destacan los aportes de Gallopin et al., (2006) y Adger (2006) donde los elementos incluidos en la vulnerabilidad se relacionan con la exposición a una perturbación (stress), la sensibilidad a dicha perturbación y su capacidad para adaptarse, marcando un fuerte cambio conceptual y metodológico en la investigación de los riesgos.

Durante las últimas décadas, ha habido un creciente interés en el estudio de las condiciones sociales que constituyen la vulnerabilidad de las comunidades a las amenazas naturales, dando paso al concepto de vulnerabilidad social. Timmerman (1981) fue uno de los primeros científicos en considerar la vulnerabilidad a las amenazas como una construcción social, definiéndose como el grado en que un sistema social se ve afectado negativamente por la ocurrencia de un evento peligroso. Posteriormente, surgieron importantes debates teóricos sobre las características de la vulnerabilidad social y cómo éstas se relacionan con la resiliencia y la capacidad de adaptación. En términos generales, la vulnerabilidad social se entiende hoy en día como la incapacidad de una comunidad para resistir los efectos o impactos adversos de las amenazas (Cutter et al., 2003) y se centra explícitamente en "los factores socioeconómicos y demográficos que afectan la magnitud de los impactos del estrés ambiental en una población determinada" (Huynh & Stringer, 2018: 166).

De este modo, la vulnerabilidad social se relaciona con las características de una comunidad que históricamente lo ha puesto en mayor (o menor) riesgo cuando están expuestos a los impactos de una amenaza. Es decir, diferentes grupos sociales pueden compartir una exposición similar a un peligro o amenaza, pero algunos grupos pueden tener una mayor capacidad para anticipar/hacer frente a/recuperarse de un desastre que otros grupos (Berke et al., 2019). Por tanto, la vulnerabilidad a las amenazas de origen natural no solo depende de la magnitud de los peligros sino también de las condiciones socio-económicas de las personas (Rabby et al., 2019). Algunos factores que influyen en la vulnerabilidad social incluyen ingresos, nivel educacional, raza, etnia, sexo, condiciones de salud pública y edad (Cutter et al., 2003; Martínez y Aránguiz, 2016; Fatemi et al., 2017).
En esta investigación, hemos adoptado la definición de vulnerabilidad y vulnerabilidad social propuesta por Cutter et al., (2003) que se vincula a la tradición geográfica, donde "la vulnerabilidad es la susceptibilidad de una determinada población, sistema o lugar a sufrir daños por exposición al peligro y afecta directamente la capacidad para prepararse, responder y recuperarse de peligros y desastres. La vulnerabilidad social se enfoca explícitamente en aquellos factores demográficos y socioeconómicos que aumentan o atenúan los impactos de los eventos de amenazas en las poblaciones locales."

Esta definición permite generar relaciones estrechas con el concepto de resiliencia y resiliencia social (Shaw et al., 2014), dado que, si bien también existen brechas conceptuales desde las distintas disciplinas, la resiliencia es un factor estrechamente vinculado a la vulnerabilidad y su comprensión ayuda directamente a la implementación de las políticas públicas vinculadas a la reducción del riesgo de desastres, así como a la comprensión de todas las etapas del ciclo del desastre. Además, la vulnerabilidad social y la resiliencia son conceptos clave para describir la capacidad de los sistemas sociales para prepararse, absorber y adaptarse a los riesgos que plantean los impactos ambientales y desastres naturales (Ran et al., 2020). Los científicos sociales suelen entender la resiliencia como la capacidad de una comunidad para anticipar, absorber y recuperarse de eventos peligrosos de manera oportuna y eficiente (Jurjonasa et al., 2020). A menudo, se consideran la vulnerabilidad y la resiliencia como polos opuestos (Adger et al., 2005; Cutter et al., 2008). Según Kelman et al., (2018: 172) forman "un par complementario" ya que la vulnerabilidad es "la susceptibilidad al daño" mientras que la resiliencia es "la capacidad de evitar el daño". Sin embargo, algunos argumentan que un sistema puede ser resistente y vulnerable al mismo tiempo (Dixon y Stringer, 2015). Desde la perspectiva de las amenazas, la vulnerabilidad y la resiliencia son conceptos separados, pero vinculados con cierta superposición (Cutter et al., 2014).

Al fomentar la capacidad de explotar oportunidades, información y tecnología para desarrollar nuevas estrategias (Jurjonasa et al., 2020), la capacidad de adaptación es clave en el proceso de aprendizaje social y el ajuste de respuestas frente a una amenaza. Es el potencial latente de un sistema para adaptarse al cambio (Matus, 2014) y se refiere, en pocas palabras, a las condiciones que permiten a las comunidades anticipar y responder al cambio, minimizar las consecuencias, recuperarse y aprovechar nuevas oportunidades (Cinner et al., 2018). Por ejemplo, una capacidad de adaptación alta en zonas costeras facilita la policentricidad en la toma de decisiones, así como la implementación

de estrategias innovadoras de gobernanza, las cuales reducen la exposición y la sensibilidad a los impactos de una amenaza, fomentando así resiliencia del sistema (Engle, 2011; Jurjonasa et al., 2020). Para avanzar a estos niveles, se requiere primero conocer la vulnerabilidad desde una visión interdisciplinaria.

Cuantificar, espacializar y mapear la vulnerabilidad social es un proceso complejo que se está convirtiendo en una técnica popular para apoyar la gestión de riesgos en diferentes partes del mundo. Sin embargo, la medición de la vulnerabilidad social no es un proceso uniforme, ni en el tiempo ni en el espacio (Rufat et al., 2015). Un gran número de estudios han propuesto índices de vulnerabilidad social para medir tanto la sensibilidad de una población a los peligros naturales como su capacidad para responder y recuperarse de ellos. Algunos estudios, en base a un enfoque local, se centran en las características únicas de una comunidad específica (Ogie & Pradhan, 2019), mientras que otros exploran la geografía de la vulnerabilidad social a escala nacional (Tate et al., 2021).

En definitiva, evaluar la vulnerabilidad social es un paso fundamental en el proceso emergente de creación de estrategias de adaptación a diferentes escalas, lo que fomentaría la resiliencia de un sistema. A pesar de la gran recurrencia de desastres provocados por amenazas de origen natural en Chile, existen importantes desafíos para abordar el conocimiento de los factores del riesgo (amenaza y vulnerabilidad). La tradición sobre los estudios de riesgo en Chile ha sido analizada por Martínez et al. (2019) donde se establece que más que conformar una línea de investigación, el estudio de los riesgos naturales en el país ha sido abordada de manera desagregada, con diferentes enfoques y constructos, al alero de universidades regionales, donde cuya sistematización hoy en día recién se está construyendo. Incluso el concepto de riesgo natural acuñado inicialmente por Gilbert White ha sido objeto de revisión en literatura latinoamericana, debido probablemente a una falta de comprensión más profunda sobre este concepto original respecto al rol del ser humano (vulnerabilidad) en el riesgo. De este modo, surge la denominación de riesgo socio-natural, para destacar que el ser humano tiene un rol en la generación de los desastres, aun cuando dicha idea y principio están claramente implícitos en el factor de vulnerabilidad del constructo de riesgo natural y así fue establecido por White hace más de ocho décadas.

A partir del desastre provocado por el terremoto del 27/F de 2010 que afectó a gran parte de la costa del país, se intensificaron los estudios de riesgo y se generó un importante avance en el país a través de universidades regionales y Centros de Excelencia (CIGIDEN[5], CEDEUS[6], CR2[7]). Estos avances han sido discutidos por Martínez et al. (2019) donde se destaca cómo los procesos de urbanización inciden en la construcción social del riesgo y en la urgente necesidad de contar con instrumentos de planificación territorial más efectivos y vinculantes con las áreas de riesgos.

En los últimos tres años, un hito importante en el análisis específico de la vulnerabilidad en el país, ha sido la incorporación del Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI) propuesto por Cutter (2003) y el que ha permitido abordar los cambios históricos de la vulnerabilidad a distintas escalas nacionales, regionales y locales (Bronfman et al., 2021; Martínez et al., 2019). La importancia de SoVI radica en que permite el uso de un gran número de variables de bases de datos nacionales que se analizan en un entorno estadístico robusto, lo cual permite realizar mejores interpretaciones sobre grupos de factores que inciden en la vulnerabilidad, así como extraer tendencias que sirven a la toma de decisiones e implementación de políticas públicas. A partir de estas investigaciones se sabe que el estatus socioeconómico es una de las principales variables que ha incrementado a nivel nacional la vulnerabilidad social frente a desastres en Chile, desde 1992 a la fecha (Bronfman et al., 2021).

En este contexto, esta investigación tiene por objetivo analizar los cambios históricos que ha experimentado la vulnerabilidad social en la costa de Chile durante los últimos 30 años, considerando los censos de 1992, 2002 y 2017, a escala de distrito censal. Se espera que estos resultados puedan ser aplicados a la toma de decisiones en el territorio costero, hoy en día afectado por una fuerte antropización, lo cual obliga a establecer re-orientaciones en materia de planificación territorial en la costa para la reducción del riesgo de desastres y el desarrollo sostenible en general.

5 CIGIDEN: Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (https://www.cigiden.cl/)
6 Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (https://www.cedeus.cl/)
7 CR2: Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (https://www.cr2.cl/)

Contexto geográfico

La costa de Chile se caracteriza por presentar una diversidad de paisajes debido a diferencias latitudinales que generan distintos tipos de climas que actúan sobre un relieve también diverso en el cual se distinguen farallones costeros por el norte, planicies de playa, dunas y humedales en la zona central y fiordos, canales y lóbulos en el sur, debido a la herencia glaciar. Su localización en un margen continental activo y en el contexto del Cinturón de Fuego del Pacífico ha definido sus grandes unidades estructurales que sirven a la denominación de unidades del relieve chileno continental, en donde el sector costero está definido por la cordillera de la Costa (Coast Range) y las planicies costeras, estas últimas evidencian distintos niveles experimentados por el mar durante el Cuaternario denominados terrazas marinas. En esta costa, la tectónica diferencial de bloques, los niveles eustáticos y glacioeustáticos han sido importantes factores del modelado costero. El tipo de costa ha sido denominado de rasas según Paskoff (1970), es decir escalones marinos labrados en rocas del batolito costero y modelados por la acción marina. En general, se trata de una costa eminentemente rocosa, con alternancias de salientes y entrantes, en donde en las entrantes se localizan las playas y los principales sistemas de dunas (Araya-Vergara, 1971).

En esta diversidad de paisajes, se localizan las principales actividades económicas y la mayor concentración de población del país, en torno a grandes conglomerados urbanos. En este sentido, de acuerdo con Morales et al. (2019), más de millón de personas habitan bajo la cota de 10 metros sobre el nivel del mar y un 25% de la población se distribuye en comunas costeras. Según Barragán (2003) este proceso se denomina "litoralización de la población" y es favorecido, entre otros, por las condiciones naturales que ofrece la costa (Hidalgo et al., 2016), la creciente accesibilidad a automóviles y transporte público, además del despliegue de políticas de desregulación, privatización y mercantilización de la gestión territorial que ha motivado la actuación del capital inmobiliario (Carraro et al., 2021).

Materiales y métodos

Definición de unidades de análisis

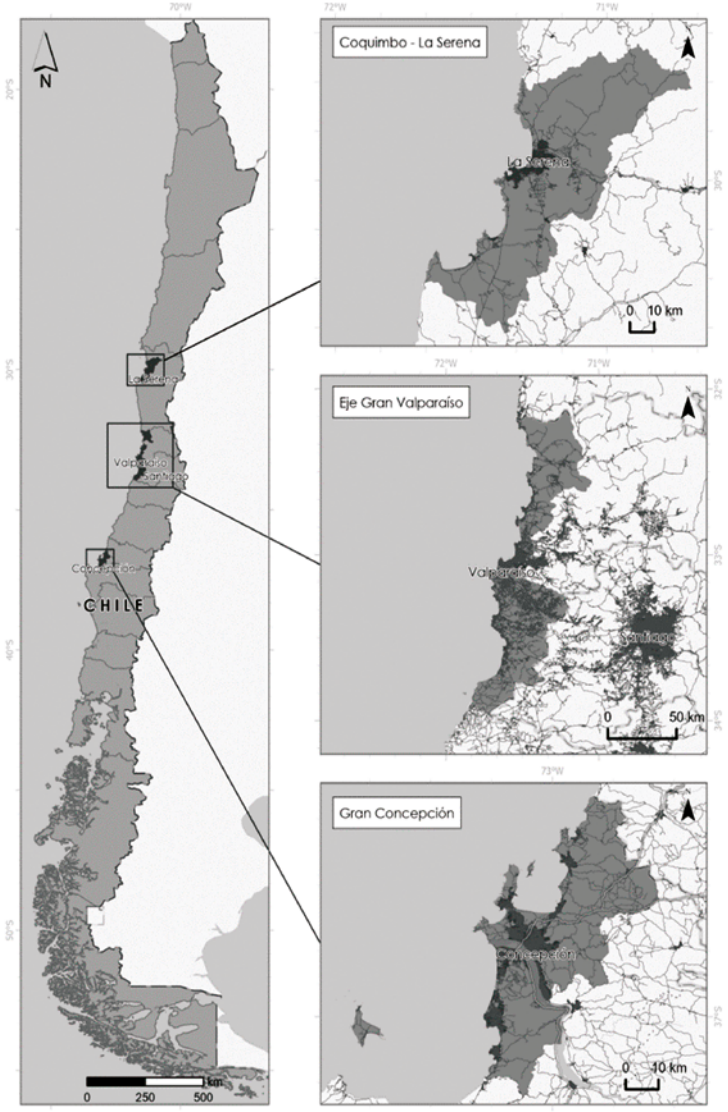
Se establecieron tres unidades de análisis, que corresponden a las tres macrozonas del país (Figura N°1):

a) Conurbación Coquimbo- La Serena: se localiza en el norte chico de Chile, Región de Coquimbo y agrupa a las comunas de Coquimbo-La Serena, en la cual habitan 422.258 personas (Censo, 2017). Es un área costera que se caracteriza, entre otros, por un clima árido, la presencia de múltiples atractivos turísticos, las fluctuaciones de la población flotante, diversificación de actividades económicas ligadas al sector primario y secundario, dinamismo inmobiliario y una mancha urbana que configura exposición ante la amenaza de tsunami (Aguirre et al., 2018).

b) Eje costero del Gran Valparaíso: localizado en la zona central de Chile, Región de Valparaíso y considera las comunas de Algarrobo, Cartagena, Casablanca, Concón, El Quisco, El Tabo, La Ligua, Papudo, Puchuncaví, Quintero, San Antonio, Santo Domingo, Valparaíso, Viña del Mar y Zapallar. En este eje habitan 967.522 personas, siendo la comuna de Valparaíso la que concentra el 35% de los habitantes (Censo, 2017). Es un área costera que se caracteriza, entre otros, por el desarrollo de actividades portuarias, turismo y la provisión de servicios terciarios, en el cual, además, se subraya el creciente rol de la actividad inmobiliaria, traducida en la construcción de centros comerciales, autopistas urbanas y principalmente en la ejecución de condominios horizontales y verticales abocados a la segunda residencia de población flotante proveniente de Santiago, lo cual, ha configurado un crecimiento exponencial de la mancha urbana hacia la periferia y la costa; se destaca, asimismo, el aumento de asentamientos informales o campamentos (Fuentes y Pezoa, 2017).

c) Gran Concepción: agrupación localizada en la zona centro-sur de Chile, Región del Biobío, que incluye las comunas de Arauco, Chiguayante, Concepción, Coronel, Hualpén, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano y Tomé, donde habitan 973.040 personas (Censo, 2017). Es un área costera que se consolidó la segunda mitad del siglo XX gracias a procesos de industrialización y crecimiento poblacional, y en la cual, actualmente, se evidencian procesos de hiper-centralización de servicios terciarios en torno a Talcahuano y Concepción y, por consiguiente, el resto de las comunas de la conurbación actúan como municipios dormitorio (Napadensky, 2016). Se destaca actualmente el papel creciente de la actividad inmobiliaria en el área (Prada et al., 2021).

Figura N°1.
Contexto geográfico y unidades de análisis consideradas



Fuente: Elaboración propia.

Análisis de vulnerabilidad: Indicadores y ámbitos

El análisis de vulnerabilidad social realizado utilizó los criterios y métodos establecidos por Bronfman et al. (2021), quienes aplicaron el método SoVI propuesto por Cutter et al. (2003), para determinar los principales impulsores de la vulnerabilidad en Chile para los años 1992, 2002 y 2017 a nivel nacional, es decir, considerando los últimos tres censos del país.

La construcción del índice de vulnerabilidad consideró el tratamiento de los datos censales de acuerdo con Cutter et al. (2003), Cutter et al. (2008) y Zhou et al. (2014). A partir de ello, se obtuvieron 30 variables a nivel de distrito censal, utilizando los datos censales disponibles (Cuadro N°1).

A su vez, las variables utilizadas para la medición de la vulnerabilidad se seleccionaron a partir de su relación con 8 ámbitos que se reconocen como factores que ejercen influencia sobre la vulnerabilidad. La utilización de ámbitos permite cuantificar la complejidad asociada al proceso; algunos de los factores que son reconocidos con una mayor influencia sobre la vulnerabilidad a la edad, el género, la educación y el estatus socioeconómico, entre otros (Fatemi et al., 2017; Stanton & Duran-Stanton, 2019).

Cuadro N°1.
Indicadores de vulnerabilidad

Descripción de la Variable	Ámbitos	Orientación respecto a la vulnerabilidad	Fuente de datos	Fuente bibliográfica
Porcentaje de población con ingreso familiar entre deciles 1 y 6	Estatus socioeconómico	Positiva	Censo Casen	(Murphy, Cody, Frank, Glik, & Ang, 2009; Shapira, Aharonson-Daniel, & Bar-Dayan, 2018)
Porcentaje de población sin automóvil		Positiva	Censo	
Porcentaje de viviendas arrendadas		Positiva	Censo	
Porcentaje de mujeres jefas de hogar		Positiva	Censo	
Porcentaje de población analfabeta mayor de 15 años	Nivel educacional	Positiva	Censo	(Muttarak & Lutz, 2014; Rufat, Tate, Burton, & Maroof, 2015)
Porcentaje de población ≥ 25 años con educación básica completa		Positiva	Censo	
Porcentaje de población desempleada	Ocupación	Positiva	Censo	(Cutter et al., 2003; Tapsell et al., 2010
Porcentaje de población activa (edad laboral entre 15-64 años)		Negativa	Censo	
Porcentaje de población estudiando		Positiva	Censo	
Porcentaje de mujeres en la población	Demográfica	Positiva	Censo	(Castañeda, Bronfman, Cisternas, & Repetto, 2020; Sikandar & Khan, 2019)
Porcentaje de mujeres solteras con hijos		Positiva	Censo	
Porcentaje de población menor de 15 años		Positiva	Censo	
Porcentaje de población mayor de 64 años		Positiva	Censo	
Edad promedio de la población		Positiva	Censo	
Porcentaje de jubilados		Positiva	Censo	
Porcentaje de población sin pareja		Positiva	Censo	
Porcentaje de población con ceguera	Población en situación de discapacidad	Positiva	Censo	(Malpass, West, Quaill, & Barker, 2019)
Porcentaje de población con sordera		Positiva	Censo	
Porcentaje de población con mudez		Positiva	Censo	
Porcentaje de población con parálisis		Positiva	Censo	
Porcentaje de población deficiencia mental		Positiva	Censo	
Porcentaje de población que se reconoce con etnias indígenas	Etnia/ inmigrantes	Positiva	Censo	Wilson & Tiefenbacher, 2012
Porcentaje de población extranjera		Positiva	Censo	
Porcentaje de viviendas irrecuperables	Calidad de la vivienda	Positiva	Censo	De Loyola Hummell et al., 2016)
Porcentaje de viviendas con muros irrecuperables		Positiva	Censo	
Porcentaje de viviendas con techos irrecuperables		Positiva	Censo	
Porcentaje de viviendas con pisos irrecuperables		Positiva	Censo	
Porcentaje de viviendas sin acceso a red de agua potable	Acceso a servicios básicos	Positiva	Censo	(Vieira et al., 2020)
Porcentaje de viviendas sin acceso a alcantarillado		Positiva	Censo	
Índice de Hacinamiento (personas en hogar/ número de habitaciones)		Positiva	Censo	

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, las 30 variables se normalizaron como porcentajes o como media aritmética para cada distrito censal y luego se estandarizaron a puntaje Z, considerando una media igual a cero y desviación estándar igual a uno. Lo anterior, con el propósito de hacer comparables las variables que consideraron distintas unidades de medida.

Posteriormente se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), el cual permite reducir el número de variables y observar los grupos homogéneos entre ellas, también conocidos como "Componentes". Para la conformación e interpretación de los componentes resultantes se consideraron todas aquellas variables con una carga factorial superior o igual a 0.5 e inferior o igual a -0.5. Cabe destacar que se otorgó a cada uno de los factores una dirección cardinal, considerando su relación teórica con la vulnerabilidad. Una dirección positiva fue asociada a un incremento en la vulnerabilidad total, mientras que la disminución en los niveles de vulnerabilidad total fue asociada a un signo negativo. Para aquellos factores cuya relación con la

vulnerabilidad social no es clara, se consideró su valor absoluto.

Finalmente, para obtener el valor SoVI se computó la suma lineal de los valores para cada componente en cada distrito censal. En cuanto a la espacialización de los resultados, los valores de SoVI fueron representados en el mapa en unidades de desviaciones estándar, considerando la clasificación de los niveles de vulnerabilidad que se observan en el Cuadro N°2.

Cuadro N°2.
Rangos de medición

Nivel de vulnerabilidad	Valor de la SD
Muy Baja	Menor a -1,5 SD
Baja	Mayor a -1,5 SD y menor a -0,5 SD
Media	Mayor a -0,5 SD y menor a 0,5 SD
Alta	Mayor a 0,5 SD y menor a 1,5 SD
Muy Alta	Mayor a 1,5 SD

Fuente: Elaboración propia, en base a Cutter et al., 2003.

La caracterización de las tres macrozonas se realizó mediante el estudio de las matrices de carga factorial obtenidos del análisis de componentes principales, como valores absolutos, para cada uno de los distritos censales asociados a las áreas de estudio, permitiendo de esta forma determinar los componentes con mayor impacto en cada una de las áreas.

Resultados

Nivel nacional

Los resultados del Índice de Vulnerabilidad Social para los tres ejes costeros del país se indican en el Cuadro N°3. De acuerdo con esto, los factores que más se repiten entre los censos corresponden a mujeres y niños; la baja calidad de la vivienda y concentración de población adulta. Para el último censo, emergen como variables relevantes, madres solteras jefes de hogar y migrantes.

Cuadro Nº 3.
Factores de mayor impacto en la vulnerabilidad local

Ejes costeros	1992	2002	2017
Conurbación Coquimbo-La Serena	Baja calidad de la vivienda	Baja calidad de la vivienda	Mujeres y niños
Eje Valparaíso	Concentración de población adulta mayor	Mujeres y niños	Población en condición de discapacidad
	Hacinamiento	Baja calidad de la vivienda	Madres solteras jefas de hogar
		Concentración de población adulta mayor	Inmigración
Eje Gran Concepción	Mujeres y niños	Mujeres y niños	Mujeres y niños
	Estatus socioeconómico	Madres solteras jefas de hogar	

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se observaron diferencias temporales para cada uno de los ejes costeros tanto a nivel distrital como en el número de población. A continuación, se presenta un resumen estadístico (Cuadro N°4 y N°5).

Cuadro N°4.
Porcentaje de distritos por nivel de vulnerabilidad en el eje costero

Nivel de vulnerabilidad	Ejes costeros								
	Coquimbo- La Serena			Gran Valparaíso			Gran Concepción		
Porcentaje de distritos	1992	2002	2017	1992	2002	2017	1992	2002	2017
Muy Baja	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	5%
Baja	14%	11%	51%	22%	20%	17%	47%	44%	27%
Media	71%	71%	40%	75%	74%	61%	53%	53%	62%
Alta	14%	11%	9%	3%	4%	20%	0%	0%	5%
Muy Alta	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°5.
Porcentaje de población por nivel de vulnerabilidad en el eje costero

Nivel de vulnerabilidad	Ejes costeros								
	Coquimbo- La Serena			Gran Valparaíso			Gran Concepción		
Porcentaje de distritos	1992	2002	2017	1992	2002	2017	1992	2002	2017
Muy Baja	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	1%	9%
Baja	38%	19%	72%	51%	19%	25%	61%	41%	40%
Media	62%	75%	27%	49%	77%	66%	39%	58%	50%
Alta	1%	5%	0%	1%	2%	9%	0%	0%	1%
Muy Alta	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

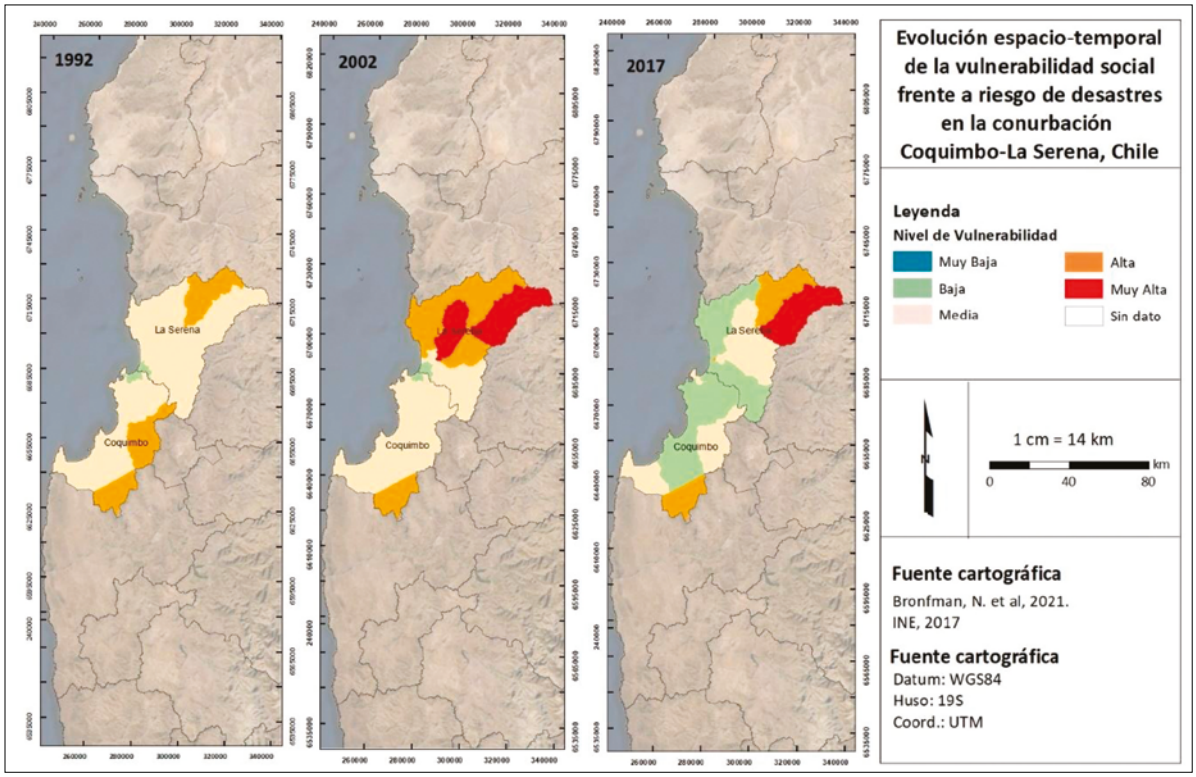
Conurbación Coquimbo – La Serena

Para el censo de 1992, predominó en la conurbación distritos con vulnerabilidad media (Figura N°2). Del total de distritos, 5 presentaron vulnerabilidad baja, 25 vulnerabilidad media y 5 vulnerabilidad alta. El factor que más influyó en el nivel de vulnerabilidad social fue la baja calidad de la vivienda.

Para el censo de 2002, predominaron en la conurbación distritos con vulnerabilidad media. Del total de distritos, 4 presentaron vulnerabilidad baja, 25 vulnerabilidad media, 4 vulnerabilidad alta y 2 distritos presentaron vulnerabilidad muy alta. El factor que más influyó en el índice de vulnerabilidad, al igual que en 1992, fue la baja calidad de la vivienda.

Para el año 2017, predominaron distritos con vulnerabilidad baja. De este modo, 17 distritos presentaron vulnerabilidad baja, 14 vulnerabilidad social media, 3 distritos vulnerabilidad alta y 1 vulnerabilidad muy alta. El factor que más influyó en el índice de vulnerabilidad social fue la presencia de niños y mujeres, quienes, según informes, son hasta 14 veces más susceptibles en caso de desastre (Naciones Unidas, 2015).

Figura N°2.
Vulnerabilidad en la conurbación Coquimbo-La Serena



Fuente: Elaboración propia.

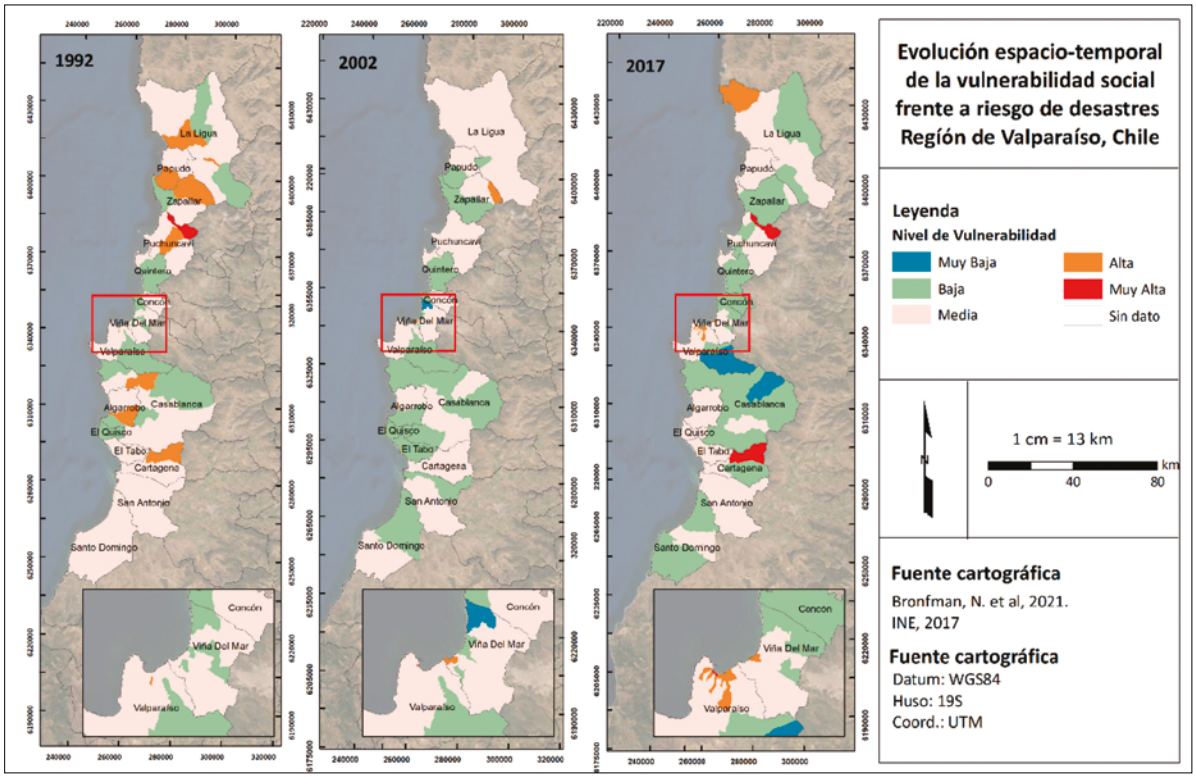
Eje costero del Gran Valparaíso

Para el censo de 1992 se determinó un predominio de la vulnerabilidad media con 75 distritos (Figura N°3). Mientras que, en menor medida, se determinaron niveles de vulnerabilidad baja, alta y muy alta, con 23, 11 y 1 distrito, respectivamente, no existiendo zonas con niveles de muy baja vulnerabilidad. En cuanto a los factores que influyeron en el incremento de la vulnerabilidad de manera local, se encuentra la 'Población adulta mayor' y el 'Hacinamiento.'

Para el año 2002, predominó la vulnerabilidad media con 72 distritos, sin embargo, el número de distritos correspondientes a vulnerabilidad baja aumentó a 34. En menor medida se encontraron los niveles de vulnerabilidad alta y muy baja, con 3 y 1 distrito en el área, respectivamente, no existiendo zonas con vulnerabilidad muy alta. Los componentes que exacerbaron las condiciones de vulnerabilidad en el área fueron 'Mujeres y Niños' y 'Baja Calidad de la Vivienda.'

Para el año 2017 se presentaron cambios en la composición de la vulnerabilidad tanto en términos espaciales como temáticos. En el primer caso, es posible ver una disminución en el número de distritos con vulnerabilidad media y baja, alcanzando las 62 y 30 unidades, respectivamente. Contrasta un aumento en el resto de los niveles, donde destaca la vulnerabilidad alta que alcanzó las 13 unidades distritales, concentradas en la comuna de Valparaíso. Para la vulnerabilidad muy alta se registraron 3 distritos y en vulnerabilidad muy baja solo 2 unidades. En cuanto a los resultados temáticos se determinó que los mayores condicionantes de la vulnerabilidad en el área estuvieron dados por: 'Población en situación de discapacidad,' 'Mujeres jefas de hogar' e 'Inmigración.' Cabe destacar, que estos 3 factores no se registraron en años anteriores ni fueron identificados en las otras áreas del estudio.

Figura N°3.
Vulnerabilidad en el eje región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia.

El Gran Concepción

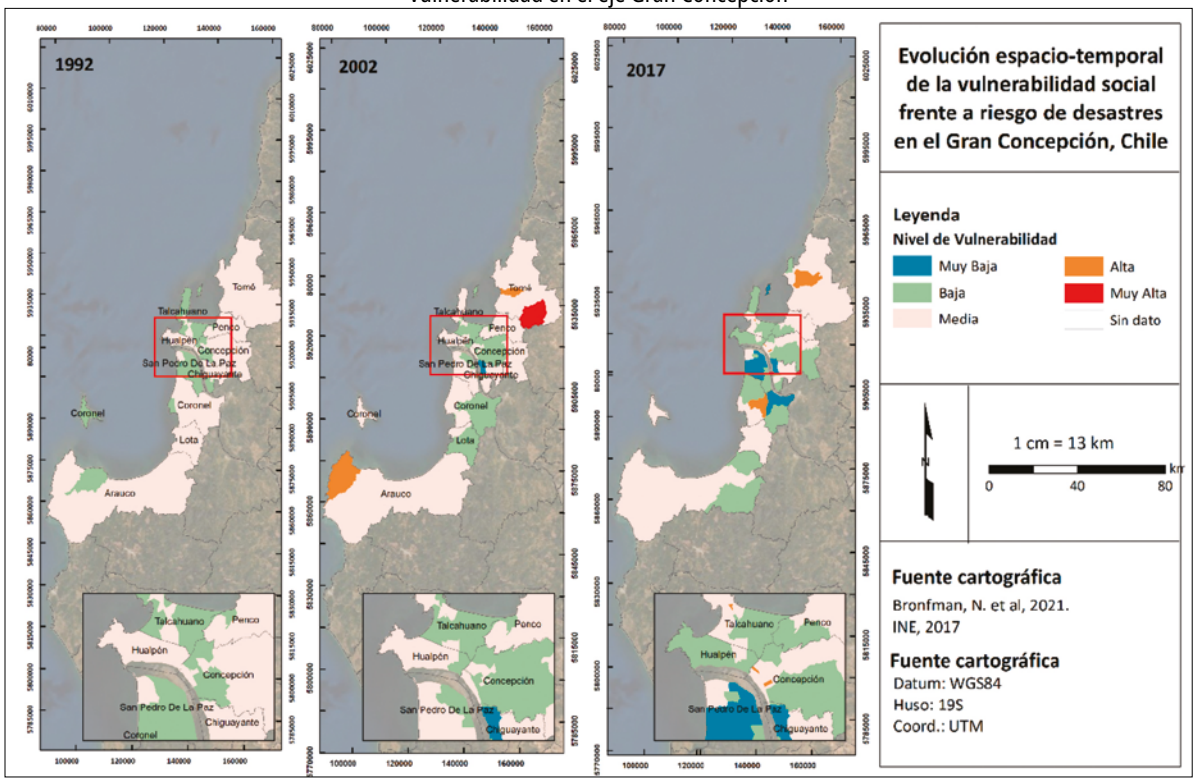
Para el censo de 1992 predominaron los distritos con vulnerabilidad media. Así, 25 distritos presentaron vulnerabilidad social baja y 75 vulnerabilidad media (Figura N°4). Los factores que más influyeron en el índice de vulnerabilidad fueron 'mujeres y niños', además de 'estatus socioeconómico'. En relación a este último factor, se establece que las personas con menores ingresos son más afectadas por los desastres y necesitan más tiempo para recuperarse y reconstruir (Hallegatte et al., 2017). En esta línea, las personas con menor estatus socioeconómico suelen habitar zonas de riesgo, poseen más posibilidades de vivir en viviendas de mala calidad, hay efectos permanentes en la salud y la educación, y se generan consecuencias en la capacidad de ahorro e inversión (Hallegatte et al., 2017). Aún más, la insuficiencia de ingresos, sumado al mayor nivel de desempleo o inestabilidad laboral se profundizan tras un desastre, por lo que se depende de apoyo externo para la absorción de impactos (Martínez et al., 2020).

En relación con el índice de vulnerabilidad social para el censo 2002, predominaron los distritos con vulnerabilidad media. Así, 1 distrito presentó vulnerabilidad muy baja, 39 baja, 66 media, 2 alta y 2 distritos poseen vulnerabilidad social muy alta. Los factores que más influyeron en este índice para 2002 fueron "mujeres y niños", además de 'madres solteras jefas de hogar'.

Para el censo 2017, nuevamente predominaron los distritos con vulnerabilidad media y el factor 'mujeres y niños' es el que más influye. En esta línea, 5 distritos del Gran Concepción presentaron vulnerabilidad muy baja, 25 baja, 74 media y 6 distritos vulnerabilidad social alta.

A nivel general, entre 1992 y 2017 se observó una disminución en los niveles de vulnerabilidad en diversos distritos del Gran Concepción, incluso observándose 5 de ellos con vulnerabilidad social muy baja en comunas como San Pedro de La Paz y Coronel durante 2017. Asimismo, en comparación a 1992, algunos distritos aumentaron su nivel vulnerabilidad, obteniendo niveles altos o muy altos.

Figura N°4.
Vulnerabilidad en el eje Gran Concepción



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

En esta investigación, se ha intentado comparar cómo y por qué la vulnerabilidad en la costa de Chile ha cambiado en los últimos 30 años, utilizando datos de los tres últimos censos nacionales y considerando los tres grandes conglomerados urbanos en la costa. Dado que hemos adoptado un concepto de vulnerabilidad social proveniente de la tradición geográfica, es importante destacar que el énfasis en la interpretación de los resultados estará dado por aquellos elementos o variables de la estructura demográfica o socioeconómica que más influencian la interacción con amenazas y por ende condicionan los desastres (Cutter et al., 2009 en Shaw, 2014).

La vulnerabilidad como proceso social, sufre cambios en el espacio y tiempo, por tanto, componentes que hoy pueden explicar en mayor o menor medida los niveles de vulnerabilidad social pueden no hacerlo a lo largo del tiempo, causando que aquellos territorios que eran altamente vulnerables en un momento puedan dejar de serlo en otro. En el caso de Chile, hay que destacar la heterogeneidad en la distribución de la vulnerabilidad medida por SoVI, así como en las tres macrozonas de esta investigación, lo cual es resultado de las interacciones espaciales y temporales de los distintos componentes de la vulnerabilidad que revelan finalmente las diferencias entre un territorio y otro. En este sentido, Bronfman et al. (2021) establecieron que a nivel país la vulnerabilidad se encuentra explicada en mayor medida por el estatus socioeconómico, el cual influye directamente sobre las capacidades de las comunidades para enfrentar y recuperarse de un desastre y para comprender las amenazas y acciones de preparación asociadas. No obstante, en esta investigación enfocada solo en áreas costeras, se identificaron otros factores distintos a este, que se pueden explicar de la siguiente manera:

Conurbación Coquimbo-La Serena

Para 1992 y 2002, el factor que más influyó en el índice de vulnerabilidad fue la baja calidad de la vivienda. Para 2017, el factor que más influyó en el índice de vulnerabilidad social fue la presencia de niños y mujeres, quienes, según informes, son hasta 14 veces más susceptibles en caso de desastre (Naciones Unidas, 2015). En el caso de niñas y niños, su condición responde principalmente a su dependencia del cuidado de los adultos, y consecuentemente, de características como el nivel de ingresos y educación de los cuidadores (CEPAL, 2017).

Los desastres obligan a las familias, en particular a aquellas que viven en situación de pobreza, a tomar decisiones que pueden tener efectos perjudiciales de largo plazo en los menores, tales como retirarlos de la escuela o reducir los gastos en salud (Hallegatte et al., 2017). Con relación a las mujeres, su mayor condición de vulnerabilidad en comparación a los hombres deviene de estructuras sistémicas de inequidad social, opresión y roles de género (Cotarelo, 2015), lo cual, en caso de desastre, significa una carga adicional debido a su rol en la responsabilidad del trabajo no remunerado, entre ellos, suministro de cuidados, agua y alimentos para los hogares (Naciones Unidas, 2015). Asimismo, poseen menores porcentajes de acceso a asistencia médica, existe un aumento de violencia de género en contexto de desastre, presentan altas tasas de estrés postraumático y hay mayores dificultades para desarrollar actividades remuneradas tras el desastre, lo que genera situaciones de dependencia, ya sea de la figura del hombre, en caso de que exista dentro del núcleo familiar, o de la ayuda externa y/o gubernamental (Cotarelo, 2015).

A nivel general, los cambios en los patrones de vulnerabilidad social en la conurbación Coquimbo-La Serena tienen su origen en el urbanismo neoliberal que se ha desplegado a través de políticas de desregulación, privatización y mercantilización de la gestión territorial (De Mattos, 2013; Carraro et al., 2021), generando una serie de transformaciones y dinámicas socio-territoriales propiciadas por el desarrollo turístico e inmobiliario, el cual es definido, principalmente, por agentes privados (Guerrero y Alarcón, 2018).

En este sentido, el aumento de distritos con vulnerabilidad alta o muy alta entre 1992 y 2002 es explicado, entre otros, por el aumento de las migraciones intrarregionales desde comunas cercanas, principalmente, Ovalle, Vicuña, Andacollo y La Higuera debido a las mejores condiciones de infraestructura urbana y oportunidades educativas-laborales que ofrece la conurbación (Hidalgo et al., 2009), lo cual es un foco de atracción para población de distintos estratos socioeconómicos. Lo anterior, fue motivado principalmente por la activación de la inversión inmobiliaria, además de la construcción de poblaciones llevadas a cabo por empresas mineras (Orellana, 2020). Se observó además una producción masiva de vivienda social, conformando amplias zonas con escaso equipamiento, accesibilidad deficiente y una fuerte estigmatización (Orellana, 2020), lo cual puede explicar que el factor 'baja calidad de la vivienda' influya de mayor manera en el índice de vulnerabilidad para 1992 y 2002 (Bronfman et al., 2021).

En relación con la disminución de los niveles de vulnerabilidad en 2017, destaca la aparición de segundas residencias, el explosivo desarrollo de condominios, la aparición de grandes hoteles y centros comerciales, además del desarrollo de obras públicas que integran a la trama urbana lugares claves para la rentabilidad del capital inmobiliario, principalmente complejos turísticos-residenciales como 'La Serena Golf' o Puerto Velero (Hidalgo et al., 2009). Gran parte de las inversiones inmobiliarias privadas ocurren en la zona costera para crear y satisfacer la demanda de turistas en la época estival, lo cual genera atracción hacia personas de mayores ingresos y dinámicas que dificultan el acceso a la vivienda a habitantes de bajos ingresos, generando expulsión y reconversión de la población local (Guerrero y Alarcón, 2018). Lo anterior, explica los niveles de vulnerabilidad baja en los distritos más cercanos a la costa. En el caso contrario, los mayores niveles de vulnerabilidad en los distritos de la periferia de la conurbación se pueden explicar por los programas de vivienda social que se han desarrollado en esta zona (Hidalgo et al., 2009).

Actualmente, se observan nuevas dinámicas que podrían reconfigurar los patrones de vulnerabilidad a futuro, principalmente la parcelación masiva de terrenos rurales en torno a la conurbación, lo cual ha atraído a población de estratos socioeconómicos medios y altos para la construcción de primeras y segundas residencias (Orellana, 2020).

Si bien la conurbación ha experimentado disminución en los índices de vulnerabilidad social en el periodo 1992-2017, se ha observado un aumento de la exposición de infraestructura y población ante tsunami, lo cual genera un escenario crítico de evacuación en caso de desencadenarse un evento extremo de este tipo (Orellana et al., 2016). Lo anterior se ve profundizado debido a la degradación de humedales y sistemas dunarios, los cuales actúan como verdaderas barreras ante amenazas naturales tales como tormentas, marejadas o tsunami (Orellana et al., 2016).

La ocupación irregular se ha incrementado en las últimas décadas con tomas y campamentos en la frontera sur de la conurbación y ha generado un aumento de la vulnerabilidad que no ha sido posible medir en esta investigación debido a la falta de datos de libre acceso.

Eje costero de Valparaíso

Para el año 1992 se determinó un predominio de la vulnerabilidad media con 75 distritos a su haber. Mientras que en menor medida se determinaron niveles de vulnerabilidad baja, alta y muy alta, con 23, 11 y 1 distrito, respectivamente, no existiendo zonas con niveles de muy baja vulnerabilidad. En cuanto a los factores que influyeron en el incremento de la vulnerabilidad de manera local, se encuentra la 'Población adulta mayor' y el 'Hacinamiento'. El primer factor, respectivamente, responde a que la población adulta mayor junto a otros grupos vulnerables como niños, no suelen presentar independencia económica ni física para movilizarse o realizar acciones de preparación y respuesta frente a eventuales amenazas (Al-Rousan et al., 2014; Daddoust et al., 2018). A su vez, son grupos que suelen asumir junto a mujeres e inmigrantes los costos de recuperación luego de un desastre (Masozera et al., 2007; Stanton & Duran-Stanton, 2019).

Por su parte, el 'Hacinamiento' es un reflejo del periodo histórico nacional y de las dinámicas habitacionales de la época, donde las políticas estatales se orientaban a enfrentar las carencias habitacionales existentes a través de subsidios que apoyaran el acceso legal de la población a viviendas básicas que oscilaban entre los 13 y 42 m^2 de superficie, dependiendo del tipo de programa habitacional (Fernández Labbé, 2008; Matus, 2014). En términos de vulnerabilidad, este tipo de condiciones afecta a la población cuando se requiere llevar a cabo procesos de evacuación, ya que exacerba algunas dificultades como el acceso limitado a escaleras de emergencia en el caso de edificios y la evacuación ordenada en las calles (Flanagan et al., 2011). A su vez, las condiciones de hacinamiento suelen estar estrechamente ligadas al status socioeconómico, es decir la gente con menos recursos suele vivir en viviendas de baja calidad y con altos niveles de hacinamiento, siendo especialmente vulnerables frente a amenazas naturales (Morrow, 1999; Flanagan et al., 2011).

Para el año 2017 se produce una disminución en el número de distritos con vulnerabilidad media y bajo, y un incremento significativo en el número de distritos con vulnerabilidad alta, concentrados principalmente en la comuna de Valparaíso. Los resultados muestran que los mayores condicionantes de la vulnerabilidad en el área estuvieron dados por la 'población en situación de discapacidad', 'mujeres jefas de hogar' e 'inmigración'.

En cuanto al factor 'población en situación de discapacidad', este representa uno de los ámbitos de mayor vulnerabilidad frente a peligros naturales, puesto que en general las personas en estas situaciones presentan mayores dificultades para desplazarse y acceder a información adaptada a sus necesidades (Malpass et al., 2019). Por su parte, el factor 'Mujeres jefas de hogar' hace referencia al hecho de que los hogares formados por madres solteras, donde las mujeres son el principal sustento económico, suelen presentar menores ingresos frente a los hogares manejados por ambos padres e inclusive solo por padres solteros (Lu et al., 2019). En este sentido, estudios previos sugieren que las diferencias entre hombres y mujeres respecto de su nivel de empleabilidad y presencia en la toma de decisiones hacen de las mujeres un grupo más vulnerable (Sikandar & Khan, 2019). Finalmente, la aparición del factor 'Migrantes' hace referencia al explosivo crecimiento de la inmigración que se ha dado en las últimas dos décadas y que espacialmente se ha concentrado en la zona norte y centro de Chile. En este sentido, la incorporación creciente de población extranjera en las distintas comunidades del territorio nacional representa un elemento significativo de incremento de la vulnerabilidad social de los territorios, ya que, tradicionalmente las comunidades inmigrantes poseen barreras lingüísticas, culturales y económicas que dificultan su acceso a información y recursos para conocer, comprender y prepararse para las amenazas naturales de los territorios en que ahora habitan (Organización Internacional para las Migraciones (OIM), 2017; Migrants in Countries in Crisis Initiative (MICIC), 2017).

Los cambios que ha sufrido la zona tienen su origen, al igual que en la zona costera chilena a nivel global, en el urbanismo neoliberal que ha llevado al re-escalamiento de ciertas ciudades y metrópolis a regiones urbanas (De Mattos, 2013; Hidalgo et al., 2016), tal como ha sucedido en esta zona reconocida como 'Litoral Central'.

Así las distintas fuerzas de la modernización capitalista han producido una metamorfosis en el territorio mediante la instauración de políticas neoliberales, de desregulación, privatización y mercantilización, que ha tenido como efecto una apertura hacia nuevas áreas de localización para familias y empresas (De Mattos, 2013). Esto se ha hecho tangible en procesos de producción masificada de segundas viviendas y más actualmente en la instalación de viviendas principales a partir de una mayor integración y del proceso de metropolización que afecta la macrozona central de Chile (Hidalgo et al., 2016). Sin embargo, estos procesos que, si bien han generado ciertas amenidades en estos nuevos espacios construidos, también han tenido como consecuencia una fragmentación de los territorios y de las ciudades, que ha llevado a la pérdida de ecosistemas frágiles, la reconversión social, demográfica y cultural de los grupos locales y su posible expulsión, y el sometimiento de las viviendas a los riesgos de devaluación y de las crisis financieras, generando potenciales conflictos sociales y ambientales.

En este sentido, los procesos espacio-temporales que ha sufrido el territorio se condicen con los cambios que se visualizan en la vulnerabilidad, ya que si bien ha existido un aumento en las amenidades en la zona, producto de la mayor integración del territorio con la metrópolis central del país, que ha reducido los niveles aparentes de vulnerabilidad, esto ha generado, a su vez, una

concentración de la vulnerabilidad en aquellos sectores que han quedado fragmentados y excluidos del proceso de 'elitización' del territorio (Hidalgo et al., 2016). Tal es el caso de la zona alta de Valparaíso, donde los niveles de vulnerabilidad aumentaron explosivamente entre 2002 y 2017.

Este aumento de la vulnerabilidad en las quebradas de Valparaíso guarda directa relación con el aumento del precio de suelo en las zonas con mayor centralidad, que genera que las clases medias-bajas y en su mayoría locales, deben trasladarse a zonas periféricas para acceder a alojamientos de menor costo pero suficientemente conectadas, mientras que clases más desfavorecidas se ven obligadas a optar por la informalidad en terrenos altamente vulnerables, generando asentamientos precarios en zonas de alto riesgo, con total ausencia de la conectividad y accesibilidad que poseen las áreas desarrolladas, produciendo una segregación socio-económica extrema (Kapstein & Gálvez, 2014).

Concepción

Los factores que más influyeron en el índice de vulnerabilidad para 1992, fueron 'mujeres y niños', además de 'estatus socioeconómico'. En relación a este último factor, se establece que personas con menores ingresos son más afectadas por los desastres y necesitan más tiempo para recuperarse y reconstruir (Hallegatte et al., 2017). En esta línea, las personas con menor estatus socioeconómico suelen habitar zonas de riesgo, poseen más posibilidades de vivir en viviendas de mala calidad, hay efectos permanentes en la salud y la educación, y se generan consecuencias en la capacidad de ahorro e inversión (Hallegatte et al., 2017). Aún más, la insuficiencia de ingresos, sumado al mayor nivel de desempleo o inestabilidad laboral se profundizan tras un desastre, por lo que se depende de apoyo externo para la absorción de impactos (Martínez et al., 2020).

En relación con el índice de vulnerabilidad social para el año 2002, predominan los distritos con vulnerabilidad media. Los factores que más influyen en este índice para 2002 son 'mujeres y niños', además de "madres solteras jefas de hogar". Al respecto, se establece que la pobreza, la exposición de las viviendas y roles de género en contexto de desastre, como la gestión de necesidades infraestructurales diarias, entre ellas provisión de combustible, agua y saneamiento, se profundiza en aquellos hogares donde las mujeres son jefas de familia, limitando, además, su capacidad para generar y acceder a recursos en el periodo posterior al desastre, generando situaciones de dependencia externa para la respuesta (Cotarelo, 2015; Naciones Unidas, 2015).

El Gran Concepción se caracteriza por configurar un conglomerado de centros urbanos con origen propio, que con el tiempo fueron forjando relaciones de dependencia debido a las funciones específicas que cada una de las comunas desempeña. Así, por ejemplo, Talcahuano y Coronel poseen vocación industrial-portuaria, Concepción se avoca a servicios del sector terciario, mientras que San Pedro y Chiguayante desempeñan una función netamente residencial (Baeriswyl, 2009). En cuanto a la morfología urbana de esta macrozona, destaca la ocupación dispersa del territorio como respuesta a la lógica de la geografía local, caracterizada por la presencia de ríos, zona costera sinuosa, lagunas y cordones montañosos (Baeriswyl, 2009).

Entre el periodo 1992-2002, el aumento de la vulnerabilidad en algunos distritos se puede deber, entre otros, a las migraciones producto de la concentración de actividades industriales, lo que termina convirtiéndose en un polo de trascendencia nacional para personas de diversos niveles socioeconómicos (Rojas et al., 2009). Asimismo, en comunas como Coronel, Tomé, Penco y Talcahuano se privilegió la construcción de viviendas sociales en suelos baratos sin acceso a servicios ni equipamientos, lo cual de igual manera aumenta la vulnerabilidad social (Rojas et al., 2009). En esta lógica, gran parte de la llanura de San Pedro que integra la conurbación San Pedro de La Paz y Coronel se ha ocupado históricamente a través de erradicación de campamentos en suelos considerados despreciables (vegas y pantanos) como es el caso de Boca Sur (década de los '80) y posteriormente bajo la figura de viviendas sociales (Martínez y Aránguiz, 2016).

En los últimos años, y al igual que en el resto de las macrozonas anteriormente estudiadas, se presentan lógicas de urbanismo neoliberal (Carraro et al., 2021), específicamente un gran dinamismo del ámbito inmobiliario y una gran inversión en infraestructura (Baeriswyl, 2009), con instalaciones de malls, servicios y equipamientos de carácter comunal y regional (Rojas, 2009). Asimismo, destaca el consumo de suelo urbano con fines residenciales, específicamente en el núcleo urbano integrado por las comunas de San Pedro de la Paz, Concepción y Talcahuano, lo que explica en gran parte el crecimiento urbano del Gran Concepción (Baeriswyl, 2009). Se subraya el caso de San Pedro de La Paz (sector Los Batros), la cual presenta viviendas de altos ingresos en un entorno natural de belleza escénica producto de la presencia de humedales y cerros, lo que ha convertido en polo de atracción para los proyectos inmobiliarios (Rojas, 2009). Esto explica, en parte, la presencia de distritos con niveles de vulnerabilidad social muy baja durante 2017 en esta comuna.

El explosivo proceso de urbanización en el Gran Concepción ha significado un aumento de la exposición ante tsunami y de igual manera una degradación de los ecosistemas, fundamentalmente humedales, lo que inhibe su función ecosistémica de mitigación ante amenazas naturales y consecuentemente aumenta el riesgo de desastre (Rojas et al., 2015; Martínez y Aránguiz, 2016).

Reflexión final

Hasta la fecha, la gran mayoría de los marcos que analizan la vulnerabilidad social y resiliencia provienen de Institutos de Investigación del Norte Global. Uno de estos marcos desarrollados en el Norte Global es el SoVI, desarrollado por Cutter et al. (2003) en EE.UU. Aunque constituye uno de los marcos más utilizados para entender, cuantificar y analizar la vulnerabilidad social, solo recientemente se ha comenzado a aplicar en los contextos geográficos de países del Sur Global. Ello es sumamente relevante, ya que las amenazas y desastres plantean desafíos duraderos para el desarrollo y el alivio de la pobreza en países en el Sur Global (Ran et al., 2020). En este contexto, en Chile ya se han desarrollado estudios a nivel nacional mediante el uso de SoVI, donde destaca el estudio espacio-temporal desarrollado por Bronfman et al., (2021). Sin embargo, estudios focalizados en áreas específicas son escasos, destacando la primera contribución que utiliza SoVI a una escala local como la bahía de Cartagena, para evaluar el riesgo de tsunami para un peor escenario (Martínez et al., 2019). En la presente investigación, considerando una escala regional, se logran identificar los principales factores que causan la vulnerabilidad en las principales conurbaciones costeras del país y sus cambios para los últimos 30 años.
En la costa chilena por lo tanto, considerando periodos entre censos, la vulnerabilidad social experimentó notables cambios, con una tendencia a la disminución de la vulnerabilidad desde 1992 a la fecha.

Considerando el comportamiento por nivel de vulnerabilidad para cada conurbación según distrito censal, en La Serena-Coquimbo la mayor parte del territorio costero redujo la vulnerabilidad sin embargo esta aumentó específicamente en La Serena. En el caso del litoral central (Gran Valparaíso), la vulnerabilidad media aumentó desde 1992 a 2002 manteniéndose en el orden del 66% en 2017, así también se focalizó con alta vulnerabilidad en la ciudad de Valparaíso. En el caso del eje costero de Concepción, la vulnerabilidad media aumentó en igual periodo (50% en 2017) en la mayor parte de las comunas costeras y se elevó en Tomé, Punta Lavapié y en algunos sectores de la ciudad de Concepción. Los factores que explican la vulnerabilidad en todos los censos es la baja calidad de la vivienda y, mujeres y niños, mientras que en los dos últimos censos afloran los factores tales como madres solteras jefes de hogar, concentración de población adulta mayor, discapacidad e inmigración.

El comportamiento de la vulnerabilidad tiene grandes implicancias en la magnitud de los desastres y ha sido foco de atención de todos los marcos de acción para la RRD, sin embargo, en Chile es uno de los factores del riesgo más difíciles de analizar debido a las limitaciones de datos (censos fallidos), acceso a bases de datos públicas, escalas de trabajo, acceso a datos en ámbitos urbanos y rurales, enfoques metodológicos, entre otros. Para ello se debe enfatizar la necesidad de monitoreo sistemático de los factores de la vulnerabilidad social con el propósito de vincularse efectivamente a las políticas públicas orientadas especialmente en mejorar las condiciones de vida de las personas, incidir en niveles de desarrollo y en la gestión del riesgo.

Dada la fuerte relación entre la vulnerabilidad y la construcción social del riesgo, es prioritario que las áreas de riesgo se vinculen con los instrumentos de planificación territorial, en especial los planes reguladores comunales. A su vez, los cambios espacio-temporales de la vulnerabilidad en el territorio costero puedan ser considerados como criterios para el diseño urbano resiliente y la implementación de planes de emergencia construidos sobre estas dinámicas sociales y territoriales.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con apoyo de los proyectos ANID-FONDECYT N°1200306 and ANID/FONDAP/15110017 e Instituto Milenio en Socio-ecología Costera (SECOS), ICN2019_015.

Referencias Bibliográficas

ADGER, W. N., HUGHES, T. P., FOLKE, C., CARPENTER, S. R., & ROCKSTRÖM, J. Social-ecological resilience to coastal disasters. Science, 2005, Vol. 309, N°5737, p. 1036-1039.

AGUIRRE, C., OLIVARES, R., y ORELLANA, A. Patrones de crecimiento urbano en la metropolización de sistemas urbanos intermedios. El caso de la conurbación La Serena - Coquimbo. XII Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. "Ciudades y Territorios Inteligentes", 2018, p. 77-96. DOI: https://doi.org/10.5821/ctv.8234

AL-ROUSAN, T. M., RUBENSTEIN, L. M., & WALLACE, R. B. Preparedness for natural disasters among older US adults: a nationwide survey. Am J Public Health, 2014, Vol. 104, p. 506-511.

ARAYA-VERGARA, J. Bases geomorfológicas para una división de las costas de Chile. Inform. Geogr., Chile, 1971-72, Vol. 21-22, p. 5-36.

BAERISWYL, S. Crecimiento urbano del gran concepción, patrones y tendencias de una metropolización. Serie Geolibros, 2009, Vol. 12, p. 241-255.

BARRAGÁN, J. M. Medio Ambiente y Desarrollo en Áreas Litorales: Introducción a la Planificación y Gestión Integradas. Universidad de Cádiz, 2003.

BERKE, P., YU, S., MALECHA, M., & COOPER, J. Plans that disrupt development: Equity policies and social vulnerability in six coastal cities. Journal of Planning Education and Research, 2019. DOI: https://doi.org/10.1177/0739456X19861144

BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I., & WISNER, B. At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters. London: Routledge, 1994.

BRONFMAN, N. C., REPETTO, P. B., GUERRERO, N., CASTAÑEDA, J. V., & CISTERNAS, P. C. Temporal evolution in social vulnerability to natural hazards in Chile. Natural Hazards (Dordrecht), 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s11069-021-04657-1

BURTON, I., KATES, R.W., & WHITE, G.F. The Environment as Hazard. Oxford, UK: Oxford University Press, 1978.

CARDONA, O. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo: Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo, 1993. Disponible en: https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm

CASTAÑEDA, J., BRONFMAN, N., CISTERNAS, P., & REPETTO, P. Understanding the culture of natural disaster preparedness: exploring the effect of experience and sociodemographic predictors. Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, 2020, N°103, 1881–1904. DOI: https://doi.org/10.1007/s11069-020-04060-2

CAMUS, P., ARENAS, F., LAGOS, M., y ROMERO, A. Visión histórica de la respuesta a las amenazas naturales en Chile y oportunidades de gestión del riesgo de desastre. Revista de Geografía Norte Grande, 2016, Vol. 64, p. 9-20. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000200002

CARRARO, V., VISCONTI, C., & INZUNZA, S. Neoliberal urbanism and disaster vulnerability on the chilean central coast. Geoforum, 2021, Vol. 121, p. 89-92. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.02.023

CEPAL. Protección social de la infancia frente a los desastres, 2017. Disponible en: https://www.cepal.org/es/enfoques/proteccion-social-la-infancia-frente-desastres

CINNER, J. E., ADGER, W. N., ALLISON, E. H., BARNES, M. L., BROWN, K., COHEN, P. J., ... & MORRISON, T. H. Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. Nature Climate Change, 2018, Vol. 8, N°2, p. 117-123. DOI: https://doi.org/10.1038/s41558-017-0065-x

COTARELO, L. Vulnerabilidad de las mujeres frente a la violencia de género en contextos de desastres naturales en latinoamérica y caribe. Trabajo social hoy, 2015, Vol. 76, p. 7-34. DOI: https://doi.org/10.12960/tsh.2015.0013

CUTTER, S. Living with Risk. London: Edward Arnold, 1993.

CUTTER, S. Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geography, 1996, Vol. 20, p. 529–539. DOI: https://doi.org/10.1177%2F030913259602000407

CUTTER, S., BRIAN, L., BORUFF, J., & LYNN SHIRLEY, W. Social Vulnerability to Environmental Hazards. Social Science Quarterly, 2003, Vol. 84, N°2, p. 242-261. DOI: https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002

CUTTER, S., BARNES, L., BERRY, M., BURTON, C., EVANS, E., TATE, E., & WEBB, J. A place-based model for an understanding community resilience. Global Environmental Change, 2008, Vol. 18, p. 598-606. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013

CUTTER, S., ASH, K., & EMRICH, C. The geographies of community disaster resilience. Global Environmental Change, 2014, Vol. 29, p. 65-77.

DADDOUST, L., KHANKEH, H., EBADI, A., SAHAF, R., NAKHAEI, M., & ASGARY, A. The social vulnerability of older people to natural disasters: an integrative review. Health Emerg Disasters, 2018, Vol. 4, p. 5-14.

DE LOYOLA, B. M., CUTTER, S. L., & EMRICH, C. T. Social vulnerability to natural hazards in Brazil. International Journal of Disaster Risk Science, 2016, Vol. 7, N°2, p. 111-122. DOI: https://doi.org/10.1007/s13753-016-0090-9

DE MATTOS, C. Reestructuración económica y metamorfosis urbana en América latina: de la ciudad a la región urbana. Revista del Instituto de la Ciudad, 2013, Vol. 1, N°1, p. 77-100.

DERAKHSHAN, D., HODGSON, M., & CUTTER, S. Vulnerability of populations exposed to seismic risk in the state of oklahoma. Applied geography, 2020, Vol. 124. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102295

DIXON, J. L., & STRINGER, L. C. Towards a theoretical grounding of climate resilience assessments for smallholder farming systems in Sub-Saharan Africa. Resources, 2015, Vol. 4, N°1, p. 128-154. DOI: https://doi.org/10.3390/resources4010128

ENGLE, N. L. Adaptive capacity and its assessment. Global environmental change, 2011, Vol. 21, N°2, p. 647-656. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019

FATEMI, F., ARDALAN, A., AGUIRRE, B., MANSOURI, N., & MOHAMMADFAM, I. Social vulnerability indicators in disasters: Findings from a systematic review. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2017, Vol. 22, p. 219-227. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.09.006

FLANAGAN, B., GREGORY, E., HALLISEY, E., HEITGERD, J., & LEWIS, B. A social vulnerability index for disaster managment. Journal of homeland security and emergency management, 2011, Vol. 3, N°1. DOI: https://doi.org/10.2202/1547-7355.1792

FERNÁNDEZ LABBÉ, J. En "Procesos de urbanización de la pobreza y nuevas formas de exclusión social". Bogotá: CLACSO, 2008.

FUENTES, L., y PEZOA, M. Crecimiento urbano reciente de Gran Valparaíso. ¿Hacia una reconfiguración com-fusa? Revista, 2017, Vol. 180, N°40, p. 108-118.

FÜSSEL, H. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. Global Environmental Change, 2007, Vol. 17, p. 155–167. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.05.002

GALLOPIN, G. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. Global Environmental Change, 2006, Vol. 16, N°3, p. 293-303.

GRANADOS, A. Vulnerabilidad social por género: riesgos potenciales ante el cambio climático en México. Letras verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales, 2017, Vol. 22, p. 274-296.

GUERRERO, R., y ALARCÓN, M. Neoliberalismo y transformaciones socio-espaciales en caletas urbanas del área metropolitana de Concepción. Los casos de caleta los bagres y caleta cocholgüe, tomé. Revista de Urbanismo, 2018, Vol. 38, p. 1-17. DOI: http://dx.doi.org/10.5354/0717-5051.2018.48666

HALLEGATE, S., VOGT-SCHILB., BANGALORE, M., y ROZENBERG, J. Indestructibles: construyendo la resiliencia de los más pobres frente a desastres naturales. Washington DC: Banco Mundial, 2017.

HIDALGO, R., ARENAS, F., y MONSALVE, R. La conurbación La Serena-Coquimbo: problemas y desafíos de su transformación metropolitana. En "Chile: del país urbano al país metropolitano". Serie GEOlibros, 2009, Vol. 12, p. 161-184.

HIDALGO, R., ARENAS, F., y SANTANA, D. ¿Utópolis o distópolis?: producción inmobiliaria y metropolización en el litoral central de Chile (1992-2012). EURE, 2016, Vol. 42, N°126, p. 27-54. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612016000200002

HUYNH, L. T. M., & STRINGER, L. C. Multi-scale assessment of social vulnerability to climate change: An empirical study in coastal Vietnam. Climate Risk Management, 2018, Vol. 20, p. 165-180. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.02.003

JURJONAS, M., SEEKAMP, E., RIVERS, L., & CUTTS, B. Uncovering climate (in) justice with an adaptive capacity assessment: A multiple case study in rural coastal North Carolina. Land Use Policy, 2020, Vol. 94. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104547

KAPSTEIN, P., y GÁLVEZ, M. Valparaíso: Vulnerabilidad, resiliencia urbana y capital social. Revista Márgenes, 2014, Vol. 11, N°15, p. 25-31. DOI: https://doi.org/10.22370/margenes.2014.11.15.303

KELMAN, I., GAILLARD, J. C., & WISNER, B. Human Vulnerability and Resilience to Environmental Hazards. En "The SAGE Handbook of Nature: Three Volume Set". California USA: SAGE Publications Ltd., 2018.

LU, Y., WALKER, R., RICHARD, P., & YOUNIS, M. Inequalities in poverty and income between single mothers and fathers. Internacional journal of enviromental research and public health, 2019, Vol. 17, N°1. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17010135

MASOZERA, M., BAILEY, M., & KERCHNER, C. Distribution of impacts of natural disasters across income groups: A case study of New Orleans. Ecol Econ, 2017, Vol. 63, p. 299-306.

MARTÍNEZ, C., y ARÁNGUIZ, R. Riesgo de Tsunami y Planificación Resiliente de la Costa Chilena: La Localidad de Boca Sur, San Pedro de La Paz (37º S). Revista Geográfica Norte Grande, 2016, Vol. 64, p. 33-54. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000200004

MARTÍNEZ, C., VICUÑA, M., GUERRERO, N., & ORELLANA, V. Natural Risks in Chile: History, Approaches and Future Challenges. Nova Science Publishers, 2019.

MARTÍNEZ, C., CIENFUEGOS, R., INZUNZA, S., URRUTIA, A., & GUERRERO, N. Worst-case tsunami scenario in Cartagena Bay, central Chile: challenges for coastal risk management. Ocean & coastal management, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105060

MALPASS, A., WEST, C., QUAILL, J., & BARKER, R. Experiences of individuals with disabilities sheltering during natural disaster: an integrative review. Australian Journal of Emergency Managment, 2019.

MATUS, M. Mejoras habitacionales en Chile, 1990-1998. Crecimiento económico y política social con elevada desigualdad de la renta. Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, 2014, p. 103-115. DOI: https://doi.org/10.11144/javeriana.cvu7-13.mhcc

MICIC (MIGRANTS IN COUNTRIES IN CRISIS INITIATIVE). Migrants in Disaster Risk Reduction: Practices for inclusion, 2017. Disponible en: https://publications.iom.int/system/files/pdf/migrants_in_drr.pdf

MORALES, E., WINCKLER, P., y HERRERA, M. Costas de Chile. Medio Natural. Cambio Climático. Ingeniería Oceánica. Gestión Costera. Valparaíso, Chile: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) y Universidad de Valparaíso, 2019.

MORROW, B. Identifying and mapping community vulnerability. Disasters, 1999. DOI: https://doi.org/10.1111/1467-7717.00102

MURPHY, S. T., CODY, M., FRANK, L. B., GLIK, D., & ANG, A. Predictors of emergency preparedness and compliance. Disaster Med Public Health Prep, 2009.

MUTTARAK, R., & LUTZ, W. Is education a key to reducing vulnerability to natural disasters and hence unavoidable climate change? Ecology and Society, 2014, Vol. 19, N°1. DOI: http://dx.doi.org/10.5751/ES-06476-190142

NACIONES UNIDAS. Estrategia mundial para la salud de la mujer, el niño y el adolescente. Objetivos de desarrollo sostenible, 2015.

NAPADENSKY, A. Centros tradicionales, nuevas centralidades y descentralización en metrópolis intermedias latinoamericanas. Caso del Gran Concepción. Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura, Sociedad, 2016, Vol. 21, N°21, p. 29-56. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022021000100115

OGIE, R. I., & PRADHAN, B. Natural hazards and social vulnerability of place: The strength-based approach applied to Wollongong, Australia. International journal of disaster risk science, 2019, Vol. 10, N°3, p. 404-420. DOI: https://doi.org/10.1007/s13753-019-0224-y

OIM (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LAS MIGRACIONES). Diálogo Internacional sobre la migración: Fortalecimiento de la cooperación internacional y la gobernanza de la migración con miras a la adopción de un pacto mundial para una migración segura, ordenada y regular. Ginebra: Organismo de las Naciones Unidas para la Migración, 2017.

ORELLANA, A., DÍAZ, M., y FIERRO, M. De ciudad mediterránea a metrópolis costera, el caso de Gran La Serena. Revista Urbano, 2016, Vol. 33, p. 30-43. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/230576496.pdf

ORELLANA, A. Conformación metropolitana desde la fragmentación al proceso de conurbación del Gran La Serena. Urbano (Concepción), 2020, Vol. 23, N°41, p. 58-83. DOI: http://dx.doi.org/10.22320/07183607.2020.23.41.04

PASKOFF, R. Le Chili semi-aride. Bordeaux, Francia, 1970.

PRADA, J., ARAVENA, N., y BARRA, P. Inversión inmobiliaria proveniente de la minería del norte en el Gran Concepción y efectos sobre el crecimiento urbano. Revista de Geografía Norte Grande, 2021, Vol. 78, p. 115-138. DOI: https://doi.org/10.4067/S0718-34022021000100115

RABBY, Y. W., HOSSAIN, M. B., & HASAN, M. U. Social vulnerability in the coastal region of Bangladesh: An investigation of social vulnerability index and scalar change effects. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2019, Vol. 41. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101329

RAN, J., MACGILLIVRAY, B. H., GONG, Y., & HALES, T. C. The application of frameworks for measuring social vulnerability and resilience to geophysical hazards within developing countries: A systematic review and narrative synthesis. Science of the total environment, 2020, Vol. 711, N°134486. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134486

ROJAS, C., OPAZO, S., y JAQUE, E. Dinámicas y patrones de crecimiento urbano del área metropolitana de Concepción. Tendencias de la última década. En "Chile: del país urbano al país metropolitano". Serie Geolibros, 2009, Vol. 12, p. 257-268.

ROJAS, O., y MARTÍNEZ, C. Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. Revista Universitaria de Geografía, 2011, Vol. 20, p. 83-116. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652011000100005

ROJAS, C., SEPÚLVEDA, E., BARBOSA, O., ROJAS, O., y MARTÍNEZ, C. Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitano. Revista de Geografía Norte Grande, 2015, Vol. 61, p. 181-204. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/s0718-34022015000200010.

RUFAT, S., TATE, E., BURTON, C. G., & MAROOF, A. S. Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement. International journal of disaster risk reduction, 2015, Vol. 14, p. 470-486. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.09.013

SHAPIRA, S., AHARONSON-DANIEL, L., & BAR-DAYAN, Y. Anticipated behavioral response patterns to an earthquake: The role of personal and household characteristics, risk perception, previous experience and preparedness. Int J Disaster Risk Reduc, 2018, Vol. 31, p. 1-8. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.04.001

SHAW, D., SCULLY, J., y HART, T. La paradoja de la resiliencia social: como las estrategias cognitivas y los mecanismos de afrontamiento atenúan y acentúan la resiliencia. Global Environmental Change, 2014, Vol. 25, p. 194–203.

SCHMIDTLEIN, M., SHAFER, J., BERRY, M., & CUTTER, S. Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina. Applied Geography, 2011, Vol. 31, N°1, p. 269–281. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.06.001

SIKANDAR, R., & KHAN, A. Linking gender vulnerability and disasters. Disaster Risk Reduction, 2019, p. 215-230.

STANTON, R.R., & DURAN-STANTON, A.M. Vulnerable populations in disaster: residence, resilience, and resources physician assistant. Clinics, 2019, Vol. 4, p. 675-685.

TAPSELL, S., MCCARTHY, S., FAULKNER, H., & ALEXANDER, M. Social vulnerability to natural hazards. London: State of the art report from CapHaz-Net's WP4, 2010.

TATE, E., RAHMAN, M. A., EMRICH, C. T., & SAMPSON, C. Flood exposure and social vulnerability in the United States. Natural Hazards, 2021, Vol. 106, N°1, p. 435-457. DOI: https://doi.org/10.1007/s11069-020-04470-2

TIMMERMAN, P. Vulnerability, resilience and the collapse of society. A Review of Models and Possible Climatic Applications. Toronto, Canada: Institute for Environmental Studies, University of Toronto, 1981.

TURNER, I., KASPERSON, R., MATSON, P., CARTHY, J., CORELL, R., CHRIS-TENSEN, L., ECKLEY, N., KASPERSON, J., LUERS, A., MARTELLO, M., POLSKY, C., PULSIPHER, A., & SCHILLER, A. Framework for vulnerability analysis in sustainability science. En "Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America", 2003, Vol. 100, p. 8074-8079.

VIEIRA, R., SESTINI, M. F., TOMASELLA, J., MARCHEZINI, V., PEREIRA, G. R., BARBOSA, A., & SANTANA, M. Characterizing spatio-temporal patterns of social vulnerability to droughts, degradation and desertification in the Brazilian northeast. Environmental and Sustainability Indicators, 2020, Vol. 5, N°100016.

WHITE, G.F., & HAAS, J.E. Assessment of Research on Natural Hazards. Cambridge: MIT Press, 1975.

WISNER, B., BLAIKIE, P., CANNOT, T., & DAVIS, I. At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters. New York, Routledge, 2004.

3.2.

Revisión de los métodos de análisis de la amenaza de tsunami en Chile

Overview of the methods for tsunami hazard analysis in Chile

Rafael Aránguiz[1,2], Patricio A. Catalán [2,3]

RESUMEN

Los tsunamis destructivos en Chile han sido recurrentes a lo largo de su historia. En efecto, el evento de 1960 es reconocido como el terremoto más grande registrado instrumentalmente y el tsunami afectó no sólo las costas de Chile sino también las de Hawaii y Japón. Adicionalmente, terremotos pasados como los de 1730 y 1751, que se estima tuvieron magnitudes superiores a 9, generaron tsunamis que motivaron el traslado de la ciudad de Concepción a una zona más alta y alejada de la costa. Sin embargo, hasta antes del evento de febrero de 2010 los tsunamis eran considerados para efectos de evacuación solamente, sin tener un real impacto en la planificación territorial. Aun cuando el sistema de alerta de tsunamis comenzó a funcionar en la década del 60, el tsunami de 2010 evidenció falencias en el sistema y una falta de preparación de la población. Del mismo modo, los mapas de inundación que se comenzaron a construir en la década de los 90, comenzaron a ser actualizados y mejorados pero manteniendo un enfoque determinístico. Actualmente, la estimación de la amenaza de tsunami puede ser abordada también mediante un enfoque probabilístico, el cual puede ser usado no solo para evacuación sino también para la gestión del riesgo por tsunami a través de la planificación territorial y diseño de infraestructura en zonas de inundación.

Palabras clave: tsunami, mapa de inundación, sistema de alerta de tsunami.

ABSTRACT

Destructive tsunamis in Chile have been recurrent along its history. Indeed, the 1960 event is recognized as the largest instrumentally recorded earthquake and the tsunami affected not only the coasts of Chile but also those of Hawaii and Japan. Additionally, past earthquakes such as those of 1730 and 1751, which are estimated to have magnitudes greater than 9, generated tsunamis that led to a change in the location of Concepción city to higher ground. However, until before the February 2010 event, tsunamis were considered for evacuation purposes only, without having a real impact on urban planning. Even when the tsunami warning system started operation in the 1960s, the 2010 tsunami revealed shortcomings in the system and a lack of preparedness of the population. In the same way, the flood maps that began to be made in the 90s, began to be updated and improved, while maintaining a deterministic approach. Currently, the estimation of the tsunami hazard can also be analyzed by means of a probabilistic approach, which can be used not only for evacuation but also for tsunami risk management, which includes urban planning and design of structures in inundation areas.

Key words: tsunami, inundation map, tsunami warning system.

1 Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.
2 Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN).
3 Departamento de Obras Civiles, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.

Introducción

El 27 de febrero de 2010 ocurrió un terremoto de magnitud de momento (Mw) 8.8 que generó un tsunami destructivo en las regiones de Maule y Biobío. Los daños del terremoto y tsunami fueron estimados en 30 mil millones de dólares, equivalente a un 18% del PIB (Contreras y Winckler, 2013). Además, el tsunami cobró la vida de 125 personas, en su mayoría turistas (Fritz et al., 2011) y no sólo causó daños materiales en viviendas e infraestructura portuaria, sino que también evidenció falencias en el sistema de alerta de tsunamis, una falta de preparación de la población y una falta de planificación urbana, y rural, que incorpore efectivamente el riesgo de tsunami.

La ubicación de Chile a lo largo de la zona de subducción formada por la placa de Nazca bajo la Sudamericana, lo convierten en un país altamente expuesto a la amenaza de terremotos y tsunamis. En efecto, registros históricos muestran que en los últimos 500 años se han generado más de 36 terremotos destructivos, de los cuales 25 de ellos generaron tsunamis devastadores (Figura N°2). La recurrencia sísmica ha motivado estrategias de mitigación formal. Así, desde inicios del siglo XX, es recurrente la redacción y actualización continua de ordenanzas y normas de diseño sísmico. Es así como en 1936, se publica en el Diario Oficial la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, que fue el resultado de estudios posteriores al terremoto de Talca de 1928 (Mw 8,0). En 1972 se publica la Norma Chilena de diseño sísmico 433, que fue el resultado de los estudios posteriores al terremoto de 1960 (Mw 9,5) y ha sido actualizada en los años 1996 y 2009. Además, posterior al sismo de 2010 se crearon normas de emergencia que dieron origen al Decreto Supremo N°61 en noviembre de 2011. Todo lo anterior ha significado que las edificaciones chilenas hayan respondido muy bien a los últimos eventos sísmicos de magnitudes superiores a Mw 8,0.

Sin embargo, para el caso de tsunami, el desarrollo de investigación y normativa ha sido más lento, pese a la gran prevalencia de estos eventos. En el año 1964, y posterior al tsunami de 1960, se implementa el Sistema Nacional de Alerta de Maremotos (SNAM) operado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), el cual pasó a ser el organismo técnico oficial del Estado en materia de tsunamis según el Decreto Supremo 26 el 25 de enero de 1966. Entre sus ámbitos de acción está la emergencia, es decir, la determinación de la amenaza que presenta un tsunami de origen sísmico. Por otro lado, en términos de mitigación, en la década de los 90, el SHOA comenzó la confección de Cartas de Inundación por Tsunami (CITSU) que indican el área potencial de inundación basada en modelado numérico de eventos de tsunami, cuya evolución se indica más adelante. Estas cartas eran usadas principalmente por la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI) para efectos de emergencia y evacuación, pero no eran de público conocimiento ni eran consideradas de manera sistemática por los instrumentos de planificación territorial, con lo que el énfasis estaba enmarcado en la emergencia, y no en la mitigación. Sólo después del evento de 2010, en el año 2013, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) publica la Norma Técnica Ministerial 007 para el diseño de edificaciones en zonas de inundación por tsunami. Dado que el MINVU no cuenta con carácter normativo, para su aplicación efectiva este documento debiera ser establecido como Norma Chilena, siendo adaptada a la NCh3363-2015, la cual a la fecha aún no cuenta con promulgación oficial. Por otro lado, y como respuesta a lo ocurrido en 2010, y posteriores tsunamis de 2014 y 2015, tanto el MINVU como las municipalidades en zonas costeras comenzaron a incluir la amenaza de tsunami en sus Estudios Fundados de Riesgos. Estos estudios han sido usados tanto para los procesos de reconstrucción post tsunami como para la planificación territorial en comunas costeras, pero no se hace una revisión e implementación sistemática de esta amenaza en el contexto de planificación, como una medida de mitigación efectiva y de largo plazo para la reducción del potencial de desastres.

Cuando se habla de eventos naturales, las palabras “amenaza” y “peligro” se usan indistintamente, y se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado (Cardona, 1993). De esta manera, la amenaza (peligro) de tsunami se define como “la probabilidad de que un tsunami de una determinada magnitud impacte en una zona de la costa en particular” (COI, 2019). No existe consenso en la comunidad científica de habla hispana sobre el uso de uno u otro término. En efecto, en términos generales, Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI, 2019) define el riesgo de tsunami como “la amenaza (peligro) multiplicada por la exposición (vulnerabilidad)”. Además, recientemente, el estado de Chile lanzó la Política Nacional de Reducción del Riesgo de Desastres, como un compromiso a su adhesión al Marco de Sendai. En ese documento, se utiliza el concepto de “amenaza de origen natural”. Por lo tanto, en el presente capítulo, se usará el término “amenaza” para ser consistente con la nueva Política Nacional de Reducción del Riesgo de Desastres.

El presente capítulo hace una revisión de los principales eventos de tsunami que han afectado a Chile desde su historia colonial, la evolución de los métodos para el análisis de amenaza de tsunami así como del desarrollo del sistema de alerta de tsunami que opera actualmente en Chile. De esta manera, es posible identificar líneas de investigación y trabajo futuro que permitan definir acciones tendientes al desarrollo de comunidades resilientes frente a tsunamis.

Generación de tsunamis y eventos históricos en Chile

Generalidades sobre la física de tsunamis

Un tsunami es una serie de ondas oceánicas de largo periodo que se genera por una perturbación rápida y de gran escala espacial de una masa de agua (JICA, 2018), siendo la principal causa de tsunamis la ocurrencia de terremotos submarinos, aunque también se pueden producir tsunamis por remociones en masa tanto aéreas como sumergidas, como fue el caso del tsunami de Aysén en el año 2007 (Lastras et al., 2013), y otros mecanismos puntuales como el meteotsunami de Agosto de 2015 (Levin y Nozov, 2009; Carvajal et al., 2017).

En lo que sigue, nos enfocamos en la revisión de la generación de tsunamis por terremotos de subducción. La ubicación de Chile sobre la zona de subducción formada por la Placa de Nazca y Placa Sudamericana, y su alta tasa de convergencia, lo convierten en una país altamente sísmico y expuesto a la amenaza de tsunami. En efecto, la convergencia de las placas es de ~68 mm/año, y eventos de gran magnitud (Mw 8,0 y superiores) ocurren en promedio cada 10 años (Metois et al., 2016). Sólo en la última década se registraron tres sismos de magnitud superior a Mw 8,0 acompañados de tsunamis que fueron percibidos por la población: Maule (2010), Pisagua (2014) e Illapel (2015) (Fritz et al., 2011; Catalán et al., 2015; Aránguiz et al., 2016).

No obstante, no es necesario un terremoto de gran magnitud para la generación de tsunamis, ya que la definición técnica del tsunami no involucra su tamaño o amplitud ni su capacidad destructiva, sino que su período. Los períodos típicos de tsunami pueden variar entre 5 y 60 min. De este modo, terremotos de magnitud moderada pueden efectivamente generar tsunamis, tal como ocurrió en el caso de los terremotos de Melinka (Mw 7,6, 2016), Valparaíso (Mw 6,9, 2017), Constitución (Mw 6,6, 2019), Huasco (Mw 7,0, 2020) y Antártica (Mw 7,1, 2021), que generaron variaciones del nivel del mar de pequeña amplitud y largo periodo que, si bien no fueron percibidos por la población, sí fueron registraron instrumentalmente por la red de mareógrafos.

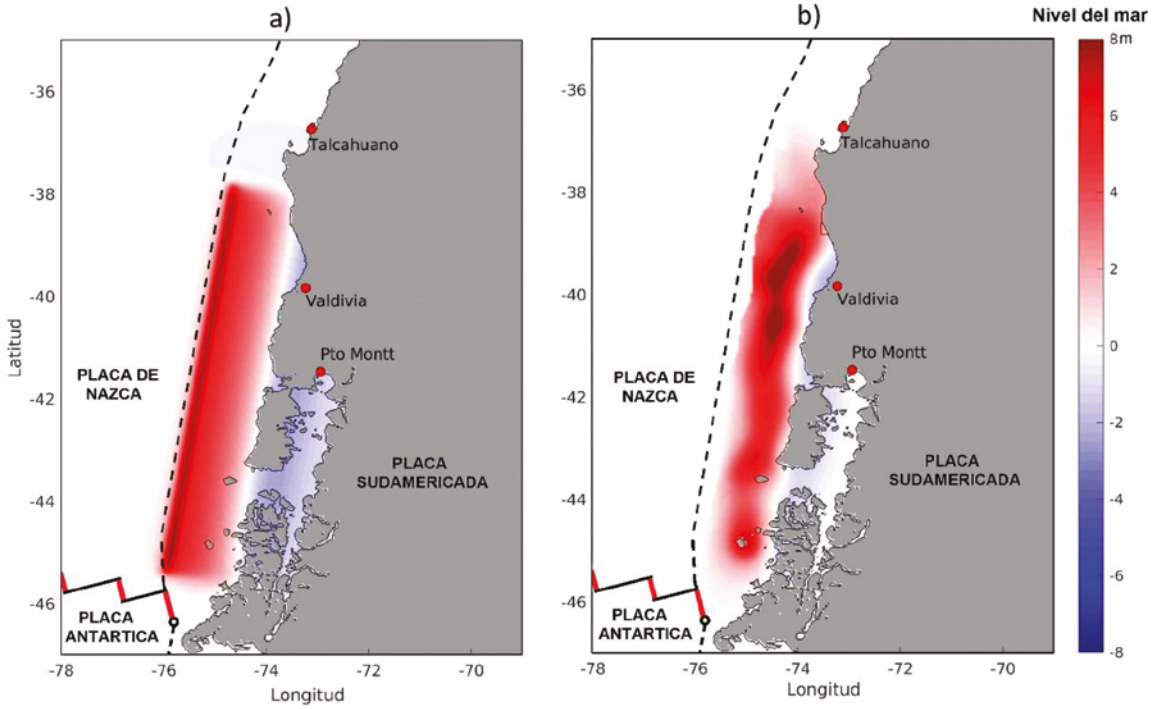
Por su parte, la generación de un terremoto está asociado a un proceso de liberación de energía mecánica elástica, la que se acumula lentamente a lo largo del tiempo en la zona de subducción. Esta liberación de energía se produce en un lapso muy corto de tiempo (unos pocos minutos), comenzando en un punto de origen o nucleación del terremoto (hipocentro). La liberación de energía elástica se produce por un deslizamiento relativo entre las placas, el cual puede abarcar grandes extensiones y generar una deformación de la corteza terrestre. De este modo, un terremoto puede ser caracterizado por un área de ruptura y la magnitud del deslizamiento relativo, el cual se relaciona con el trabajo realizado (o la liberación de energía). Luego, la energía liberada se puede estimar en términos físicos por:

$$M_0 = \iint \mu\, D(x,y)dxd$$

lo que se conoce como el momento sísmico. Como se puede observar, más importante que el hipocentro, es conocer dónde y cómo se produce el deslizamiento de la falla, *D(x,y)*.

A su vez, este deslizamiento relativo genera deformación en la corteza terrestre, además de la irradiación de ondas de deformación (lo que se percibe como el terremoto por los seres humanos). Si la deformación de la corteza terrestre se ubica bajo el mar, esta deformación del fondo marino genera una perturbación de la columna de agua. La hipótesis habitual es que la deformación de la superficie del mar (desnivelación) coincide con la deformación del fondo marino. En otras palabras, el terremoto genera una desnivelación de la superficie del mar. La acción de la gravedad trata de restaurar el océano a su configuración original, lo que se propaga hacia el resto del océano como ondas de presión, que son el tsunami. La Figura N°1 muestra ejemplos de la desnivelación inicial de la superficie del mar inferidas para el tsunami de 1960 en el sur de Chile. La Figura N°1a muestra el resultado cuando se utiliza un modelo plano con deslizamiento interplaca uniforme en toda el área de ruptura. En este caso se usó el modelo de Barrientos y Ward (1990) con un deslizamiento promedio de 17 m, el cual genera una amplitud máxima del mar de 8 m. Por otro lado, la Figura N°1b muestra el resultado para un modelo de deslizamiento heterogéneo, el cual posee un deslizamiento máximo de ~40 m en la zona frente a Valdivia (Moreno et al., 2009), generando una amplitud máxima inicial que excede los 8 m. Luego de su generación, el tsunami se propaga como energía en el medio acuático, siendo principalmente condicionado por cómo interactúa con el fondo marino y, eventualmente, la geomorfología costera. Dada la gran cantidad de energía que recibe el mar del terremoto, los tsunamis tienen la capacidad de inundar zonas costeras normalmente secas, además de propagarse por todo el océano. Esto hace a los tsunamis particularmente peligrosos, incluso para sectores ubicados a cientos de kilómetros de la zona de generación. Además, el comportamiento de los tsunamis en zonas costeras está gobernado por la geomorfología del fondo marino y de las bahías, tal que algunas zonas pueden experimentar concentración de energía por refracción de las ondas o bien amplificación producto de resonancia (Aránguiz et al., 2019).

Figura N°1.
Modelos de desnivelaciones iniciales de la superficie del mar causadas por la deformación del fondo marino inducido por el terremoto de mayo de 1960: a) Usando modelo de ruptura de falla plana con deslizamiento interplaca uniforme (Barrientos y Ward, 1990); y b) Usando modelo de fallas finitas con deslizamiento interplaca heterogéneo (Moreno et al., 2009). La línea segmentada indica la unión de las placas



Fuente: Elaboración propia en base a Barrientos y Ward (1990) y Moreno et al. (2009).

De esta manera se puede observar que, a diferencia de los terremotos, que son percibidos por la población de manera transversal desde magnitudes pequeñas y a lo largo y ancho del país, los tsunamis no siempre son perceptibles. Incluso siendo perceptibles, no siempre generan daño. Más aún, son eventos que afectan directamente a quienes se encuentran en la zona costera en el momento de su ocurrencia, y no al resto del país, el cual en épocas pasadas concentra su población en los valles interiores. Estos elementos pueden haber contribuido a la falta de percepción de la amenaza que ellos representan. Otro elemento que puede haber contribuido a este desconocimiento, es el hecho que el tsunami es un fenómeno poco comprensible directamente, y en muchas zonas se describe como una "salida de mar" u otros términos coloquiales, que no se asocian directamente a un fenómeno físico concreto, como en el caso de los terremotos. Además, el problema se complica en términos de la descripción del mismo, puesto que se confunde terminología en su descripción. Algunas veces se habla, por ejemplo, de altura de ola, pero en realidad lo que se describe es una profundidad de inundación. Una definición sistemática se ha introducido en el país desde 2010, especialmente desde 2015 en la "Guía para la estimación de peligro de tsunami" (JICA, 2018).

Algunas definiciones importantes y que se usarán a lo largo de este capítulo son las siguientes:

- Altura de Inundación: Elevación que alcanza el nivel del mar en el lado tierra medida respecto a un determinado nivel de referencia. Este nivel de referencia podría ser el nivel medio del mar, o el nivel del mar (incluyendo nivel de marea) al momento de la máxima inundación. La altura de inundación es la suma de la cota de elevación del terreno y la profundidad de inundación.

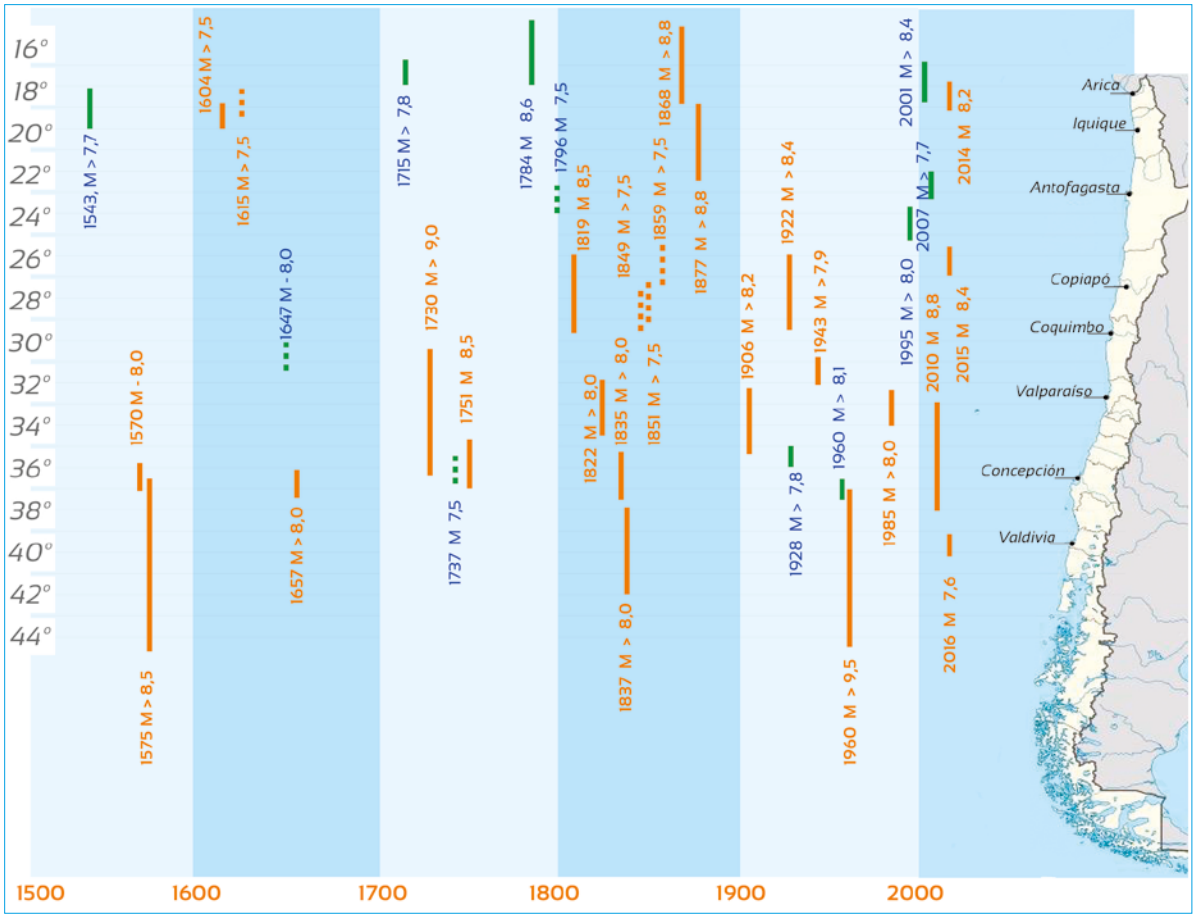
- Amplitud del tsunami: Es la diferencia entre el máximo nivel del mar alcanzado por una onda del tsunami y el nivel de marea presente en ese instante. Es una medida en el lado mar, y generalmente se obtiene de algún registro instrumental de nivel del mar.

- Área de Inundación: Superficie total inundada en un determinado evento de tsunami.

- Inundación Horizontal o Distancia de Inundación: Distancia horizontal inundada, medida desde la línea de costa hasta el límite tierra adentro de penetración del tsunami (runup). Generalmente medida en forma perpendicular a la costa.

- Profundidad de Inundación: También llamada profundidad de flujo, es la profundidad del agua del tsunami sobre la cota del terreno medido en un sitio específico.
- Runup: Cota de elevación del terreno alcanzada por el tsunami en el punto de máxima inundación horizontal. El runup coincide con la altura del tsunami cuando la profundidad de inundación es nula.

Figura N°2.
Distribución espacio temporal de terremotos y tsunamis registrados en Chile según catálogo de Lomnitz (2004) y Carena et al. (2011). Eventos destacados en naranja tienen tsunamis asociados. Eventos en puntos sólo aparecen en Lomnitz (2004). No se incluyen eventos intraplaca como Chillán, 1939



Fuente: Elaboración propia en base a Lomnitz (2004) y Carena et al., (2011).

Eventos históricos de tsunami

La descripción de los tsunamis históricos contiene cierta ambigüedad que dificulta la interpretación de ellos, pero hemos decidido mantener la descripción reportada sin introducir cambios. Además, el registro presenta un claro sesgo, debido a que solo los casos de daño o eventos de gran magnitud (en términos de profundidad de inundación) son registrados. Por lo tanto, el registro es claramente incompleto.

La Figura N°2 muestra los eventos ocurridos en el registro histórico (es decir, desde la llegada de europeos al territorio nacional) a lo largo de la zona de subducción de Chile. El largo de cada línea representa la extensión aproximada de la ruptura, y en naranja se denotan los eventos que generaron tsunamis destructivos. Es posible observar que, en general, estos eventos ocurren en segmentos sísmicos definidos delimitados por penínsulas y promontorios costeros (Saillard, 2015). El primer segmento va desde Pisco, en Perú, hasta la Península de Mejillones. Los tsunamis más grandes observados en este segmento corresponden a los eventos generados por los terremotos de 1868 en el sur de Perú y 1877 en el norte de Chile, con magnitudes estimadas de 8,8 y 8,7, respectivamente (González et al., 2020). El primer evento generó un tsunami que se observó desde Trujillo, Perú, hasta la Isla de Chiloé, Chile. Sin embargo, los mayores efectos se concentraron entre Islay (Perú) y Coquimbo, donde se observó una altura de 18 m en Arica, 12 m en Iquique y 7.5 m en Coquimbo (Soloviev y Go, 1975). Por su parte, el tsunami de 1877 generó alturas considerablemente grandes, tales como 24 m en Tocopilla y 21 m en Mejillones, mientras que en Arica se observaron alturas de 8-9 m y en Iquique de 5-6 m (Soloviev y Go, 1975). El evento más reciente corresponde al sismo de magnitud Mw 8,2 de 2014 con epicentro en Pisagua. El tsunami generado por este evento alcanzó alturas de entre 2 a 4 m entre Arica y Chipana, observándose una altura de 2,76 m en Arica, 4,6 m en Caleta Camarones, 3,65 m en Pisagua y 2,5 m en Iquique. Si bien el terremoto de 2001 tuvo una magnitud de Mw 8,4, generó un tsunami que afectó principalmente zonas pobladas del sur de Perú, con alturas que alcanzaron hasta 8,77 m en Camaná, 2,77 m en Pisco, y sólo 1,5 m en Arica que se midió instrumentalmente en el mareógrafo (Okal et al., 2002).

El segundo segmento cubre desde la península de Mejillones hasta la Península de Talinay en la región de Coquimbo (24º-30ºS). El mayor evento registrado en este segmento corresponde al terremoto de 1922 con una magnitud Mw 8,5-8,6 (Carvajal et al., 2017) generando un tsunami de gran intensidad. En Chañaral el tsunami alcanzó una altura de 9m, mientras que en Caldera la altura fue de 6-7m, y en Coquimbo el tsunami arribó dos horas después del sismo con tres grandes olas y una altura máxima de 7m (Soloviev y Go, 1975). Otros sismos grandes han sido reportados en los años 1796 (M~7,5-8,0, Lomnitz, 1970), 1819 (M~8,2-8,5, Lomnitz, 1970) y 1918 (M~7,5, Lomnitz, 1970), donde sólo los últimos dos reportan daños por tsunami. En efecto, el de 1819 se observó a lo largo de 800 km con inundaciones horizontales de hasta 300 m con un daño considerable en Caldera (Soloviev y Go, 1975). Del mismo modo, el evento de 1918 reportó 4 a 5 olas con una amplitud máxima de 4,5-5 m también en Caldera (Soloviev y Go, 1975). En este mismo segmento, es particularmente interesante el evento de 1849, que si bien tuvo una magnitud estimada de 7,5, generó un tsunami local en Coquimbo con amplitudes de hasta 5 m (Lomnitz, 2004), lo que es comparable al tsunami de 2015. El último terremoto significativo en este segmento ocurrió en 1995 frente a las costas de Antofagasta y tuvo una magnitud Mw 8.0. Este evento generó un tsunami menor, que causó algunos efectos en el Terminal Portuario de Antofagasta e inundación de la ruta B440 en Playa Rinconada, al norte de la Bahía[4].

El segmento de Chile Central (30º-37,5ºS) es el que registra la mayor cantidad de eventos sísmicos de magnitudes >8,0. El mayor evento registrado corresponde al de 1730 con una magnitud estimada de 9,1-9,3 (Carvajal et al., 2017). Este terremoto generó un tsunami que alcanzó alturas de 10 a 11 m en Valparaíso (Carvajal et al., 2017), llegando incluso hasta el sector donde hoy se emplaza el actual Congreso Nacional. No se reportaron daños significativos en Coquimbo, salvo inundaciones de sectores bajos. Por el contrario, se observó una altura de inundación de 8 m en Concepción[5] (Carvajal et al., 2017). Este sería el tercer evento que destruye esa ciudad después del terremoto y tsunami de 1570 y 1657, ambos eventos con magnitudes estimadas mayores a 8,0 (Lomnitz, 2004). Otro evento significativo es el de 1751, que también se estima tuvo una magnitud de 8,5 (Lomnitz, 2004), y destruyó nuevamente la ciudad de Concepción. Después de este evento, las autoridades decidieron trasladar la ciudad a su actual emplazamiento con el fin de evitar que futuros tsunamis vuelvan a destruirla. Este hecho constituye la primera medida de mitigación de tipo estructural, en este caso de planificación urbana, frente a tsunamis en la historia de Chile (Aránguiz, 2018) donde se aplica una estrategia de reubicación. Casi un siglo después, en 1835, ocurre el terremoto conocido como "La Ruina", que se estima tuvo una magnitud de 8 a 8,2 (Lomnitz, 1970). El tsunami asociado a este sismo inundó en forma repetida la bahía de Concepción alcanzado hasta 8 m en la localidad de Talcahuano. En la ciudad de Constitución, se observaron seis ondas y una altura máxima de 24 m, mientras que en la isla de Juan Fernández la máxima inundación alcanzó ~4,5 m y en Valparaíso, las oscilaciones de nivel del mar

4 Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Antofagasta_de_1995.
5 Emplazada en lo que hoy es Penco.

fueron reportadas con ~0,5 m (Soloviev y Go, 1975). Hacia el sur, se observó una gran amplitud en el lado sur de Isla Mocha, que alcanzó rocas que normalmente no eran alcanzadas incluso con las tormentas más fuertes (Soloviev y Go, 1975). En Valdivia, el nivel del río subió rápidamente unos 2 m y luego bajó a su nivel normal. Finalmente, en Chiloé se observaron pequeñas variaciones del nivel del mar, principalmente en Ancud. Otro sismo de importancia es el de 1906, que tuvo una magnitud estimada de 8,0-8,2 (Carvajal et al., 2017), el cual generó un tsunami menor con amplitudes menores a 3 m, que se observó localmente en Chile Central. El siguiente evento es el terremoto de Talca de 1928, que tuvo magnitud estimada menor a 8 (Astroza et al., 2002). Los principales daños del evento sísmico estuvieron focalizados en Talca y Constitución, observándose alzamientos cosísmicos en la costa de Putú. Las ondas de tsunami tuvieron un efecto local, y alcanzaron ~1.5 m sobre la línea de alta marea en Constitución (Soloviev y Go, 1975). El terremoto de 1985 tuvo una magnitud Mw 8,0 (Mendoza, 1994) y tuvo epicentro en las cercanías de San Antonio. Los mayores daños se produjeron debido al sismo, ya que, dada la profundidad del evento, el tsunami fue menor con amplitudes que fueron percibidas instrumentalmente entre Coquimbo y Talcahuano.

El evento sísmico con mayor registro de datos, tanto para el terremoto como el tsunami, es el ocurrido el 27 de febrero de 2010. La magnitud reportada fue de Mw 8,8, con un epicentro localizado al oeste de Cobquecura (Lorito et al., 2011; Delouis et al., 2010). La zona de ruptura del evento se extendió desde Pichilemu (~34°S) hasta la península de Arauco (~38°S). Los mayores efectos del tsunami fueron registrados en las regiones del Maule y Biobío, donde fueron reportados mediciones de runup de ~29 en Constitución y 18 m Llico. En Dichato se registró una altura de inundación de 8 m y en Penco y Talcahuano, se registraron alturas de 6-7 m, que son comparables a los eventos anteriores de 1751 y 1657. En la Quinta Región fue reportado un runup de ~3,4 m en Quintero, Ritoque y Viña del Mar (Fritz et al., 2011). Por otro lado, la estación mareográfica de Valparaíso registró una amplitud máxima de 2,5 m (Sobarzo et al., 2012). Mientras que en de Corral, se observó una variación del nivel del mar que alcanzó una amplitud máxima de ~1,7 m solamente (Sobarzo et al., 2012). La ocurrencia de este tsunami, junto con los eventos de Sumatra en 2004 y Japón en 2011, motivó la revisión de mapas de inundación y planes de reconstrucción en varias localidades de Chile Central. Además, motivó una actualización de las cartas CITSU, que cambiaron su enfoque binario (inunda o no inunda) a un esquema asociado a una graduación de la amenaza en rangos de valores de profundidad de flujo.

El cuarto segmento, que va desde la Península de Arauco hasta la Península de Taitao, donde se ubica el punto Triple (Figura N°1), y presenta eventos particularmente grandes en magnitud. El evento más antiguo registrado de manera escrita es el del 16 de diciembre de 1575. En ese tiempo, sólo existían algunos asentamientos españoles en territorio Mapuche, tales como Imperial (hoy Carahue), Valdivia, Villarrica, Osorno y Castro. Según los registros, todos estos poblados fueron destruidos por el sismo. Estudios recientes indican que este terremoto fue de similares características al de 1960 (Cisternas et al., 2005; Moernaut et al., 2014). El tsunami generado por el sismo se observó a lo largo de toda la costa del sur de Chile, incluyendo Concepción (Lomnitz, 1970). El tsunami ingresó por el río Valdivia unos 15 minutos después del sismo, causando gran destrucción en Valdivia. Al menos dos embarcaciones fueron hundidas y se estima que unos 100 pescadores mapuche fueron arrastrados por el agua en las cercanías de la desembocadura del río Imperial (Soloviev y Go, 1975), que corresponde a la actual ubicación de Puerto Saavedra. En 1633 se registró un sismo y tsunami localizado en Chiloé que inundó el sector arrastrando tanto casas como personas y se reportó el hundimiento de dos barcos (Soloviev y Go, 1975). No se registran efectos del tsunami más al norte. Además, este evento no aparece en otros trabajos más modernos, ya sea porque fue muy pequeño o porque no había suficientes zonas pobladas que lo registraran. En diciembre de 1737 se registró el terremoto conocido como el segundo terremoto de Valdivia (después de 1575). Se estima que tuvo una magnitud de 7,5-8,0 solamente (Lomnitz, 1970). Aun cuando Nishenko (1985) estimó la magnitud de este evento en 9,2, Moernaut et al. (2014) estima la magnitud en 7,2-7,5 mediante registros de turbiditas lacustres. Otros registros indican que el terremoto fue más severo que el de 1633 y destruyó tanto Valdivia como poblados en la Isla de Chiloé (Soloviev y Go, 1975). Dada la magnitud estimada por Moernaut et al. (2014), es probable que no haya generado un tsunami importante y su ruptura se podría haber extendido entre los 39° y 40,5°S. Posteriormente, en noviembre de 1837 ocurre el tercer terremoto de Valdivia. Se estima que tuvo una magnitud 8,0 (Lomnitz, 1970), pero Moernaut et al. (2014) propone una magnitud ~9,0. El sismo tuvo una duración de 10 min, donde Valdivia fue completamente destruida y se sintió bastante fuerte en Concepción y Talcahuano y duró unos 8 min (Soloviev y Go, 1975). Se observaron árboles quebrados, grietas y deslizamientos en gran parte del territorio comprendido entre Valdivia y Chiloé (Soloviev y Go, 1975). En Valdivia se observó un descenso del nivel del río y luego un aumento rápido hasta alcanzar una altura apreciable (Soloviev y Go, 1975). Por su parte, el agua penetró unos 900 m y grandes oscilaciones anormales se observaron en Ancud. Además, la intensidad del tsunami fue tal que se observaron oscilaciones en Tahiti, Hawaii (6 m) y Japón (Lomnitz, 1970; Soloviev y Go, 1975). Se estima que el sismo liberó la mitad del momento sísmico del evento de 1960 (Cisternas et al., 2005). Moernaut et al. (2014) localiza este evento más al sur que el de 1737. De todos modos, hay incertidumbre en cuanto a la extensión de la ruptura hacia el norte, la cual podría haber llegado incluso hasta Valdivia o Puerto Saavedra. Sin embargo, dada la descripción de los efectos del tsunami en Valdivia, puede que en realidad no se haya extendido hasta esa zona. El evento mejor registrado corresponde al terremoto y tsunami del 22 de mayo de 1960. Este terremoto ha sido catalogado como el sismo

más grande registrado instrumentalmente en la historia de la humanidad y tuvo una magnitud de momento Mw 9,5. El área de ruptura se extendió desde la Península de Arauco por el norte (37°S) hasta la Península de Taitao por el sur (46°S) y se observaron cambios morfológicos importantes en una longitud de 1.000 km y un ancho de 200 km (Barrientos y Ward 1990). El sismo generó un gran tsunami que afectó no solo a las costas de Chile, sino también generó daños significativos en Hawaii y Japón (Takahashi, 1961). En Chile, la mayor inundación ocurrió en Isla Mocha donde se midió un runup de 25 m. En Mehuín, el tsunami llegó unos 20 min después del terremoto. Se observaron tres ondas, siendo la tercera la más grande, que alcanzó 8,5 m y penetró 3 km río arriba. En Queule, no hay registros de la altura del tsunami, dado que el alcalde de mar falleció producto del evento. Sin embargo, se sabe que el tsunami destruyó todo el poblado, y penetró 2 km río arriba. Del mismo modo, el pueblo de Toltén (ubicado a unos 3 km de la costa, a orillas del río Toltén) fue totalmente destruido. Esto motivó su traslado a su actual ubicación llamada Nueva Toltén. Por su parte, en Puerto Saavedra, el terremoto no causó daños en el poblado, sin embargo, el tsunami lo destruyó por completo. Primero se observó un descenso del nivel del mar y luego ingresaron varias ondas, siendo la tercera la más grande. Algunos trabajos indican alturas de inundación entre 6,5 y 10 m (SHOA, 2000), mientras que otro estudio midió una altura máxima de inundación de 8-9 m (Takahashi, 1961). El tsunami ingresó por lo menos 3 km río arriba.

El evento más reciente se registró el 25 de diciembre de 2016 al sur de Chiloé, y tuvo una magnitud de 7,6. Se reportó daño moderado producto del sismo y no se reportaron daños por tsunami (Lange et al., 2018), aun cuando se generó un tsunami instrumental registrado en los mareógrafos de Castro y Melinka solamente. Por último, estudios recientes de paleotsunamis han identificado al menos 3 eventos prehistóricos que extienden la base de datos y ayudan a caracterizar de mejor manera los diferentes tipos de eventos y recurrencia en esta zona sísmica (Cisternas et al., 2005; Moernaut et al., 2014). Estos son los eventos de 1466(±4), 1319 (±9), 1127 (±44), que tienen largos de ruptura diferentes e inciertos en algunos casos. En conclusión, mediante análisis de la extensión de las rupturas y deslizamiento interplaca durante los últimos 900 años, es posible definir 3 tipos de eventos (Moernaut et al., 2014): primero, eventos como los de 1960 que tienen una ruptura de ~1000km con una recurrencia de ~280 años y una magnitud ~9,5. Segundo, eventos con una ruptura parcial, como el de 1837 con una magnitud de ~9,0, y tercero, eventos pequeños como el de 1737 con una magnitud menor a 8,0.

A partir de esta breve revisión histórica, se pueden apreciar varios elementos que son relevantes. En primer lugar, es evidente que nuestro territorio está altamente expuesto a tsunamis de origen local. Segundo, los tsunamis pueden tener efectos significativos en zonas muy alejadas de su punto de generación y, por lo tanto, la comprensión y análisis de ellos debe ser realizado a una escala global, y no local. Esto se entiende que, para poder caracterizar la amenaza en una localidad en particular, no basta con analizar los eventos tsunamigénicos cercanos, sino que a nivel nacional, y eventualmente, de la cuenca del Pacífico. Además, se observa que, pese a la riqueza de la información histórica sobre todo cuando se compara con otros lugares, ésta demuestra ser incompleta a lo largo del territorio, ya que naturalmente se registran solo los casos más significativos. Más aún, los efectos se registran sólo en aquellos lugares donde hubo observadores que pudieron registrar lo ocurrido. Esto significa que, sumado al sesgo en magnitud, hay un sesgo observacional claro. Pero además de la observación, se requiere del registro escrito de ella, por lo que típicamente, la información comienza a ser relevante luego de la llegada de europeos y el desarrollo de asentamientos costeros. Finalmente, la información será tan valiosa como la calidad del registro, por lo que en este sentido la recopilación se ve afectada por la falta de uniformidad en las definiciones de lo que se ha observado. Esto requiere de un análisis detallado para poder interpretar y correlacionar los reportes con definiciones actuales de las variables de intensidad de tsunami de interés.

Estimación de la Amenaza

Considerando los desafíos y restricciones que impone el uso de información histórica, pese a lo valioso de ella, es razonable cuestionarse cómo es posible entonces realizar estimaciones de la amenaza ante un tsunami. En lo que sigue, revisaremos brevemente la evolución de estas estimaciones en Chile, considerando dos perspectivas diferenciadas en cuanto al plazo de la estimación.

Por una parte, se identifica la situación de la emergencia. En este caso, se asume que ha ocurrido un terremoto con capacidad tsunamigénica, y es necesario estimar el potencial de afectación que tendría el tsunami asociado. En este sentido, el hecho que el terremoto ya ha ocurrido, favorece la predicción, pero tiene como contrapartida que el tiempo disponible para realizar la evaluación está significativamente limitado, ya que es necesario realizar esta evaluación antes que el tsunami arribe. La evidencia de tsunamis recientes indica que el tiempo de arribo puede ser inferior a 10 min (Aránguiz et al., 2016; Catalan et al., 2015), y modelos globales indican que Chile está entre los países con los tiempos de arribo más cortos (Williamson y Newman, 2018).

Por otro lado, es importante también conocer cuál sería la amenaza a la que se ve afectada una localidad o infraestructura costera, por tsunamis en general. Es decir, no asociado a un tsunami en particular como en el caso de la emergencia, sino a lo que podría ocurrir en una ventana de tiempo determinada, con tsunamis originados en varios lugares. En este caso el evento no ha ocurrido, y lo que se busca es estimar cómo sería si ocurriera. El desafío en este caso radica en parte, en identificar de manera apropiada como sería el o los terremotos futuros.

La emergencia: Sistema Nacional de Alarma de Tsunami

El Sistema Nacional de Alarma de Tsunami (SNAM, www.snamchile.cl) es el organismo técnico encargado de la estimación de la amenaza por tsunami en el territorio chileno, especialmente en lo asociado a tsunamis originados por sismos. Otras fuentes de tsunami no son analizadas debido a la insuficiente información disponible y otras dificultades que limitan la capacidad predictiva.

En este contexto, se asume que la información del terremoto fuente estará disponible. A diferencia de sistemas integrados existentes en otras partes del mundo, SNAM en sí mismo no realiza el monitoreo sísmico, sino que utiliza variados canales de comunicación de distintas agencias que realizan este monitoreo, y sus correspondientes boletines. Entre ellas se encuentran el Centro Sismológico Nacional (CSN), el United States Geological Survey (USGS) y el servicio GEOFON del German Research Center for Geosciences (GFZ, por su sigla en alemán). Con esta información, SNAM realiza la evaluación de la amenaza por tsunami, la cual es luego informada a la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), la que es encargada de la toma de decisión en cuanto a la respuesta, su difusión a la población y demás entes interesados, y la posterior gestión. De esta manera, la labor de SNAM está restringida a la evaluación técnica de la amenaza.

Como se mencionó en secciones anteriores, el terremoto es un fenómeno complejo de caracterizar, ya que se requiere tener conocimiento del deslizamiento interplaca y la deformación que éste induce en el océano. Sin embargo, caracterizar o medir este deslizamiento es lento y sujeto a incertidumbre, aún en plazos extendidos de tiempo (Cienfuegos et al., 2018). Por otro lado, hoy se espera que la ubicación del epicentro (la proyección en superficie del hipocentro), y la magnitud de momento Mw pueda ser estimada rápidamente con suficiente precisión.

Lamentablemente, la información de falla puntual (ubicación del epicentro, y magnitud de momento), entrega muy poca información relevante para evaluar la amenaza del tsunami. Por ejemplo, el epicentro puede ubicarse en cualquier parte de la zona de ruptura: En 1960, se ubica en el norte de la misma, y la ruptura se propagó de norte a sur. En 2010 en cambio, se ubicó en el sur-este de la ruptura, bajo tierra, el terremoto se propagó principalmente hacia el norte, pero también hacia el sur. Por su parte, los modelos simples de tsunami no usan un epicentro, sino más bien un centroide de ruptura (en el centro de la misma), lo que lleva a una incompatibilidad inmediata. Por otro lado, aun cuando se pueda contar con información de cómo varía el deslizamiento interplaca en el área de ruptura, esto requiere de un lapso finito desde que termina el terremoto. Es decir, incluso cuando la capacidad técnica exista para determinar ese deslizamiento con suficiente precisión, esto requerirá de un tiempo durante el cual el tsunami ya se habrá generado y ya se encuentre camino a la costa. El tiempo de evaluación por lo tanto se reduce aún más.

Considerando estos elementos, el SNAM ha experimentado una evolución continua desde 2010, con el objeto de atender las deficiencias detectadas y transformarse en uno de los sistemas más robustos en el mundo. En particular, previo a mayo de 2016, el proceso de evaluación estaba basado en un juicio experto y

antecedentes históricos. Esto significó que la evidencia histórica se utilizó para determinar los umbrales que eran requeridos para detectar cuatro niveles de alerta o alarma, los que estaban determinados por la magnitud del evento sísmico.

Magnitud de momento (Mw):

- Entre 5,0 (inclusive) y 6,5: Informativo especial.
- Entre 6,5 (inclusive) y 7,0: Informativo.
- Entre 7,0 (inclusive) y 7,5: Precaución, en un radio de 200 km alrededor del epicentro.
- Entre 7,5 (inclusive) y 7,9: Alerta.
- Superior a 7,9 (inclusive) : Alarma.

Es posible observar que las características hidrodinámicas del tsunami y sus particularidades producto de su interacción con la geomorfología submarina y costera, no eran consideradas debido a que no se contaba con capacidad de cómputo para estimarlas. Además, todo el análisis se basaba en información de falla puntual. Por otra parte, los estados de alerta, Alerta y Alarma tenían asociado una evacuación a nivel nacional inmediata, independiente del lugar de origen del tsunami, y de la posible diferencia de horas en tiempos de arribo. De esta manera, el terremoto de Pisagua 2014 generó una evacuación de Punta Arenas, por ejemplo.

Dadas las deficiencias de este procedimiento, desde 2011 se comenzó el desarrollo de un sistema que permitiera resolver el problema de la caracterización a nivel local, para reducir posibles evacuaciones nacionales. Esto significó que era necesario estimar rápidamente las características del tsunami asociado a un terremoto en particular. Sin embargo, la determinación en tiempo real del tsunami cuenta con las dificultades de acceso a datos y de precisión descritas anteriormente. Luego, se optó por implementar un método que, si bien es potencialmente menos preciso, requiere de menor información de entrada y es rápido en la estimación de la amenaza.

Esto se logra a través de generar un catálogo extenso de posibles tsunamis asociados a terremotos de un rango de magnitudes, distribuidos espacialmente a lo largo del territorio nacional. Es decir, un catálogo de terremotos con distintos tamaños, áreas de ruptura, ubicación y cantidad de deslizamiento. En este tipo de esquema de estimación, desarrollado originalmente en Japón y luego implementado en países como Australia, Indonesia, y otros, los tsunamis de cada uno de estos terremotos son modelados numéricamente en su propagación oceánica sin incluir la inundación, y el valor de la amplitud de tsunami en profundidades de 200 m es almacenado como series de tiempo en 962 puntos a lo largo de la costa de Chile. Luego, estos valores son transformados a profundidades más cercana a la costa, es decir aguas más someras, utilizando la conservación de energía mediante la fórmula de Green, que permite estimar preliminarmente el valor de la amplitud del tsunami en 10 m de profundidad. Luego, cada serie de tiempo es procesada, determinando el nivel de peligro local según el valor de la máxima amplitud en costa (PCA).

Peligro local según el valor de la máxima amplitud en costa (PCA):

- Menor a 30 cm: Informativo (Nivel 0).
- Entre 30 (inclusive) cm y 1 m: Precaución (Nivel 1).
- Entre 1 m (inclusive) y 3 m: Alerta (Nivel 2).
- Mayor a 3 m (inclusive): Alarma. (Nivel 3).

De esta manera, se guarda en el catálogo simplemente el valor del nivel (0, 1, 2 o 3) para cada punto en la costa.

No obstante, dado que los tsunamis son modelados a partir de una deformación del fondo marino muy simplificada (al considerar un deslizamiento uniforme), y que el epicentro no identifica la ubicación real de la ruptura, el proceso de toma de decisiones considera incorporar estas fuentes de incertidumbre. Para ello, y considerando el dato del epicentro, se seleccionan todos los escenarios modelados dentro de una ventana de interrogación definida por el valor estimado del largo y el ancho de la ruptura. Estos son estimados a partir de las denominadas leyes de escalamiento de Papazachos et al. (2004) , que buscan estimar distintos parámetros de la ruptura (relevantes para el modelado de tsunamis) a partir de la magnitud. Luego, para cada punto, se selecciona el valor máximo del nivel de amenaza entre todos estos escenarios candidatos, el que se asigna al punto. Se debe notar que, de esta manera, el proceso de búsqueda se desacopla del terremoto fuente, y se establece una envolvente. Finalmente, dado que el proceso de gestión de la emergencia es de tipo administrativo con una lógica en las regiones de Chile, se asigna a cada región el valor máximo entre sus puntos de interés.

Para incluir el territorio insular, y para compatibilizar la diferenciación territorial con aquella provista por entidades internacionales como el Pacific Tsunami Warning Center (PTWC), en lugar de la división regional, se utiliza una división en 21 bloques de evaluación.

El proceso de estimación de la amenaza establecido de esta manera, considera un tiempo máximo de 20s de cálculo, luego de lo cual se puede actualizar o reevaluar si la información del terremoto se actualiza. Para permitir esto, se determinó una ventana de tiempo de 5 min como tiempo máximo para emitir el estado de evaluación técnica.

La implementación de este proceso, además de sus componentes de interfaces de usuario y de hardware, se le conoce como el Sistema Integrado de Predicción y Alarma de Tsunamis, SIPAT, el cual fue desarrollado en conjunto por SHOA, la Universidad Técnica Federico Santa María y la Pontificia Universidad Católica de Chile, en el marco de dos proyectos con financiamiento público concursable (Catalán et al., 2020). SIPAT entró en operación en mayo de 2016, y fue puesto a prueba por primera vez con ocasión del terremoto de Melinka, el 25

de diciembre de 2016. En dicha ocasión, el terremoto generó un tsunami con amplitudes menores a 30 cm en Castro y Melinka. SIPAT estimó que era necesario un estado de precaución en las Regiones de los Lagos y Aysén, con la evacuación de alrededor de 15.000 personas. En tanto, el resto del territorio no se vio afectado por esta evacuación. En contraste, el terremoto previo, de Illapel del 16 de septiembre de 2015, significó la evacuación completa del territorio costero nacional, con alrededor de 1.000.000 de personas evacuadas.

Por último, es importante mencionar que a pesar de que en el último tiempo se ha desarrollado una capacidad científica y técnica que permitiría realizar estimaciones de la amenaza de tsunami en tiempo cercano al real, SNAM considera que las incertidumbres y falta de precisión en los minutos iniciales de la emergencia hacen necesario utilizar el esquema de consulta a catálogo durante la primera estimación de la amenaza.

Estimación de largo plazo: Mapas de inundación por tsunami

Un mapa de inundación por tsunami es el primer paso para la realización de planes de evacuación efectivos. Estos mapas son un insumo importante para la evaluación del riesgo de tsunami y la subsecuentes planificación, diseño e implementación de medidas de mitigación y protección destinadas al desarrollo de comunidades resilientes frente a este tipo de amenaza. Existen dos enfoques para la construcción de mapas de amenaza de tsunami: determinístico y probabilístico (Becerra et al., 2020). El primero utiliza uno o un conjunto limitado de eventos basados en distintas observaciones, como, por ejemplo, en el registro histórico. La utilización de este enfoque es principalmente para evacuación, y dada la baja probabilidad de ocurrencia de ese peor escenario, limita su uso para fines de diseño o planificación territorial. El segundo enfoque se basa en la determinación de la probabilidad de excedencia de una variable hidrodinámica del tsunami en un determinado periodo de tiempo, por ejemplo, altura de inundación, profundidad de inundación, velocidad o momentum (Geist y Parsons, 2006). Sin embargo, para realizar adecuadamente este enfoque, se requiere contar con una base de datos de inundación por tsunami suficientemente larga que permita el análisis estadístico, lo que no siempre es posible. En su reemplazo, estudios recientes de Análisis Probabilístico de Amenaza de Tsunami (PTHA por sus siglas en inglés) han utilizado bases de datos sintéticas generadas a partir de simulaciones numéricas de múltiples escenarios (Grezio et al., 2017). La aplicación de este enfoque demanda un gran costo computacional debido a que cientos o miles de escenarios de tsunami deben propagarse usando simulación numérica con mallas de detalle hasta el nivel de inundación.

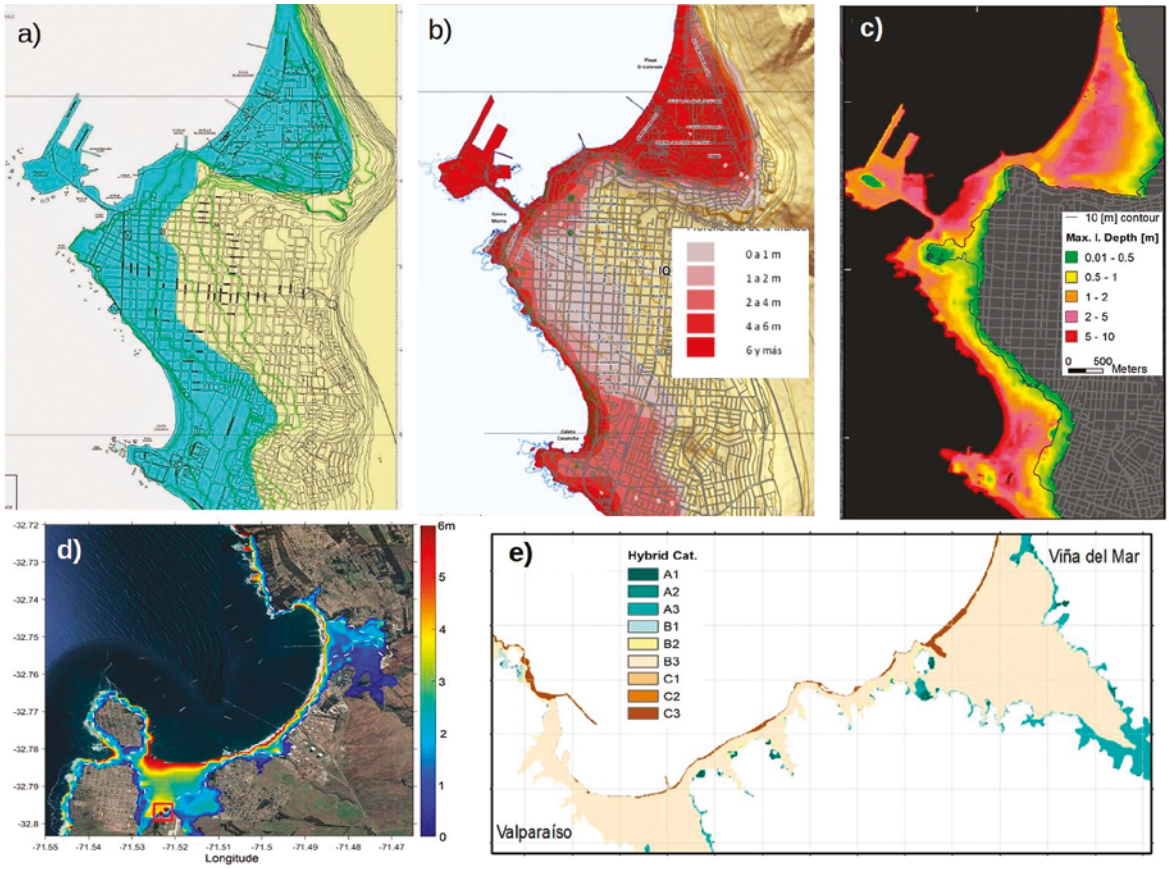
Los primeros estudios de amenaza de tsunami se comenzaron a desarrollar en la década de los 70 usando un enfoque determinístico tanto en Japón como en Estados Unidos (Jelinek y Krausmann, 2008). Uno de los pioneros en el estudio de tsunamis y estimación de amenaza por tsunami es el Dr. Nobuo Shuto de la Universidad de Tohoku, Japón, quien se dedicó a estudiar estos fenómenos motivado por los efectos del tsunami de Chile de 1960 en las costas de Japón. Luego de décadas de avances en investigación y desarrollo de modelos numéricos, en la década de los 90, Dr Shuto propuso y lideró un proyecto internacional apoyado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO para desarrollar y transferir una metodología de confección de mapas de inundación por tsunami. Este proyecto se llamó TIME (*Tsunami Inundation Modeling Exchange*) y se desarrolló en el marco de la Década Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (IDNDR por sus siglas en Inglés) y se extendió a 24 países y 52 organizaciones. Dado que el SHOA es el representante de Chile ante el Grupo de Coordinación Intergubernamental del Sistema de Alerta de Tsunamis del Pacífico (ICG/PTWS), participó activamente del proyecto TIME. Es así como en el año 1995 se realizó en Chile el primer curso sobre simulación numérica de tsunami para los países de la región del sudeste del Pacífico, donde participaron representantes de Colombia, Ecuador, Perú y Chile. De este modo, se puso a disposición de los Estados Miembros del ICG/PTWS la asistencia técnica y modelos numéricos para la elaboración de las Cartas de Inundación por Tsunami (CITSU). La primera carta de inundación por tsunami en Chile se dio a conocer públicamente en julio de 1997 y correspondió a la ciudad de Arica. A partir de ese momento, se han elaborado cartas de inundación en las principales ciudades costeras de Chile. Esa primera versión de mapas de inundación se basó en la inundación generada por un evento de mayor probabilidad de ocurrencia, y no necesariamente en el peor escenario.

La Figura N°3 muestra ejemplos de distintos mapas de inundación por tsunami que se han desarrollado en Chile. La Figura N°3a corresponde a la primera versión de la carta de inundación por tsunami de Iquique desarrollada en 1997, donde el área celeste representa la extensión de la inundación para el evento considerado. En ese tipo de mapas se podía identificar si un sector era o no inundado, sin indicar el nivel de profundidad de inundación que podría alcanzar. Desde el año 2010, se incorporan mejoras en los mapas y la inundación máxima se estima a partir de un evento sísmico extremo conocido o evento extremo probable validado. Además, la elaboración de las cartas se realiza en un ambiente de sistema de información geográfico, donde la amenaza de tsunami es representada no sólo por un

área de inundación sino también por distintos niveles de profundidad. Un ejemplo de este tipo de mapa se puede ver en la Figura N°3b, que corresponde a la carta de inundación de Iquique actualizada el año 2012. Se puede observar que se utiliza una escala de 6 niveles de inundación, además, el área de inundación es levemente mayor a la versión anterior dado que el escenario usado es distinto y se basa en el evento histórico de 1877. Posteriormente, en el año 2015, El SHOA publica las "Instrucciones Oceanográficas N°4: Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Cartas de Inundación Por Tsunami (CITSU)" (SHOA, 2015), lo que sería el primer paso para la unificación de metodologías para estudios determinísticos de tsunami. Es importante destacar que los escenarios de tsunami usados en las cartas de inundación del SHOA consideran un modelo de ruptura con deslizamiento uniforme, tal como el mostrado en la Figura N°1a. Por otro lado, como resultado del proyecto JICA/SATREPS llamado "Mejoramiento de tecnología para desarrollar una Comunidad Resiliente frente a los Tsunamis" ejecutado por Chile y Japón entre los años 2012 y 2016, donde participaron diversas Universidades e Instituciones públicas de ambos países, uno de los resultados fue la "Guía para la estimación de peligro de Tsunami" (JICA, 2018). Esta guía propone el uso de varios escenarios determinísticos con deslizamiento interplaca heterogéneo y la combinación de resultados mediante una envolvente de inundación. Además, se propone una escala de colores distinta con el fin de facilitar la lectura e identificación de los niveles de inundación. Un ejemplo de este tipo de mapas se muestra en la Figura N°3c, que corresponde a un mapa de envolvente de inundación en Iquique a partir de escenarios de magnitudes Mw 8,8; 8,9 y 9,0 (JICA, 2018). La utilización de escenarios de deslizamiento heterogéneo se justifica dado que estudios recientes han demostrado que un escenario de deslizamiento uniforme, además de ser poco realistas, podría subestimar considerablemente la amenaza de tsunami (Melgar et al., 2019; Carvajal y Gublery 2017; Gonzalez et al., 2020).

Figura N°3.

Ejemplo de mapas de amenaza de tsunami. a) Primera generación de mapa de inundación por tsunami de Iquique; b) Actualización del mapa de inundación de Iquique incluyendo varios niveles de profundidad de inundación; c) Propuesta de mapa de inundación de Iquique con distintos niveles de inundación y usando envolvente de escenarios; d) Mapa de Inundación probabilístico de Quintero asociado a un periodo de retorno de 1000 años; y e) Mapa de Amenaza de tsunami en Valparaíso-Viña del Mar que combina profundidad de inundación con tiempos de arribo



Fuente: a) SHOA (1997); b) SHOA (2012); c) JICA (2018); d) Becerra et al. (2020); y e) Zamora et al. (2021).

La generación de escenarios de tsunami plausibles con deslizamiento heterogéneo se podría realizar a partir de observaciones geofísicas, como el acoplamiento intersísmico, o bien mediante la aplicación de modelos estocásticos (Gonzalez et al., 2020). En este último caso, uno de los métodos usados es la expansión de Karhunen-Loeve (Melgar et al., 2016) que ya se ha aplicado en el Norte de Chile (Sepúlveda et al., 2017; Gonzalez et al., 2020) y en Chile Central (Becerra et al., 2020). La Figura N°3d muestra un ejemplo de mapa de inundación probabilístico de la bahía de Quintero asociado a un periodo de retorno de 1000 años construido a partir de 100 escenarios generados estocásticamente de magnitudes entre Mw 8,8 y 9,2 (Becerra et al., 2020). Es importante mencionar que este mapa no representa el área o profundidad de inundación asociada a un evento en particular ni a un evento que ocurre cada 1.000 años, sino más bien, cada punto del mapa muestra la profundidad de inundación que en promedio ocurre cada 1.000 años. Es decir, cada nivel de inundación del mapa se obtuvo a partir de un análisis estadístico de la inundación generada por los 100 escenarios estocásticos, incorporando, además, la recurrencia estimada de los eventos de magnitud igual o superior a Mw 8,8. Este tipo de mapa puede ser confeccionado para diversos valores de periodo de retorno, o bien, para una probabilidad de excedencia en un determinado número de años, lo que sería más útil desde el punto de vista de la planificación territorial y el diseño de estructuras. Por último, otro tipo de mapa de amenaza de tsunami es el mostrado en la Figura N°3e, el cual combina dos variables de amenaza del tsunami, estas son, profundidad de inundación y tiempo de arribo para la conurbación Valparaíso-Viña del Mar (Zamora et al., 2021).

El tiempo de arribo se define como el tiempo desde que ocurre el sismo hasta que un determinado punto del mapa comienza a ser inundado, que corresponde a una medida muy útil para la planificación de la evacuación de personas. Para la construcción de este mapa, se utilizaron 2.800 escenarios estocásticos de terremotos entre magnitudes Mw 8,6 y 9,2. Además, se definieron 3 categorías para la inundación, es decir categoría 1: $h<0,3$ m, categoría 2: $0,3<h<1$ m y categoría 3: $h>1$m (donde h es la profundidad de inundación), y tres categorías para los tiempos de arribo, tales como categoría A: $t>20$ min, categoría B: $10<t<20$ min y categoría C: $t<10$ min. Al combinar estas 3 categorías de cada variable se obtienen 9 niveles de peligro para la amenaza de tsunami Figura N°3e), por ejemplo, el nivel C3 corresponde una profundidad de inundación mayor a 1 m y un tiempo de arribo menor a 10 min. De este modo, un mapa de estas características busca identificar las zonas que no sólo poseen profundidades de inundación grandes, sino también, qué tan rápido comenzará la inundación para poder planificar adecuadamente la evacuación hacia zonas seguras.

Reflexión final

Los registros históricos muestran que los terremotos y tsunamis destructivos han sido recurrentes a lo largo de la historia de Chile. Además, es posible observar que el pueblo Mapuche posee un conocimiento ancestral sobre la ocurrencia de estos fenómenos mediante el relato Kay Kay Vilú y Treng Treng Vilú (Aránguiz, 2018). Sin embargo, a pesar de la riqueza de los registros de tsunami, y de los efectos que se detallan en múltiples relatos, este fenómeno no siempre fue considerado en el emplazamiento de ciudades costeras. Un caso relevante de analizar es el traslado de la ciudad de Concepción en 1764, que se llevó a cabo después de ser inundada y destruida por tsunamis en cuatro ocasiones en el trascurso de dos siglos desde su fundación, lo que se convirtió en la primera medida de mitigación frente a tsunami en Chile. De manera similar, posterior al terremoto y tsunami de 1960 se llevó a cabo el traslado de Toltén a Nueva Toltén en la región de La Araucanía.

Si bien, desde la década del 60 se comenzó a implementar el sistema de alerta de tsunamis en Chile y en la década de los 90 se comenzaron a confeccionar mapas de inundación por tsunami, no fue sino hasta después del terremoto y tsunami de febrero de 2010 que las autoridades de Chile y los investigadores reconocieron la relevancia de la gestión del riesgo y no sólo del manejo de la emergencia. En efecto, posterior al 2010 se comenzaron a implementar mejoras en el sistema de alerta, se redactaron guías y normas referentes a tsunamis, se modificaron y actualizaron los mapas de inundación, y hubo un crecimiento considerable de la investigación científica sobre tsunamis en Chile. Es importante destacar que este cambio de paradigma no fue sólo en Chile, sino también a nivel mundial después de la ocurrencia del tsunami del Océano Índico en el año 2004, el cual afectó a 12 países y ocasionó la muerte de más de 290.000 personas (Aránguiz, 2018). Además, el tsunami de Japón del año 2011 (que generó cerca de 19.700 víctimas) demostró que las medidas de mitigación estructurales (muros costeros y rompeolas) pueden ser efectivas para eventos más frecuentes de menor intensidad (Shibayama et al., 2013) pero no para eventos extremos, aunque sí pueden retrasar la inundación proporcionando más tiempo para evacuar. Por lo tanto, la evaluación y gestión del riesgo de tsunami ha ido cobrando cada vez más importancia, donde no sólo basta conocer la amenaza, sino también la vulnerabilidad, las distintas dimensiones que la componen y su evolución en el tiempo (Aránguiz et al., 2020).

En los últimos años, se ha observado que los estudios de tsunami ya no sólo son considerados con fines de evacuación en caso de emergencia, sino también se han ido incorporando en los planes de reconstrucción post tsunami, en las actualizaciones de planes reguladores comunales y en el diseño de puertos y terminales marítimos. Sin embargo, es necesario definir los distintos tipos de mapas de amenaza de tsunami según la finalidad. Para ello, es necesario también definir los distintos enfoques y metodologías. Los métodos tradicionales de uso en Chile, se basaban en estimaciones del efecto del tsunami que tuvieron terremotos históricos en una cierta localidad. Este fue el método de caracterización estándar del proyecto CITSU original. Sin embargo, los resultados son claramente afectados por estas deficiencias de tipo epistémico. Por ejemplo, la carta CITSU original de Valparaíso se basaba en el terremoto de 1906, el que a la fecha era el considerado como un escenario probable para Valparaíso, en virtud del daño del terremoto mismo. Sin embargo, la premisa de que considerar el terremoto probable es lo adecuado, la trágica experiencia reciente en distintos lugares del mundo ha demostrado que no necesariamente lo es. Recientemente, Zamora et al. (2021) han demostrado que un tsunami puede ser extremo en una localidad aun si el terremoto no lo es. Más aun, conforme avanza el conocimiento, la estimación de la amenaza puede evolucionar aun si se mantiene la idea de terremoto histórico. En efecto, durante el proceso de revisión de las cartas CITSU post 2010, se identificó que el terremoto de 1730 era el máximo histórico en la zona. Sin embargo, la nueva carta del año 2012 se construyó con un terremoto de magnitud Mw 8,8, pero estudios posteriores categorizaron ese evento en el rango Mw 9,1-9,3 (Carvajal et al., 2017). Este hecho demuestra que la utilización de un solo evento o pocos eventos con un enfoque determinístico podría subestimar la amenaza de tsunami. Por otro lado, la sola utilización de eventos extremos con una recurrencia de varios cientos de años podría ser adecuada para propósitos de evacuación de la población, pero podrían ser muy restrictivos si son también utilizados para planificación urbana y diseño de infraestructura. En este último caso, sería conveniente implementar el uso de mapas de inundación probabilísticos que asocien una probabilidad de excedencia de la inundación acorde a la vida útil de las instalaciones, tal como se hace en el diseño sísmico. Por lo tanto, más investigación en esta materia es necesaria.

Por último, de los registros históricos se puede observar que hay tsunamis que han alcanzado cotas de inundación extremas, como es el caso de los 24 m en Tocopilla para el tsunami de 1877, o de 25 m en Isla Mocha para el tsunami de 1960, e incluso hasta 29 m en Constitución para el tsunami del 2010. Esta información pareciera respaldar la cota de seguridad de 30 m que se ha adoptado en Chile para efectos de evacuación por tsunami (MINVU, 2017). Sin embargo, al analizar en detalle los puntos de medición de estos valores extremos, en particular lo observado para el tsunami de 2010 en Constitución (29 m), Llico (18 m) y Tirúa (20 m), se observa que ocurren en zonas acantiladas con fuertes pendientes y la máxima cota de inundación se alcanza a distancias de ~100 m desde la línea de costa solamente. Por lo tanto, es necesario incorporar en la discusión cómo la distancia desde la línea de costa y geomorfología costera influyen en la máxima cota de inundación alcanzada por el tsunami. Este hecho toma

gran relevancia en extensas zonas pobladas de baja cota (<30 m), por ejemplo, el Gran Concepción, La Serena-Coquimbo y Puerto Saavedra, donde la cota de seguridad de 30 m está ubicada a varios kilómetros desde la costa, y sobre todo si los organismos técnicos están utilizando esta cota no sólo para evacuación durante la emergencia, sino también para la planificación territorial. Por lo tanto, es necesario realizar estudios probabilísticos de tsunami y definir, por ejemplo, cotas de seguridad diferenciadas, basadas en probabilidades de excedencia y/o distancia desde la costa, que consideren además, las particularidades de la topografía local.

Agradecimientos

Los autores agradecen el Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN), ANID/FONDAP/15110017. RA agradece también al proyecto ANID/FONDECYT 1210496.

Referencias Bibliográficas

ARANGUIZ, R. Tsunamis en la Región del Biobío desde una mirada multidisciplinaria. Concepción: Universidad Católica de la Santísima Concepción, 2018.

ARANGUIZ, R., CATÁLAN, P. A., CECIONI, C., BELLOTTI, G., HENRIQUEZ, P., & GONZÁLEZ, J. Tsunami resonance and spatial pattern of natural oscillation modes with multiple resonators. Journal of Geophysical Research: Oceans, 2019, Vol. 124, N°11, p. 7797-7816.

ARANGUIZ, R., GONZÁLEZ, G., GONZÁLEZ, J., CATALÁN, P., A., CIENFUEGOS, R., YAGI, Y., OKUWAKI, R., URRA, L., CONTRERAS, K., DEL RÍO, I., & ROJAS, C. The 16 September 2015 Chile Tsunami from the Post-Tsunami Survey and Numerical Modeling Perspectives. Pure and Applied Geophysics, 2016, Vol. 173, N°2, p. 333-348.

ARANGUIZ, R., MARTÍNEZ, C., ROJAS, O., HOFFMANN, C., & LÓPEZ, P. The generation of new tsunami risk areas due to an intentionally biased reconstruction process: Case study of llico after the 2010 Chile tsunami. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2020, Vol. 50, p. 1-16.

ASTROZA, M., MOYA, A., y SANHUEZA, S. Estudio comparativo de los efectos de los terremotos de Chillán de 1939 y de Talca de 1928. Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, 2002, p. 1-11.

BARRIENTOS, S. E., & WARD, S. N. The 1960 Chile earthquake: inversion for slip distribution from surface deformation. Geophysical Journal International, 1990, Vol. 103, N°3, 589-598.

BECERRA, I., ARÁNGUIZ, R., GONZÁLEZ, J., & BENAVENTE, R. An improvement of tsunami hazard analysis in Central Chile based on stochastic rupture scenarios. Coastal Engineering Journal, 2020, p. 473-488.

CARENA, S. Subducting-plate Topography and Nucleation of Great and Giant Earthquakes along the South American Trench. Seismological Research Letters, 2011, Vol. 82, N°5, p. 629-637.

CARVAJAL, M., CISTERNAS, M., & CATALÁN, P. A. Source of the 1730 Chilean earthquake from historical records: Implications for the future tsunami hazard on the coast of Metropolitan Chile. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2017, Vol. 122, N°5, p. 3648-3660.

CARVAJAL, M., CISTERNAS, M., GUBLER, A., CATALÁN, P. A., WINCKLER, P., & WESSON, R. L. Reexamination of the magnitudes for the 1906 and 1922 Chilean earthquakes using Japanese tsunami amplitudes: Implications for source depth constraints. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2017, Vol. 122, N°1, p. 4-17.

CARVAJAL, M., CONTRERAS-LÓPEZ, M., WINCKLER, P., & SEPÚLVEDA, I. Meteotsunamis Occurring Along the Southwest Coast of South America During an Intense Storm. Pure and Applied Geophysics, 2017, Vol. 174, N°8, p. 3313-3323.

CARVAJAL, M., & GUBLER, A. The Effects on Tsunami Hazard Assessment in Chile of Assuming Earthquake Scenarios with Spatially Uniform Slip. En GEIST, E. L., FRITZ, H. M., RABINOVICH, A. B. & TANIOKA, Y. (EDS). Global Tsunami Science: Past and Future, Volume I. Switzerland: Springer International Publishing AG, 2017, p. 3693-3702.

CATALAN, P. A., ARÁNGUIZ, R., GONZÁLEZ, G., TOMITA, T., CIENFUEGOS, R., GONZÁLEZ, J., SHRIVASTAVA, M., KUMAGAI, MOKRANI, C., CORTÉS, P., & GUBLER, A. The 1 April 2014 Pisagua tsunami: Observations and modeling. Geophysical Research Letters, 2015, Vol. 42, N°8, p. 2918-2925.

CATALAN, P. A., GUBLER, A., CAÑAS, J., ZUÑIGA, C., ZELAYA, C., PIZARRO, L., VALDES, C., MENA, R., TOLEDO, E., & CIENFUEGOS, R. Design and operational implementation of the integrated tsunami forecast and warning system in Chile (SIPAT). Coastal Engineering Journal, 2020, Vol. 62, N°3, p. 373-388.

CIENFUEGOS, R., CATALÁN, P. A., URRUTIA, A., BENAVENTE, R., ARÁNGUIZ, R., & GONZÁLEZ, G. What Can We Do to Forecast Tsunami Hazards in the Near Field Given Large Epistemic Uncertainty in Rapid Seismic Source Inversions? Geophysical Research Letters, 2018, N°45, p. 4944-4955.

CISTERNAS, M., ATWATER, B. F., TORREJÓN, F., SAWAI, Y., MACHUCA, G., LAGOS, M., EIPERT, A., YOULTON, C., SALGADO, I., KAMATAKI, T., SHISHIKURA, M., RAJENDRAN, C. P., MALIK, J., RIZAL, Y., & HUSNI, M. Predecessors of the giant 1960 Chile earthquake. Nature, 2005, N°437, p. 404-407.

COMISION OCEANOGRÁFICA INTERGUERNAMENTAL. Glosario de tsunamis, cuarta edición, 2019. Colección Técnica de la COI, 85. París: UNESCO, 2019.

CONTRERAS, M., y WINCKLER, P. Pérdidas de vidas, viviendas, infraestructura y embarcaciones por el tsunami del 27 de Febrero de 2010 en la costa central de Chile. Obras y Proyectos, 2013, N°14, p. 6-19.

DELOUIS, B., NOCQUET, J. M., & VALLÉE, M. Slip distribution of the February 27, 2010 Mw = 8.8 Maule Earthquake, central Chile, from static and high-rate GPS, InSAR, and broadband teleseismic data. Geophysical Research Letters, 2010, Vol. 37, N°17, p. 1-7.

FRITZ, H., PETROFF, C., CATALÁN, P., CIENFUEGOS, R., WINCKLER, P., KALLIGERIS, N., WEISS, R., BARRIENTOS, S., MENESES, G., VALDERAS-BERMEJO, C., EBELING, C., PAPADOPOULOS, A., CONTRERAS, M., ALMAR, R., DOMINGUEZ, J. C., & SYNOLAKIS, C. Field Survey of the 27 February 2010 Chile Tsunami. Pure and Applied Geophysics, 2011, N°168, p. 1989-2010.

GEIST, E. L., & PARSONS, T. Probabilistic analysis of tsunami hazards. Natural Hazards, 2006, Vol. 37, N°3, p. 277-314.

GONZALEZ, J., GONZÁLEZ, G., ARÁNGUIZ, R., MELGAR, D., ZAMORA, N., SHRIVASTAVA, M. N., DAS, R., CATALÁN, P., & CIENFUEGOS, R. A hybrid deterministic and stochastic approach for tsunami hazard assessment in Iquique, Chile. Natural Hazards, 2020, Vol. 100, N°1, p. 231-254.

GREZIO, A., BABEYKO, A., BAPTISTA, M. A., BEHRENS, J., COSTA, A., DAVIES, G., GEIST, E. L., GLIMSDAL, S., GONZÁLEZ, F., GRIFFIN, J., HARBITZ, C., LEVEQUE, R., LORITO, S., LØVHOLT, F., OMIRA, R., MUELLER, C., PARIS, R., PARSONS, T., POLET, J., POWER, W., SELVA, J., SØRENSEN, M., & THIO, H. Probabilistic Tsunami Hazard Analysis: Multiple Sources and Global Applications. Reviews of Geophysics, 2017, Vol. 55, N°4, p. 1158-1198.

JELINEK, R., & KRAUSMANN, E. Approaches to tsunami risk assessment. In JRC Scientific and Technical Reports. Disponible en: http://labtinti4.df.unibo.it/transfer/sites/default/files/adminRoot/documents/deliverables/TRANSFER_D8.2_ANNEX_A8.2.3.pdf, 2008.

JICA. Guía para la Estimación de Peligro de Tsunami (Vol. 1). SATREPS Tsunami. Santiago: Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2018.

LANGE, D., RUIZ, J., CARRASCO, S., & MANRÍQUEZ, P. The Chiloé Mw 7.6 earthquake of 2016 december 25 in southern Chile and its relation to the Mw 9.5 1960 Valdivia earthquake. Geophysical Journal International, 2018, Vol. 213, N°1, p. 210-221.

LASTRAS, G., AMBLAS, D., CALAFAT, A. M., CANALS, M., FRIGOLA, J., HERMANNS, R. L., LAFUERZA, S., LONGVA, O., MICALLEF, A., SEPÚLVEDA, S., VARGAS, G., DE BATIST, M., VAN DAELE, M., AZPIROZ, M., BASCUÑAN, I., DUHART, P., IGLESIAS, O., KEMPF, P., & RAYO, X. Landslides Cause Tsunami Waves: Insights From Aysén Fjord, Chile. Eos, Transactions American Geophysical Union, 2013, Vol. 94, N°34, p. 297-298.

LEVIN, B., & NOSOV, M. Physics of Tsunami. Switzerland: Springer, 2009.

LONMITZ, C. Major Earthquakes and Tsunamis in Chile during the period 1535-1955. Geol. Rundschau, 1970, Vol. 59, N°3, p. 938-960.

LOMNITZ, C. Major Earthquakes of Chile: A Historical Survey, 1535-1960. Seismological Research Letters, 2004, Vol. 75, N°3, p. 368-378.

LORITO, S., ROMANO, F., ATZORI, S., TONG, X., AVALLONE, A., McCLOSKEY, J., COCCO, M., BOSCHI, E., & PIATANESI, A. Limited overlap between the seismic gap and coseismic slip of the great 2010 Chile earthquake. Nature Geoscience, 2011, Vol. 4, N°3, p. 173-177.

MELGAR, D., LEVEQUE, R. J., DREGER, D. S., & ALLEN, R. M. Kinematic rupture scenarios and synthetic displacement data: An example application to the Cascadia subduction zone. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2016, N°121, p. 1-17.

MELGAR, D., WILLIAMSON, A. L., & SALAZAR-MONROY, E. F. Differences between heterogenous and homogenous slip in regional tsunami hazards modelling. Geophysical Journal International, 2019, N°219, p. 553-562.

MENDOZA, C., HARTZELL, S., & MONFRET, T. Wide-band analysis of the 3 March 1985 central Chile earthquake: Overall source process and rupture history. Bulletin of the Seismological Society of America, 1994, Vol. 84, N°2, p. 269-283.

MÉTOIS, M., VIGNY, C., & SOCQUET, A. Interseismic Coupling, Megathrust Earthquakes and Seismic Swarms Along the Chilean Subduction Zone (38°-18°S). Pure and Applied Geophysics, 2016, Vol. 173, N°5, p. 1431-1449.

MOERNAUT, J., DAELE, M. V., HEIRMAN, K., FONTIJN, K., STRASSER, M., PINO, M., URRUTIA, R., & DE BATIST, M. Lacustrine turbidites as a tool for quantitative earthquake reconstruction: New evidence for a variable rupture mode in south central Chile. AGU: Journal of Geophysical Research, Solid Earth, 2014, N°119, p. 1607-1633.

MORENO, M. S., BOLTE, J., KLOTZ, J., & MELNICK, D. Impact of megathrust geometry on inversion of coseismic slip from geodetic data: Application to the 1960 Chile earthquake. Geophysical Research Letters, 2009, Vol. 36, N°16, p. 1-5.

OKAL, E. A., DENGLER, L., ARAYA, S., BORRERO, J. C., GOMER, B. M., KOSHIMURA, LAOS, G., OLCESE, D., ORTIZ, M., SWENSSON, M., TITOV, V., & VEGAS, F. Field survey of the Camana, Perú, tsunami of 23 June 2001. Seismological Research Letters, 2002, Vol. 73, N°6, p. 907-920.

ONEMI-MINVU. Guía de referencia para sistemas de evacuación comunales por tsunami, Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2017.

PAPAZACHOS, B. C., SCORDILIS, E. M., PANAGIOTOPOULOS, D. C., & KARAKAISIS, G. F. Global relations between seismic fault parameters and moment magnitude of Earthquakes. Bulletin of the Geological Society of Greece, 2004, Vol. 36, N°3, p. 1482-1489.

SAILLARD, M., AUDIN, L., ROUSSET, B., AVOUAC, J. P., CHLIEH, M., HALL, S. R., HUSSON, L., & FARBER, D. L. From the seismic cycle to long-term deformation: linking seismic coupling and Quaternary coastal geomorphology along the Andean megathrust. Tectonics, 2017, Vol. 36, N°2, p. 241-256.

SEPULDEVA, I., LIU, P. L. F., GRIGORIU, M., & PRITCHARD, M. Tsunami hazard assessments with consideration of uncertain earthquake slip distribution and location. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2017, Vol. 122, N°9, p. 7252-7271.

SHIBAYAMA, T., ESTEBAN, M., NISTOR, I., TAKAGI, H., THAO, N. D., MATSUMARU, R., MIKAMI, T., ARANGUIZ, R., JAYARATNE, R., & OHIRA, K. Classification of Tsunami and Evacuation Areas. Natural Hazards, 2013, Vol. 67, N°2, p. 365-386.

SHOA. El Maremoto del 22 de mayo de 1960 en las costas de Chile (2da ed.). Valparaíso: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, 2000.

SHOA. Pub. SHOA N° 3204: Instrucciones Oceanográficas N°4, "Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Cartas de Inundación pot Tsunami (CITSU)" (1st Editio). Disponible en: http://www.shoa.cl/s3/datos/descargas/pdf/pub3204_old.pdf, 2015.

SOBARZO, M., GARCÉS-VARGAS, J., BRAVO, L., TASSARA, A., & QUIÑONES, R. A. Observing sea level and current anomalies driven by a megathrust slope-shelf tsunami: The event on February 27, 2010 in central Chile. Continental Shelf Research, 2012, N°49, p. 44-55.

SOLOVIEV, S. L., & GO, C. N. A Catalogue of Tsunamis on the Eastern Shore of the Pacific Ocean. Moscow: Nauka Publishing House, 1975.

TAKAHASHI, R. A Summary Report on the Chilean Tsunami of May 1960. Report on the Chilean Tsunami of May 24, 1960, as observed along the Coast of Japan, 1961. Disponible en: https://tsunami-dl.jp/document/067,

WILLIAMSON, A. L., & NEWMAN, A. V. Limitations of the Resolvability of Finite-Fault Models Using Static Land-Based Geodesy and Open-Ocean Tsunami Waveforms. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2018, Vol. 123, N°10, p. 9033-9048.

ZAMORA, N., CATALÁN, P. A., GUBLER, A., & CARVAJAL, M. Microzoning Tsunami Hazard by Combining Flow Depths and Arrival Times. Frontiers in Earth Science, 2021, Vol. 8, p. 1-18.

3.3.

La erosión costera en Chile: Problemas actuales y desafíos futuros

Coastal erosion in Chile: Current issues and future challenges

Carolina Martínez [1], Idania Briceño de Urbaneja [2]

RESUMEN

La erosión costera en Chile está generando una rápida transformación del paisaje costero, con un alto costo social-ambiental. Siendo una amenaza reciente que se suma a otras recurrentes, solo en los últimos años se ha ido investigando sobre su magnitud y proyección futura. Dada la extensa costa del país, donde los litorales arenosos constituyen una parte importante de la estructura del paisaje costero y la dinámica productiva del país, se sistematiza el conocimiento de este fenómeno en Chile, analizando los cambios espacio-temporales de la línea litoral para los últimos 40 años en 66 playas del país, localizadas entre Arica y Chiloé (19º-43ºS). Para la determinación de los cambios de la línea litoral se utilizó DSAS, mientras que para 3 playas seleccionadas (Longotoma, Reñaca y Cartagena) se utilizó DSAS y SHOREX. Se analizó el clima de oleaje y oleaje extremo para interpretar sobre los cambios morfológicos en las playas seleccionadas y se proyectó la tasa de erosión para 10 y 20 años a través de DSAS. Los resultados establecieron que el 86,6% del total de playas presentan erosión con tasas que fluctúan entre -0,2 y más de -1,5 m/año. Las marejadas intensas han influido en el estado morfológico de las playas debido a que ocurren durante todo el año, con alturas significativas de hasta 7 m. Las tendencias evolutivas y las tasas de cambio de la línea litoral pueden ser utilizadas para la toma de decisiones en el territorio costero de manera de promover formas de uso sostenibles y adaptadas al cambio climático, en el contexto de una futura Ley de Costas.

Palabras clave: costa, geomorfología costera, procesos litorales, evolución costera.

ABSTRACT

Coastal erosion in Chile is generating a rapid transformation of the coastal landscape with a high social-environmental cost. However, being a recent threat in addition to other recurrent ones, only in recent years has research been carried out on its magnitude and future projection. Given the country's extensive coastline, where sandy shorelines are a significant part of the coastal landscape structure, and the country's productive dynamics, knowledge of this phenomenon in Chile is systematized by analyzing the spatial-temporal changes of the coastline for the last 50 years in 66 beaches in the country, located between Arica and Chiloé (19º-43ºS). DSAS was used to determine shoreline changes, whereas, for three selected beaches (Longotoma, Reñaca, and Cartagena), DSAS and SHOREX were used. The wave and extreme wave climate were analyzed to interpret the morphological changes on the selected beaches, and the erosion rate was projected for 10 and 20 years through DSAS. Results established that 86,6% of the total beaches present erosion with rates fluctuating between -0,2 and more than -1,5 m/year. The intense storm surges have influenced the morphological state of the beaches because they occur throughout the year, with significant heights of up to 7 m. The evolutionary trends and change rates of the shoreline can be used for decision-making in the coastal territory in order to promote sustainable forms of use adapted to climate change in the context of a future Coastal Law.

Key words: coast, coastal geomorphology, coastal processes, climate change.

1 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN). Instituto Milenio en Socio-ecología Costera (SECOS), E-mail: camartinezr@uc.cl

2 Hémera Centro de Observación de la Tierra, Facultad de Ciencias, Ingeniería y Tecnología, Universidad Mayor. ANID - FONDEF IDeA I+D 2019 – Desafío País Adaptación al Cambio Climático y Desastres Naturales. Código Proyecto ID19I10361. E-mail: idania.briceno@umayor.cl

Introducción

Las regiones costeras donde vive aproximadamente el 60% de la población mundial, se consideran zonas donde la interferencia humana en el paisaje es mayor que en otras áreas, exacerbados por el aumento de la población humana, el uso de los recursos y la expansión de los espacios urbanos como algunos de los factores que afectan al medio ambiente y han causado cambios significativos en el paisaje en cortos periodos de tiempo (UNESCO, 2012). Por su ubicación, también están expuestas a un número creciente de peligros naturales agravados por las condiciones actuales de cambio climático tales como: el aumento del nivel del mar, las marejadas, la erosión costera, los tsunamis, inundaciones costeras (Ashton et al., 2008; Stronkhorst et al., 2018). Estos peligros suponen importantes amenazas en aspectos físicos, sociales y económicos de las comunidades costeras (Oktari et al., 2020).

En especial, los litorales arenosos dependen del transporte de sedimentos a lo largo de la costa movilizados por las olas y corrientes marinas y de sedimentos incorporados por los caudales de ríos, estos últimos se han visto considerablemente perturbados por procesos de cambio climático, sequías e intervenciones antrópicas afectando directamente el suministro de sedimentos a las playas (Alves et al., 2020; Garreaud et al., 2020).

Los efectos de la erosión costera están afectando a todos los países con costas con más o menos impactos. Un ejemplo de ello, es la costa atlántica de los Estados Unidos donde las tasas de erosión son del orden de los 0,6 m/año y afecta al 80 a 90% de la costa (Leatherman, 2018). En la costa Oeste de los Estados Unidos, Allan y Komar (2006) indican que la erosión se ve afectada por controles climáticos que incluyen la tendencia al aumento de la altura de las olas y el rango de la Oscilación del Sur entre El Niño y La Niña (ENSO) que afecta tanto a las condiciones anuales de las olas como a los niveles medios mensuales del agua que elevan la altura de las mareas. En Sudamérica, cerca del 40% de la costa brasileña presenta erosión y un 80% es causada por la actividad humana (Venancio et al., 2020). En el Golfo de México los cambios costeros por subsidencia son tres veces más altos que los determinados a nivel mundial (Anderson et al., 2014). En África las costas de Senegal y Benín muestran una fuerte intensificación de la erosión, relacionada con la intervención humana, crecimiento de la población, así como una baja o nula planificación (Ndour et al., 2018).

En los últimos años, la erosión costera se ha agravado debido a la mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos tales como tifones, huracanes, ciclones tropicales y tormentas vinculados a su vez a la variabilidad climática y al cambio ambiental global (Zhang et al., 2004). Esto último ha generado preocupación mundial e interés en el estudio del fenómeno en especial debido a la alta valoración económica y social de estos espacios. La investigación científica se ha enfocado en la relación con causas (forzantes climáticas, tectónicas y antrópicas), la morfodinámica y la gestión de playas. Un aspecto relevante ha sido el avance en métodos para la determinación de tasas de cambio de la línea litoral mediante algoritmos y sensores remotos, tales como DSAS, SHOREX, CoastSat y CoastSnap (Thieler et al., 2009; Palomar-Vázquez et al., 2018; Harley et al., 2019; Vos et al., 2019) respectivamente.

La costa de Chile no escapa de la realidad internacional, además se agregan las condiciones tectónicas, aumento de marejadas, megasequía y presión por desarrollo habitacional, turístico, social y económico en estas áreas. En Chile, se han cuantificado las tasas de erosión en aproximadamente el 30 % las playas entre las regiones de Arica a Los Lagos, a partir de fotografías aéreas históricas, imágenes satelitales y mediciones in situ, empleando modelos de ajustes espiral logarítmica, sistemas de información geográfica y modelamiento costero a través de los forzamientos oceánicos con énfasis en eventos puntuales de eventos extremos (Martínez, 2007; Martínez, 2011; Martínez et al., 2015; Martínez et al., 2016; Winckler et al., 2017; Martínez et al., 2018; Ministerio del Medio Ambiente, 2019; Martínez et al., 2020; Martínez et al., 2021).

Estudios recientes establecen una tendencia a la erosión en la mayor parte de los litorales arenoso del país, especialmente detonada a partir de 2015 debido a una mayor incidencia de marejadas intensas y persistentes, estableciéndose por ejemplo tasas de cambio de hasta -4 m/año para la bahía de Algarrobo, en Chile central (Martínez et al., 2021). A pesar de estos esfuerzos, las playas chilenas no son monitoreadas de manera sistemática, lo cual establece importantes limitaciones a la implementación de modelos numéricos que consideren por ejemplo el comportamiento futuro de estas playas de acuerdo con escenarios de cambio climático. Para una gestión integrada de la zona costera, es necesario contar con una base de datos sistematizada que permita validar el modelado costero y realizar interpretaciones robustas sobre las tendencias evolutivas de los litorales arenosos, así como su relación con procesos locales y regionales como es la interacción con las cuencas hidrográficas como principales fuentes de sedimentos y estresores antrópicos.

El objetivo de esta contribución es el de sistematizar el estado actual de la erosión costera en Chile (entre la región de Arica y Los Lagos), para los últimos 40 años, que permita integrar este conocimiento a la toma de decisiones en el territorio costero para así promover formas de uso más sostenibles y adaptadas al cambio climático, en el contexto de una futura Ley de Costas en Chile.

Área de estudio

El litoral arenoso en Chile, entre Arica y Chiloé, se configura a lo largo de la costa en una diversidad de ambientes morfoclimáticos y formas en planta, destacando rasgos comunes como influencia de un régimen micromareal, tectónica diferencial de bloques, plataforma continental variable, presencia de cañones submarinos, drenaje transversal a la costa articulado a cuencas andinas y costeras, desarrollo de ensenadas, bahías y playas de bolsillo y deriva litoral que transporta sedimentos de Sur a Norte.

El relieve costero de Chile central se forma a partir de una costa de emergencia, sobre la cual se labró una unidad geomorfológica llamada Planicie Costanera (Corvalán y Álvarez, 1966), la cual se extiende entre la Cordillera de la Costa y la línea litoral actual. Esta se encuentra constituida por rocas graníticas paleozoicas y rocas metamórficas de posible edad paleozoica inferior o precámbrica, menos resistentes a la erosión que las que forman la Cordillera de la Costa. De acuerdo con Brüggen (1950), la costa de gran parte de Chile corresponde a una costa de inmersión debido al resultado combinado de un importante hundimiento reciente y de dislocaciones tectónicas previas a este hundimiento.

El margen continental de Chile central está definido por la convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana en donde la placa de Nazca subduce bajo la placa Sudamericana a una velocidad media de 10 cm por año (Minster et al., 1974 en Morales, 1984), mientras que el ángulo de penetración es del orden de 10º a 30º con un espesor de 20 a 70 Km (Swift, 1975 en Morales, 1984). Se trata de una zona tectónica y sísmicamente activa en donde se ha sugerido que la subducción ha estado activa por más de 100 millones de años (Kulm et al., 1981 en Morales, 1984). Como resultado de esta actividad, resultan procesos de sismicidad, volcanismo y la morfología tripartita de Chile donde cada 82± 6 años ocurren sismos generados en planos de ruptura de unos 150 Km de longitud ubicados en y bajo el margen continental (Barrientos y Kausel, 1990 en Vergara, 1996).

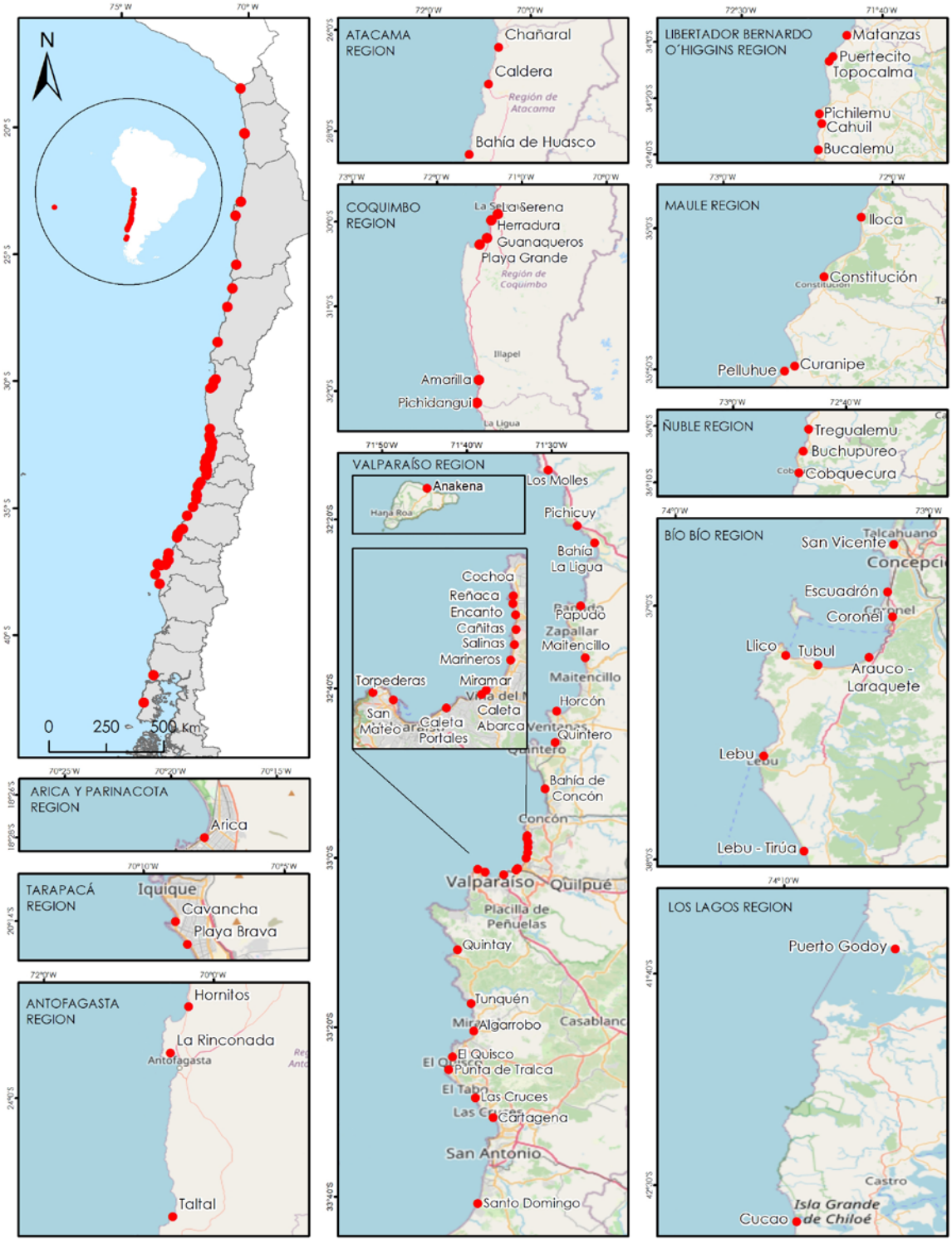
La morfología de la costa es predominantemente rocosa e intercalada por sectores arenosos, distinguiéndose varios sistemas dunares al interior de las ensenadas. El tipo de costa ha sido denominado de rasas según Paskoff (1970), es decir escalones marinos labrados en rocas del batolito costero y modelados por la acción marina. En general, se trata de una costa eminentemente rocosa, con alternancias de salientes y entrantes, en donde en las entrantes se localizan las playas y los principales sistemas de dunas (Araya-Vergara, 1971). La plataforma continental es estrecha y surcada por cañones submarinos como los de San Antonio y Aconcagua. La batimetría del offshore se caracteriza por presentar profundidades de hasta 80 m al interior de las bahías, aumentando progresivamente hasta el veril de los 100 m al exterior de éstas.

Las características climáticas del área se encuentran sujetas a una fuerte estacionalidad, presentándose un clima de tipo mediterráneo transicional, el cual es efectivo para la alimentación de playas y campos de dunas, mientras que el viento predominante SW alcanza velocidades de 4,5 m/s haciéndolo eficaz para el transporte de arenas (Castro y Brignardello, 1997).

El régimen de oleaje en Chile Central se encuentra influido por el Anticiclón del Pacífico Sur, generador de los vientos de dirección S y SW durante gran parte del año. En invierno, el desplazamiento hacia el norte del Anticiclón del Pacífico permite el efecto de los centros de bajas presiones que originan los temporales de invierno a través de los fuertes vientos que provocan. El área está afectada además por el efecto casi continuo de un swell (mar de fondo), proveniente del WSW que se origina en zonas lejanas y que constituyen una fuente permanente de energía para el oleaje incidental (SHOA, 1994). Las mareas en la costa chilena son de tipo semidiurnas con amplitudes entre 1,50 a 2 m, características predominantes entre Arica y Corral. El oleaje de sur a sudoeste prevalece a lo largo del año, con alturas significativas que van desde 1.8 m en el extremo norte hasta 4.0 m en la Patagonia (Beyá et al., 2017).

Para efectos de esta contribución, se consideraron dos escalas de trabajo, una general que consideran playas localizadas entre Arica y Chiloé, y otra específica enfocada en la zona en la Región de Valparaíso, zona central de Chile (Figura N°1).

Figura N°1.
Área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Se analizaron 66 playas del litoral arenoso de Chile, localizadas entre Arica y Chiloé (Figura N°1). Estas playas presentan distintas formas en planta y fueron seleccionadas por su valor natural e interés económico.

A escala local, se analizaron 3 litorales arenosos de la Región de Valparaíso con el propósito de comparar distintas metodologías para el cálculo de las tasas de erosión. De este modo se seleccionaron los litorales arenosos de Longotoma, Reñaca y Cartagena, insertos en sistemas de bahías abiertas, con presencia de drenaje local (cuencas costeras) y desarrollo de humedales. Destacan las playas de Longotoma y Cartagena que presentan amplios campos dunares con diferente grado de conservación.

Tasas de erosión DSAS

Se determinaron los cambios en la posición relativa de la línea litoral para 66 playas, utilizando el software "Digital Shoreline Analysis System" (DSAS) v5.1 del USGS (Himmelstoss, 2009; Thieler et al., 2009; Himmelstoss et al., 2021). Se utilizó el descriptor estadístico Linear Regression Rate (LRR). El LRR ajusta una línea de regresión de mínimos cuadrados a todos los puntos de la línea litoral en cada transecto determinado, minimizando la suma de los residuos al cuadrado, evitando la compensación de valores por defecto y por exceso. El DSAS es compatible con datos provenientes de diferentes fuentes (e.g. fotografías ***aéreas*** históricas, imágenes satelitales de resolución mediana y alta, GPS, vehículos aéreos no tripulados). En este caso, se utilizaron imágenes satelitales, fotografías aéreas y levantamientos topográficos en terreno.

Las tasas de cambio obtenidas en m/año, se clasificaron de acuerdo a 4 categorías establecidas por Rangel et al. (2015) (Cuadro N°1):

Cuadro N°1.
Tasas de cambio obtenidas en m/año

Tasas de cambio (m/año)	Categorías
> -1.5 m/año	Erosión alta
-0.2 y -1.5 m/año	Erosión
-0.2 y +0.2 m/año	Erosión estable
> +0.2 m/año	Acreción

Fuente: Se clasificaron de acuerdo a 4 categorías establecidas por Rangel et al. (2015).

Para la delimitación de la línea litoral se aplicó el criterio geomorfológico la línea de máxima pleamar visible en la fotografía aérea. Este límite generalmente coincide con el inicio de la anteduna donde la playa trasera termina. Este criterio permite trabajar con los efectos morfológicos que ocurren en la playa y que se relacionan con la mayor energía que esta tiene respecto de sus procesos litorales, lo cual incluye el oleaje de tormentas.

En el Cuadro N°2 se muestran las playas estudiadas por región y las series temporales consideradas en cada una. Las fotografías e imágenes satelitales se corrigieron geométricamente (georreferenciación y orto corrección) con precisiones medidas a partir de error medio cuadrático RMSE de 1 m. Además del Error Medio Cuadrático/ RMS, la estimación de errores consideró el criterio de Representatividad del píxel para aquellas líneas litorales provenientes de fotografías (Araujo et al., 2009).

Para complementar el análisis histórico de los cambios de línea litoral se utilizó el filtro de Kalman (Kalman, 1960 en Himmelstoss et al., 2021), desarrollado por Long y Plant (2012 en Himmelstoss et al., 2021), para pronosticar las posiciones futuras de la línea litoral combinando las posiciones observadas con las posiciones derivadas del modelo. El enfoque del filtro DSAS Kalman se inicializa con la tasa de regresión lineal calculada por DSAS, luego estima la posición de la costa y la tasa de cambio cada décima parte de un año y proporciona una estimación de la incertidumbre posicional en cada paso de tiempo (Himmelstoss et al., 2021). En este caso se determinó la tasa de erosión proyectada a 10 y 20 años a partir de la línea litoral más reciente, 2021 para las playas de Reñaca y Cartagena, y 2018 para playa Longotoma.

Cuadro N°2.
Playas estudiadas por región y series temporales consideradas

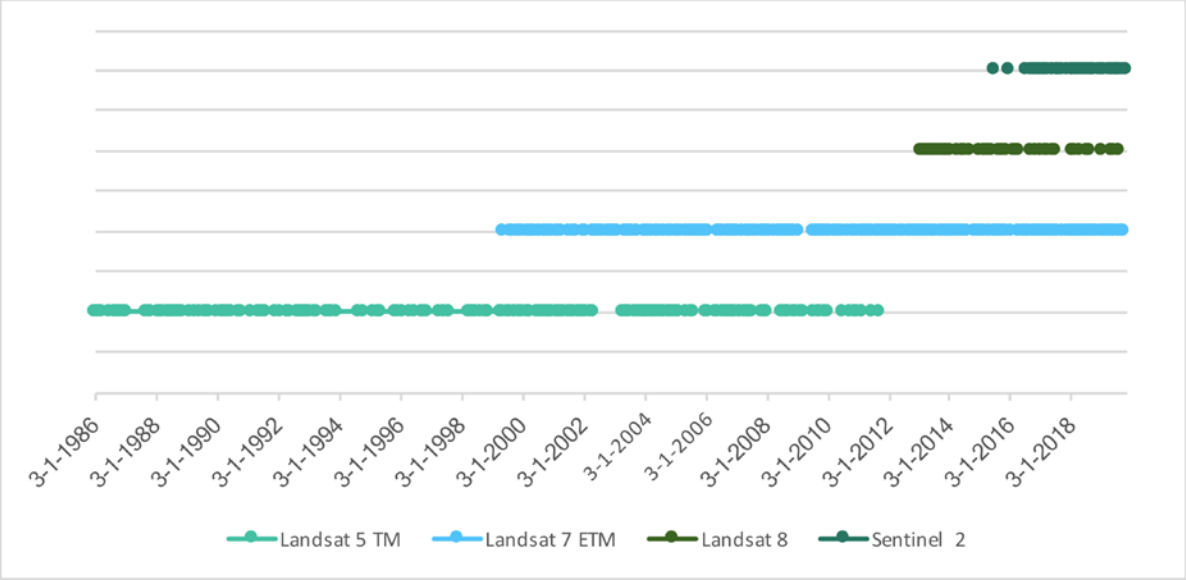
Regiones	Nombre playa	Periodo (años)	N° años
I Región de Tarapacá	Arica	2004-2020	**15**
	Iquique (playa Cavancha)	1974-2018	44
	Iquique (playa Brava)	1978-2018	40
II Antofagasta	Hornitos	2003-2016	13
	Playa La Rinconada (Antofagasta)	2004-2020	16
	Taltal	2005-2019	14
III Región de Atacama	Bahía Chañaral	1974-2018	44
	Caldera	1964-2018	54
	Bahía Huasco (playa Baratillo y Agua de Luna)	1964-2016	52
IV Coquimbo	La Serena	1978-2017	39
	La Herradura	1993-2017	24
	Guanaqueros	1993-2018	25
	Playa Pichidangui	1975-2018	43
	Playa Grande, Tongoy	1964-2018	54
	Playa Amarilla (Ba. Conchalí), Los Vilos	1964-2018	54
V Valparaíso	Los Molles	1994-2017	23
	Pichicuy	1994-2017	23
	Bahía La Ligua (playa Longotoma)	1975-2018	43
	Bahía de Papudo (playas Chica y Grande)	1975-2018	43
	Cachagua	-	-
	Maitencillo	1980-2017	37
	Horcón	2004-2020	16
	Quintero	1994-2018	24
	Bahía de Concón	1980-2018	38
	Cochoa	1980-2018	38
	El Encanto	1994-2018	24
	Reñaca	1980-2016	36
	Las Cañitas	1994-2018	24
	Las Salinas	1986-2018	32
	Los Marineros	1980-2016	36
	Miramar	1994-2018	24
	Caleta Abarca	1994-2018	24
	Caleta Portales	1980-2016	36
	San Mateo	1994-2018	24
	Las Torpederas	1994-2018	24
	Quintay	2008-2020	12
	Tunquén	1980-2017	37
	Algarrobo	1980-2017	37
	El Quisco	1994-2017	23
	Bahía de Cartagena	1980-2021	38
	Punta de Tralca	2006-2020	14
	Las Cruces	1980-2017	37
	Santo Domingo	1992-2018	26
	Anakena	1996-2017	21
VI O'Higgins	Matanzas-Rapel	2004-2020	16
	Puertecito	2002-2019	17
	Topocalma	2005-2019	14
	Pichilemu	1994-2018	24
	Cahuil	2004-2020	16
	Bucalemu	-	-
VII Región del Maule	Constitución	2013-2019	6
	Iloca	2005-2019	14
	Pelluhue	2004-2020	16
	Curanipe	2004-2020	16
	Tregualemu	2004-2020	16
	Buchupureo	2004-2020	16
	Cobquequra	2004-2020	16
VIII Bío - Bío	Escuadrón	1992-2017	25
	Bahía de San Vicente	1992-2018	26
	Bahía de Coronel	1982-2017	35
	Arauco - Laraquete	1992-2017	25
	Tubul	1983-2017	34
	Llico	1992-2017	25
	Bahía de Lebu	1984-2017	33
	Lebu - Tirúa	2013-2016	3
X Región de Los Lagos	Puerto Godoy (Maullín)	2011-2020	9
	Cucao (Chiloé)	2014-2018	4

Fuente: Elaboración propia.

Datos Satelitales y extracción automática de la línea litoral

Se emplearon 520 imágenes satelitales de las constelaciones Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM Landsat 8 OLI y 250 Sentinel 2 entre 1984 a 2021, descargadas del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y del portal de la Agencia Espacial Europea (ESA). En el Cuadro N°3 se resumen las características de las imágenes satelitales utilizadas en este trabajo. Se utilizaron las bandas del infrarrojo cercano y medio para extraer la posición de la línea litoral, datos in situ tomados con GPS geodésico, en algunas playas se complementó información con vehículos aéreos no tripulados (VANT) (Figura N°2).

Figura N°2.
Serie temporal imágenes satelitales utilizadas



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°3.
Imágenes Constelación Landsat 5TM, 7ETM y 8 OLI y Sentinel 2

Imagen	Banda	Longitud de Onda (µm)	Resolución (m)	Resolución temporal (días)
Landsat 5 TM	4 NIR	0,76-0,90	30	16
Landsat 5 TM	5- SWIR 1	1,55-1,75	30	16
Landsat 7 ETM	4 NIR	0,77-0,90	30	16
Landsat 7 ETM	5 SWIR 1	1,55-1,75	30	16
Landsat 8 OLI	5 NIR	0,85-0,88	30	16
Landsat 8 OLI	6 SWIR 1	1,56-1,65	30	16
Sentinel 2	8A NIR	0,85-0,87	20	10
Sentinel 2	11 SWIR 1	1,56-1,65	20	10

Fuente: www.usgs.gov, www.copernicus.eu

Se utilizó el sistema de extracción de la posición de líneas litorales (SHOREX) propuesto Palomar-Vázquez et al., (2018), que sistematiza en tres bloques de trabajo: la descarga, el preprocesamiento y el procesamiento de grandes volúmenes de información espacial georreferenciada (Briceño et al., 2021) con precisión sub-pixel que varía en función de las playas entre 3,5 y 4,5 m, las precisiones de la línea litoral extraída de las imágenes satelitales se calcularon a partir de la ecuación 1.

Ecuación 1: $\sqrt{(x^2 + \sigma^2)}$

Donde x^2 es la posición media de la línea litoral extraída SHOREX desviación estándar de las líneas de costas tomadas con GPS el día de revisita del satélite.

La extracción automática de la línea de la posición de la línea litoral a partir de imágenes de satélite de resolución media es un proceso complejo, debido a la presencia de una zona saturada de agua en el límite entre tierra y agua, así como, a las sombras de acantilados y edificios adyacentes (Nassar et al., 2018; Briceño et al., 2021). Sin embargo, para el área de estudio se obtuvieron 520 SDS, en las que se pudo detectar el desplazamiento estacional entre el invierno y el verano, y, la respuesta del litoral arenoso en eventos extremos.

Variación del ancho neto de la playa

El ancho de la playa se define "como la distancia perpendicular entre la línea litoral y la línea interior. La línea interior del litoral está delimitada por la base de un acantilado activo, un microacantilado, el fondo de una estructura de defensa, caminerías e infraestructuras urbanas. En las zonas naturales sin acantilados, este límite suele corresponder a la vegetación litoral estable, base de la duna, que se consideraran un buen indicador de la evolución de la costa en escalas de tiempo decenales (Garcin et al., 2008). En este trabajo la estimación del ancho de la playa se determinó a partir de la delimitación del borde interior de la playa (Figura N°3), utilizando como criterio las infraestructuras viales urbanas, caminos o bases de dunas. Se estimaron transectos de 100 m para establecer los sectores en la playa con mayor la variabilidad.

Los anchos de la playa se analizaron en segmentos de 100 m (Figura ***N°***3). Se calcularon los promedios por temporadas de los anchos medidos para evidenciar la variabilidad temporal en la serie de datos analizada 1984-2021.

Figura N°3.
Diagrama del cálculo del ancho de la playa

Fuente: Elaboración propia.

Clima del oleaje y oleaje extremo

En Chile no existen registros de oleaje de largo plazo, por lo que se han llevado a cabo simulaciones numéricas utilizando el modelo espectral Wavewatch III desarrollado por el NOAA/NCEP, de la Universidad Técnica de Delft y NASA para la Cuenca del Pacífico. Se obtuvo, la climatología de parámetros del oleaje frente a la costa de Valparaíso (33°S;73°W): a) altura significativa (Hs); b) periodo (Ts); c) dirección media y d) *Coastal storm* (marejadas) (Briceño et al., 2021).

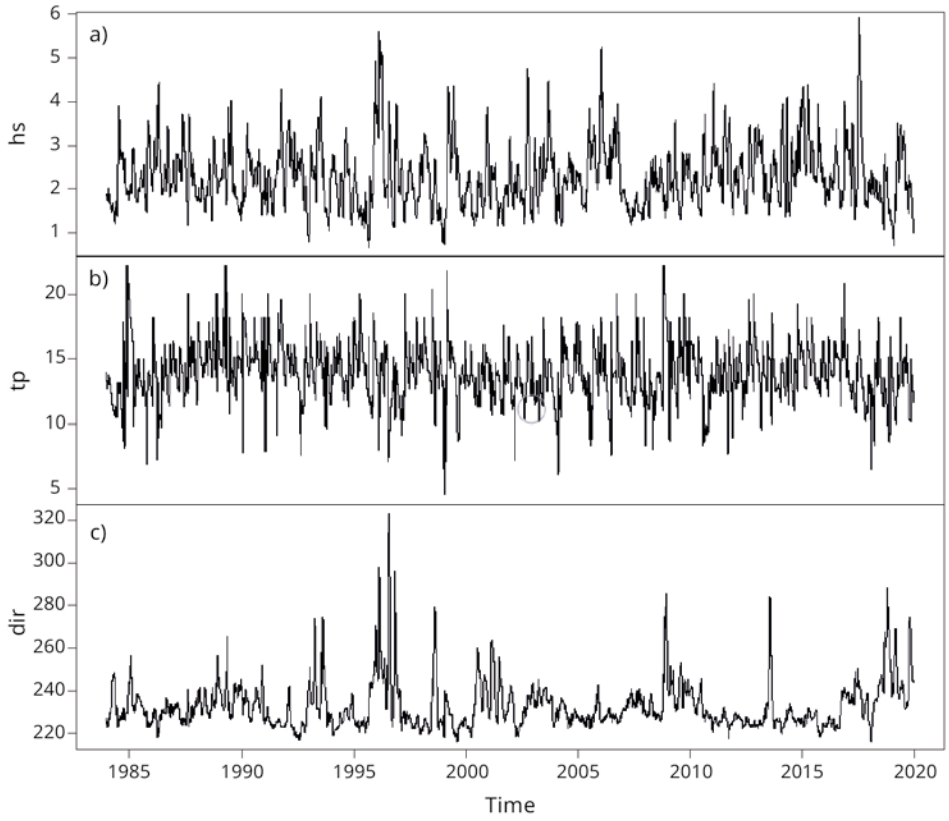
Se entenderá aquí por marejada el equivalente a *coastal storm*, "una perturbación meteorológica inducida en las condiciones marítimas locales que tiene el potencial de alterar significativamente la morfología costera y exponer la costa al oleaje, las corrientes y/o la inundación, donde las condiciones locales que se producen durante una marejada es de una magnitud suficiente para que la morfología (bancos de arena, arrecifes de coral, etc.) pueda alterarse significativamente de su condición normal" (Harley, 2017 en Winckler et al., 2019). Para efectos de esta investigación, se considerar***á el criterio propuesto por*** Winckler et al., (2019), es decir, se trabaj***ó*** solo aquellos eventos extremos de oleaje cuya altura significativa es 1,5 veces la media anual (2,3 m en esta investigación); con duración de más de 12 h; datos basados en el reanálisis ERA 5 cada 6 horas. En este sentido, se identificaron 10 eventos de marejadas durante el período de estudio desde el 1 de enero de 1984 hasta el 29 de febrero de 2020 (Figura 4), se excluyeron otros fenómenos como los meteotsunamis, marea meteorológica, marea astronómica y ondas largas (Cuadro N°4).

Cuadro N°4.
Coordenadas de análisis de eventos extremos a partir de rean***á***lisis ERA5 frente a las costas de Valparaíso Chile

Localización	Coordenadas	Profundidad (m)	Periodo cubierto (años)	Duración de registro (meses)	Intervalo del registro (hr)
Frente a las Costas de Valparaíso	(33°S;73°W)	178	1984-2020	432	6

Fuente: Elaboración propia en base a reanálisis ERA5.

Figura N°4.
Muestra la serie temporal del clima del oleaje (1984-2020) frente a las costas de Valparaíso (promedio diario)



Fuente: Elaboración propia, a partir de reanálisis ERA5. a) hs: Altura significativa del oleaje (m), b) tp: Periodo del oleaje (seg) y c) dir: Dirección del oleaje ***(°)***.

Resultados

Cálculo de tasas de erosión mediante DSAS

A nivel nacional el 65% de las playas presentan erosión, es decir retroceden entre -0.2 y -1.5 m/año, mientras que el 21% de estas presentan erosión alta, es decir retroceden más de 1,5 m/año (Cuadro N°5). Solo el 10% de las playas en Chile presenta estabilidad o acreción, destacando entre las primeras, las playas Los Marineros y Portales (Figura ***N***°5).

Las playas con erosión alta corresponden a Hornitos (Región de Antofagasta), Algarrobo y Santo Domingo (Región de Valparaíso). Se destaca que las playas con las mayores tasas de erosión corresponden a playas de ensenada donde se desarrollan extensos litorales arenosos, asociados a antiguos campos dunares y humedales costeros (Hornitos, Algarrobo, Santo Domingo, Pichilemu, Arauco-Laraquete, Bahía de Lebu y Lebu-Tirúa).

Con estado estable se categorizaron 4 playas (11,43% del total) y con acreción solo 3 playas (8,57% del total). Las playas con estado estable son Cochoa, Las Cañitas, Los Marineros y Caleta Portales, todas playas urbanas localizadas en Viña del Mar y Valparaíso. A excepción de Los Marineros, todas corresponden a playas de bolsillo o playas encajadas, cuyo abastecimiento sedimentario depende de aportes locales, por lo que presentan alta sensibilidad a cambios rápidos de estado.

Las playas en estado de acreción son El Encanto (Viña del Mar), Tubul y Llico (Región del Biobío). Estas dos últimas playas experimentaron alzamientos costeros de gran magnitud (1,4 m en Tubul y 1,8 m en Lebu) durante el terremoto del 27 de febrero de 2010, lo cual se reflejó en un aumento del ancho de la playa que puede explicar la acreción como fenómeno local.

De acuerdo con estos resultados, un 86% del total de playas presentan erosión y erosión alta, mientras que solo el 7% presenta acreción (Cuadro N°6). Para el caso específico de las 3 playas analizadas, la distribución espacial de los cambios de la línea litoral se presenta en la (Figura ***N***°6). Destaca la playa Longotoma que presenta concentración de la erosión alta en las zonas distal y media, mientras que en las playas de Reñaca y Cartagena la distribución espacial de la erosión es relativamente homogénea al interior de cada bahía. La Figura N°7 presenta la proyección de las tasas de erosión para la playa de Cartagena, para escenarios de 10 y 20 años. De acuerdo con esto, los retrocesos más relevantes según la proyección de la erosión para 2042 se esperarían para todo el litoral arenoso de la bahía. Para Cartagena, las áreas con mayor erosión para 2042 serían el norte y sur de la bahía, afectando al humedal de Cartagena y a la playa El Tabo.

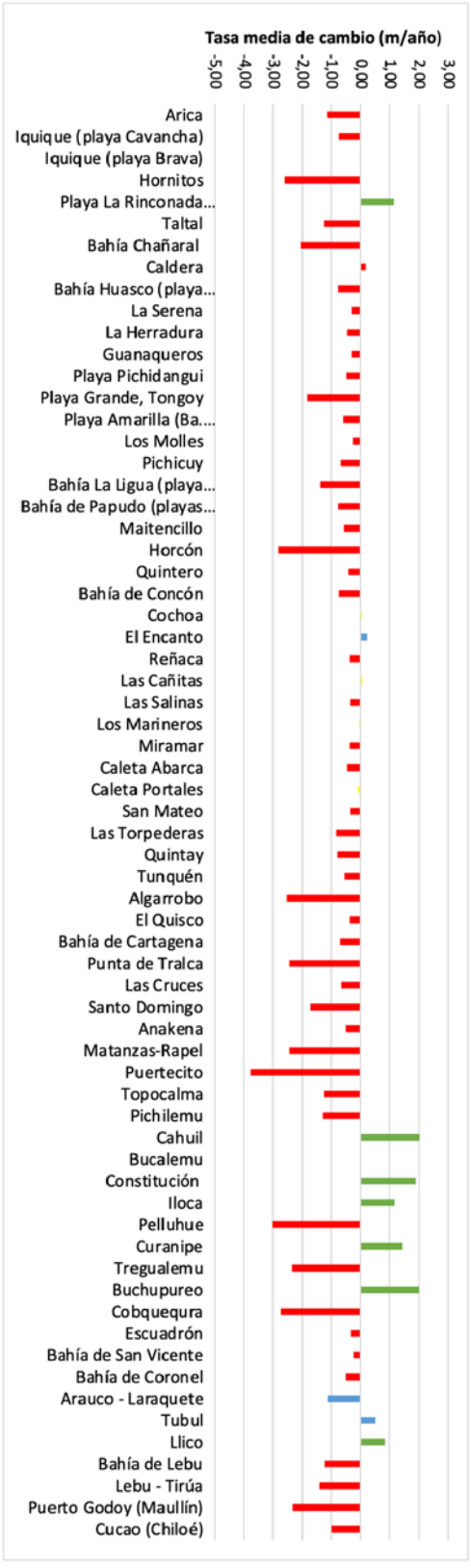
Cuadro N°5.
Tasas y estado de la erosión para playas estudiadas

Regiones	Nombre playa	Periodo (años)	N° años	Tasa erosión (m/año)	Estado
I Región de Tarapacá	Arica	2004-2020	**15**	-1,13	Erosión
	Iquique (playa Cavancha)	1974-2018	44	-0,74	Erosión
	Iquique (playa Brava)	1978-2018	40	-0,01	Estable
II Antofagasta	Hornitos	2003-2016	13	-2,60	Erosión alta
	Playa La Rinconada (Antofagasta)	2004-2020	16	1,14	Acreción
	Taltal	2005-2019	14	-1,24	Erosión alta
III Región de Atacama	Bahía Chañaral	1974-2018	44	-2,04	Erosión alta
	Caldera	1964-2018	54	0,18	Estable
	Bahía Huasco (playa Baratillo y Agua de Luna)	1964-2016	52	-0,78	Erosión
IV Coquimbo	La Serena	1978-2017	39	-0,30	Erosión
	La Herradura	1993-2017	24	-0,45	Erosión
	Guanaqueros	1993-2018	25	-0,30	Erosión
	Playa Pichidangui	1975-2018	43	-0,47	Erosión
	Playa Grande, Tongoy	1964-2018	54	-1,84	Erosión alta
	Playa Amarilla (Ba. Conchalí), Los Vilos	1964-2018	54	-0,60	Erosión

Regiones	Nombre playa	Periodo (años)	N° años	Tasa erosión (m/año)	Estado
V Valparaíso	Los Molles	1994-2017	23	-0,24	Erosión
	Pichicuy	1994-2017	23	-0,67	Erosión
	Bahía La Ligua (playa Longotoma)	1975-2018	43	-1,38	Erosión
	Bahía de Papudo (playas Chica y Grande)	1975-2018	43	-0,77	Erosión
	Cachagua			-0,44	Erosión
	Maitencillo	1980-2017	37	-0,57	Erosión
	Horcón	2004-2020	16	-2,82	Erosión alta
	Quintero	1994-2018	24	-0,40	Erosión
	Bahía de Concón	1980-2018	38	-0,75	Erosión
	Cochoa	1980-2018	38	0,04	Estado estable
	El Encanto	1994-2018	24	0,21	Acreción
	Reñaca	1980-2016	36	-0,37	Erosión
	Las Cañitas	1994-2018	24	0,07	Estado estable
	Las Salinas	1986-2018	32	-0,34	Erosión
	Los Marineros	1980-2016	36	-0,05	Estado estable
	Miramar	1994-2018	24	-0,37	Erosión
	Caleta Abarca	1994-2018	24	-0,46	Erosión
	Caleta Portales	1980-2016	36	-0,09	Estado estable
	San Mateo	1994-2018	24	-0,34	Erosión
	Las Torpederas	1994-2018	24	-0,83	Erosión
	Quintay	2008-2020	12	-0,80	Erosión
	Tunquén	1980-2017	37	-0,56	Erosión
	Algarrobo	1980-2017	37	-2,54	Erosión alta
	El Quisco	1994-2017	23	-0,36	Erosión
	Bahía de Cartagena	1980-2021	38	-0,70	Erosión
	Punta de Tralca	2006-2020	14	-2,45	Erosión alta
	Las Cruces	1980-2017	37	-0,65	Erosión
	Santo Domingo	1992-2018	26	-1,73	Erosión alta
	Anakena	1996-2017	21	-0,51	Erosión
VI O'Higgins	Matanzas-Rapel	2004-2020	16	-2,45	Erosión alta
	Puertecito	2002-2019	17	-3,78	Erosión alta
	Topocalma	2005-2019	14	-1,24	Erosión
	Pichilemu	1994-2018	24	-1,30	Erosión
	Cahuil	2004-2020	16	2,04	Acreción
	Bucalemu				
VII Región del Maule	Constitución	2013-2019	6	1,90	Acreción
	Iloca	2005-2019	14	1,18	Acreción
	Pelluhue	2004-2020	16	-3,00	Erosión alta
	Curanipe	2004-2020	16	1,45	Acreción
	Tregualemu	2004-2020	16	-2,35	Erosión alta
	Buchupureo	2004-2020	16	2,00	Acreción
	Cobquequra	2004-2020	16	-2,74	Erosión alta
VIII Bío - Bío	Escuadrón	1992-2017	25	-0,32	Erosión
	Bahía de San Vicente	1992-2018	26	-0,22	Erosión
	Bahía de Coronel	1982-2017	35	-0,49	Erosión
	Arauco - Laraquete	1992-2017	25	-1,11	Erosión
	Tubul	1983-2017	34	0,51	Acreción
	Llico	1992-2017	25	0,85	Acreción
	Bahía de Lebu	1984-2017	33	-1,22	Erosión
	Lebu - Tirúa	2013-2016	3	-1,39	Erosión
X Región de Los Lagos	Puerto Godoy (Maullín)	2011-2020	9	-2,33	Erosión alta
	Cucao (Chiloé)	2014-2018	4	-0,99	Erosión

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5.
Tasas de erosión según playa



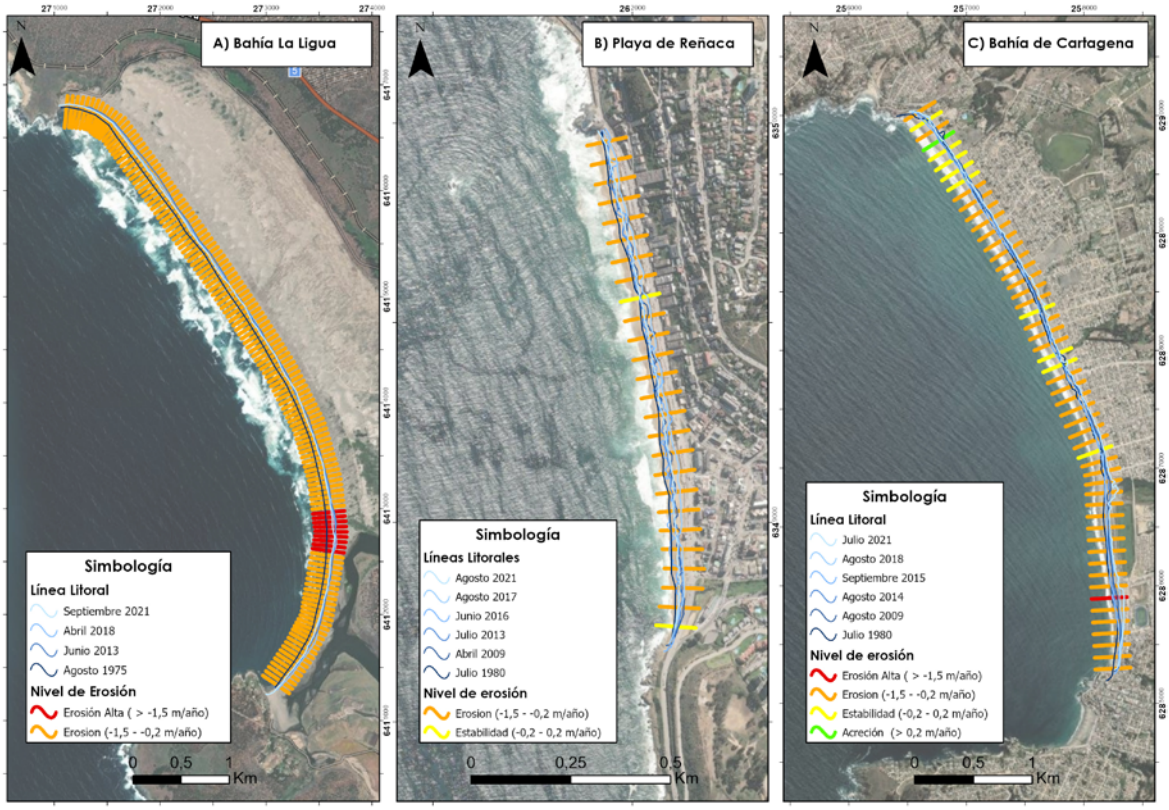
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°6.
Resumen porcentajes de playas con evidencias de erosión

Categoría	Cantidad	Porcentaje %
Erosión alta	14	20,90
Erosión	44	65,67
Estado estable	4	5,97
Acreción	5	7,46
Total	**67**	**100,00**

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°6.
Distribución espacial de la erosión en las playas de Longotoma, Reñaca y Cartagena, Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia.

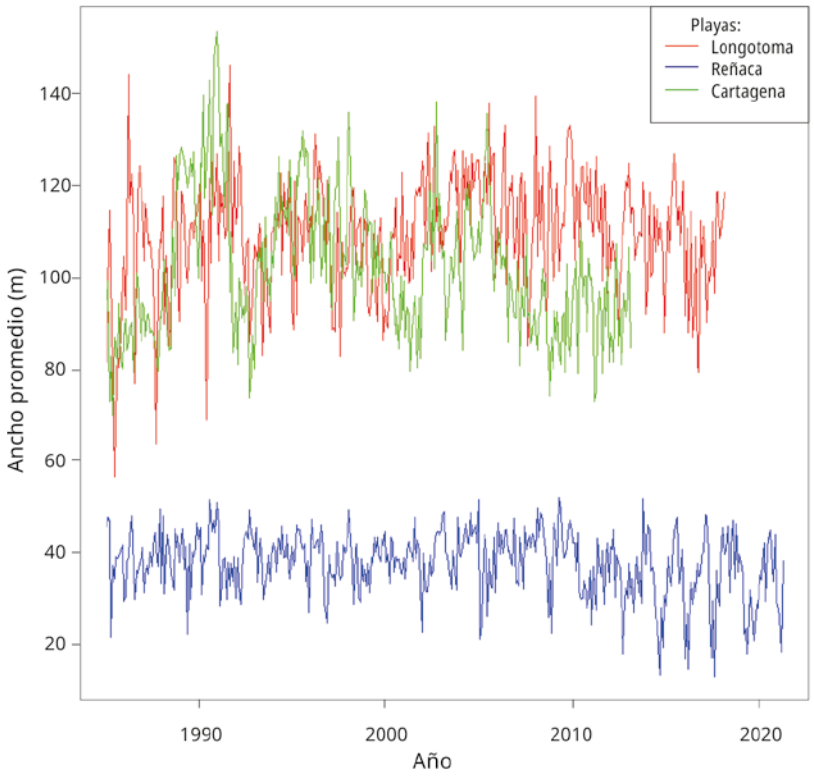
Figura N°7.
Erosión proyectada a 10 y 20 años en playas de Reñaca y Cartagena, Región de Valparaíso

Fuente: Elaboración propia.

Datos Satelitales y extracción automática de la línea litoral

A partir de las imágenes satelitales se observan los cambios temporales marcados por el comportamiento estacional a lo largo del periodo estudiado. La posición de la línea litoral mostró un alto de dinamismo entre 1984 a 2021en las tres playas. En Longotoma (Figura N°8) se observa un claro aumento en el ancho de la playa a partir de la línea inicial 1984 hasta 2010 y entre 2010-2021 hay una tendencia prolongada a la disminución del ancho. En este periodo se han registrado dos eventos de gran magnitud en la región central de Chile: el primero, el terremoto de 27 de febrero de 2010 y el segundo una megasequía que se ha extendido desde 2010 hasta 2022, situación que ha disminuido el caudal de los ríos (e.g Río La Ligua 0 m^3/seg y en el río Petorca a 5 m^3/seg). Estos resultados sugieren que la respuesta de la costa parece estar dominada por señales interanuales en escalas de tiempo cercanas a la década. En el set de datos analizados es notoria la variabilidad que introducen las transiciones temporales entre invierno-primavera donde se observan aumentos y disminuciones graduales en el ancho de la playa. Sin embargo, el aumento de marejadas en verano a partir de 2015 sugiere la ruptura del equilibrio en los litorales arenosos, mostrando una tendencia general de erosión en las zonas distales en el caso de Longotoma, generalizada en Reñaca y Cartagena que puede atribuirse a las corrientes litorales y la baja recarga sedimentaria por ríos.

Figura N°8.
Cambios promedio mensual de la posición de la línea litoral (m) entre 1984-2021

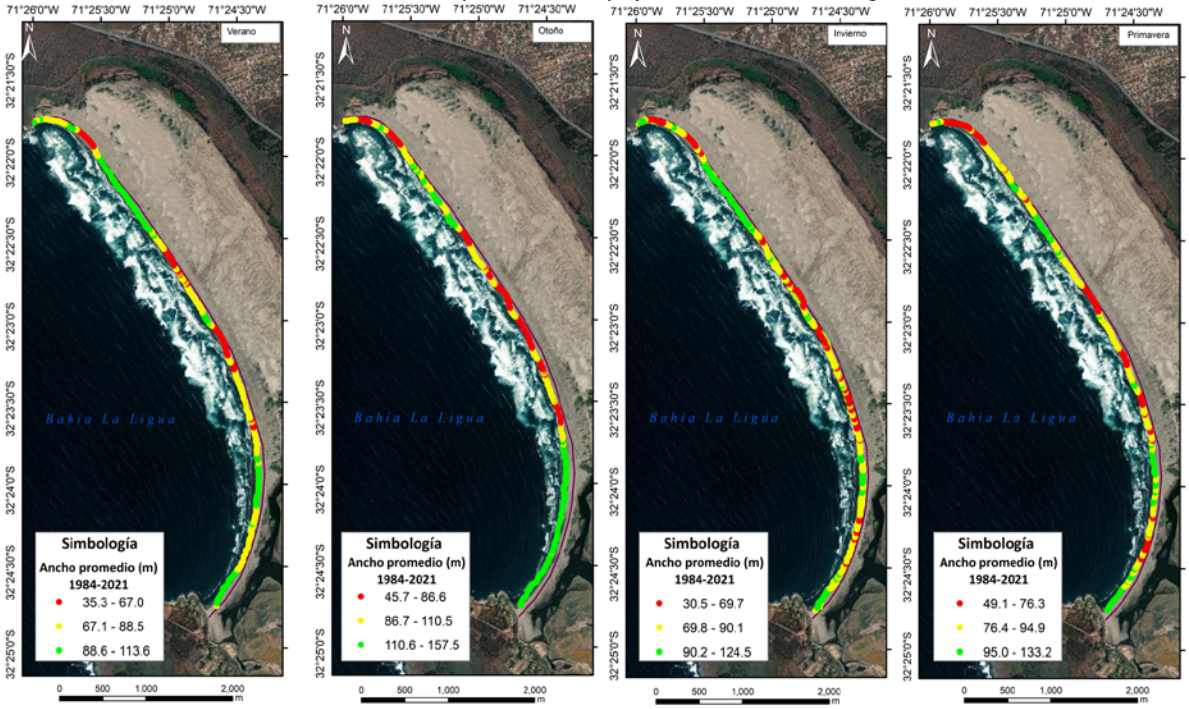


Fuente: Elaboración propia.

Variación del ancho neto de la playa

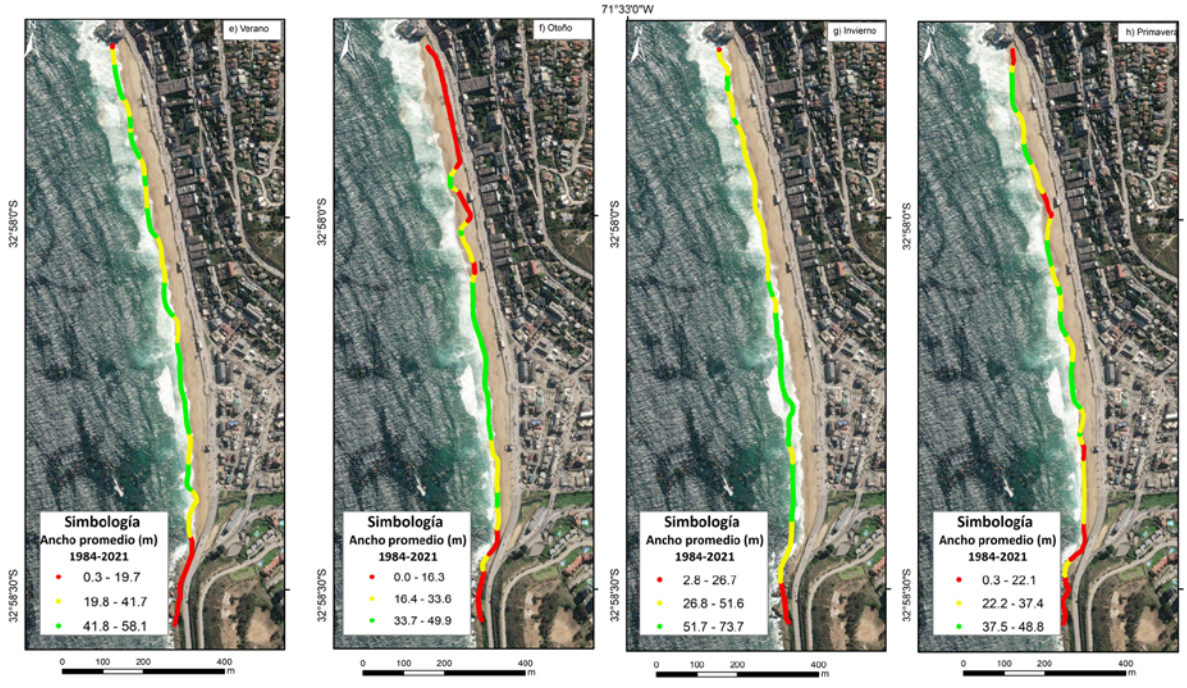
El ancho promedio en la playa en Longotoma fluctuó en verano entre 35,3 a 113,5 m; en otoño entre 45 y 57 m; en invierno 30 a 124 m y en primavera 49 a 133,1 m (Figura N°9). El ancho de la playa Reñaca osciló entre 49 m a 74 m (Figura N°10) y en Cartagena entre 56 y 174 m (Figura N°11). En los litorales arenosos de Longotoma, Reñaca y Cartagena el ancho promedio anual varió entre 27-247 m; 15-85 m y 40-150 m, respectivamente. Los resultados ponen de manifiesto hotspots locales caracterizados por una variabilidad alta en la playa que oscila entre 13,8 m y 19,5 m en cambios de temporadas con evidencias de retrocesos y avances.

Figura N°9.
Variabilidad del ancho promedio de la playa del litoral arenoso Longotoma



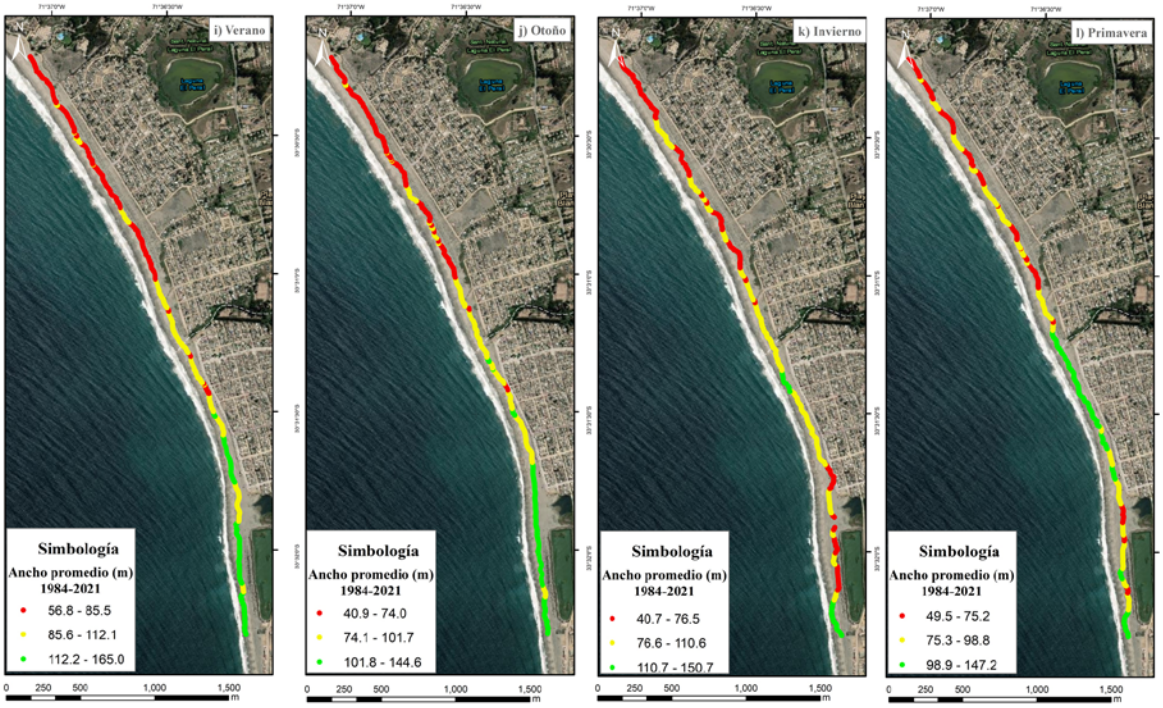
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°10.
Variabilidad del ancho promedio de la playa del litoral arenoso Playa Reñaca



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°11.
Variabilidad del ancho promedio de la playa del litoral arenoso Playa Cartagena



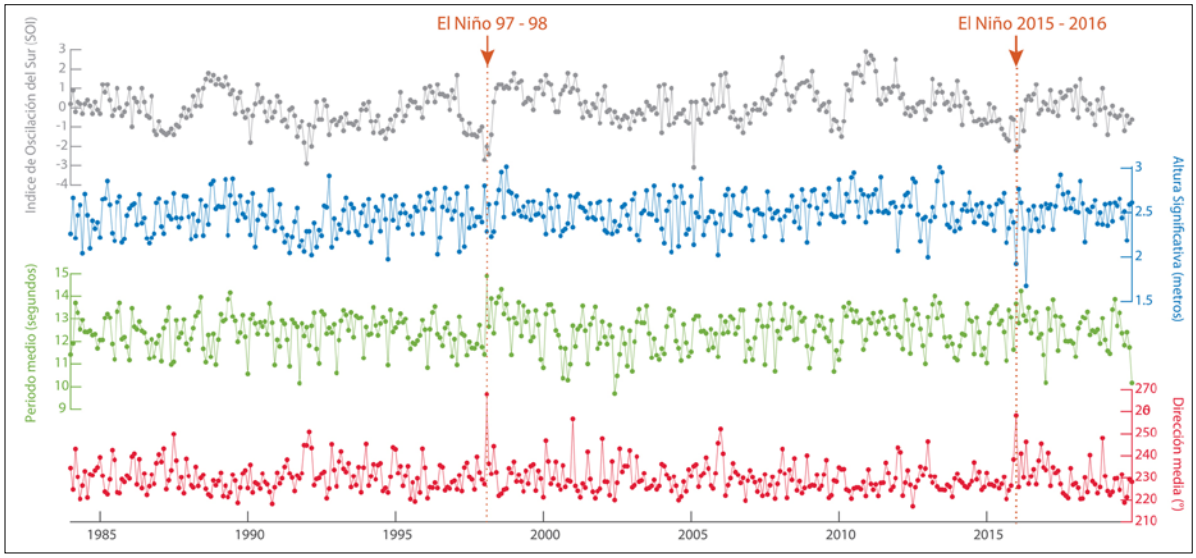
Fuente: Elaboración propia.

Clima del oleaje y marejadas

Las condiciones hidrodinámicas de las playas variaron significativamente durante el período de estudio. Durante los meses de invierno junio - septiembre, se presentaron Hs de olas relativamente altas con evidencia de eventos entre 2,5 y 3 m. La Figura *N*°12 presenta la serie de tiempo del índice de la Oscilación del Sur (SOI), donde los valores negativos están asociados a la fase cálida (El Niño). Los eventos El Niño de mayor magnitud ocurridos entre 1984 y 2020, son El Niño 1997-1998 y El Niño 2015-2016. Ambos eventos están destacados en la Figura N°12 cuando el SOI alcanza su valor mínimo, y se puede observar que en ese mismo punto se observan máximos históricos en el período y la dirección del oleaje, sin embargo, la altura significativa no presenta ningún comportamiento anómalo. Estos resultados son consistentes con la relación encontrada entre el SOI y las alturas del oleaje en el Pacífico Norte, la cual muestra que durante la fase El Niño las alturas aumentan. En su propagación hacia el hemisferio sur, este oleaje pierde altura, pero aumenta su periodo, por esto vemos los máximos valores de periodo frente a la costa de Valparaíso durante los eventos El Niño. También se observan los máximos históricos en la dirección media, lo que da cuenta de la gran cantidad de energía que se está propagando desde el Pacífico Norte.

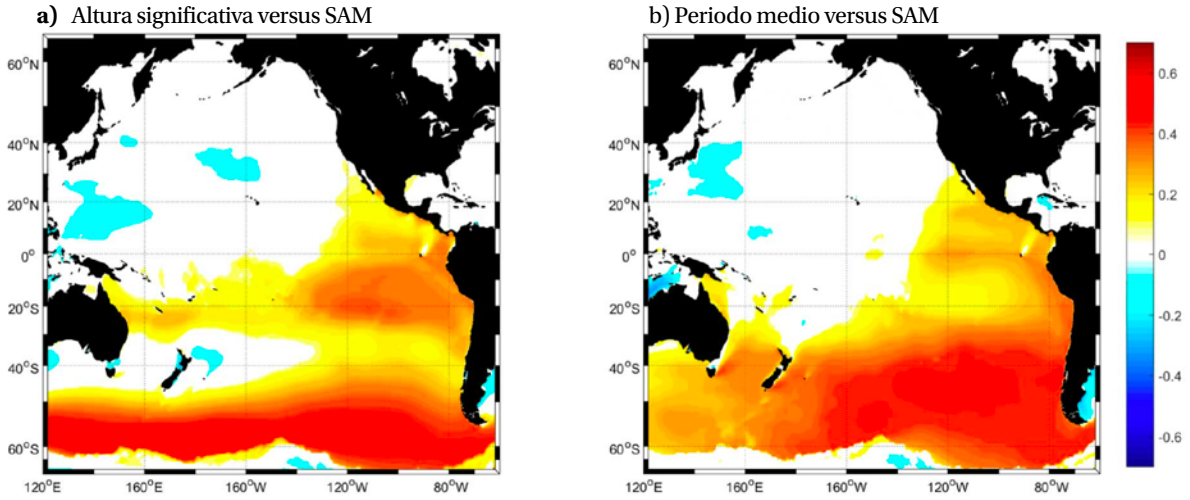
Por otra parte, los mapas de correlación muestran una relación significativa y positiva entre el Modo Anular Austral (SAM, por sus siglas en inglés) y la altura del oleaje frente a Chile central (Figura N°13 a). También existe una relación significativa entre el SAM y el periodo de las olas (Figura N°13 b). Considerando que el SAM es un modo dominante de la variabilidad de la circulación atmosférica de latitudes medias y altas del hemisferio sur, es esperable su impacto sobre las condiciones del oleaje.

Figura N°12.
Series de tiempo de los promedios mensuales de SOI en gris, altura significativa en azul, periodo medio en verde y dirección media en rojo



Fuente: Elaboración propia.

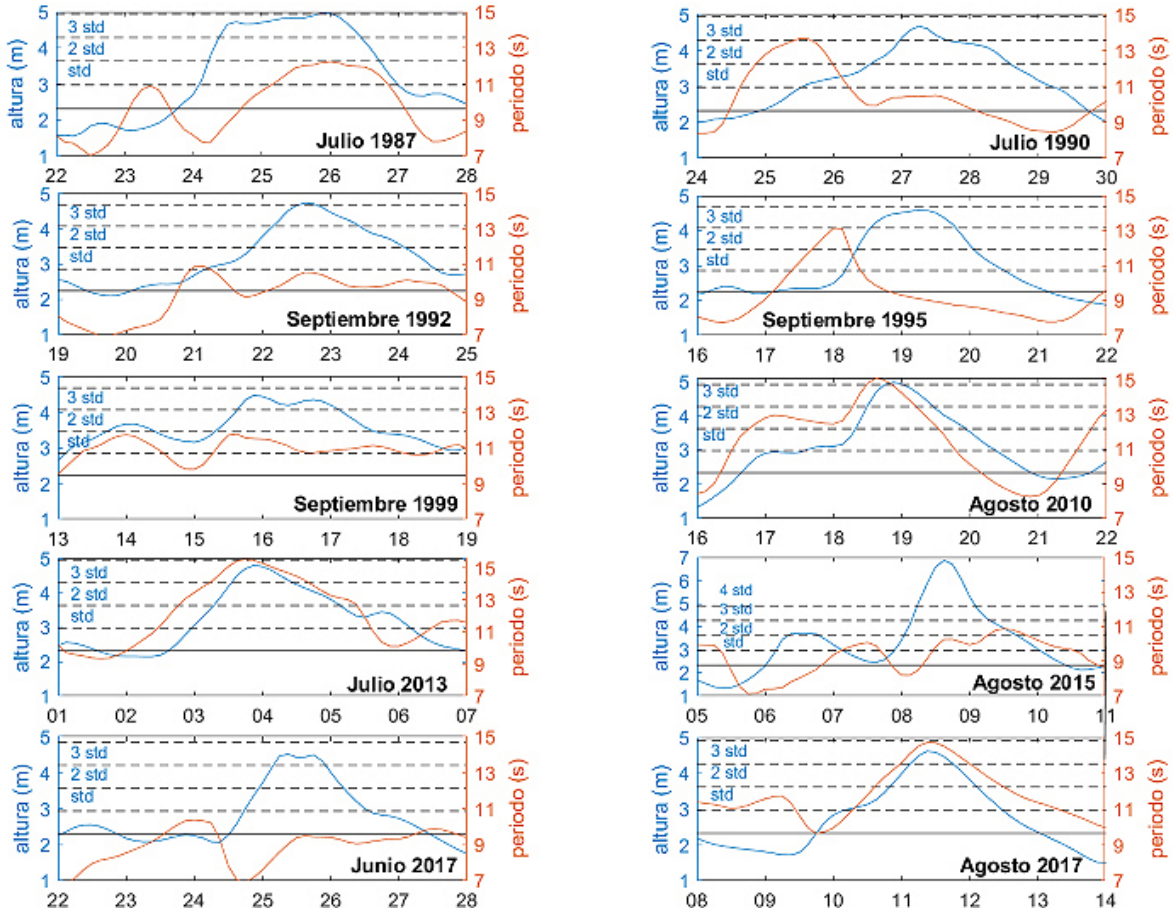
Figura N°13.
Mapas de correlación: a) altura significativa versus SAM y b) periodo medio versus SAM



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los eventos extremos por marejadas en este trabajo utiliza principalmente en la altura y periodo de ola. La Figura N°13 muestra la variación de parámetros y la actividad de las tormentas en el periodo analizado desde 1984-2020, frente a la costa de Valparaíso (33°S;73°W), cuyas variaciones temporales se analizan en el ciclo del evento considerando las condiciones pre-marejada y postmarejada. Para efectos de comparación, el umbral escogido para Valparaíso se estableció en 7 m. En la Figura N°14, se recoge el número total de eventos extremos de oleaje y su duración media. En esta serie, es notable que los eventos fueron predominantemente intensos en invierno (junio-septiembre), con ocurrencia en los meses restantes de eventos de menor magnitud, no considerados en este trabajo. Las variaciones (Hs) ilustran los eventos de tormenta sostenida por encima de 4,0 m con duración de más de 12 horas, en cada uno de los eventos registrados en la serie temporal desde 1984-2020 (Figura N°14). Los valores máximos de Hs son superiores a los 7 m en el evento registrado en agosto de 2015, considerado meteotsunami.

Figura N°14.
Eventos extremos de marejadas 1984-2020. Altura significativa Hs y periodo (Ts) de ola simulados a partir de datos ERA5



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

El estudio de los cambios de la línea litoral representa un paso vital en la comprensión del dinamismo y la evolución de la zona costera (Fuad y Fais, 2017). Si bien la erosión costera es una característica intrínseca de la dinámica litoral, la alta magnitud que puede alcanzar en cortos períodos de tiempo debido a causas naturales o antrópicas, representanta un problema de gestión costera. La afectación de la erosión costera es importante cuando existen usos que comprometen las economías locales o involucra afectación al ecosistema costero. En el caso de Chile, adquiere mayor importancia debido a la falta de sistematización del conocimiento científico sobre evolución costera, oceanografía costera, morfodinámica y ecología de playas arenosas especialmente. La falta de una base de datos robusta y continua sobre procesos litorales, se ha podido resolver solo en los últimos años, a través de proyectos tales como Atlas del oleaje en Chile3 (U. de Valparaíso) y recientemente de Moncosta (Centro Hémera, U. Mayor) y también a través del surgimiento de centros de investigación específicos en la costa (Instituto Milenio SECOS, Copas Coastal, Núcleo Milenio Upwell, Laboratorios Naturales). Ello posibilitará en los siguientes años validar modelos hidromorfodinámicos que permitan explicar cómo es la circulación de los sedimentos al interior de los sistemas de bahías en Chile, la interacción cuenca-océano y la relación con marejadas, entre otros fenómenos.

En Chile si bien la erosión costera no ha sido una amenaza conocida, en los últimos seis años se detonó de manera rápida y agresiva en la mayor parte de los litorales arenosos del país. Los estudios realizados a la fecha establecían leves tendencias en algunos sistemas de ensenada y playas encajadas (Martínez, 2007; Martínez y Salinas 2009; Martínez et al., 2011). En 2018, Martínez et al., realizaron un primer estudio en playas urbanas de la región de Valparaíso, con evidencia de importantes cambios de estado en las playas, lo que sería precedente a cambios posteriores agravados por la mayor recurrencia de marejadas intensas y persistentes. Recientemente Martínez et al. (2021) establecieron que, de un total de 45 playas distribuidas a lo largo del país, el 80% presenta erosión, discutiéndose el rol del oleaje extremo, la actividad tectónica, la reducción del aporte de sedimentos, los cuales podrían explicar las altas tasas de erosión encontradas. En este trabajo se establece que si bien se espera que la erosión de mediados de siglo sea moderada (> 13 m), las proyecciones de fin de siglo muestran una erosión drástica (> 53 m) impulsada principalmente por el aumento del nivel del mar (SLR, 0,58 ± 0,25 m) y una leve rotación de playas impulsada por la migración hacia el polo del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sudeste (Martínez et al., 2021).

Los resultados del presente estudio han establecido que, para un total de 66 playas del país, el 86,6% presenta erosión con tasas que fluctúan entre -0,2 y más de -1,5 m/año. Las marejadas intensas sin duda han influido en el estado morfológico de las playas debido a que ocurren durante todo el año, pudiendo alcanzar alturas significativas de hasta 7 m. En este caso, resulta indudable el aumento en la frecuencia de eventos extremos en los últimos 57 años. Solo entre 2015 y 2016, se produjeron 83 eventos cuyas alturas de ola significativa fueron superiores a 3.0 m. Los eventos más destructivos fueron aquellos cuyas alturas de ola superaron los 6 m, provenientes del norte y que se conjugaron con frentes de mal tiempo durante el invierno austral (eventos de agosto de 2015 y julio 2016). Sin embargo, otros eventos también destructivos se generaron con alturas inferiores y con periodos de ola largos. La mayoría de los eventos 2015-2016 cuyas alturas fluctuaron entre 3.0 y 5.0 m provinieron del SW. El efecto que las marejadas están teniendo en la mayoría de las costas del mundo, parece estar acelerando procesos litorales con respuestas poco conocidas, entre ellas la erosión costera sin embargo es probable que su incidencia también pueda advertirse en cambios en patrones morfodinámicos y por ende ecológicos de las playas arenosas. Hoy en día estos patrones son desconocidos en el país y es prioritario avanzar en la creación de nuevo conocimiento.

Si bien esta relación entre marejadas y erosión ha sido más clarificada a través de estudios recientes (Wincker et al., 2017, 2019; Martínez et al., 2021), existen otras causas tales como la megasequía que afecta a las cuencas andinas en el país (principales fuentes de sedimentos de las playas), el rol del ciclo sísmico en la regulación de la costa (Martínez et al., 2015; Belmonte et al., 2019), los fenómenos ENOS y otras interacciones océano atmósfera, la actividad antrópica, entre otros, que se conocen mucho menos y son prioritarios de avanzar. En este contexto, resulta relevante destacar la relación entre procesos, dada la complejidad de la erosión costera como fenómeno, pero también en los métodos hoy en día en uso, que facilitan llegar a mejores interpretaciones en cuanto a escalas de espacio y tiempo. Entre estos aspectos es importante destacar:

a) Las tormentas costeras o storm surges son fenómenos conocidos en el mundo y factor importante de la evolución costera. Sin embargo, cuando existe alteración del balance sedimentario generalmente inducida por causas antrópicas se generan procesos erosivos de distinta intensidad. Estos procesos han sido descritos en numerosas costas del mundo desde hace varias décadas y sus efectos adversos han sido asociados al uso inadecuado de la zona costera (Bird, 1996). Tales disfuncionalidades en el sistema socioecológico de la costa es objeto de severos conflictos y afectan la sostenibilidad por lo cual deben ser foco de la gestión integrada de la costa (Barragán, 2014).

3 https://oleaje.uv.cl

b) Muchos estudios sobre la dinámica del litoral abarcan marcos temporales específicos debido fundamentalmente a que la obtención de datos teledetectados de alta resolución son escasos y costosos (fotografías e imágenes de alta resolución). A pesar de la falta masiva de datos temporales de alta resolución, se han estudiado los factores que controlan el comportamiento de la línea litoral y los principales impulsores de cambios, incluidos los efectos del cambio de nivel del mar (e.g., Brunel y Sabatier 2009), las tormentas (e, g., Frazer et al. 2009), las respuestas impulsadas por el clima (Barnard et al., 2015), la variabilidad interanual. En este sentido, las imágenes satelitales de resolución media de las constelaciones Landsat y Sentinel 2 han proporcionado oportunidades significativas para los estudios de cambio costero a gran escala (Cabezas-Rabadán et al., 2017; Cabezas-Rabadán and Pardo-Pascual 2017; Pardo-Pascual et al., 2018; Vos et al., 2019) Así como, se ha impulsado el desarrollo de herramientas de código abierto, por ejemplo, CoastSat (Vos et al., 2019), CASSIE (Almeida et al., 2021) que permiten obtener la posición de la línea litoral con resolución subpíxel (del orden de 10 m) y con SHOREX (Palomar-Vázquez et al., 2018) hasta de 3,5 m. Si bien, la teledetección óptica presenta algunas desventajas relacionadas con alta nubosidad, su principal fuerte está relacionado con la amplia gama de datos que proporcionan desde 1972, robustos, estables y comparables. En el caso de este estudio, tanto DSAS como SHOREX resultaron ser excelentes herramientas para analizar los cambios espacio-temporales de la línea litoral. Sin embargo, se debe tener en cuenta el objetivo del trabajo. Por su parte DSAS, permite establecer los cambios históricos en diferentes escalas de tiempo de acuerdo a la calidad y cantidad de la data disponible (de ahí la elección para cada descriptor estadístico, en este caso LRR). Por otro lado, permite aplicar un criterio geomorfológico en el deslinde de la línea litoral y combinar datos de levantamientos de terreno de alta precisión, lo que repercute en la reducción de los errores de todo el proceso de cálculo de las tasas de erosión. SHOREX por su parte, permite obtener grandes cantidades de líneas litorales mediante la extracción masiva de datos satélites, optimizando los recursos y los costos derivados del trabajo de campo. Sin embargo, no permite utilizar un criterio geomorfológico por lo que su uso es recomendable para análisis multitemporal considerando el momento de la marea en el lugar, ya que no necesariamente refleja el deslinde de la playa trasera y la duna (condición de mayor energía de la playa debido a tormentas o eventos extremos). Ambos métodos son absolutamente complementarios entre sí y permiten el análisis multitemporal y estacional de la playa, el que combinado con modelado costero puede entregar orientaciones y criterios adecuados para el manejo costero.

c) 3. El ancho de la playa desempeña un papel importante en los cambios de volumen del perfil de la playa, así como en los cambios porcentuales de disponibilidad de sedimento (Cheng, 2021). La variabilidad histórica de cambio del ancho de la playa es un indicador que permite evaluar, cartografiar y determinar cuáles sectores están mayormente expuestos a eventos extremos en la costa. El ancho de la playa a menudo exhibe una variación intra-anual que se ve afectada por sistemas de bajas presiones en latitudes medias de los hemisferios sur y norte, marejadas durante el invierno, anticiclón y tormentas tropicales (Beyá et al., 2016). Los procesos naturales como las mareas, la fijación de bancos, la migración de canales, así como la influencia antropogénica, pueden afectar directamente la morfología y, en consecuencia, el ancho de la playa (Wijnberg, 2002). El aumento de la urbanización en las zonas costeras y la construcción de estructuras rígidas de defensa, provocan una reducción de la zona intermareal y, en algunos casos, promueve la completa desaparición del litoral arenoso (Bernatchez y Fraser, 2012) afectando directamente el ancho de las playas. Por otra parte, a escalas decenales la reducción de suministro de sedimentos en las playas reduce el potencial de recuperación tanto por cambio climático definidos por eventos extremos, marejadas y forzamientos por alta antropización como: cambio del uso del suelo, extracción de arenas, embalses fluviales, entre otros.

d) Las series de tiempo de los parámetros del oleaje mostraron una importante variabilidad intraestacional e interanual. Esta última ha sido relacionada principalmente a la variabilidad climática que introduce El Niño Oscilación del Sur y el Modo Anular Austral (e.g. Hemer et al., 2010 en Stopa et al., 2014; Aguirre et al., 2020). Las correlaciones obtenidas son consistentes con los cambios que produce el SAM sobre la intensidad y la trayectoria de las tormentas asociadas a ciclones extratropicales sobre el océano Austral, la cual es la principal área de generación del oleaje que se propaga hasta las costas de Chile. Durante la fase positiva del SAM las anomalías de presión atmosférica sobre Antártida son negativas, mientras que en latitudes medias las anomalías de presión son positivas, provocando el desplazamiento hacia el sur del cinturón de vientos del Oeste y de la trayectoria de las tormentas extratropicales del hemisferio sur, fortaleciendo el vórtice circumpolar (e.g. Marshall, 2003). De este modo la fase positiva del SAM se encuentra asociada a una mayor densidad de tormentas alrededor de la Antártida, provocando mayores alturas de olas y mayores periodos frente a la costa central de Chile.

e) Actualmente, la magnitud que alcanza la erosión costera en diferentes costas principalmente urbanizadas se asocia además a una mayor intensidad y recurrencia de eventos extremos cuya causa podría estar asociada a fenómenos inter-decadales (fases ENSO), variabilidad climática y cambio ambiental global, sobre lo cual conocemos poco en su relación con las playas. Las fases cálidas ENOS se han asociado a una mayor escorrentía en las cuencas y a eventos históricos de inundaciones, mientras que fases frías se han relacionado a comportamiento contrario (Caviedes y Waylen, 1998). Dada la dependencia de las playas del país de los sedimentos que provienen de las cuencas costeras, es

de esperar que dichos pulsos influencien las tasas de erosión en periodos entre estaciones, las cuales como ya se ha visto tienen amplias fluctuaciones debido al rol de las marejadas y otros fenómenos.

f) El cambio morfológico de las playas luego de una marejada intensa es notable. Hasta ahora la escasa literatura sobre la dinámica de las playas urbanas del área, han indicado la existencia de una fuerte deriva litoral, asociada al oleaje, que sería la variable más significativa de acumulación de arenas y por lo tanto la causa principal de generación de la playa (Vergara y Hickmann, 1982; SHOA, 1994). En el presente trabajo, se establece una ausencia de estacionalidad y por lo tanto a estas playas les será difícil regularizarse y generar un perfil de equilibrio debido a que las marejadas están actuando sin diferenciación estacional. Es decir, aunque las descripciones sobre las marejadas históricas más violentas indican que estas se producen generalmente en invierno (junio de 1924, agosto de 1929, julio de 1968, julio 1987, julio 2013 y agosto de 2015), la estadística reciente (2015-2016) establece que los eventos ocurren durante todo el año, con distribución estacional muy similar.

g) Por otro lado, el modelamiento de la línea litoral ha demostrado ser una excelente herramienta para determinar tasas de erosión para distintas escalas de tiempo y parece ser una vía adecuada para proyectar los usos en la costa. A los métodos ya existentes como DSAS (Thieler et al., 2009) y SBEACH (Seymoura et al., 2005), se incluyen otros como el cálculo de volúmenes dado que históricamente la tormenta a través de su altura de ola y duración, se han relacionado directamente con la pérdida de volumen involucrada. Recientemente se han propuesto enfoques estadísticos donde los volúmenes erosionados por la tormenta consideran esquemas probabilísticos (Callaghan et al., 2009). Aunque se considera que estos métodos deben ser aplicados para obtener datos precisos sobre cambios de la línea litoral para así tomar decisiones adecuadas una limitación importante es la disponibilidad de largas series de datos, en especial el monitoreo de perfiles de playa. La comparación de estos métodos asociados al cálculo de volúmenes ha sido posible en aquellas áreas que cuentan con una serie robusta de datos sobre 10 años (Callaghan et al., 2009).

Reflexión final

La erosión costera es un fenómeno relevante en Chile y debe ser considerada como amenaza al igual que otros fenómenos naturales recurrentes, gatillada por el cambio climático, pero probablemente condicionada por factores poco conocidos hoy en día como el ciclo sísmico, la sequía y la actividad humana. La erosión en estas 66 playas alcanza el 86% y se relaciona a una mayor recurrencia de eventos extremos de marejadas, las cuales están ocurriendo sin distinción estacional, siendo las más relevantes por su poder destructivo, aquellas desarrolladas durante fases cálidas ENSO. Por otro lado, como un efecto del oleaje extremo, las mayores tasas de erosión tienden a desarrollándose en verano, otoño o primavera, lo cual hará en los próximos años, que las tasas de erosión sean más agresivas, lo cual plantea la necesidad de contar con una gestión integrada de áreas costeras y de un nuevo ordenamiento territorial para la zona costera, dada que esta condición de fragilidad de las playas repercutirá en los ecosistemas marino-costeros aledaños y que interactúan con la playa.

La disponibilidad de datos de teledetección multitemporal contribuye a la vigilancia de la dinámica del litoral a partir de datos robustos, estables y comparables en largos periodos de tiempo. Una limitación del uso de imágenes de resolución media es referida a la resolución espacial (30 m) y (20 m) y temporal (16 días y 10 días), impiden captar los cambios a pequeña escala o a corto plazo. Tanto DSAS como SHOREX son herramientas adecuadas para el análisis espacio-temporal de la línea litoral lo cual permite orientar las decisiones en la costa sobre base científica y contribuyen por lo tanto a la gestión integrada de la costa.

Dada la fuerte tendencia erosiva de los litorales arenosos en el país, es necesario y urgente regular las actividades antrópicas, restaurar los ecosistemas dañados e implementar nuevos modelos de gobernanza costero que promuevan desde un nivel local, la sostenibilidad y la resiliencia necesaria para hacer frente a escenarios adversos del cambio climático.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con apoyo de los proyectos ANID-FONDECYT N°1200306; ANID/FONDAP/15110017; Instituto Milenio en Socio-ecología Costera (SECOS) ICN2019_015 y ANID-FONDEF IDeA I+D 2019 “Desafío País Adaptación al Cambio Climático y Desastres Naturales” (Proyecto ID19I10361).

Referencias Bibliográficas

AGUIRRE, C., BECERRA, D., GODOY, M., & SILVA, D. Interannual Variability of Ocean Surface Waves in the Southeast Pacific. In EGU General Assembly Conference Abstracts, 2020.

ALLAN, C., & KOMAR, P. Climate Controls on US West Coast Erosion Processes. Journal of Coastal Research, 2006, N°223, p. 511-529.

ALMEIDA, L. P., DE OLIVEIRA, I., LYRA, R., SCARANTO, R. L., MARTINS, V. G., & DA FONTOURA, H. Coastal Analyst System from Space Imagery Engine CASSIE: Shoreline management module. Environmental Modelling and Software, 2021, N°140, p. 105033. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105033

ALVES, B., ANGNUURENG, D. B., MORAND, P., & ALMAR, R. A review on coastal erosion and flooding risks and best management practices in West Africa: what has been done and should be done. Journal of Coastal Conservation, 2020, N°243. DOI: https://doi.org/10.1007/s11852-020-00755-7

ANDERSON, J. B., WALLACE, D. J., SIMMS, A. R., RODRIGUEZ, A. B., & MILLIKEN, K. T. Variable response of coastal environments of the northwestern Gulf of Mexico to sea-level rise and climate change: Implications for future change. Marine Geology, 2014, N°352, p. 348-366. DOI: https://doi.org/10.1016/j.margeo.2013.12.008

ARAUJO, R., SILVA, G., FREITAS, D., y KLEIN, A. Georreferenciamiento de fotografías aéreas e análise da variação da linha de costa. En: J. ALCÁNTARA-CARRIÓ, I. CORREA, M. ALVARADO, A. KLEIN, J. CABRERA, y W. BARLOW (Eds). Métodos en teledetección aplicada a la prevención de riesgos naturales en el litoral (pp. 123-138), 2009.

ARAYA-VERGARA, J. F. Bases geomorfológicas para una división de las costas de Chile. Investigaciones Geográficas, 1971, N°21-22, p. 5-36.

ASHTON, A. D., DONNELLY, J. P., & EVANS, R. L. A discussion of the potential impacts of climate change on the shorelines of the Northeastern USA. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 2008, N°137, p. 719-743. DOI: https://doi.org/10.1007/s11027-007-9124-3

BARNARD, P.L. ET AL. Coastal Vulnerability across the Pacific Dominated by El Niño/Southern Oscillation. Nature Geoscience, 2015, N°8, p. 801-807.

BARRAGÁN, J. Política, Gestión y Litoral: Nueva visión de la gestión integrada de áreas litorales, UNESCO, 2014.

BELMONTE, A., RAMÍREZ, C., y QUEZADA, J. Variaciones morfológicas de la costa por causas tectónicas. El caso de la península de Arauco-Chile. En: C. MARTÍNEZ, R. HIDALGO, C. HENRÍQUEZ, F. ARENAS, N. RANGEL y M. CONTRERAS-LÓPEZ EDITORES La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia (pp. 150-176). Serie GEOLIBRO Nº 31, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 2019.

BERNATCHEZ, P., & FRASER, C. Evolution of Coastal Defence Structures and Consequences for Beach Width Trends, Québec, Canada. Journal of Coastal Research, 2012, Vol. 28, N°6, p. 1550-1566.

BEYÁ, J., ÁLVAREZ, M., & GALLARDO, A. Generation and validation of the Chilean Wave Atlas database. Ocean Modelling, 2017, N°116, p. 16-32.

BEYÁ, J., ÁLVAREZ, M., GALLARDO, A., HIDALGO, H., AGUIRRE, C., VALDIVIA, J., & WINCKLER, P. Atlas de oleaje de Chile. Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, 2016.

BIRD, ECF. Beach management. Chichester: John Wiley y Sons, 1996.

BRICEÑO DE URBANEJA, I., SÁNCHEZ-GARCÍA, E., PARDO-PASCUAL, J. E., PALOMAR-VÁZQUEZ, J., UGALDE-PERALTA, R., AGUIRRE-GALAZ, C., PÉREZ-MARTÍNEZ, W., y VIDAL-PÁEZ, P. Cambios espacio-temporales costeros con imágenes Landsat 8 Y Sentinel 2 2015-2019 en Chile Central; Playa Reñaca, Bahía de Concón y Bahía de Algarrobo. In Proceedings - 3rd Congress in Geomatics Engineering - CIGeo (pp. 302-310). Valencia: Universitat Politècnica de València, 2021. DOI: https://doi.org/10.4995/CiGeo2021.2021.12766

BRÜGGEN, J. Fundamentos de la Geología de Chile. Ed. Instituto Geográfico Militar, 1950.

BRUNEL, C., & FRANÇOIS. Potential Influence of Sea-Level Rise in Controlling Shoreline Position on the French Mediterranean Coast. Geomorphology, 2009, Vol. 1071, N°2, p. 47-57. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.05.024

CABEZAS-RABADÁN, C., y PARDO-PASCUAL, J. Monitorizando la anchura de las playas mediante imágenes Landsat 8 en costas micromareales mediterráneas. Geotemas Madrid 2017, N°17, p. 159-162.

CABEZAS-RABADÁN, C., ALMONACID-CABALLER, J., PARDO-PASCUAL, J., y SORIANO-GONZÁLEZ, J. Variabilidad de la línea de costa a partir de imágenes de satélite y Su Relación Con La Textura Del Sedimento. En: Primer Congreso en Ingeniería Geomática (pp. 153-161). Libro de Actas, Editorial Universitat Politècnica de València, 2017.

CALLAGHAN, D. P., ROSHANKA, R., Y ANDREW, S. Quantifying the storm erosion hazard for coastal planning. Coastal Engineering, 2009, N°561, p. 90-93.

CASTRO, C., y BRIGNARDELLO, L. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de la franja costera entre Concón y Quintay. Revista de Geografía Norte Grande, 1997, N°24, p. 113-125.

CAVIEDES, C., y WAYLEN, P. Respuesta del clima de América del Sur a las fases de ENSO. Bulletin de l´Institut Français d´Ètudes Andines, 1998, N°273, p. 613-626.

CHENG, J. Beach Change Induced by Tropical Storm Eta 2020. June, 2021.

CORVALÁN, J., y ALVAREZ, L. Geomorfología de Valparaíso y regiones adyacentes. Tercer Encuentro Nacional de Geografía, U. Católica de Valparaíso, 1966.

FRAZER, L., TIFFANY R., & CHARLES, H. Modeling Storms Improves Estimates of Long-term Shoreline Change. Geophysical research letters, 2009, N°36, p. L20404.

FUAD, M., & FAIS, D. Automatic Detection of Decadal Shoreline Change on Northern Coastal of Gresik, East Java - Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2017, N°981. DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/98/1/012001

GARCIN, M., DESPRATS, J. F., FONTAINE, M., PEDREROS, R., ATTANAYAKE, N., FERNANDO, S., ...& POISSON, B. Integrated approach for coastal hazards and risks in Sri Lanka. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2008, N°83, p. 577-586. DOI: https://doi.org/10.5194/nhess-8-577-2008

GARREAUD, R., BOISIER, J., RONDANELLI, R., MONTECINOS, A., SEPÚLVEDA, H., & VELOSO-AGUILA, D. The Central Chile Mega Drought 2010–2018: A Climate Dynamics Perspective. International Journal of Climatology, 2020, N°401, p. 421-439.

HARLEY, M., MICHAEL, A., SÁNCHEZ-GARCÍA, E., & VOS, K. Shoreline Change Mapping Using Crowd-Sourced Smartphone Images. Coastal Engineering, 2019, N°150, p. 175–189. DOI: https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.04.003

HEMER, M., CHURCH, J., & HUNTER, J. Variability and Trends in the Directional Wave Climate of the Southern Hemisphere. International Journal of Climatology, 2010, N°304, p. 475-491.

HIMMELSTOSS, E., HENDERSON, R., KRATZMANN, M., & FARRIS, A. Open-File Report Digital Shoreline Analysis System DSAS Version 5.1 User Guide. Reston, VA., 2021. DOI: http://pubs.er.usgs.gov/publication/ofr20211091

LEATHERMAN, S.P. Coastal Erosion and the United States National Flood Insurance Program. Ocean and Coastal Management, 2018, N°156, p. 35-42. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.04.004

MARSHALL, G. J. Trends in the Southern Annular Mode from observations and reanalyses. Journal of Climate, 2003, N°1624, p. 4134-4143. DOI: https://doi.org/10.1175/1520-04422003016<4134:TITSAM>2.0.CO;2

MARTÍNEZ, C. Análisis comparativo de cambios históricos de la línea litoral en bahías chilenas: orientaciones al manejo costero. Revista Geográfica de América Central, 2011, N°247E.

MARTÍNEZ, C., y SALINAS, S. Morfodinámica y evolución reciente de playa Tunquén, Chile central. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 2009, N°441, p. 203-215.

MARTÍNEZ, C., y SALINAS, S. Morfodinámica y evolución reciente de playa Tunquén, Chile central Morphodynamics and recent evolution in Tunquen beach, central Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 2009, N°441, p. 203-215.

MARTÍNEZ, C., CONTRERAS-LÓPEZ, M., WINCKLER, P., HIDALGO, H., GODOY, E., & AGREDANO, R. Coastal erosion in central Chile: A new hazard? Ocean and Coastal Management, 2018, N°156, p. 141-155. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.07.011

MARTÍNEZ, C., GREZ, P. W., MARTÍN, R. A., ACUÑA, C. E., TORRES, I., & CONTRERAS-LÓPEZ, M. Coastal erosion in sandy beaches along a tectonically active coast: The Chile study case. Progress in Physical Geography, 2021, N°462, p. 250-271. DOI: https://doi.org/10.1177/03091333211057194

MARTÍNEZ, C., LÓPEZ, P., ROJAS, C., QÜENSE, J., HIDALGO, R., & ARENAS, F. A sustainability index for anthropized and urbanized coasts: The case of Concón Bay, central Chile. Applied Geography, 2020, N°116. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102166

MARTÍNEZ, C., ROJAS, C., ROJAS, O., QUEZADA, J., LÓPEZ, P., y RUÍZ, V. Crecimiento urbano sobre geoformas costeras de la llanura de San Pedro, área metropolitana de Concepción. En Las Costas del Neoliberalismo, 2016, p. 287-312.

MARTÍNEZ, C., ROJAS, D., QUEZADA, M., QUEZADA, J., & OLIVA, R. Post-earthquake coastal evolution and recovery of an embayed beach in central-southern Chile. Geomorphology, 2015, N°250, p. 321-333. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.09.015

MARTÍNEZ, C., ROJAS, D., QUEZADA, M., QUEZADA, R., & OLIVA, R. Post-Earthquake coastal evolution and recovery of an embayed beach in central-southern Chile. Geomorphology, 2015, N°250, p. 321-333.

MARTÍNEZ, C. Shoreline changes in Concón and Algarrobo bays, central Chile using and adjustment model. Revista Investigaciones Marinas, 2007, Vol. 35, N°2, p. 99-112.

MARTÍNEZ, C. Análisis Comparativo de Cambios Históricos de la línea litoral en Bahías Chilenas: Orientaciones Al Manejo Costero. Revista Geográfica de América Central, 2011, N°247E.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile. C. MORA, P. WINCKLER, M. CONTRERAS-LÓPEZ, S. VICUÑA, O. LARRAGUIBEL, J. ESPARZA, J. SALCEDO, S. GELCICH, J. FARIÑA, C. MARTÍNEZ, R. AGREDANO, A. MELO, N. BAMBACH, D. MORALES, & C. MARINKOVIC. Pica. Santiago, Chile, 2019.

MORALES, E. Geografía de los Fondos Marinos del Mar Chileno. Instituto Geográfico Militar, Santiago. Tomo VI, 1984.

NASSAR, K., MAHMOD, W., ELHAM, M., NADAOKA, K., & NEGM, A. Automatic Detection of Shoreline Change: Case of North Sinai Coast, Egypt. Journal of Coastal Conservation, 2018, N°226, p. 1057-1083.

NDOUR, A., LAÏBI, RA., SADIO, M.D., COSSI G.E., DIAW, AT., OYÉDÉ, LM., ANTHONY, E J., DUSSOUILLEZ, P., SAMBOU, H D., & EL HADJI BALLA. Management Strategies for Coastal Erosion Problems in West Africa: Analysis, Issues, and Constraints Drawn from the Examples of Senegal and Benin. Ocean and Coastal Management, 2018, N°156, p. 92-106.

OKTARI, R., LOUISE, K., COMFORT, S., & DWITAMA, P. Measuring Coastal Cities' Resilience toward Coastal Hazards: Instrument Development and Validation. Progress in Disaster Science, 2020, N°5, p. 100057. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100057

PALOMAR-VÁZQUEZ, J., ALMONACID-CABALLER, J., PARDO-PASCUAL, J., & SÁNCHEZ-GARCÍA, E. Shorex: A New Tool for Automatic and Massive Extraction of Shorelines from Landsat and Sentinel 2 Imagery. Proceedings of the 7 th International Conference on the Application of Physical Modelling in Coastal and Port Coastlab, 2018, N°18, p. 1-8.

PARDO-PASCUAL, JE., SÁNCHEZ-GARCÍA, E., ALMONACID-CABALLER, J., PALOMAR-VÁZQUEZ, JM., DE LOS SANTOS, EP., FERNÁNDEZ-SARRÍA, A., & BALAGUER-BESER, Á. Assessing the Accuracy of Automatically Extracted Shorelines on Microtidal Beaches from Landsat 7, Landsat 8 and Sentinel-2 Imagery. Remote Sensing, 2018, N°102, p. 1-20.

PASKOFF, R. Le Chili semi-aride. Bordeaux, Francia, 1970.

RANGEL-BUITRAGO N., ANFUSO, G., & WILLIAMS, A. Coastal erosion problems along the Caribbean Coast of Colombia. Ocean y Coastal Management, 2015, N°114, p. 120-144.

SERVICIO HIDROGRÁFICO Y OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA DE CHILE. Anuario Hidrográfico. Tomo 46, 1994.

SEYMOURA, R., GUZA, R., O'REILLY, W., & ELGAR, S. Rapid erosion of a small southern California beach fill. Coastal Engineering, 2015, N°52, p. 151-158.

STOPA, J., & CHEUNG, K. Periodicity and Patterns of Ocean Wind and Wave Climate. Journal of Geophysical Research: Oceans, 2014, N°119, p. 3868-3882. Available in: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jgrc.20353/abstract

STRONKHORST, J., LEVERING, A., HENDRIKSEN, G., RANGEL-BUITRAGO, N., & APPELQUIST, LR. Regional Coastal Erosion Assessment Based on Global Open Access Data: A Case Study for Colombia. Journal of Coastal Conservation, 2018, N°224, p. 787-798.

THIELER, E., HIMMELSTOSS, E., ZICHICHI, J., & ERGUL, A. Open-File Report The Digital Shoreline Analysis System DSAS Version 4.0 - An ArcGIS Extension for Calculating Shoreline Change. Reston, VA., 2009.

UNESCO. Coastal Management Approaches For Sea Level Related Hazards Case Studies and Good Practices, 2012.

VENANCIO, K., DALSOGLIO, P., ZENKER, T., & BEZERRA, T. Hydrodynamic Modeling with Scenario Approach in the Evaluation of Dredging Impacts on Coastal Erosion in Santos Brazil. Ocean and Coastal Management, 2020.

VERGARA, H. La cuenca de Valparaíso: antecedentes morfotectónicos y sedimentológicos. Rev. Biología Marina, 1996, Vol. 31, N°1, p. 45-63.

VERGARA, H., y HICKMANN, V. Fluctuación anual de la morfología y granulometría de playa Las Salinas, Viña del Mar, V Región. Presentado al III Congreso Geológico Chileno, Concepción, Chile: C 115-CI31, 1982.

VOS, K., HARLEY, M., SPLINTER, K., SIMMONS, J., & TURNER, I. Sub-Annual to Multi-Decadal Shoreline Variability from Publicly Available Satellite Imagery. Coastal Engineering, 2019, N°150, p. 160-174. DOI: https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.04.004

VOS, K., SPLINTER, K D., HARLEY, M., SIMMONS, JA., & TURNER, IL. CoastSat: A Google Earth Engine-Enabled Python Toolkit to Extract Shorelines from Publicly Available Satellite Imagery. Environmental Modelling and Software, 2019, N°122, p. 104528. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104528.

WIJNBERG, K. M. Environmental controls on decadal morphologic behaviour of the Holland coast. Marine Geology, 2002, Vol. 1893, N°4, p. 227-247. DOI: https://doi.org/10.1016/S0025-32270200480-2

WINCKLER, P. et al. El Temporal del 8 de agosto de 2015 en las regiones de Valparaíso y Coquimbo, Chile Central. Latin American Journal of Aquatic Research, 2017, N°454, p. 622-648.

ZHANG, H., & SHENG, J. Examination of extreme sea levels due to storm surges and tides over the northwest Pacific Ocean. Continental Shelf Research, 2015, N°93, p. 81-97.

ZHANG, Y., PRATER, C. S., & LINDELL, M. K. Risk area accuracy and evacuation from Hurricane Bret. Natural Hazards Review, 2004, N°53, p. 115-120.

Capítulo IV

El cambio climático en la costa de Chile

4.1.

Marejadas en Chile: características, avances y desafíos pendientes

Marejadas in Chile: characteristics, progress and pending challenges

Mauricio Molina Pereira[1,2]

RESUMEN

Los eventos de marejadas ocurridos entre 2013 y 2017 en Chile provocaron una serie de impactos significativos que incidieron en un creciente interés por este fenómeno, alentando el desarrollo de mejores herramientas para enfrentarlas en el futuro cercano. Una revisión histórica de antecedentes del oleaje da cuenta de un débil estudio del fenómeno lo que se ve agudizado por escasas mediciones en la zona oceánica y una alta dispersión y baja accesibilidad de mediciones en las zonas costeras. Proyectos como el Alas de Oleaje de Chile logran generar avances significativos que impulsa el desarrollo de algunas herramientas de pronóstico, como el Sistema de Alerta de Marejadas y su propuesta de escala de impacto. Sin embargo, variadas consideraciones deben ser internalizadas en la población y los tomadores de decisión, como que el oleaje costero puede variar significativamente con respecto al observado en el área oceánica o en otro sector costero cercano, que la altura de ola no es un buen descriptor de la intensidad de un evento y que el incremento de la cantidad de eventos extremos en el tiempo no ocurre en toda la costa.

Palabras clave: marejadas, impactos, Chile.

ABSTRACT

Marejadas events between 2013 and 2017 in Chile caused several significant impacts leading a growing interest in this phenomenon, encouraging tools development to face it in near future. A historical review of the antecedents of the waves reveals a weak study of the phenomenon, which is exacerbated by few measurements in the oceanic zone and a high dispersion and low accessibility of measurements in coastal zones. Projects such as the Atlas de Oleaje de Chile manage to generate significant advances that promote the development of some forecasting tools, such as Sistema de Alerta de Marejadas and its proposed scale of impact. However, various considerations must be internalized in the population and decision makers, such as that the coastal waves can vary significantly with respect to that observed in the oceanic area or in another nearby coastal sector, wave height is not a good descriptor of an event intensity and increasing in the number of extreme events over time does not occur along the entire coast.

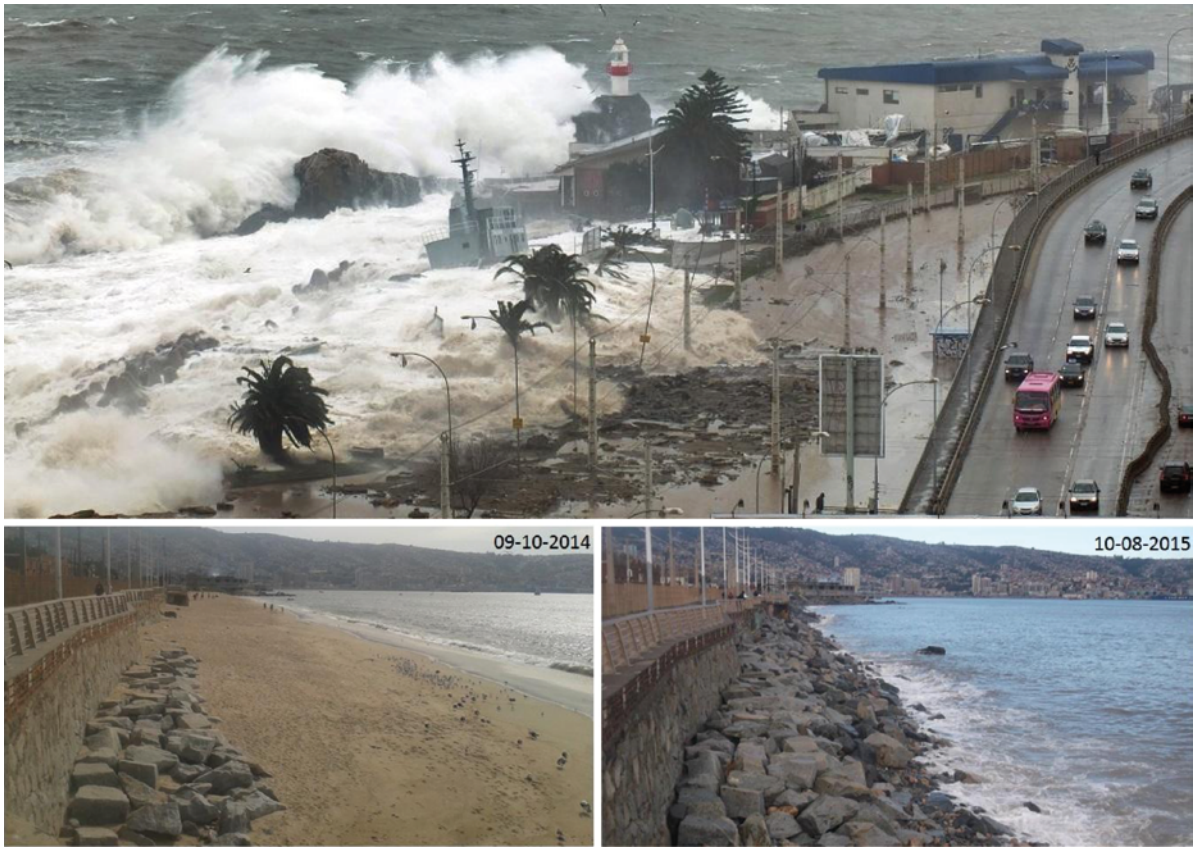
Key words: marejadas, impacts, Chile.

1 Académico Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso, Chile.
2 Director Sistema de Alerta de Marejadas, Universidad de Valparaíso.

Introducción

El sábado 8 de agosto de 2015, en medio de vientos huracanados que superaron los 100 [km/hr], olas mayores de 10 [m] impactaron las costas de las regiones de Valparaíso (Figura N°1) y Coquimbo produciendo daños significativos (Winckler et al., 2017). Meses después, en enero de 2016 bajo un sol radiante, olas no tan grandes con gran capacidad de inundación complicaban a bañistas en los balnearios de la costa centro y norte del país. Años antes, el 3 de julio de 2013, en diferentes partes del país, olas de gran tamaño provocaban estragos, en el puerto de Antofagasta los daños fueron cuantiosos, pero en la bahía de Valparaíso sus efectos fueron notorios solo en la playa de Reñaca (Campos, 2015). Los eventos ocurridos entre 2013 y 2017 tuvieron un significativo impacto mediático que permitieron que el término "marejadas" se volviera de dominio público, sin embargo, en años recientes el fenómeno ha perdido protagonismo en medios de prensa debido al estallido social en octubre de 2019 y la pandemia por el COVID 19 desde marzo de 2020. Mientras esperamos que las marejadas se vuelvan a manifestar con fuerza en el futuro cercano, es necesario que los aprendizajes recogidos de los eventos recientes sean transformados en productos y herramientas que permitan una reducción efectiva del riesgo de desastre asociados a marejadas.

Figura N° 1.
(a) Impacto del evento del 8 de agosto de 2015 en paseo Juan de Saavedra, Valparaíso, (b) Erosión de playa Placeres Valparaíso, luego del evento del 8 de agosto de 2015



Fuente: (a) www.theclinic.cl, (b) archivo personal.

¿Qué son las marejadas?

El primer uso que se tiene la palabra Marejadas en una publicación científica chilena corresponde al trabajo realizado por Santibáñez (1928), haciendo referencia al evento del 2 al 4 de junio de 1924, sin embargo, por ese entonces el fenómeno era más conocido como Braveza de Mar, como se observa también en el trabajo de Rodríguez (1937) que describe el evento del 9 de agosto de 1929. Si bien ambos términos coexistieron en la literatura nacional hasta el presente siglo, la importante cobertura periodística que ha tenido este fenómeno desde el evento del 3 de julio de 2013 y los sucesivos, hizo que el término Braveza de Mar entrara en desuso.

Buscando analizar las dificultades asociadas a los cierres de puerto, Puelma et al. (2016) realiza una exhaustiva revisión de las referencias oficiales respecto a la definición del término marejadas, encontrando ambigüedades tanto en la definición descriptiva como en las magnitudes[3] que la definen. Uno de los elementos que se deriva de este trabajo es que el uso del término "marejada" proviene de la aplicación de la escala de Douglas, una referencia que se emplea para categorizar la condición de mar y su influencia en la navegación, sin embargo, esta escala fue concebida para describir el oleaje en el área oceánica por lo que tiene limitada aplicación en el contexto costero.

Poco antes, Campos et al. (2015) parafraseando una descripción menos detallada propuesta por Paskhof (2010) define marejadas en términos de la generación y magnitud del oleaje, describiéndolas como: "eventos de olas de gran altura formadas por fuertes vientos en el área oceánica o en condiciones locales y que se propagan fuera de la zona de generación llegando a las costas de Chile".

Por su parte ONEMI (2017) propone una definición basada en los impactos (intensidad), tanto en actividades como en infraestructura, que son más notorios para la población, descarta resaltar la magnitud del oleaje e incorpora la clasificación desarrollada por el Servicio Meteorológico de la Armada, indicando que marejadas:

> Es un oleaje que se manifiesta en las zonas costeras, por efecto del viento local o generado en otro lugar del océano. Las olas pueden viajar cientos o miles de kilómetros, afectando durante varios días a las distintas actividades marítimas: transferencia de carga, navegación costera, pesca, buceo, deportes y recreación. Se califican como "ANORMALES", cuando el fenómeno tiene características diferentes a los valores promedio de oleaje (altura, dirección, período), por lo que pueden ingresar a las bahías y puertos, generando severos daños a la infraestructura costera, además de inundaciones por sobrepasos, reducción de playas, cortes de tránsito y suspensión de otras actividades.

Esta definición supone un tránsito relevante entre una caracterización definida por las magnitudes del oleaje a una centrada en los impactos que genera en la costa (intensidad), lo que puede llevar a una comprensión más intuitiva por parte de la población en general (no especialista) sobre todo en un contexto asociado a manejo y desarrollo de emergencias provocadas por el oleaje.

En el caso de otros países de habla hispana, particularmente en Latinoamérica, el término marejadas es empleado con connotaciones similares a las definiciones anteriores, sin embargo, también se presenta el uso del término "marejada ciclónica" para describir el proceso de inundación asociado a huracanes en la costa Atlántica de centro y norte América (NOAA SF). Este fenómeno, conocido en inglés como "surge" o "storm surge" y traducido también como "marea meteorológica" (Beyá y Winckler, 2013), corresponde a un incremento del nivel del mar debido a una reducción de la presión atmosférica y a la acción sostenida del viento en la dirección a la costa. Si bien esta connotación no es utilizada en Chile, sí introduce un factor hasta ahora no considerado y que, como se explicará más adelante, tiene una influencia importante en el tipo de impacto que el oleaje puede producir en la costa: el nivel del mar.

Tomando en cuenta los antecedentes presentados hasta acá, Molina et al. (2020) propone definir marejadas como: "combinación de oleaje y nivel del mar que tiene la capacidad de afectar el normal desarrollo de las actividades socioeconómicas en la zona costera y que puede llegar a provocar daños a la infraestructura".

Esta definición, empleada por el Sistema de Alerta de Marejadas de la Universidad de Valparaíso[4], recoge de manera sucinta tanto los factores físicos del fenómeno como las consecuencias que produce, apuntando con ello a facilitar el proceso de comunicación con la población. En este aspecto resulta relevante destacar que el concepto marejadas se ha vuelto significativamente notorio en Chile, tanto por los impactos en la infraestructura costera producidos por los grandes eventos ocurridos entre 2013

3 En el documento se entenderá magnitud como un descriptor cuantitativo de la altura y/o energía del oleaje en un punto específico de control, mientras que intensidad se usará para interpretar cualitativamente la capacidad del oleaje de generar impactos. Dado lo anterior, es posible observar casos de oleaje de gran magnitud pero con baja intensidad (ej: grandes olas en un sector rocoso deshabitado), y oleaje de baja magnitud pero con gran intensidad (ej: oleaje comparativamente menor con respecto a otros lugares del país, pero actuando en una costa baja vulnerable).

4 Disponible en marejadas.uv.cl

y 2017, como por la gran sensibilidad que se produce en el sistema portuario sobre todo en un contexto de cambio climático. Lo anterior evidencia la necesidad de continuar desarrollando investigación en esta área además de recoger las experiencias internacionales existentes en esta materia.

Adicionalmente, dado que en general se entiende que las marejadas se encuentran asociadas al oleaje generado en la zona oceánica, este estudio se limitará a la costa habitada de Chile continental entre Arica y el Canal Chacao además de las islas oceánicas, aun cuando eventualmente pudiera identificarse como marejadas los impactos producidos por oleajes de generación local en la zona de los fiordos y/o los grandes lagos del sur del país.

Mediciones y estudio del oleaje en Chile

El primer estudio que se conoce de oleaje en Chile fue el desarrollado por el Padre Feuillé entre los años 1709 a 1711, a partir de observaciones realizadas en los puertos Ilo (Perú) y Arica, en el que concluye que las "bravezas de mar" se producían sin viento y que duraban cerca de 6 días (Santibáñez, 1928).

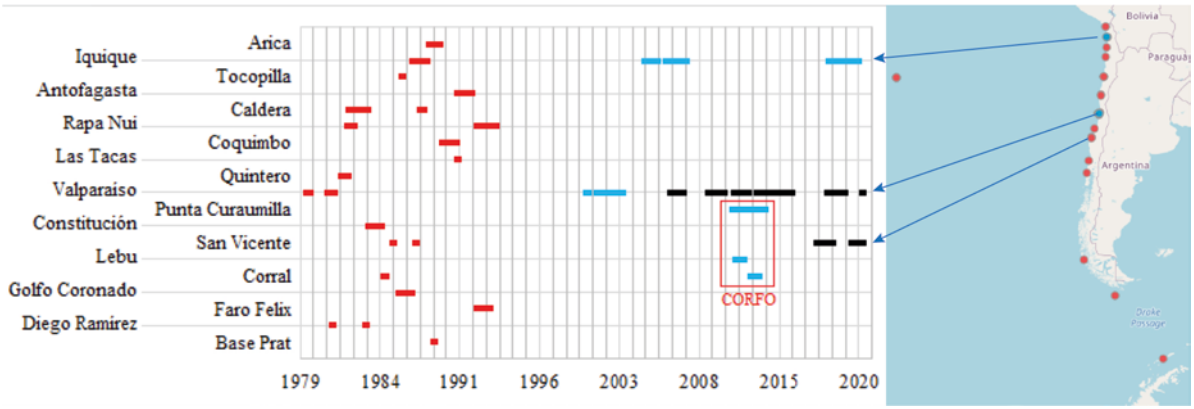
Posteriormente, Araya-Vergara (1971) describe lo que sería la primera campaña de registro sistemático de oleaje en Chile entre los años 1953 y 1954 en San Antonio, mientras que el primer trabajo de mediciones a través de un sensor automático habría sido el desarrollado en Constitución entre 1965 y 1966, en ambos casos realizados como parte de estudios para la Dirección de Obras Portuarias (D.O.P.). Esta compilación de estudios titulada 'Determinación preliminar de las características del oleaje en Chile Central' corresponde al primer trabajo que busca describir las condiciones de oleaje en Chile a partir de mediciones, brindando una descripción estacional del oleaje, así como distribuciones de alturas, periodos y direcciones, ya que hasta ese entonces los reportes se habían limitado a describir los impactos producidos por eventos específicos.

Llama la atención en este periodo de la historia que el oleaje no haya sido motivo de estudio en las actividades desarrolladas en Chile al alero del Año Geofísico Internacional (AGI), evento de gran relevancia para el desarrollo de las ciencias a nivel mundial desarrollado entre los años 1957 y 1958, y que significó el inicio de la Oceanografía en nuestro país (Sievers, 2018). Dentro de las actividades más destacadas de ese proceso, además de la instalación de mareógrafos, fue la instalación de un registrador de ondas de largo periodo Van Dorn en Rapa Nui. Sin embargo, el instrumento registraba las ondas del océano superiores a 20 segundos, dejando fuera de los registros al oleaje.

Posteriormente a contar del 7 de junio de 1979, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) realiza campañas de medición de oleaje que se extienden por intervalos variables en diferentes partes del país (Figura N°2). En este periodo las mediciones de tipo escalares con una boya Waverider permiten cuantificar la magnitud de la altura y el periodo de ola en áreas relativamente alejadas de la costa para evitar los efectos de la geografía de cada lugar. A contar del año 2000 comienzan las mediciones del espectro direccional del oleaje a través de las boyas Triaxys y Watchkeeper[5], primero con una estación a la cuadra de Valparaíso y luego se incorporan mediciones en Iquique y Talcahuano. Actualmente el SHOA ha implementado un sitio web[6] donde puede visualizarse en tiempo real las mediciones de oleaje además de otros parámetros meteoceanográficos.

5 Catálogo de metadata, capa de oleaje, disponible en http://www.shoa.cl/n_cendhoc/.
6 Datos accesibles en http://shoa.cl/php/boyas?idioma=es

Figura N° 2.
(a) Extensión de mediciones históricas en área oceánica desarrolladas por SHOA y proyecto CORFO, medidas con boyas Waverider (rojo), Triaxys (celeste) y Watchkeeper (negro), (b) ubicación de mediciones disponibles en CENDHOC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos CENDHOC.

A mediados de la primera década del presente siglo, varios estudios se desarrollan para evaluar la potencialidad del país para explotar la energía Unimotriz, lo que sienta las bases para el desarrollo del proyecto InnovaChile de CORFO denominado "Catastro del recurso energético asociado a oleaje para el apoyo a la evaluación de proyectos de generación de energía undimotriz". En este proyecto, iniciado en 2011 bajo el liderazgo del Instituto Nacional de Hidráulica y en el que participan también empresas y universidades, se adquieren dos boyas Triaxys, además de equipos del tipo ADCP con las que se realizan mediciones de aguas profundas y costeras del espectro direccional en Punta Curaumilla, Lebu y Corral (Figura N°2), que permiten validar el desarrollo de diversas simulaciones numéricas en la costa centro sur del país. Los prometedores resultados del potencial energético de nuestras costas llevan a la creación en 2015 del Centro de Investigación e Innovación en Energía Marina, MERIC, lo cual supone un impulso significativo al estudio del oleaje en Chile.

A pesar de estos avances, la Figura N°2 da cuenta de un débil proceso de mediciones de oleaje de aguas profundas, siendo Valparaíso el sitio que posee los registros más extensos, aunque con variadas intermitencias. La estadística disponible, aunque valiosa, no es concordante con los más de 4000 km latitudinales de Chile continental, además del territorio Antártico e Insular Oceánico, poniendo de manifiesto los efectos de no contar con una política nacional de mediciones que permita hacer frente a las variadas dificultades que este proceso enfrenta: elevado costo de los equipos y su mantenimiento, actos vandálicos en algunos de los equipos y la ocurrencia del fouling[7].

Para hacer frente a esta dificultad, la práctica usual de la ingeniería marítima es desarrollar estudios de oleaje a partir de estadística de reanálisis de modelos globales, validados a partir de mediciones costeras realizadas por equipos ADCP. El desarrollo de estos estudios se encuentra delimitado por la Publicación SHOA 3201 (SHOA, 2019), la cual especifica las técnicas para mediciones y análisis oceanográficos, entre ellas el oleaje, estableciendo mediciones de un mes para validar el estudio completo. A pesar de la baja duración de las mediciones, la gran cantidad de proyectos que se han desarrollado en Chile en las últimas décadas permite suponer la existencia de una base de datos de gran cobertura espacial. Sin embargo, aun cuando el Centro Nacional de Datos Hidrográficos y Oceanográficos de Chile (CENDHOC) es el organismo responsable de la administración de estos datos, una gran cantidad de proyectos de ingeniería realizados por privados se han desarrollado sin la supervisión del SHOA, por lo que no toda la información medida en el país se encuentra sistematizada.

Dadas estas limitaciones, y la ausencia de un documento que estudie de manera integral las características del oleaje en Chile, la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica de la Universidad de Valparaíso desarrolla el proyecto FONDEF: 'Un Atlas de Oleaje para Chile'[8], a través del cual se logra caracterizar el comportamiento de este fenómeno tanto en la costa continental como insular del país (Beyá et al., 2016). Este proyecto reconstruyó el oleaje en todo el Océano Pacífico a partir de campos globales de vientos de reanálisis desde 1979 a 2015 empleando el modelo Wavewatch III, calibrando sus resultados en la zona oceánica cercana a la costa de Chile a partir de las mediciones de boyas existentes complementada con información satelital (Beyá et al., 2017).

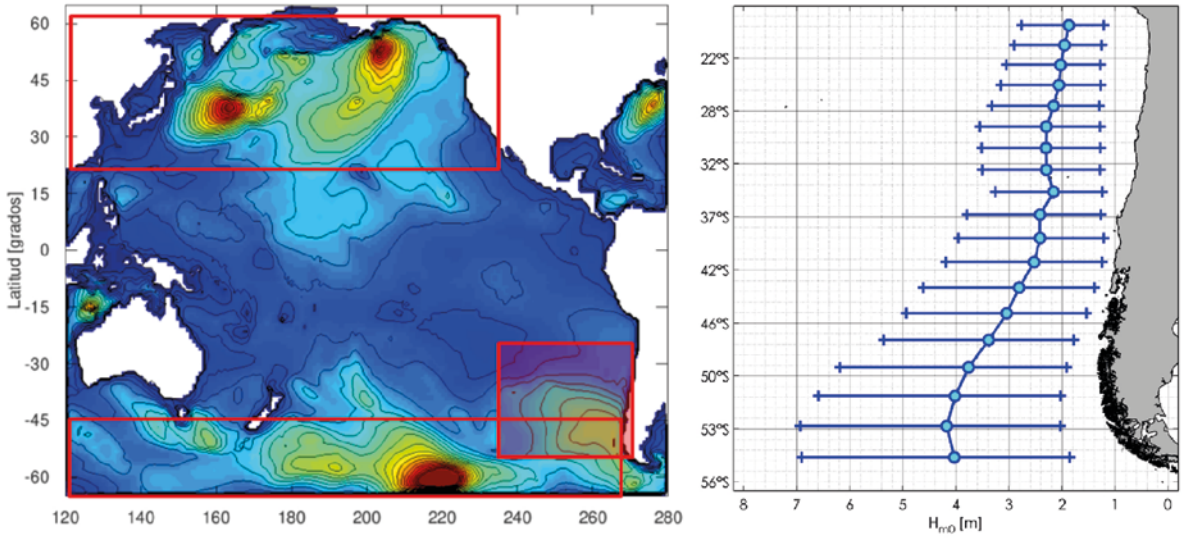
7 Adhesión de organismos marinos como mariscos y crustáceos en los equipos y estructuras anexas que interfieren en su correcto funcionamiento, siendo necesario su retiro periódico para mantenimiento.
8 Disponible en www.oleaje.uv.cl

Características del oleaje en Chile[9]

El oleaje que llega a Chile proviene principalmente desde 3 zonas en el Océano Pacífico, la región norte y sur próxima a los polos y la región próxima a Chile continental (Figura N°3). Estas condiciones, usualmente denominados oleaje del Pacífico Norte, oleaje del Pacífico Sur y oleaje de generación local respectivamente, son producidos por vientos intensos asociados a sistemas frontales que persisten en el océano por cerca de dos a tres días, generando estados de mar con olas individuales altamente variables, tanto en altura, periodo y dirección, que son denominados "seas" o mar de viento. Una vez que el oleaje generado abandona la zona de generación por la propagación, este se ordena progresivamente debido a las diferencias de celeridad de cada ola individual, del mismo modo como lo hacen los atletas de una maratón en la medida que van avanzando. Este factor sumado a la selección que impone también la dirección de propagación del oleaje permite observar lejos de la zona de generación un oleaje muy definido y ordenado, conocido como "swell" o mar de fondo (Beyá et al., 2016). Dado lo anterior, si bien podría reconocerse que el oleaje, incluidos los eventos extremos, poseen características muy similares en las cercanías de cada una de las zonas de generación, lo cierto es que factores como el hemisferio en el que se encuentran, la presencia de continentes, la distancia relativa a la costa de Chile hace que cada una de ellas sea percibida en la costa de maneras diferentes.

El oleaje proveniente del Pacífico Sur es el más persistente de los que se presentan en nuestras costas. La limitada presencia de continentes en el hemisferio sur permite un desarrollo sostenido de circulación atmosférica en torno al polo sur que se acentúa en invierno, pero que igualmente se presenta a lo largo del año. Dado lo anterior este oleaje es el que predomina en las costas de Chile. Dada la ubicación, usualmente este oleaje demora de 2 a 4 días en llegar hasta la costa continental e insular de todo el país, con alturas que fluctúan entre 1 y 3 [m], periodos de 10 a 16 [s] y dirección de llegada principalmente desde el suroeste, es por ello que a este oleaje se le conoce también como swell del suroeste. Las máximas condiciones de oleaje se presentan entre los meses de mayo y agosto principalmente, llegando las alturas a superar los 5 [m].

Figura N° 3.
(a) Las zonas de generación del oleaje que llega a Chile, (b) Variabilidad latitudinal de la altura de ola. Valor máximo de banda puede ser considerado umbral para definir oleaje extremo



Fuente: (a) marejadas.uv.cl, (b) Atlas de Oleaje.

En el caso del oleaje proveniente del Pacífico Norte, se presenta casi exclusivamente entre los meses de septiembre a mayo, sin embargo, es notorio principalmente desde mediados de diciembre hasta finales de febrero. La delimitación que producen América y Asia, además de la gran extensión continental en el hemisferio norte hace que la generación del oleaje sea altamente estacional, principalmente en el invierno boreal. Dada su ubicación el oleaje que proviene de esta zona demora de 6 a 9 días en atravesar el océano

9 Los datos de este capítulo provienen del Atlas de Oleaje y de resultados de investigación asociado al desarrollo del Sistema de Alerta de Marejadas, los que serán incorporados en un documento de referencia público que se está construyendo al alero del FONDEF ID20I10404 sobre marejadas.

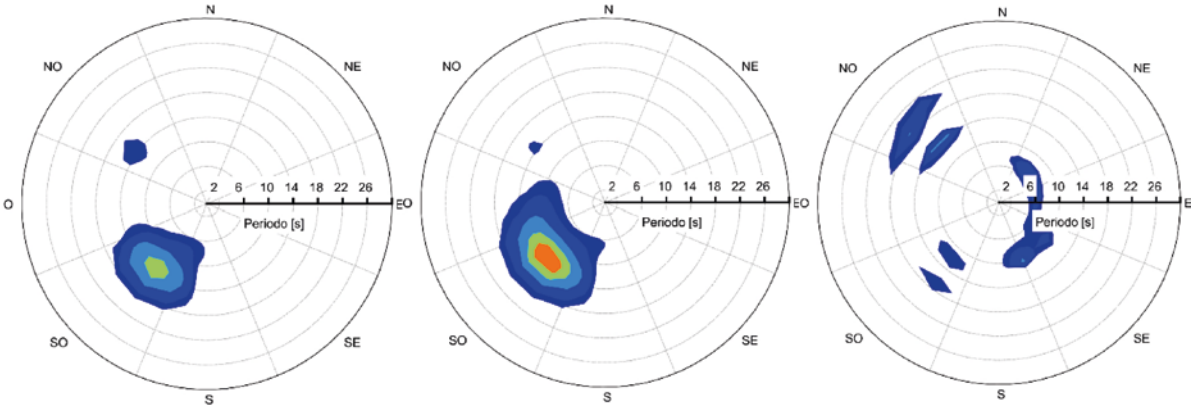
hasta llegar a nuestras costas, tanto continental como insular, aunque por las condiciones locales, su presencia es en general inadvertida en la zona sur del país. Este oleaje se caracteriza por tener periodos de 15 a 30 [s], alturas usualmente menores a 1.5 [m] y dirección de incidencia desde el noroeste, es por ello que a este oleaje se le conoce usualmente como swell del noroeste. Las condiciones máximas de oleaje en este caso están más bien condicionadas por periodos mayores a 20 [s], ya que las alturas difícilmente superan los 2.5 [m].

Por último, en el caso del oleaje generado en la región cercana al continente, la zona se activa generalmente en la época invernal, dado el desplazamiento hacia el norte del anticiclón del Pacífico Sur, lo que permite la llegada de sistemas frontales hasta la zona central de Chile. Dada su ubicación, el oleaje llega a la costa simultáneamente con el sistema frontal, siendo frecuente que estas condiciones de oleaje se acompañen de vientos, baja de presión y precipitaciones, afectando principalmente la zona centro sur del país. En dicha zona, el oleaje presenta alturas entre 0.5 y 2 [m], periodos usualmente menores a 10 [s] y direcciones que van desde el suroeste al noroeste, mientras que las condiciones extremas pueden superar los 5 [m] de altura. En el caso de la costa norte continental, este oleaje llega con dirección suroeste, confundiéndose en parte con el swell del suroeste.

Dada la extensión latitudinal de Chile de más de 4000 [km] y la extensión longitudinal que otorga Rapa Nui de cerca de 3700 [km], las condiciones de oleaje descritas anteriormente tendrán algunas variaciones dependiendo del lugar que se analice. Así, es posible notar que hacia el norte del país las alturas de olas serán más pequeñas (Figura N°3 b), los periodos de oleaje serán mayores y el aspecto de estos será más ordenado que lo que se presentan hacia el sur. Por su parte, el oleaje que llega al continente tiene una componente oeste importante con oleaje desde el Noroeste y Suroeste, mientras que en el caso de Rapa Nui dichas condiciones incidirán desde el norte y el sur respectivamente, presentándose también otras condiciones tanto del oeste como del sureste asociadas al denominado oleaje de generación local (Figura N°4 c). En el caso del Archipiélago de Juan Fernández, dada su cercanía se presentan condiciones similares a las de la zona central de Chile continental.

La influencia de las 3 principales zonas de generación de oleaje queda de manifiesto al observar el espectro promedio de aguas profundas (Figura N°4 a y b), el cuál es obtenido para Antofagasta y Talcahuano a partir de la estadística del Atlas de Oleaje de Chile de 1979 a 2017. Es posible notar allí que la componente del Pacífico Norte se distingue claramente de las componentes del sur, sin embargo, estas últimas no poseen una delimitación evidente entre ellas sobre todo en el caso de Antofagasta. Un elemento que usualmente pasa desapercibido en la evaluación de las condiciones de oleaje de un lugar en un tiempo determinado se relaciona con la fuente múltiple del oleaje observado. La independencia de la formación de eventos generadores de oleaje en las 3 zonas principales de generación, sumado a los tiempos de propagación requeridos para arribar a un sitio hacen frecuente observar a nivel espectral que el oleaje se compone de más de un evento de oleaje. Los conocidos espectros multimodales (Figura N°4 c) se presentan con alta frecuencia, llegando en algunos casos a presentar hasta 6 componentes simultáneamente

Figura N° 4.
(a) espectro promedio de Antofagasta, (b) espectro promedio de Talcahuano (c) espectro de un estado de mar en Rapa Nui

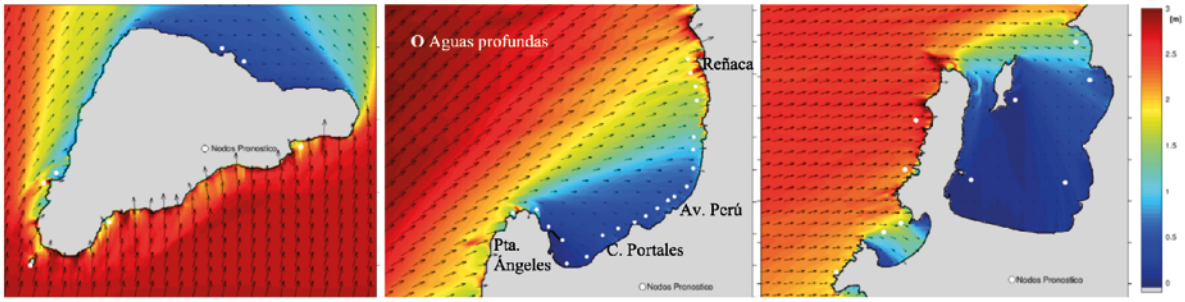


Fuente: (a) y (b) Elaboración propia a partir de datos de Atlas de Oleaje, (c) marejadas.uv.cl.

El oleaje, independiente de la zona de generación que provenga se propaga libremente mientras la profundidad sea mayor que la mitad de su longitud. Esta condición, denominada "aguas profundas o indefinidas", permite que la información de un punto sea representativa de una zona amplia de decenas de kilómetros, siempre y cuando dicha condición se mantenga. Para las condiciones típicas de oleaje (menores a 30s) dicha condición se asegura en profundidades mayores a 700 [m], lo que se reduce 78 [m] para olas con periodo menor a 10 [s]. Cuando el oleaje se propaga a profundidades menores el fondo marino comienza a transformar el oleaje, presentándose fenómenos como la refracción y el asomeramiento, lo que sumado a procesos de difracción

y reflexión asociados a la presencia de obstáculos como penínsulas, puntas, istmos entre otros accidentes geográficos llevan al oleaje a procesos de transformación que pueden implicar cambios significativos en el oleaje costero de dos puntos relativamente cercanos (Figura N°5).

Figura N° 5.
Transformaciones del oleaje en la costa en (a) Rapa Nui, (b) Valparaíso y (c) Talcahuano

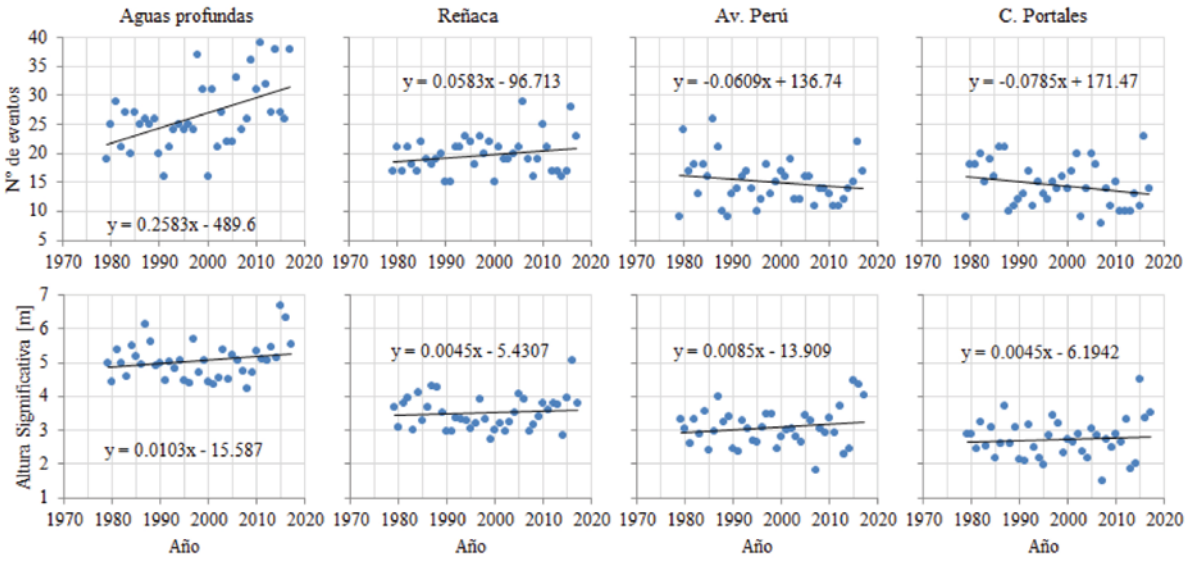


Fuente: pronóstico del 25 de abril de 2021 obtenido de marejadas.uv.cl

Dado que en este proceso la dirección de incidencia del oleaje condicionará el nivel de abrigo que tendrá un sector costero, se observarán zonas más sensibles al oleaje de una zona de generación que de otra, lo cual es particularmente relevante para la caracterización de los eventos extremos de un sitio en específico.

Si se analizan la estadística espectral de aguas profundas de Valparaíso generados por el Atlas de Oleaje es posible notar que entre 1979 y 2017 se presenta un incremento en la magnitud de los eventos extremos de oleaje (Figura N°6), lo cual es consistente con lo obtenido con Martínez et al. (2018). Sin embargo, si se realiza la transferencia espectral de toda la información a la costa de la Bahía de Valparaíso será posible notar que en Reñaca se mantiene el comportamiento, pero con menor tasa de cambio, mientras que para Av. Perú y Caleta Portales se observa un incremento menor de la magnitud, pero una disminución de la cantidad de eventos en el tiempo. Este comportamiento se debe a que Reñaca posee un nivel de exposición mayor al oleaje del Pacífico sur, que es la zona cuyo oleaje predomina en la costa chilena y en la que se reporta un incremento en la frecuencia de los eventos. Sin embargo, la Punta Ángeles ofrece una protección mayor para Av. Perú y para Caleta Portales del oleaje del suroeste, por lo que esta zona es mayormente afectada por los eventos que provienen del Pacífico Norte y en especial los de generación local, los cuales estarían disminuyendo. Esto es concordante con los resultados obtenidos por Molina et al. (2011), donde también se encuentran influencias del fenómeno de El Niño en los patrones de oleaje de la zona central de Chile.

Figura N° 6.
Comparación evolución eventos extremos en aguas profundas y sectores costeros de la bahía de Valparaíso (Figura 5b)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Altas de Oleaje y modelaciones de Marejadas UV

Mediciones y estudios del Nivel del mar

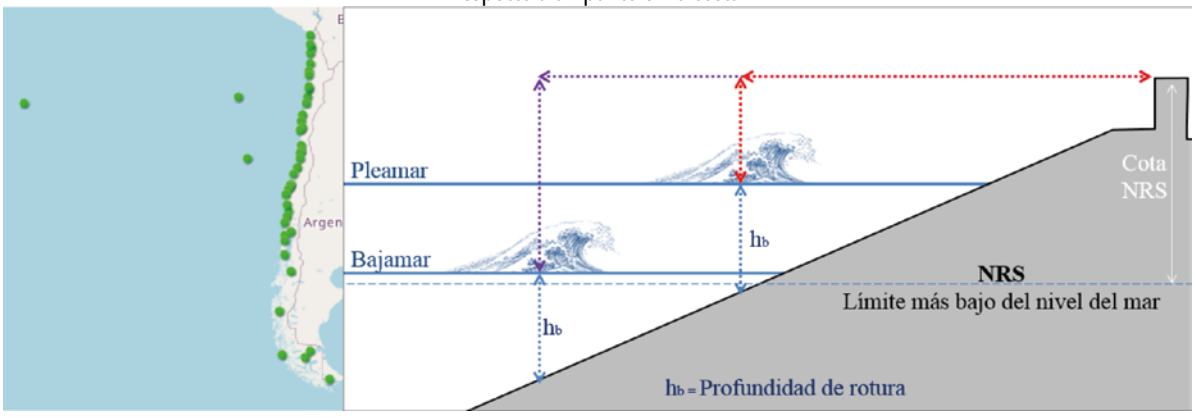
El estudio del nivel del mar posee una historia más extensa y detallada que la del oleaje. Los primeros estudios se desarrollaron en 1908 con los mareógrafos en Valparaíso y Puerto Montt con mediciones intermitentes que se extendieron hasta 1913 (Sievers, 2018). Dado que el nivel del mar se encuentra condicionado principalmente por la marea astronómica la cual es altamente pronosticable, se publica en 1947 la primera edición de las Tablas de Marea, las cuales identifican la hora en la que ocurre la bajamar y pleamar a partir de las mediciones que comenzaron a ser sistemáticas desde 1941. Actualmente es posible encontrar información sistematizada de nivel del mar en CENDHOC[10] desde enero de 1944 en Valparaíso y desde diciembre de 1945 en Antofagasta además de otras 41 estaciones a lo largo de Chile continental e insular (Figura N°7 a).

El comportamiento de la marea en Chile es de tipo semidiurno mixto, presentando alternadamente pleamar y bajamar cada 12,42 [hrs] (SHOA, 1999), mientras que rangos mareales, correspondiente a la diferencia entre pleamar y bajamar, presentan valores típicamente entre 1.4 y 1.8 [m] en la costa continental entre Arica y el Canal Chacao, pero se reduce a cerca 0.75 [m] en Rapa Nui, dada la cercanía de esta a un punto anfidrómico[11] en el Océano Pacífico (Morales et al., 2020).

A la acción astronómica que predomina, principalmente del sol y la luna, se suman factores de largo plazo como la expansión térmica y el fenómeno ENOS (Contreras et al., 2012) y otros factores eventuales como el set-up y ondas de infra-gravedad producidas por el oleaje; las acciones atmosféricas producidas por la presión atmosférica y el viento (marea meteorológica), además de ondas largas asociadas a tsunamis (Beyá y Winckler, 2013) y meteotsunamis (Carvajal et al., 2017). De estos, la marea meteorológica es el factor más común de corrección del nivel del mar en alguna estación de medición.

Para los propósitos de este estudio, el nivel del mar influirá en la diferencia de cota que tendrá un punto de interés costero con alguna acción del oleaje, como la rompiente. La Figura 7 b da cuenta que la condición de pleamar reducirá tanto la distancia horizontal como vertical existente entre, por ejemplo, la rotura del oleaje y una estructura, incrementando con ello la probabilidad de ocurrencia de sobrepaso en comparación con lo que pudiera ocurrir en condición de bajamar, donde las distancias aumentan. Este ejemplo pudiera representar dos condiciones de oleaje idénticas, en las que dependiendo del nivel del mar, podría observarse sobrepaso en la estructura en pleamar y no presentarse en bajamar.

Figura N° 7.
(a) Red de mareógrafos de Chile (b) Influencia de la marea en la posición de la rompiente del oleaje respecto a un punto en la costa



Fuente: (a) CENDHOC, (b) elaboración propia.

10 Catálogo de metadata, capa de estaciones nivel del mar, disponible en http://www.shoa.cl/n_cendhoc/.
11 Lugar en el que el rango mareal es cero.

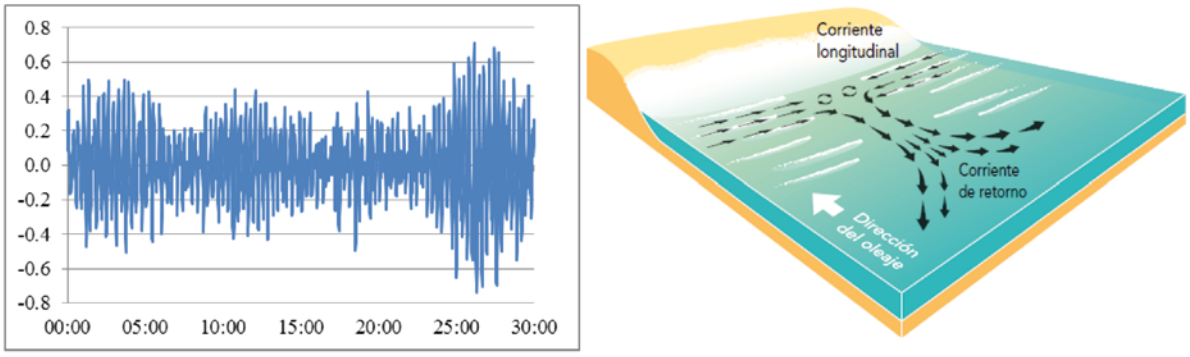
Impactos de las marejadas en la costa

Entre 2013 y 2016 se produjeron los mayores eventos extremos de oleaje por zona de generación de las últimas décadas. El evento del 3 de julio de 2013, generado en el Pacífico Sur produjo daños importantes en porciones de costas abiertas al suroeste a lo largo del país, especialmente en la zona centro norte. El último evento de características similares ocurrió el 25 de julio de 1968 (Araya-Vergara, 1979). Posteriormente el evento del 8 de agosto de 2015, de generación local, afectó principalmente las costas de las regiones de Coquimbo y Valparaíso siendo este evento mucho más notorio por los daños provocados principalmente en Valparaíso y Viña del Mar (Winckler et al., 2017). No se tienen registro de eventos con impactos similares desde el temporal de 10 de agosto de 1965. Finalmente, durante todo el mes de enero de 2016 se produjeron una seguidilla de marejadas provenientes del Pacífico norte en un contexto en el que se hablaba del 'El Niño Godzilla' y en el que la infraestructura costera de la zona central del país aún se encontraba afectada por el evento de 2015.

La ocurrencia de estos eventos permitió observar en poco tiempo una amplia variedad de impactos costeros que incidieron notoriamente en el desarrollo de las diversas actividades costeras de nuestro país. Entre ellos se pueden encontrar fenómenos que diariamente ocurren en playas y costas en general como los grupos de olas y corrientes de retorno; procesos de erosión/acreción de playas; daños en diferentes niveles de infraestructura tanto provisoria como definitiva; y las afectaciones en las actividades socioeconómicas costeras desde el turismo y pesca artesanal hasta la actividad portuaria, el comercio y la circulación vehicular.

Los grupos de olas y corrientes de retorno se producen en general casi bajo cualquier condición de oleaje, no obstante, sus impactos se encuentran vinculados principalmente a la práctica del baño en playas, teniendo una alta incidencia los decesos por ahogamiento (Brighton et al., 2013). Los grupos de olas corresponden a una seguidilla de 3 a 6 olas individuales de altura mayor que aparecen en intervalos irregulares de 2 a 15 minutos (Figura N°8 a) que se alternan con intervalos de oleaje de menor altura, lo que es conocido coloquialmente como 'quedada de mar'. Su ocurrencia se da preferentemente en condiciones de oleaje ordenado, del tipo swell. Por su parte, las corrientes de retorno corresponden a flujos de agua que van desde la playa hacia el mar y tienen una persistencia mayor pero una acotada ubicación (Figura N°8 b).

Figura N° 8
(a) Registro de oleaje de 30 minutos en Puerto Ventanas que muestra la presencia de grupos de olas, (b) Esquema de la formación de una corriente de retorno



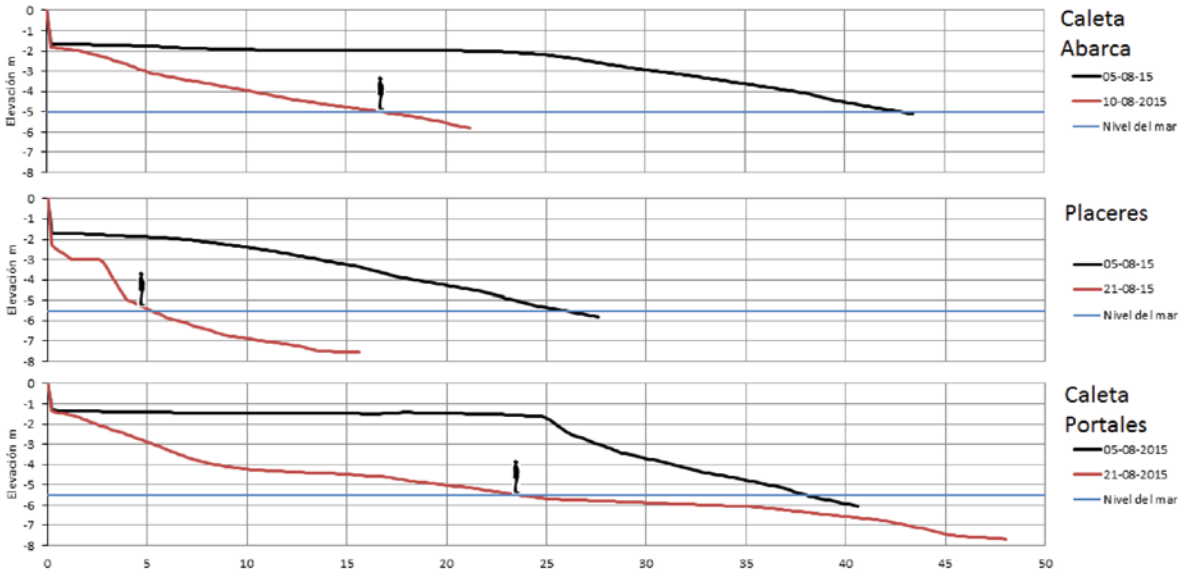
Fuente: (a) datos medidos y figura de elaboración propia, (b) Morales et al. (2020).

En el caso de las playas, el oleaje es el principal agente modelador a través de las marejadas que las erosionan y las condiciones de oleaje habituales que producen acreción. Una playa se erosiona como respuesta ante mayores condiciones energéticas del oleaje, llevando el sedimento a mayores profundidades, lo que a su vez provoca que la rompiente se aleje, produciendo un nuevo estado de equilibrio que limita la acción del oleaje en la zona seca (Morales et al., 2020). Una vez que el evento termina, las condiciones de oleaje habituales de la zona, con menor altura y en general mayor periodo, llevan nuevamente el sedimento hacia la zona seca provocando la acreción. Cada proceso a su vez se desarrolla por espacios temporales distintos, si para el caso de la erosión una marejada puede provocar cambios significativos en días, para que la acreción restaure los niveles previos de arena se requieren meses. De este modo, dada la estacionalidad de las marejadas, usualmente las playas se erosionan en invierno, se recuperan durante primavera y verano y alcanzan sus mayores tamaños en los días previos a la llegada del primer evento de marejadas de la temporada invernal, usualmente entre abril y mayo.

En general la capacidad de respuesta de la playa va a estar condicionada por el volumen de sedimento disponible

y la distancia libre posterior, usualmente, el margen de vegetación que se presenta en playas no intervenidas. Sin embargo, la situación actual de alta intervención de playas en zonas urbanas, sumado a la reducción de aportes sedimentarios de esteros y ríos debido, por una parte, a la sequía que se ha desarrollado durante la última década, y por otro, a la sobreexplotación de áridos en las cuencas para la construcción; son condiciones propicias para que las marejadas provoquen impactos mayores a los observados a mediados del siglo pasado, dada la limitada capacidad de respuesta de las playas.

Figura N° 9.
Erosión producida por el evento del 8 de agosto de 2015 en las playas Caleta Abarca, Caleta Portales y Placeres en la Bahía de Valparaíso. Se coloca persona a escala para referencia



Fuente: Datos medidos y figura de elaboración propia.

En la Figura N°9 es posible notar la erosión producida por el evento del 8 de agosto de 2015 en 3 playas de la bahía de Valparaíso delimitadas por muros en su parte posterior, en cada una de ellas se produjeron erosiones con volúmenes en torno a 30.000 m3 (Molina et al., 2015) y retrocesos verticales y horizontales cercanos a 4 [m] y 30 [m] respectivamente. Manosalva (2018) encontró que los efectos del evento de 2015 en dichas playas persistieron a lo menos hasta inicios de 2018, con baja probabilidad de restauración de los niveles previos en el futuro cercano.

En el caso de la infraestructura costera susceptible de ser afectada por las marejadas, puede ser agrupada en aquellas destinadas a contener el oleaje, como escolleras y muros rompeolas; y aquellas destinadas a otras actividades como habitación, comercio y/o uso en general.

En el caso de escolleras rompeolas, diques, molos de abrigo entre otras su diseño estructural depende de condiciones de oleaje y nivel del mar asociados a una probabilidad de ocurrencia en el sector, usualmente la combinación que ocurre una vez en un intervalo de tiempo definido, denominado periodo de retorno, y que tiene valores que van de 25 a 100 años dependiendo de la relevancia de la obra. Dentro de las consideraciones se busca en primer orden la supervivencia de la obra admitiendo ciertos niveles de daño, y en segundo orden limitar las posibilidades de sobrepaso, generando también algunos límites admisibles teniendo en cuenta factores operacionales como también aquellos vinculados a eventos extremos.

En cuanto a las estructuras generales destinadas a habitación y/o comercio, en general se ubican en zonas resguardadas ya sea por playas, estructuras rompeolas y/o por distancia a la costa, sin embargo, cuando estos elementos de protección son sobrepasados por la magnitud de la marejada se producen daños. Aquí cabe destacar que la magnitud del sobrepaso y del run-up[12] dependen tanto de la altura como del periodo de ola, por lo que ante condiciones de oleaje con periodos mayores a 20 [s] pueden presentarse inundaciones significativas aun cuando las alturas sean comparativamente de baja magnitud con respecto a otros eventos.

En el caso de actividades socioeconómicas como turismo y recreación, deportes náuticos, pesca artesanal, transporte, comercio y actividad portuaria, su desarrollo

12 Elevación de la penetración máxima que una ola alcanza en la costa

se limita o inclusive suspende temporalmente cuando las condiciones de oleaje se incrementan, transformándose en marejadas. Cabe precisar que la limitación o suspensión de las diversas actividades no se producen al mismo tiempo ni con las mismas condiciones de oleaje. Aquellas sumergidas o desarrolladas cerca de la zona rompiente se afectan primero mientras que las que se desarrollan en orilla y las asociadas a la actividad portuaria se afectan con eventos de mayor magnitud. Posteriormente, en condiciones de mayor energía, comienza a afectarse actividades urbanas en zonas próximas a la costa como paseos costeros, calles y avenidas, alterando el desarrollo del comercio, turismo y transporte dada la inundación provocada por el sobrepaso del oleaje de las obras de protección. Así, la alteración de las actividades socioeconómicas es un factor que es notorio a la población en el desarrollo de un evento de marejadas, haciendo con ello necesaria su incorporación en la evaluación de impactos potenciales para un evento próximo que se desarrolle en un determinado sector costero.

Pronóstico de marejadas

En Chile, el Servicio Meteorológico de la Armada es el ente que emite los avisos de marejadas, los cuales publican usualmente 48 horas antes de la fecha estimada del arribo del evento a la costa del país. Los avisos presentan una resolución espacial macrorregional con resolución temporal de días, en el que se indica la dirección de incidencia del oleaje y la altura de ola como descriptor de su magnitud. Para diferenciar los eventos de marejadas que tienen el potencial de generar daños a la infraestructura, se incorpora en 2013 el concepto de 'aviso de marejada anormal.'

De manera complementaria, en la actualidad se disponen de diferentes herramientas de pronóstico gratuito de oleaje entre los que destacan Windy, Windguru, Bouyweather, Magicseaweed entre otras. Si bien dichas herramientas poseen una gran cobertura espacial y potentes recursos visuales, estas no reproducen las condiciones de oleaje costeras en zonas de alta influencia batimétrica y carecen de estudios de validación a partir de mediciones locales.

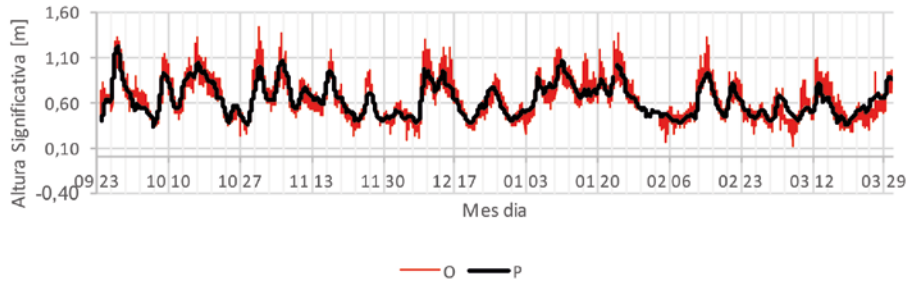
A nivel de instituciones que prestan servicios de pronósticos detallados a nivel costero, destacan a nivel nacional los proyectos AWFOS, SIPROL y el Sistema de Alerta de Marejadas de la Universidad de Valparaíso (MarejadasUV), no obstante, los dos primeros limitan la disponibilidad de información a servicios de pago y la información relativa a validaciones es restringida.

MarejadasUV es un proyecto desarrollado a partir de los resultados obtenidos por la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica en el proyecto FONDEF: Un Atlas de Oleaje para Chile, y su información es completamente públicos en aquellos sectores costeros de libre acceso como playas, paseos costeros, caletas de pescadores entre otras. Los pronósticos de oleaje se obtienen a partir del uso del software Wavewatch III en un dominio que abarca todo el Océano Pacífico y es forzado por los campos globales de viento (Molina et al., 2020). Los espectros de oleaje obtenidos en aguas profundas son transferidos completamente a la costa reconstruyendo el espectro en profundidades de 20m en los sectores costeros en las principales ciudades costeras de Chile[13], los que se extienden para los próximos 7 días con resolución horaria y actualización diaria.

Comparaciones de los pronósticos de MarejadasUV con mediciones costeras dan cuenta de la gran fiabilidad que tiene el sistema en la anticipación de la llegada de eventos de marejadas, como se observa en la Figura N°10 en el caso del puerto de Tocopilla.

13 Ver listado de ciudades disponibles en https://marejadas.uv.cl/index.php/pronosticos

Figura N° 10.
Comparación medición (o) versus pronóstico (p) del Sistema de Alerta de Marejadas en el puerto de Tocopilla entre el 23 de septiembre de 2020 y el 29 de marzo de 2021



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de www.sofarocean.com y marejadas.uv.cl

Los pronósticos de oleaje son combinados con pronósticos de marea, a través de los cuales es posible estimar los potenciales impactos que una marejada puede generar. Atendiendo a este factor, y considerando los diferentes impactos y niveles de severidad que estos pueden tener, en diciembre de 2018 se presenta la propuesta de escala de impacto de marejadas, la cual busca agrupar de una manera comprensible tanto los impactos en las actividades socioeconómicas como en la infraestructura costera (Cuadro N°1).

La escala de impacto propuesta posee un esquema de evaluación cuantitativa que permite su implementación en un sistema de pronóstico (Molina, 2020), por lo cual es implementada en MarejadasUV. Esta herramienta permite comunicar a los usuarios costeros un pronóstico con detalle horario para un sitio específico en una escala de impacto intuitiva (M1 a M5), lo que permite dar una idea de las medidas que se deben tomar para enfrentar un evento que se aproxima, logrando con ello colaborar en la reducción de riesgo de desastre por eventos de marejadas.

Cuadro N° 1.
Propuesta de escala de impacto de marejadas

	Combinación de oleaje y marea...	Descripción general
N OLEAJE NORMAL	que habitualmente se presenta.	Condición en la que se desarrollan las actividades usuales. Las restricciones son las habituales.
N+ OLEAJE FUERTE	más intensa de lo normal, pero menor a una marejada.	Condición en la que actividades usuales en el agua se desarrollan con dificultad, pero que no afecta actividades de orilla o en tierra. Hay mayor restricción de acceso al mar de lo habitual.
M1 MAREJADA CATEGORÍA 1	que es capaz de afectar el normal desarrollo de actividades en el mar.	Condición en la que el ingreso al mar es peligroso y se debe tener precaución en actividades de orilla. Agua sale ocasionalmente en playas.
M2 MAREJADA CATEGORÍA 2	que no permite el desarrollo de actividades en el mar y afecta las actividades costeras.	Condición en la que la realización de actividades costeras es peligrosa. Playas se inundan con frecuencia, se produce erosión de la arena. Agua sobrepasa ocasionalmente y en baja magnitud las estructuras.
M3 MAREJADA CATEGORÍA 3	de similar magnitud al evento máximo que normalmente se presenta cada año.	Condición en la que acercarse a la zona mojada es peligroso. Playas presentan erosión cercana al máximo anual, paseos costeros presentan sobrepasos frecuentes generando inundaciones menores, se producen daños en estructuras frágiles.
M4 MAREJADA CATEGORÍA 4	de similar magnitud a eventos poco frecuentes que pueden generar daños.	Condición en la que la evacuación de la costa es sugerida. Las playas se erosionan más de lo normal, estructuras definitivas sufren daños, agua sale de las fronteras de las playas, se inundan propiedades.
M5 MAREJADA CATEGORÍA 5	de similar magnitud a los eventos históricos que se usan para el diseño de estructuras costeras definitivas.	Condición en la que la evacuación de la costa es necesaria. Estructuras son severamente dañadas o destruidas, sobrepaso persistente genera flujos en paseos y calles, daño importante o destrucción en propiedades.

Fuente: Molina, 2020.

En diciembre de 2020, MarejadasUV se adjudicó el proyecto FONDEF ID20I10404 'Desarrollo de una escala de impacto de marejadas para la comunicación efectiva y la reducción de riesgos de desastres' junto al Servicio Meteorológico de la Armada, ONEMI y la empresa ECOTECNOS S.A. quienes son instituciones asociadas. Este proyecto, que cuenta también con la colaboración de la I. Municipalidad de Viña del Mar, el Cuerpo de Voluntarios de los Botes Salvavidas de Valparaíso, la Capitanía de Puerto de Valparaíso, SERNAPESCA, SUBPESCA, SHOA y la oficina regional Valparaíso de la Dirección de Obras Portuarias, realizará una revisión detallada de la propuesta de escala de impacto y buscará perfeccionar las herramientas de pronóstico de oleaje de MarejadasUV a través de observaciones en terreno en la bahía de Valparaíso y ensayos en laboratorio físico y numérico de la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, que se extenderán durante el 2021 y 2022.

Consideraciones sobre el impacto de las marejadas en la costa

'Las marejadas llegaron para quedarse'. Si bien es cierto que esta frase ampliamente utilizada en el pasado reciente por diversas autoridades es útil para poner énfasis en la necesidad de incorporar las marejadas como factor en la toma de decisiones, sugiere implícitamente que las marejadas son un fenómeno nuevo, lo cual no es correcto. Campos-Caba (2016) realizó una revisión de las marejadas históricas reportadas en diversos medios escritos, encontrado el primero de ellos en 1823 y que se han desarrollado de manera ininterrumpida hasta nuestros días.

Si bien es posible convenir que los impactos de las marejadas han sido más notorios en el pasado reciente, para que ello ocurra no se requiere necesariamente de un incremento en las condiciones de oleaje. El crecimiento económico, urbano y demográfico del país conlleva un incremento en las obras y actividades costeras, lo que aumenta las posibilidades de observar mayores impactos que los que pudieron observarse a mediados del siglo pasado con condiciones de oleaje idénticas. Complementariamente, el aumento de la capacidad de comunicación a través de teléfonos celulares, sumado a la incidencia de las redes sociales, permiten que cada impacto pueda ser documentado y comunicado oportunamente, muy distinto a lo que ocurría en décadas pasadas.

Prueba de ello son los resultados descritos en la Figura N°6, donde se observan tendencias positivas y negativas en la cantidad de eventos de marejadas en la costa de la bahía de Valparaíso. Esto pone de manifiesto que los cambios tendenciales del oleaje no pueden explicar por si solos el incremento en los daños reportados por Capos-Caba (2015), sobre todo si no se realiza mediante una evaluación costera detallada. Este cambio de paradigma pone énfasis en que la reducción futura de los impactos por marejadas puede ser abordada mediante acciones, nacionales y/o locales, que regulen el desarrollo de actividades en la costa tanto en el corto plazo (días) como en el largo plazo (años), ya que la incidencia climática en el proceso no es concluyente.

Otro aspecto que debe ser revisado tiene que ver con el supuesto de que, si hay marejadas, toda la costa se encuentra con marejadas, lo cual no es válido principalmente para sectores costeros con accidentes geográficos que otorgan protección (Molina, 2016), como lo descrito en la Figura N°5. En línea con lo anterior, tampoco es posible asumir que sectores costeros próximos tendrán impactos similares, sobre todo si se analiza dentro de una bahía. Comunas como Tocopilla, Mejillones, Caldera, Coquimbo y La Serena, Los Vilos, Quintero, Valparaíso y Viña del Mar, Talcahuano, Coronel entre otras se encuentran en bahías que están abiertas al noroeste y protegidas de la dirección suroeste, por lo que eventos que provengan del Pacífico Sur afectarán principalmente la zona exterior y la zona norte de la bahía, teniendo escaso impacto en la zona interior. Diferente es el caso de los eventos de generación local (en las comunas del centro y sur) y los que provienen del Pacífico Norte (en las comunas del centro y norte) los cuales por su dirección tienen capacidad de afectar toda la bahía principalmente la zona interior donde usualmente se observan condiciones favorables para el desarrollo de diversas actividades, entre ellas la portuaria.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente además de la variabilidad del oleaje en el territorio nacional, se hace desaconsejable el uso de la altura de ola como descriptor del nivel de severidad de un evento por llegar. El Cuadro N°2 presenta la altura asociada al percentil 95 que puede ser empleado como un indicador potencial de un evento de marejada, y si se emplea la altura de ola 2 [m] para evaluar la severidad de un evento próximo, será posible notar que de los 10 lugares seleccionados en 7 lugares se estaría describiendo un evento de marejadas. De estos, en Lirquén, Caleta Portales y Puerto Angamos la magnitud 2 [m] representan condiciones severas ya que en promedio triplican el valor del umbral que describiría la ocurrencia de una marejada. Por el contrario, la misma magnitud en la Portada de Antofagasta, en el Puerto Exterior de San Antonio y en la playa Maule en Puerto Saavedra representa condiciones menores a lo que se propone como marejada, siendo en este último caso la altura de 2 [m] más cercana a las condiciones de oleaje que usualmente ocurren en el lugar.

Este ejemplo pone en evidencia que usar la altura de ola como descriptor de severidad traspasa al usuario costero la responsabilidad de evaluar el nivel de intensidad

(evaluación cualitativa de impacto) que dicha altura representa en su zona de interés, lo que se vuelve impracticable en el caso de turistas, visitantes y cualquier persona que no posea una experiencia vivencial en la zona. Dado lo anterior una adecuada descripción del nivel de severidad (intensidad) de un evento de oleaje debe tener en cuenta la magnitud de un evento próximo en comparación con las magnitudes que usualmente se presentan en la zona de estudio.

Cuadro N° 2.
Alturas de ola asociada al percentil 95 por sector en profundidades de 20m

Lugar	Comuna	Hs [m]	Lugar	Comuna	Hs [m]
Puerto Tocopilla	Tocopilla	1.00	Reñaca	Viña del Mar	1.74
Puerto Angamos	Mejillones	0.68	Caleta Portales	Valparaíso	0.80
La Portada	Antofagasta	2.42	Puerto Exterior	San Antonio	2.82
Anakena	Rapa Nui	1.65	Lirquén	Penco	0.58
Caleta Papagayo	Quintero	1.57	Playa Maule	Puerto Saavedra	3.91

Fuente: Estudio de condiciones medias de oleaje realizados por el Sistema de Alerta de Marejadas de la Universidad de Valparaíso para operación interna.

Por último, resulta indispensable fortalecer el desarrollo de capital humano avanzado que permita afrontar los desafíos que imponen las marejadas en los diferentes ámbitos de acción: toma de decisiones, sistemas de pronóstico y protección civil, desarrollo de equipamiento e infraestructura, capacitación de la ciudadanía y en el marco regulatorio.

Reflexión final

Aun cuando el oleaje y las marejadas nos han acompañado desde tiempos inmemoriales, su estudio en Chile no es concordante con la extensión de nuestras costas. El desarrollo alcanzado en la materia hasta la primera década del presente siglo ha sido gracias a la contribución de esfuerzos individuales. Luego de ello, el interés por la energía undimotriz y la ocurrencia de grandes eventos extremos de oleaje entre 2013 y 2017 ha impulsado la creación de equipos de trabajo interinstitucionales que han permitido avances significativos a partir de modelos numéricos de reanálisis (pasado) y de pronóstico (futuro cercano).

En cuanto a las mediciones, el país no cuenta con una red permanente ni menos de larga data, observándose esfuerzos de medición esporádicos y atomizados a lo largo de la costa. En el caso del área oceánica, destaca una mayor continuidad en mediciones espectrales en Valparaíso desde el año 2000, mientras que a nivel costero existe una gran cantidad de mediciones de oleaje de un mes de extensión por el desarrollo de proyectos, sin embargo, estos no están sistematizados.

Por su naturaleza, el oleaje es variable tanto en el tiempo como en el espacio. Estos cambios no son solo entre el invierno y el verano o entre Arica y Puerto Saavedra, en solo días un lugar puede pasar de condiciones calmas a presentar oleaje extremo y entre dos zonas de una misma bahía a la misma hora pueden presentarse condiciones de oleaje muy diferentes entre ellas y con respecto a lo que ocurre en el área oceánica. Esta variabilidad requiere un estudio detallado a nivel costero por lo que descripciones generalizadas poseen una acotada contribución en el entendimiento del oleaje de un lugar, sobre todo, para pronósticos de oleaje.

En el caso de los impactos de las marejadas en la costa, la altura de ola no es la única variable relevante, aquí son también importantes el periodo y la dirección del oleaje, el nivel del mar condicionado por la marea astronómica y meteorológica, el tipo de costa y el tipo de infraestructura presente en ella. Así, una evaluación detallada de la triada oleaje - nivel del mar – configuración costera de un punto específico permite identificar los tipos de impactos potenciales que pueden producirse, y su probabilidad si se cuenta con información de varios años.

En la misma línea, la previsión y prevención de impactos por marejadas en un lugar puede ser abordada con acciones individuales y colectivos que apunten a reducir la exposición y vulnerabilidad ante marejadas, a través de una revisión al modo en el que usamos nuestras costas y construimos nuestras infraestructuras. El cambio climático es un factor que está afectando el oleaje, sin embargo, no explica por sí solo el incremento de los impactos por marejadas en el tiempo, por lo que la reducción de riesgo de desastres asociado a marejadas está completamente a nuestro alcance.

Por lo anterior, se requiere la estructuración de una política nacional de uso de la zona costera y un marco normativo que considere la variabilidad de oleaje y de

la costa, que apunte a la construcción de un sistema de medición integral e integrado del oleaje que recoja tanto los esfuerzos estatales como de privados, del mismo modo como se requiere de un incremento en la masa crítica a través de la formación de profesionales que puedan dar respuesta a los desafíos país que se tienen hoy en esta materia. De este modo se podrán abordar de mejor manera las deficiencias identificadas en cuanto a la definición de marejada, la capacidad de pronóstico y su comunicación a la población, la educación en aspectos marítimos de la población misma y el desarrollo de normas adecuadas para el correcto uso y goce de la costa.

Lograr lo anterior permitirá dejar de mirar un borde costero estático para contemplar una zona costera altamente dinámica.

Agradecimientos

A todos aquellos que han contribuido al desarrollo del Sistema de Alerta de Marejadas y al proyecto de monitoreo de playas en la bahía de Valparaíso, en especial a Sebastián Correa, Daphne Vargas, Daniela Manosalva, Daniela Villalobos, Carlos Tapia, Makarena Díaz y Almendra Hermosilla.

Referencias Bibliográficas

ARAYA-VERGARA, J. F. Determinación preliminar de las características del oleaje en Chile central. Museo de Historia Natural, 1971, Vol. 15, N°174, p. 8-12.

ARAYA-VERGARA, J. F. Las incidencias cataclísmicas de las bravezas en la evolución de la costa de Chile Central. Inform. Geogr. Chile, 1979, Vol. 26, p. 19-42.

BEYA, J., y WINCKLER, P. Inundaciones más alá de los tsunamis. Anales del instituto de Ingeniería, 2011, Vol. 125, N°2.

BEYÁ, J., ÁLVAREZ, M., GALLARDO, A., HIDALGO, H., AGUIRRE, C., VALDIVIA, J., PARRA, C., MÉNDEZ, L., CONTRERAS, C., WINCKLER, P., y MOLINA, M. Atlas de Oleaje de Chile. Primera edición. Valparaíso: Universidad de Valparaíso, 2016.

BEYÁ, J., ÁLVAREZ, M., GALLARDO, A., HIDALGO, H., & WINCKLER, P. Generation and validation of the Chilean Wave Atlas database. Ocean Modelling, 2017, Nº116, p. 16-32.

BRIGHTON, B., SHERKER, S., BRANDER, R., THOMPSON, M., & BRADSTREET, A. Rip current related drowning deaths and rescues in Australia 2004–2011, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2013, Vol. 13, p. 1069–1075. DOI: https://doi.org/10.5194/nhess-13-1069-2013

CAMPOS–CABA, R., BEYÁ, J., y MENA, M. Cuantificación de los daños históricos a infraestructura costera por marejadas en las costas de Chile. XXII Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica, 2015.

CAMPOS-CABA, R. Análisis de marejadas históricas y recientes en la costa de Chile. Memoria de título Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso, 2016.

CARVAJAL, M., CONTRERAS-LÓPEZ M., WINCKLER, P., & SEPÚLVEDA I. Meteotsunamis Occurring Along the Southwest Coast of South America during an Intense Storm. Pure and Applied Geophysics. 2017. DOI: 10.1007/s00024-017-1584-0.

CONTRERAS, M., WINCKLER, P., & MOLINA, M. Implicancias de la variación del nivel medio del mar por cambio climático en obras de ingeniería costera de Chile. Anales del Instituto de Ingenieros; Instituto de Ingenieros de Chile: Santiago, Chile, 2012, Vol. 124, p. 54-66.

MANOSALVA, D. Evolución morfológica de las playas Placeres, Caleta Portales y Caleta Abarca, bahía de Valparaíso. Memoria de título Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso, 2018.

MARTÍNEZ, C., CONTRERAS-LÓPEZ, M., WINCKLER, P., HIDALGO, H., GODOY, E., & AGREDANO, R. Coastal erosión in central Chile: A new hazard? Ocean & Coastal Management, 2018, Vol. 156, p. 141-155.

MOLINA M., CONTRERAS, M., SALINAS, S., REYES, M., y WINCKLER, P. Consideraciones sobre las variaciones de mediano y largo plazo del oleaje en el diseño de obras marítimas en Chile central. Anales del instituto de Ingeniería, 2011, Vol. 123, N°3.

MOLINA, M., CAMPOS, R., MANOSALVA, D., BECERRA, D., GÁLVEZ, B., y FRÍAS, G. Efectos de la marejada del 8 de agosto de 2015 en las playas de la bahía de Valparaíso. En: XXII Congreso Chileno de Ingeniera Hidráulica. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2015.

MOLINA, M. Eventos extremos de oleaje para el diseño de obras, ¿evaluar en aguas profundas o en el sitio? VII Seminario Internacional de Ingeniería y Operación Portuaria, SIOP. San Antonio, Chile, 2016.

MOLINA, M. Marejadas (coastal storms) impact scale for warning systems. Coastal Engineering Proceedings, 2020, Vol. 36, N°44. DOI: https://doi.org/10.9753/icce.v36v.management.44

MOLINA M., CORREA, S., PARRA, C., TAPIA, C., VARGAS, D., VILLALOBOS, D., PINTO, F., HERMOSILLA, A., y VÁSQUEZ, M. Implementación de un sistema de alerta de marejadas con propuesta de categorización para aviso público. XXIV Congreso Chileno De Ingeniería Hidráulica, Modalidad Virtual por pandemia, 2020.

MORALES, E., WINCKLER, P., y HERRERA, M. Costas de Chile. Medio Natural, Cambio Climático, Ingeniería Oceánica, Gestión Costera. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Valparaíso, 2020, 182 p.

NOAA S. F. Potencial de Inundación por la Marejada Ciclónica, Guía para Administradores de Emergencia. Disponible en: https://www.nhc.noaa.gov/surge/PotentialStormSurgeTips-em-spanish.pdf

ONEMI. Previene, infórmate y prepárate: Marejadas. Díptico informativo sobre marejadas, 2017. Disponible en: http://www.repositoriodigitalonemi.cl/web/handle/2012/1791

PASKOFF, R. Capítulo 9.1: Geomorfología de la costa de Chile. En. Geología marina de Chile. DÍAZ-NAVEAS, J., FRUTOS, J., 2010.

PUELMA, A., VÁSQUEZ, J., y GUERRERO, F. Marejadas costa afuera, pronósticos de oleaje local y cierres de puerto. VII Seminario Internacional de Ingeniería y Operación Portuaria, SIOP. San Antonio, Chile, 2016.

RODRÍGUEZ, J. A. Fenómeno oceánico ocurrido en la costa Norte. Anuario Hidrográfico Marítimo de Chile, 1937, N°36, p. 169-179.

SANTIBÁÑEZ, J. Una braveza de mar en la costa de Chile. Anuario Hidrográfico Marítimo de Chile, 1928, N°34, p. 615-656.

SHOA. Pub. SHOA Nº3202 Instrucciones Oceanográficas Nº2 "Método Oficial para el Cálculo de los valores no Armónicos de la Marea" 2ª edición, 1999.

SHOA. Pub. SHOA Nº3201 Instrucciones Oceanográficas Nº1 "Especificaciones Técnicas para mediciones oceanográficas" 4ª edición, 2019.

SIERVERS, H. La Oceanografía en Chile. Historia de un desarrollo imperativo. Comité Oceanográfico Nacional, 2018.

WINCKLER, P., CONTRERAS-LÓPEZ, M., CAMPOS-CABA, R., BEYA, J., y MOLINA, M. El temporal del 8 de agosto de 2015 en las regiones de Valparaíso y Coquimbo, Chile Central. Latin American Journal of Aquatic Research, 2017, Vol. 45, N°4, p. 622-648. DOI: 10.3856/vol45-issue4-fulltext-1

4.2.

Impactos del cambio climático en la costa de Chile

Climate change impacts along the Chilean coast

Patricio Winckler Grez[1,2,3], César Esparza Acuña[4], Javiera Mora González, Roberto Agredano Martín[5], Manuel Contreras-López[1], Cristián Larraguibel González[6], Oscar Melo Contreras[7]

RESUMEN

Este capítulo ilustra los impactos del cambio climático a lo largo de la costa chilena, con base en el marco conceptual del IPCC. Como ejemplos, se exploran los impactos en (i) la infraestructura mediante la cota de inundación y el sobrepaso de oleaje, (ii) el tiempo de inactividad operativa en los puertos y (iii) la erosión de playas. Para estos sistemas, el clima de oleaje y el nivel del mar se calculan para un período histórico (1985-2004) y para proyecciones de mediados (2026-2045) y fines de siglo (2081-2100) para el escenario RCP 8,5. En cuanto a los impactos en la infraestructura, a mediados de siglo el sobrepaso de oleaje aumentará levemente en los puertos del norte mientras que en los del sur se reducirá ligeramente. Sin embargo, para finales de siglo, el sobrepaso aumentará en toda la región, impulsado por el aumento del nivel del mar. El análisis histórico en 45 playas muestra que el 80% de ellas presentaron erosión, tendencia que se acentuará a medida que avance el siglo. Mientras que la erosión media proyectada a mediados de siglo es moderada (>13 m), esta será drástica a fines de siglo (>53 m) e impulsada principalmente por el aumento del nivel del mar (0,58 ± 0,25 m). Por otra parte, la operatividad portuaria mejorará en algunos puertos y en otros empeorará a mediados de siglo, mientras que, para finales de siglo, todos los puertos mejorarán su operación producto de la migración al sur del sistema climático.

Palabras clave: erosión, operación portuaria, infraestructura costera, oleaje, nivel del mar.

ABSTRACT

This chapter illustrates the impacts of climate change along the tectonically active chilean coast, based on the conceptual framework of the IPCC. As examples, impacts in infrastructure, operational downtime in ports and shoreline erosion are explored. For these systems, wave climate and mean sea level for a historical period (1985-2004), mid-century (2026-2045) and end-of-century projections (2081-2100) are computed for the RCP 8,5 scenario. As for impacts on infrastructure, by mid-century wave overtopping will slightly increase in northern ports while in southern ports it will be slightly reduced due to milder waves. By the end-of century, however, overtopping will increase in the whole region, driven by sea-level rise. The historical analysis shows that 80% of analyzed 45 beaches presented erosion, trend which will continue to be moderate by mid-century (>13 m) and will significantly increase by the end-of-century (>53 m) mainly driven by sea-level rise (0,58±0,25 m). In other terms, port operation will improve or worsen in some ports by mid-century while by the end-of-century, all ports will improve their operation due to the southward shift of the climatic system.

Key words: beach erosion, port operation, coastal infrastructure, wave climate, sea-level rise.

1 Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso.
2 Centro de Observación Marino para Estudios de Riesgos del Ambiente Costero (COSTAR).
3 Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN).
4 Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile.
5 Departamento de Obras Civiles, Universidad Católica del Maule.
6 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
7 Centro Interdisciplinario de Cambio Global, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Introducción

El sistema climático del planeta se compone de varios subsistemas entre los que destacan la atmósfera, la hidrósfera, la criósfera y la biosfera, a los que se suman también la litósfera y lo que se conoce hoy en día como tecnósfera que surge de la capacidad del ser humano para alterar los ciclos naturales (Zalasiewicz et al., 2017; Herrmann-Pillath, 2018). Los procesos que se dan en la capa inferior de la atmósfera se vinculan con los procesos costeros a través de las cuencas hidrográficas y ríos que transportan sedimentos, nutrientes y aguas provenientes de los deshielos en la cordillera de Los Andes, permitiendo así las ocupaciones humanas y actividades económicas en la costa chilena (Figura N°1). En el último quinquenio se ha generado gran cantidad de información científica sobre las amenazas e impactos en una diversidad de sistemas humanos y naturales que se emplazan en esta costa. Estas amenazas son de índole geofísico (terremotos y tsunamis), meteorológico (marejadas, meteotsunamis y mareas meteorológicas), climático (aumento del nivel del mar) o antropogénico (cambio de uso de suelo) y actúan en distintas magnitudes y escalas espacio-temporales.

La combinación de estas amenazas, junto con la influencia de la marea astronómica y de la geomorfología costera, definen la naturaleza del sistema litoral (Winckler, 2020). La costa chilena es muy variada y se compone de humedales, estuarios, dunas, plataformas de abrasión, playas, acantilados, fiordos y canales que responden de forma dispar a estas amenazas. Por otra parte, los impactos sobre los sistemas humanos son también de diversa naturaleza y abarcan la inundación de asentamientos costeros, efectos sobre la operación de puertos y caletas pesqueras, efectos sobre la actividad turística por pérdida de playas, daños sobre obras portuarias, costeras e industriales, intrusión salina en acuíferos y afectaciones de zonas con patrimonio cultural y natural. El estudio de estas amenazas es fundamental para resguardar la seguridad de los asentamientos humanos, reducir los impactos en las obras costeras y garantizar la continuidad, el desarrollo y adaptación de la industria portuaria, turística y de la pesca artesanal.

Figura N°1.
El sistema planetario se compone de la atmósfera, la hidrósfera (océanos, lagos y ríos), la criósfera (nieve y masas de hielo), la biosfera (biosistemas marinos y terrestres), la litósfera (superficie sólida) y la tecnósfera. Se ilustra la costa chilena y las desembocaduras de grandes ríos del centro-sur de Chile

Fuente: Elaboración propia.

Afortunadamente, los impactos físicos del cambio climático en nuestras costas han sido estudiados por una veintena de investigadores. El primer esfuerzo sistemático en esa línea se presenta en el estudio Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile[8] (MMA, 2019), en adelante CCCostas, que evaluó la amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo de los sistemas humanos y naturales ubicados en 100 comunas costeras de Chile continental, 2 comunas insulares (Rapa Nui y el Archipiélago Juan Fernández) y 4 comunas interiores que por su cercanía y baja elevación son influenciadas por el mar. El estudio evalúa el riesgo a medio siglo (2026-2045) para el escenario RCP 8,5 respecto de una ventana histórica (1985-2004) en sistemas como las playas, humedales, puertos y caletas de pescadores. Basándose en las proyecciones de CCCostas, el Atlas de Riesgos Climáticos[9] (MMA, 2020; Winckler et al., 2020a) define mapas de amenaza, exposición, susceptibilidad y riesgos para Chile continental en una plataforma web orientada al diseño de políticas públicas. En particular, se analizan las cadenas de impacto para 546 caletas pesqueras, 8 puertos estatales, 45 playas y 426 asentamientos costeros mediante valores normalizados, cuyo objetivo es jerarquizar aquellas unidades que requieren mayor atención. Recientemente, CEPAL (2021) impulsó un estudio para medir los costos de la inacción frente al cambio climático en Chile. En este estudio se abordó la evaluación del impacto económico del cambio climático en diversos sectores del país, entre ellos puertos estatales y playas, para proyecciones a mediados (2026-2045) y fines de siglo (2081-2100) asociadas a un escenario RCP8,5, respecto de un período histórico (1985-2004), complementando así el estudio CCCostas. Las lecciones recogidas de estos tres estudios se sintetizan en este capítulo. El capítulo "Adaptación al cambio climático en las costas de Chile" (Winckler, 2021) complementa los contenidos abordados en este capítulo.

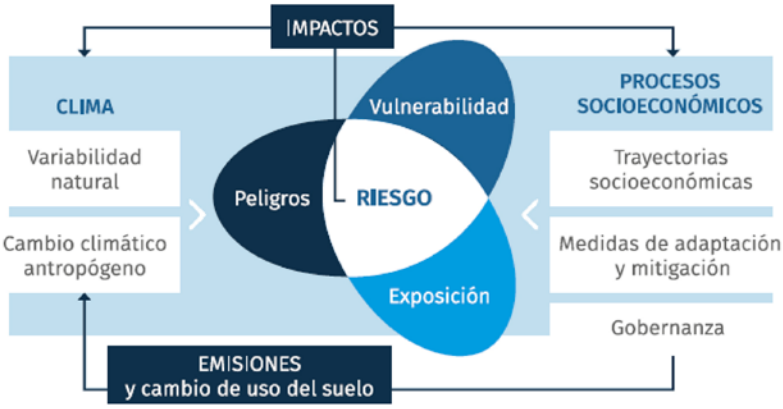
Marco conceptual

El clima es usualmente definido como la descripción estadística del tiempo atmosférico (y oceanográfico debido al acople entre ambos sistemas), en términos de valores medios y variabilidad, de cantidades como temperatura, precipitación, viento y presión atmosférica. Según la Organización Meteorológica Mundial, treinta años constituyen un período normal para la estimación del clima en una localidad. Por su parte, el cambio climático corresponde al cambio que se manifiesta como alteraciones en los valores medios o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste por décadas o más. Desde el inicio de la revolución industrial, el drástico calentamiento de la atmósfera ha generado cambios mucho más acelerados que aquellos ocurridos desde la aparición del ser humano en el planeta (Lovelock, 2007). Dado que la atmósfera y el océano son fluidos en estado gaseoso y líquido, respectivamente, intercambian masa, energía y momentum en forma permanente. Luego, es esperable que los cambios en la atmósfera repercutan en variables como el clima de oleaje, las corrientes, el nivel del mar, la marea meteorológica y los meteotsunamis (Carvajal et al., 2017, 2020; Winckler et al., 2020b). A modo de ejemplo, el patrón de temperatura condiciona los campos de presión atmosférica y viento que activan las mareas meteorológicas. El oleaje y las corrientes superficiales oceánicas, por su parte, se generan producto del forzamiento del viento en la superficie del océano. El aumento de la temperatura, asimismo, es causante de la expansión térmica del océano y del derretimiento de los glaciares, que en conjunto explican el aumento del nivel del mar. Existen también otras variables como la marea astronómica, los terremotos y los tsunamis, que, aunque en principio no son sensibles al cambio climático, contribuyen a los impactos sobre el sistema costero.

En la literatura existen muchas definiciones de las componentes del riesgo. No obstante, en la evaluación del riesgo asociado al cambio climático es usual utilizar aquella propuesta por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2014), que se basa en la evaluación de los tres elementos que definen el riesgo: los peligros (también denominados como amenazas por algunos autores), la exposición y la vulnerabilidad (Figura N°2). La exposición corresponde a la presencia de personas, medios de subsistencia, especies, ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales, infraestructura, activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados. En este capítulo, la exposición (sección 3) se define como aquellos sistemas ubicados bajo los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm), cota definida en la literatura como *low elevated coastal zones* (McGranahan et al., 2007). La amenaza es un proceso físico que puede ocasionar impactos a la salud, daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales, económicos o ambientales. En los sistemas costeros, estas amenazas se atribuyen a cambios en el nivel del mar y a las marejadas, que, junto a otras variables como la marea astronómica, definen la cota de inundación de sectores bajos (sección 4). La vulnerabilidad es la propensión de un sistema a ser afectado negativamente y se divide en la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación. Finalmente, el riesgo contempla estas tres componentes y su definición específica depende del sistema de interés y la disciplina desde la cual se evalúe.

8 https://cambioclimatico.mma.gob.cl/publicaciones-destacadas/
9 https://arclim.mma.gob.cl/

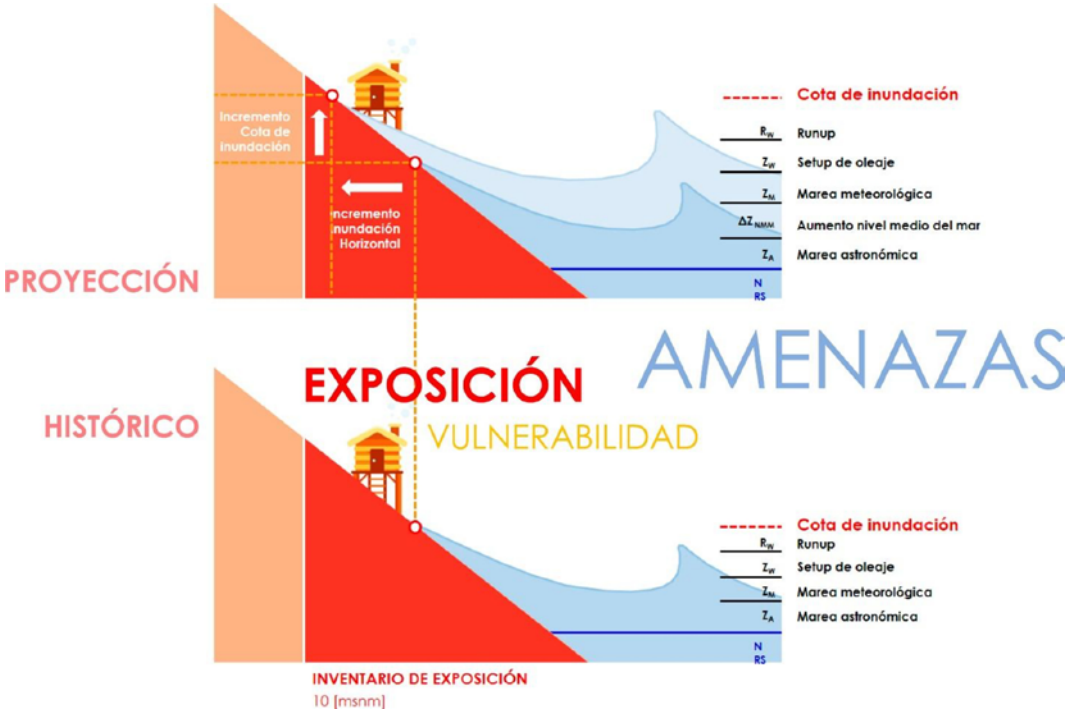
Figura N°2.
Modelo conceptual del riesgo de cambio climático



Fuente: IPCC (2014).

La Figura N°3 muestra, a modo de ejemplo, los componentes del riesgo de inundación de asentamientos costeros para un período histórico y para una proyección; el cambio entre ambos períodos se atribuye a cambios del clima en el largo plazo.

Figura N°3.
Modelo del riesgo de inundación costera. La amenaza se calcula mediante la cota de inundación, que surge de la superposición del runup y setup de oleaje, la marea astronómica y la marea meteorológica. La exposición se define por aquellos elementos ubicados bajo los 10 msnm. La vulnerabilidad depende de la propensión de un sistema, representado por una casa, a ser afectado negativamente



Fuente: Elaboración propia.

Exposición de la costa chilena

El primer paso para evaluar el riesgo de un sistema es, justamente, caracterizarlo. Para ello, abordamos en 2018 el desafío de elaborar un catastro de aquellos sistemas ubicados en los primeros 10 msnm que, luego de un proceso de estandarización, quedó plasmado en un SIG[10] del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2019, Vol.2). El inventario contiene 18.376 entradas, separadas en 6 categorías (población, infraestructura, equipamiento, economía, sistemas naturales y otros), subdivididas a su vez en 76 tipos de entidades. Los datos son sorprendentes: de acuerdo al censo de 2017, el inventario identifica un total de 972.623 personas habitando en los primeros 10 msnm, en el litoral de Chile. En dicha área se ubican 546 caletas pesqueras, 1.692 humedales, 256 campos dunares, 1.172 playas, 156 lugares de interés para la biodiversidad, 1.198 equipamientos (colegios, jardines infantiles y carabineros, entre otros), 171 terminales marítimos, 475 elementos de infraestructura costera y 477 asentamientos. El estudio concluye, a partir de un índice comunal de exposición, que las comunas más expuestas son Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Valparaíso, Pichilemu, Talcahuano, Coronel, Arauco, Puerto Saavedra y Valdivia, además de las comunas insulares de Rapa Nui y el Archipiélago Juan Fernández.

Amenazas costeras

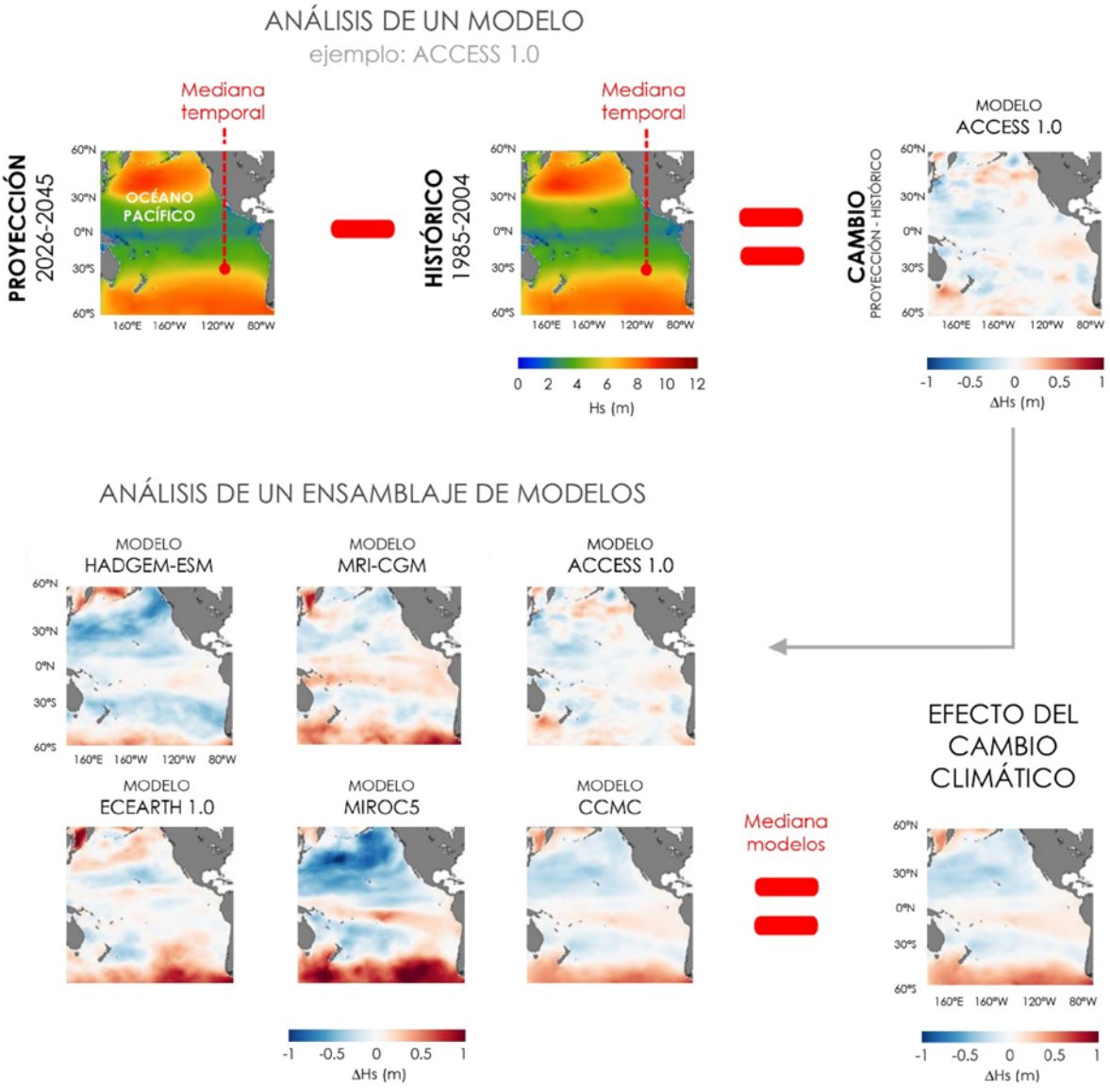
El análisis de las amenazas costeras se centra en los cambios de las variables relevantes entre un período histórico y proyecciones a diferentes horizontes. En este estudio, se modela el nivel del mar medio mensual y el oleaje cada 3 horas para el período histórico (1985-2004) y proyecciones a medio siglo (2026-2045) y fin de siglo (2081-2100) a partir de Modelos de Circulación General (GCM) que reproducen los procesos físicos, termodinámicos y químicos del sistema climático. Los GCM se encuentran bajo el *Coupled Modeling InterComparison Project 5* CMIP5 (Taylor et al., 2012), proyecto que permite que diversos centros efectúen simulaciones considerando la estandarización de metadatos, condiciones iniciales, parametrizaciones físicas y trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero (*Representative Concentration Pathways*, RCP) definidas sobre supuestos de crecimiento de población, producción de energía, alimentos y uso de la tierra (IPCC, 2014). El escenario se nombra según el forzamiento radiactivo alcanzado el año 2100[11]. En este capítulo se utiliza el escenario de emisiones RCP 8,5, correspondiente a una condición *business as usual*, en ausencia de una rigurosa mitigación climática (Riahi et al., 2011).

Para cada RCP, las proyecciones se definen a partir del ensamblaje de varios GCMs, que responden a diferentes condiciones iniciales y parametrizaciones de ciertos fenómenos físicos. La Figura N°4 ilustra el procedimiento de cálculo para la generación de oleaje a partir de 6 GCMs. Este procedimiento se repite para el nivel medio del mar, pero con un intervalo temporal a nivel mensual, una resolución espacial del orden de 1° y 20 GCMs (MMA, 2019, Vol.1).

10 https://ide.mma.gob.cl/ bajo el link "cambio climático".
11 e.g., ~8,5 W/m^2 para el escenario RCP 8,5.

Figura N°4.

Cálculo del efecto del cambio climático del oleaje para el escenario RCP 8.5 (2026-2045) respecto del período histórico (1985-2004). Arriba se muestra la mediana temporal de la altura significativa del oleaje Hs en todo el Océano Pacífico de un GCM (ACCESS 1.0) para el período histórico, la proyección y la diferencia atribuida al cambio climático. Abajo se muestra la diferencia entre medianas para 6 GCMs (ACCESS 1.0, CMCC, EC-EARTH 1.0, MIROC5, MRI-CGM y HADGEM), a partir de la cual se calcula la mediana



Fuente: Elaboración propia.

Oleaje

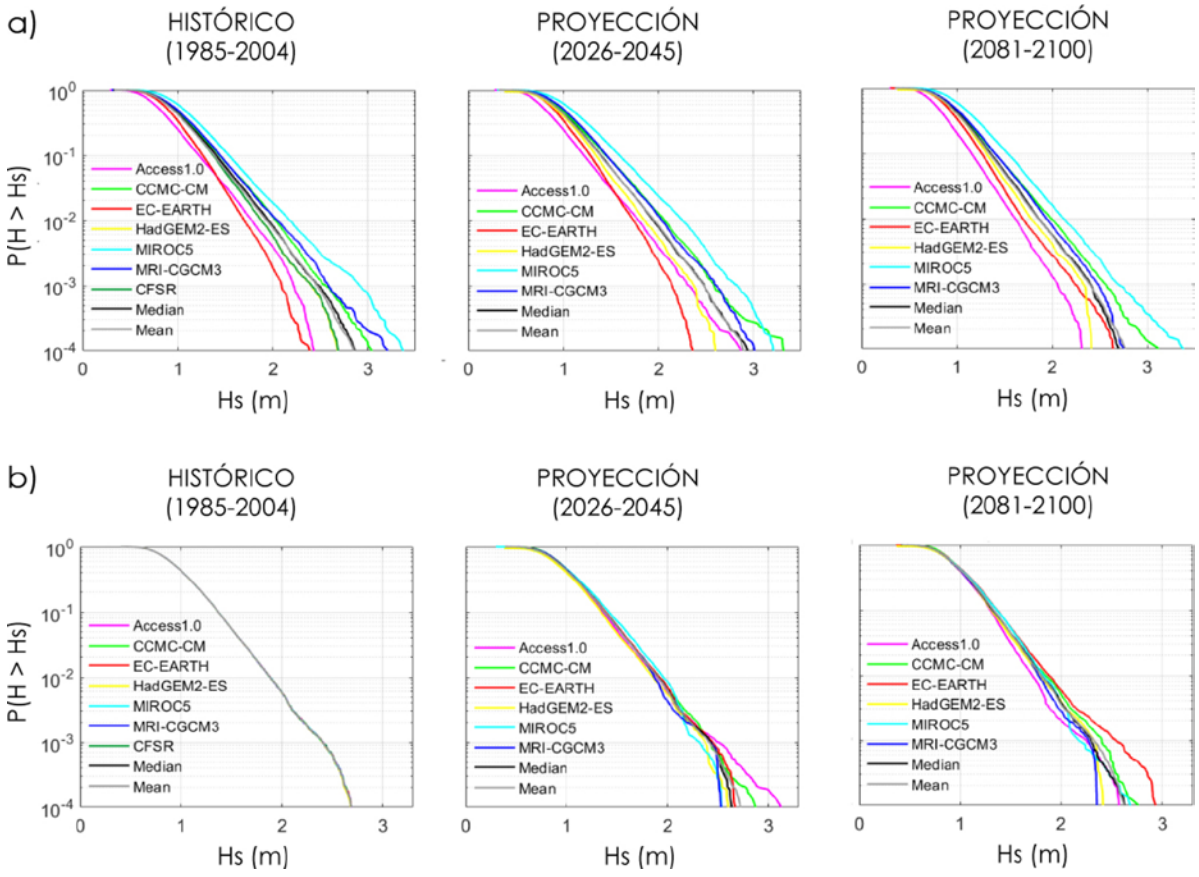
Dado que la costa chilena se encuentra expuesta al Océano Pacífico, el oleaje es el principal agente que modela los procesos litorales. Es frecuente encontrar estados de mar compuestos por múltiples sistemas de oleaje, los cuales inciden desde distintas direcciones alturas, periodos y contenido espectral (Beyá et al., 2016, 2017). En la costa de Chile continental, el clima de oleaje se encuentra dominado por los vientos asociados a la actividad ciclónica extratropical entre las latitudes 35°S a 60°S. El oleaje generado en dicha región se propaga a través del océano Pacífico, arribando a las costas como mar de fondo (*swell*). Durante el invierno meridional, el Anticiclón Subtropical del Pacífico Sudeste migra en promedio desde los 33°S a los 27°S, condición que favorece el desplazamiento de ciclones extratropicales hacia latitudes más bajas, los cuales en casos extremos alcanzan la zona central de Chile con intensos vientos y olas de varios metros de altura. Este tipo de oleaje se le denomina mar de viento (*wind sea*). Durante el verano meridional se forman centros de baja presión frente a las Islas Aleutianas, los cuales generan olas que se propagan a lo largo del Océano Pacífico y arriban en verano a las costas de Chile con períodos altos y alturas relativamente bajas (Martínez et al., 2018). Este tipo de oleaje, es de particular importancia para puertos que se encuentran expuestos al noroeste, como aquellos ubicados en la bahía de Mejillones. Las islas oceánicas del archipiélago Juan Fernández, Rapa Nui e Islas Desventuradas se encuentran expuestas a todo el rango de direcciones del oleaje.

Harley (2017) define una marejada como una perturbación en las condiciones marítimas y meteorológicas que tiene el potencial de alterar significativamente la morfología costera respecto de su condición normal y exponer la costa al oleaje, las corrientes y/o inundación. Las marejadas se asocian con el paso de ciclones tropicales o extratropicales de generación local o distante, y pueden coincidir con vientos fuertes y precipitaciones que contribuyen a generar impactos adicionales sobre los sistemas costeros. Las marejadas condicionan la operatividad portuaria, además de influenciar el diseño de obras marítimas.

Las marejadas han causado daños a la infraestructura costera más de 200 veces desde 1823 (Campos-Caba, 2016) y se ubican como el tercer desastre de origen natural en términos de daños en el país, después de los terremotos y tsunamis (EMDAT, 2017). En los últimos años se ha producido un aumento importante en la frecuencia de las marejadas que han afectado la costa de nuestro país (Winckler et al., 2020b), produciendo inundaciones costeras (Beyá y Winckler, 2012), daños a la actividad turística (Igual et al., 2019), erosión costera (Agredano et al., 2017; Ibaceta et al., 2017; Molteni et al., 2017; Martínez et al., 2018), daños en la infraestructura (Carvajal et al., 2017; Winckler et al., 2017) y un aumento de los cierres de puertos (Carvajal et al., 2021). Estos impactos son bastante localizados, incluso dentro de una bahía como la de Valparaíso (Esparza y Winckler, 2017). El aumento de la frecuencia e intensidad de las marejadas en los últimos años, junto con el incremento en la demanda de infraestructura costera y el eventual cambio del nivel del mar, aumentan el riesgo en una zona que ha experimentado una intensa urbanización. En términos históricos, Martínez et al. (2018) mostraron que las marejadas aumentaron en el siglo XXI frente a Valparaíso, tendencia que fue generalizada por Winckler et al. (2020) para todo el país, quienes calcularon un aumento de 0,1 a 0,3 marejadas más por año entre 1980 y 2015, dependiendo de la latitud. Asimismo, para dicho período se observó un giro al sur de entre 2° y 3° en la dirección del oleaje en aguas profundas, probablemente asociados a la migración al sur del Anticiclón del Pacífico Sur (Aguirre et al., 2018).

Las proyecciones del clima de oleaje bajo un contexto de cambio climático se efectúan en este capítulo a partir de los campos de viento superficiales globales y concentraciones de hielo marino disponibles en seis GCM correspondientes al escenario RCP 8,5 (Figura N°4). Estas variables se usan para forzar el modelo espectral WWIII (Tolman, 2019) que se basa en un balance entre la evolución de la energía y términos asociados al crecimiento y disipación del oleaje (Ardhuin et al., 2010) en todo el Océano Pacífico. El forzamiento se efectúa en forma independiente para cada GCM y luego requiere de una corrección por sesgo (Lemos et al., 2020), de modo de que para el período histórico (1985-2004) exista coincidencia entre todos los GCM con un modelo validado. A modo de ejemplo, la Figura N°5 muestra la estadística de altura significativa del oleaje (*Hs*) en Antofagasta, expresada mediante curvas de excedencia, para el período histórico y las proyecciones a medio y fines de siglo (a) previo y (b) luego de aplicada la corrección por sesgo, siguiendo el esquema de la Figura N°4. En la Figura N°5 b se concluye que la altura significativa, y por ende la potencia de las marejadas, se incrementará a mediados de siglo y tenderá a reducirse a fines de siglo.

Figura N°5.
Curvas de excedencia de los GCM y la mediana de la altura significativa (Hs) para el período histórico (1985-2004), la proyección a medio siglo (2026-2045) y fin de siglo (2081-2100) en Antofagasta. Se muestran los modelos sesgados en (a) y los modelos corregidos por sesgo en (b), aplicando la metodología de Lemos et al. (2020). La mediana y la media, tanto histórica como para las proyecciones, se incluyen en líneas negra y verde oscuro, respectivamente. Notar que la corrección por sesgo implica que, para el período histórico, todas las curvas coinciden con un modelo validado, en este caso el CFSR

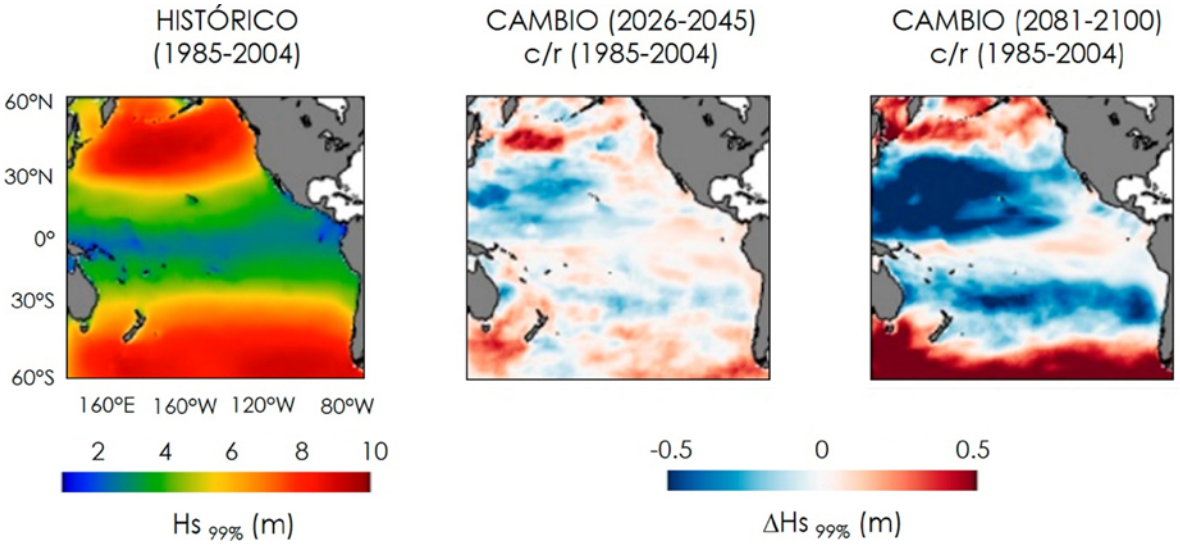


Fuente: Elaboración propia.

Este análisis puntual puede extenderse a todo Chile, a objeto de comprender los cambios latitudinales en el régimen de oleaje. La Figura N°6 presenta los cambios en el percentil 99 de *Hs* asociados a las proyecciones de medio y fin de siglo en el Océano Pacífico. Para medio siglo, en las costas de Chile, *Hs* presentará un incremento en las latitudes por sobre los 50°S, una leve reducción en latitudes medias (35°S a 45°S) y un leve aumento en el norte. Estos cambios se deben fundamentalmente a que el cinturón de vientos del oeste del Pacífico, principal fuente de generación de oleaje en las costas de Chile, se trasladará gradualmente a latitudes más altas. Para fin de siglo, *Hs* presentará un patrón de cambios similar pero más pronunciado al proyectado para medio siglo.

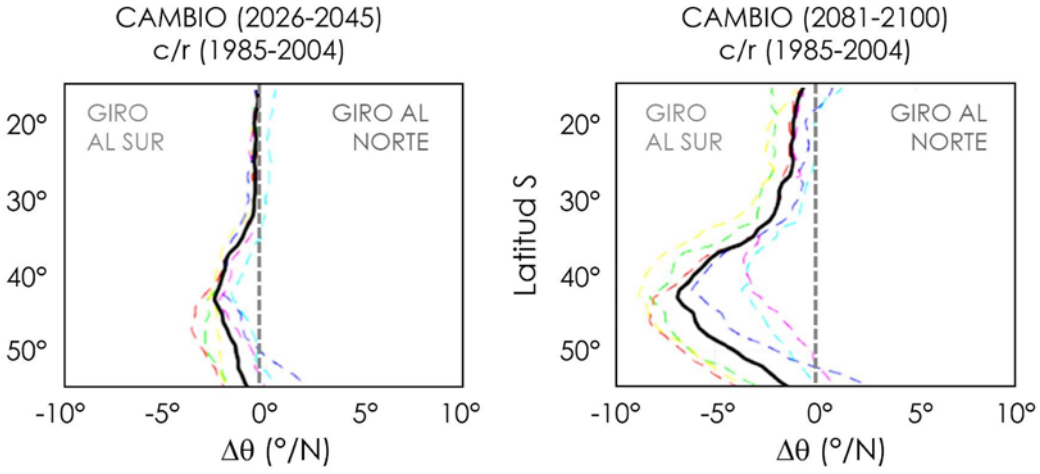
Siguiendo un procedimiento similar, CEPAL (2020) concluye que la migración hacia el polo del Anticiclón del Pacífico Sur (Rykaczewski et al., 2015) se traducirá en un aumento muy leve del período del oleaje, debido a que la zona de generación será más remota y por ende el oleaje arribará a las costas de Chile en forma más desarrollada. Adicionalmente, la traslación hacia el Sur de estos vientos inducirá un giro al sur del oleaje, con magnitudes de ~3° y ~7° para medio y fin de siglo, respectivamente (Figura N°7). Esto podría inducir cambios morfológicos en las playas, afectar a las obras marítimas y a la operatividad de los puertos expuestos al Océano Pacífico.

Figura N°6.
Campos de altura significativa de oleaje (99%) para el período histórico (1985-2004) y cambios para la proyección a medio siglo (2026-2045) y fin de siglo (2081-2100), ambos relativos al período histórico



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°7.
Cambios en dirección (50%) para las proyecciones a medio (2026-2045) y fin de siglo (2081-2100). Las medianas se denotan en negrita y los modelos en líneas de colores



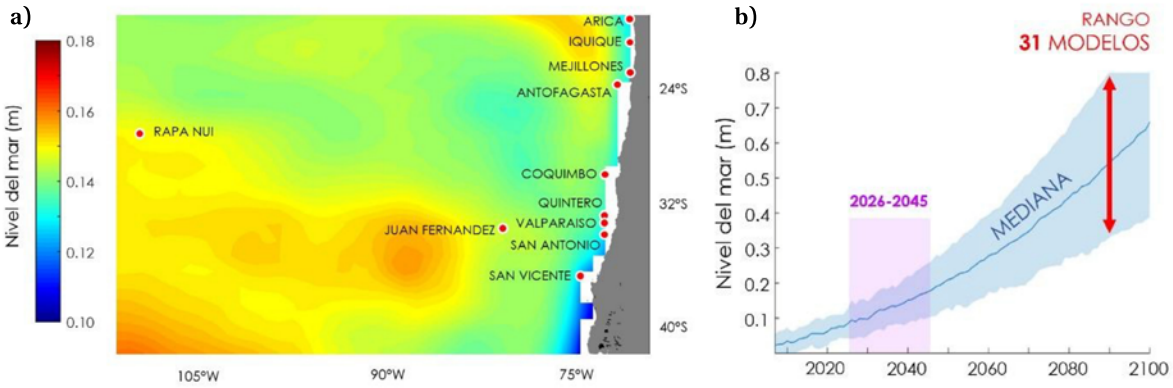
Fuente: Elaboración propia.

Nivel medio del mar

El nivel medio del mar corresponde al promedio de la superficie del agua en un tiempo relativamente prolongado. Su expresión física sería la del plano que adoptarían las aguas en reposo, depurada la acción de otras oscilaciones de período inferior al mes (e.g. marea astronómica, oleaje, marea meteorológica, meteotsunamis y ondas infragravitatorias), que han sido poco estudiadas en Chile, con la excepción de los estudios de Carvajal et al. (2017, 2021). Existen fenómenos como el cambio climático, la variabilidad climática[12] y la estacionalidad que también modifican el nivel del mar a diferentes escalas de tiempo. Esta variable se analiza mediante el nivel medio del mar relativo (NMMR) y el nivel medio del mar absoluto (NMMA). El NMMR se obtiene mediante registros de mareógrafos e incluye tanto las variaciones del nivel del mar como del fondo marino causadas por la actividad tectónica. El NMMA, medido desde satélites o calculado mediante modelos, sólo contempla las variaciones del nivel del mar respecto del centro de la tierra. En términos históricos, Winckler et al. (2020b) analizaron el NMMR a partir de registros de 11 mareógrafos con más de 30 años de data. El estudio muestra que no existe una tendencia clara de aumento en Chile, lo que puede atribuirse a las deformaciones de la corteza producto de distintos procesos tectónicos asociados al ciclo sísmico. En particular, en el norte el litoral estaría ascendiendo a tasas más altas que el nivel del mar, dando como resultado un aparente descenso del mar con respecto a la tierra. Los cambios del NMMR varían entre –5 mm/año en Puerto Montt y 5 mm/año en San Antonio, lo que corrobora que el efecto del cambio climático es comparable con aquellos asociados a la subsidencia o solevantamiento costero en el período intersísmico.

Siguiendo una metodología similar a la del oleaje (Figura N°4), en el proyecto CCCostas (MMA, 2019, Vol.1) se calcula el NMMA a partir de 20 GCMs disponibles en el Océano Pacífico. Estos GCM son parte del proyecto de CMIP5 (Taylor et al., 2012), cuya base de datos de la altura de la superficie del mar (SSH) es accesible en CMIP5 (2020). A partir de un proceso de interpolación a 5 km a lo largo de la costa, el estudio concluye que, a mediados de siglo (2026-2045), en Chile continental, Rapa Nui y Juan Fernández, se espera un ascenso del nivel del mar de 0,15 a 0,18 m, con un rango de incertidumbre de ± 0,1 m para la proyección a medio siglo (Figura N°8a). Las proyecciones a fin de siglo, no obstante, reflejan aumentos del orden de 0,6 ± 0,3 m sin reflejar una variación latitudinal notoria (Figura N°8b). Estos resultados son coherentes con los escasos estudios disponibles (Albrecht y Shaffer, 2016), aun cuando no sean metodológicamente equivalentes.

Figura N°8.
a) Incremento del NMMA de la mediana de la proyección de medio siglo (2026-2045) respecto de la mediana del período histórico (1986-2005) a partir de 20 modelos del CMIP5 para el escenario RCP 8,5. Los puntos rojos corresponden a los nodos más cercanos a los puertos. b) Proyecciones durante el siglo 20 en Valparaíso (MMA, 2019; Vol.1)



Fuente: Elaboración propia.

Estas proyecciones de nivel del mar no consideran la subsidencia o solevantamiento costero, que son comparables e incluso superiores a los cambios asociados al cambio climático. De hecho, las tasas futuras de cambio del NMMR debieran incluir deformaciones corticales del terreno producto del ciclo sísmico (Contreras et al., 2017; Montecino et al., 2017; Winckler et al., 2020).

12 La variabilidad climática se manifiesta mediante procesos cíclicos irregulares como ENSO (*El Niño Southern Oscillation*), SAM (*Southern Annular Mode*), y PDO (*Pacific Decadal Oscillation*).

Cota de inundación

Existe una amplia variedad y complejidad de fenómenos meteo-oceanográficos que impactan la costa. Uno de estos fenómenos, por ejemplo, es la inundación de sectores bajos, cuyos efectos en la costa chilena son analizados en MMA (2019, Vol. 3). Este fenómeno puede medirse, por ejemplo, mediante la cota de inundación. Históricamente, los diseños de infraestructura costera han considerado variaciones de nivel del mar adicionales a la marea astronómica, aunque los criterios que se utilizan para su cálculo son variados dada la falta de consenso en metodologías y la escasez de registros oceanográficos (Comité Científico COP25, 2019). En el estudio CCCostas (MMA, 2019; Vol. 3), por ejemplo, se calcula la cota de inundación excedida por una marejada al año mediante la expresión:

$$Z = Z_A + \Delta Z_{NMMA} + Z_M + Z_W + R_W + \cdots$$

Donde Z es la cota de inundación respecto del Nivel de Reducción de Sondas[13] (NRS), Z_A es la marea astronómica, ΔZ_{NMMA} es el aumento del nivel del mar absoluto entre el período histórico y la proyección, Z_M es la marea meteorológica (debida al viento y a la presión atmosférica), Z_W es el setup de oleaje y R_W es el runup de oleaje (Figura N°3). Todas estas variables, a excepción de la marea astronómica, pueden ser afectadas por el cambio climático. Los resultados indican que, en el extremo norte del país, la cota de inundación excedida una vez al año aumentaría de Z = +2,5 m para el período histórico (1985-2004) a Z = +2,8 m para medio siglo (2026-2045), principalmente por el aumento del NMMA. Las contribuciones de las otras variables al aumento de la cota de inundación serían marginales. En Canal Chacao, la cota de inundación aumentaría de Z = +3,5 m para el período histórico a Z = +3,8 m para medio siglo, también explicada por el aumento del NMMA. Aun cuando no existen cálculos de la cota de inundación a fin de siglo ni para períodos de retorno asociados a marejadas mucho más extremas, se espera que la cota de inundación aumente sustancialmente producto del aumento del NMMA, del orden de 0,6 ± 0,3 m. Ello aumentará la inundación en sectores bajos, la pérdida de playas y el daño de infraestructura costera.

Sobrepaso

El sobrepaso de oleaje sobre defensas costeras es otra medida del impacto del cambio climático en la costa, pues permite cuantificar el daño en defensas, edificaciones y la seguridad de peatones y vehículos. La Figura N°9 muestra diferentes tipos de impactos asociados al sobrepaso durante la marejada del 8 de agosto de 2015 en Valparaíso (Winckler et al., 2017). Producto de esta marejada, la Dirección de Obras Portuarias implementó una nueva defensa costera por un monto aproximado de $ 2.200 millones para reemplazar la defensa destruida en el Paseo Juan de Saavedra.

El sobrepaso incorpora variables asociadas al oleaje, al nivel del mar y a las propiedades dinámicas y geométricas de una defensa costera. Esta variable, expresada como el caudal medio por unidad de ancho de defensa costera q, en m³/m/s, se calcula mediante la fórmula empírica de Owen (USACE, 2006: VI-5-24):

$$\frac{q}{gH_sT_{om}} = a\ exp\left(-b\frac{R_C}{H_S}\sqrt{\frac{s_{om}}{2\pi}}\frac{1}{\gamma_r}\right),$$

donde H_s es la altura significativa y T_{om} es el período medio de oleaje. La esbeltez del oleaje se calcula como $S_{om} = H_s/ L_{om}$, donde la longitud de onda en aguas profundas se calcula en función del período mediante la expresión $L_{om} = gT^2_{om}/2\pi$. Se asume un talud de roca de 1:2, impermeable, coeficientes empíricos a = 0,013 y b = 22 asociados a dicho talud, geometría de la defensa y tipo de rotura, y un factor de reducción por rugosidad de γ_r = 0,8. Se asume asimismo un francobordo (o cota de la defensa) de R_c = 8 m sobre el nivel medio del mar para el período histórico, y de $R'_c = R_c - \Delta z$, para la proyección a fin de siglo donde Δz = +0,6 m corresponde al aumento del nivel medio del mar para esa ventana temporal.

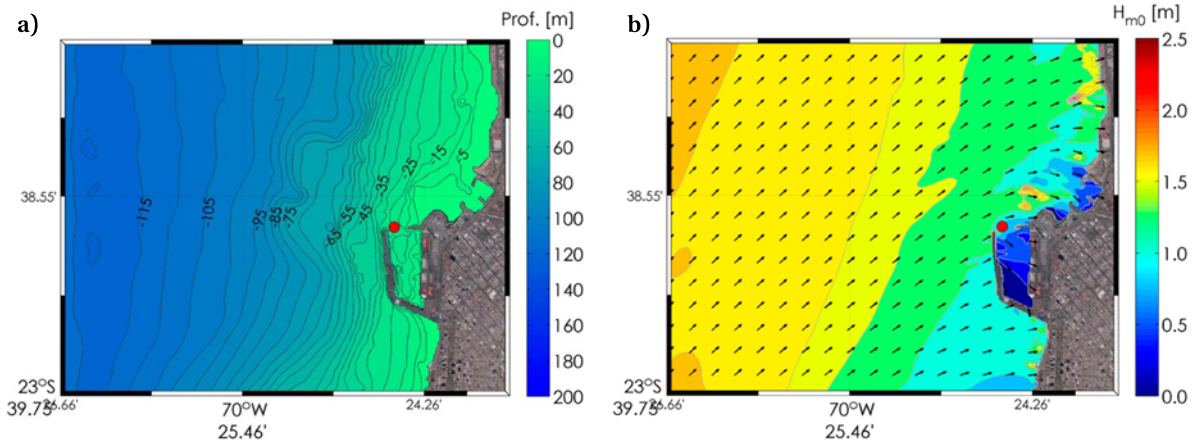
13 El NRS en Chile corresponde al plano determinado por la mayor bajamar en sicigias estando la Luna en perigeo (SHOA, 1999). El NRS puede cambiar en el largo plazo debido a cambios en el nivel del mar, o debido a los movimientos asociados al ciclo sísmico (Plafker y Savage, 1970; Farías et al., 2010).

Figura N°9.
Marejada del 8 de agosto de 2015 en el Valparaíso

Fuente: Winckler et al. (2017).

En cada puerto, el oleaje se calcula en las cercanías de la costa mediante una transformación del oleaje desde aguas profundas al sitio (Figura N°10). En este caso se calcula el sobrepaso para diferentes períodos de retorno (5, 10, 20, 50 y 100 años) tanto para la ventana histórica (1985-2004) y como para fines de siglo (2081-2100).

Figura N°10.
Modelo típico de transformación de oleaje desde aguas profundas a un sitio. Se muestra:
a) batimetría con curvas de nivel; y b) el patrón de altura significativa y dirección de oleaje en el puerto de Antofagasta. En el nodo rojo se calcula la estadística de oleaje incluida en la Figura N°5

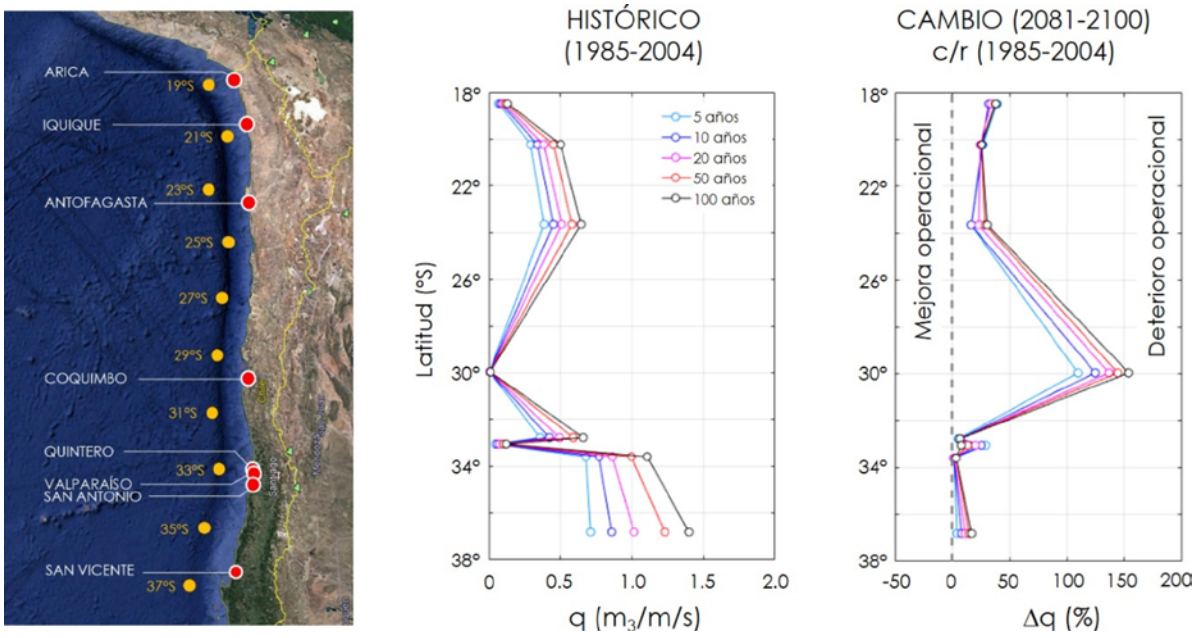


Fuente: Elaboración propia.

La Figura N°11 muestra los resultados del sobrepaso histórico y los cambios para fines de siglo (2081-2100) en los puertos de Arica, Iquique, Antofagasta, Coquimbo, Quintero, Valparaíso, San Antonio y San Vicente. Se observa que el sobrepaso está altamente influenciado por el abrigo natural de cada puerto -Coquimbo y Valparaíso se ubican en sectores protegidos dentro de bahías, lo que explica el bajo sobrepaso- pero también existe un leve incremento latitudinal producto de la mayor cercanía de los puertos del centro-sur a las zonas de generación de oleaje. Para fines de siglo, en todos los puertos se incrementará el sobrepaso producto principalmente, del aumento del nivel medio del mar, a pesar de la reducción en el oleaje extremo ilustrada en la Figura N°6. A excepción de Coquimbo -cuyo incremento relativo es de ~150%- los puertos del norte experimentarán

aumentos significativos del orden de 20% a 40%, lo que redundará en mayores daños en infraestructura y riesgos a la seguridad de peatones y vehículos. Los puertos del centro-sur experimentarán un incremento menor pero no por ello despreciable.

Figura N°11.
El mapa muestra los puertos analizados en este estudio en círculos rojos. Los círculos amarillos son los puntos en aguas profundas a partir de los cuales se transforma el oleaje a los puertos analizados. Se ilustra el sobrepaso asociado a diferentes períodos de retorno para el período histórico (1985-2004) y los cambios de dicha variable para fines de siglo (2081-2100)



Fuente: Elaboración propia.

Impactos del cambio climático en puertos

Como mencionamos en la introducción, los impactos del cambio climático en la costa son variados y dependen mucho del sistema que se analice. En este capítulo se estudia el impacto económico sobre la operatividad portuaria, como un ejemplo de una metodología que puede extrapolarse a otros sistemas productivos, como caletas pesqueras, instalaciones industriales, desaladoras y terminales de regasificación, entre otras. El sistema portuario chileno cumple un rol estratégico para la integración comercial con el mundo pues transfiere el 90% del comercio internacional (MMA, 2019, Vol. 5). Además de las empresas portuarias, existen decenas de concesionarias, puertos privados, instalaciones industriales y puertos pesqueros que conforman el sistema. Durante los episodios de mal tiempo, los puertos se cierran para garantizar la seguridad de las naves, carga y operadores. Esta facultad de la Autoridad Marítima comprende una serie de medidas que incluyen la suspensión total o parcial del tránsito y/o actividades marítimas, de remolcadores y de los botes salvavidas (Marítimo Portuario, 2017) que implican pérdidas económicas de millones de dólares a los actores de la cadena logística en puertos altamente complejos. El Cuadro N°1 muestra que entre los años 2008 y 2018 se registraron 17.153 horas de cierres en lo siete puertos analizados, valor que, multiplicado por el costo por hora de cierre de cada puerto, se traduce en una pérdida del orden de US$ 17 millones anuales sólo por concepto de tarifas de atraque y servicio a la carga en el muelle (esto es, sin considerar los efectos sobre la cadena logística del transporte). Antofagasta, seguido de Arica e Iquique, fueron los puertos más afectados, aunque como se ha divulgado en forma profusa en los medios, en los últimos años, San Antonio ha experimentado un crecimiento notorio tanto en carga como en horas de cierres de puerto por marejadas.

Cuadro N°1.
Cantidad de horas de cierres de puerto obtenida de SERVIMET (2008 a 2014) y certificados de cierres de puertos (2015 a 2018)

Año	Arica	Iquique	Antofagasta	Coquimbo	Valparaíso	San Antonio	San Vicente	Total
2008	0	0	0	0	0	6	11	17
2009	31	31	0	0	0	6	0	68
2010	445	19	992	0	0	87	6	1.549
2011	355	65	459	66	0	208	0	1.153
2012	58	127	537	0	10	0	14	746
2013	161	0	842	0	0	5	0	1.008
2014	184	208	1.563	0	0	5	55	2.015
2015	246	288	1.726	100	41	0	22	2.423
2016	599	155	2.056	4	25	7	0	2.846
2017	0	44	2.262	0	0	0	0	2.306
2018	1.329	160	1.533	0	0	0	0	3.022
Total	3.408	1.097	11.970	170	76	324	108	17.153

Fuente: Elaboración propia en base a SERVIMET.

Para calcular el impacto económico de los cierres futuros de puertos, se efectúa aquí una caracterización del clima de oleaje de los siete puertos indicados en la Figura N°11, a partir de la cual se calcula el porcentaje de tiempo que un sitio de atraque no está disponible para una determinada nave debido a la acción del oleaje (*downtime*). El oleaje en cada puerto se calcula para cada GCM tanto para el período histórico como para las proyecciones a medio y fin de siglo utilizando el modelo numérico SWAN (Massey et al., 2011) que permite caracterizar el patrón de oleaje local (Figura N°10). Como resultado de este proceso, se obtienen series de tiempo de espectros direccionales en la bocana de cada puerto, a partir de las cuales se calculan curvas de excedencia de alturas significativas (Figura N°5b) y otros parámetros como el periodo y la dirección.
Para calcular el *downtime*, se asume que el puerto se cierra cuando la altura significativa excede un cierto umbral. A partir de las Recomendaciones de Obras Marítimas 3,1-99 (PPEE, 1999), se utilizan valores límites de H_s^{lim} = 1,5 m para sitios de atraque donde el oleaje pega por la banda al casco del buque y H_s^{lim} = 2,0 m para aquellos donde el oleaje pega por la proa o popa. Estos valores corresponden a un buque portacontenedores, que es el que atraca con mayor frecuencia según la estadística de buques atendidas (MMA, 2019, Vol. 5). Este procedimiento supone que sólo el oleaje cambia debido al cambio climático pero los criterios de cierre permanecen constantes, independiente de los avances tecnológicos que permitirán el atraque de naves en condiciones más complejas.

Para calcular el impacto económico se multiplican los aumentos (reducciones) de *downtime* por el valor económico del tiempo perdido (ganado), utilizando las tarifas de cobro por i) hora de atraque y metros de eslora y ii) movimiento de carga, obtenidas de información pública de empresas portuarias del Estado. Para el primer cobro, se calcula la eslora promedio a partir de las Toneladas de Registro Grueso (TRG) y el número de naves recaladas en el año 2017 en cada puerto según la autoridad marítima (DIRECTEMAR, 2018), valor que es transformado en TRG promedio y luego a eslora utilizando tablas de las ROM 3,1-99 (PPEE, 1999). Para el cálculo del cobro por movimiento de carga, se suman los volúmenes de importación y exportación de cada zona portuaria según autoridad marítima para 2018 a partir de datos del Servicio Nacional de Aduanas, y son asignados a cada puerto en forma proporcional a partir del número de sitios de cada uno.

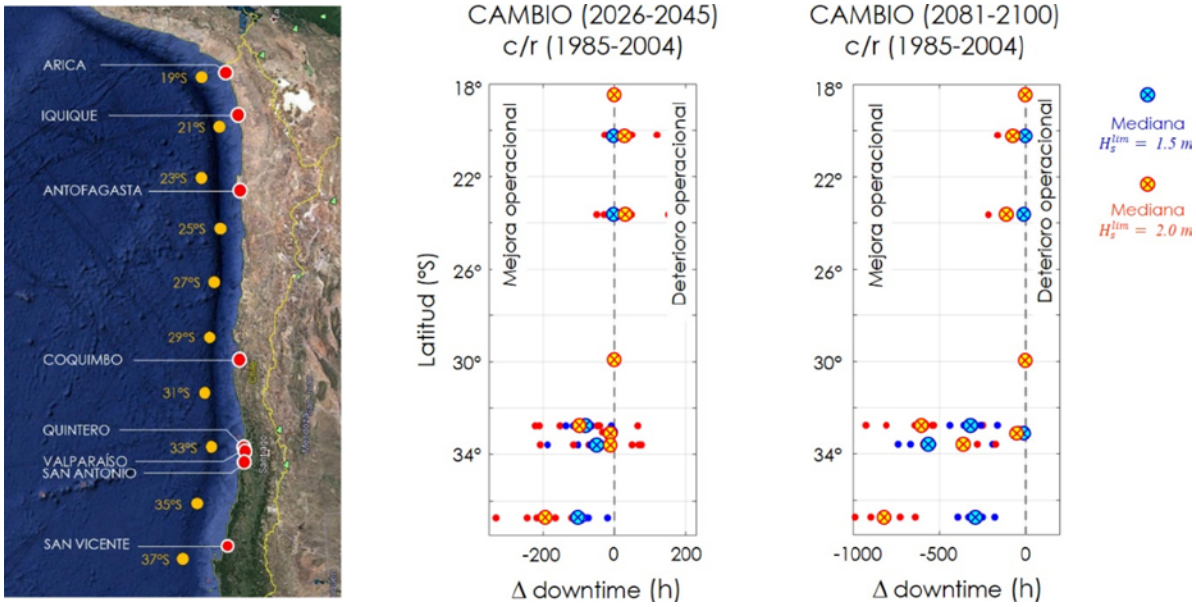
La Figura N°12 ilustra los cambios en el downtime operacional entre el período histórico y la proyección a mediados y fines de siglo para los umbrales definidos. Para mediados de siglo, las condiciones operacionales empeorarían en los puertos de Iquique y Antofagasta, permanecerían sin cambios en Arica y Coquimbo, mejorarían levemente en Quintero, Valparaíso y San Antonio y mejorarían significativamente en San Vicente. Los cambios, no obstante, son acotados pues se traducen en aumentos o reducciones de downtime operacional bajo las 200 horas anuales. El downtime se reducirá para la proyección a fin de siglo en prácticamente todos los puertos, lo que generará una mejora en las condiciones operativas. Esta tendencia se atribuye, a modo de hipótesis, a la migración al sur del Anticiclón Permanente del Pacífico Sur (Rykaczewski et al., 2015) y por ende de la zona de generación de oleaje. Así, al ser el oleaje generado más hacia el sur y a más distancia de los sitios analizados, se produce un decaimiento en la altura de ola y un giro al sur, que se traduce en un mayor abrigo de aquellos puertos orientados hacia el norte.

El análisis agregado en los puertos analizados muestra que en ambas proyecciones existirá una reducción de las pérdidas operacionales por cierres de puerto. De hecho, sólo algunos puertos tendrán pérdidas para mediados de siglo y todos obtendrán ganancias a finales de siglo,

si todas las demás variables permanecen constantes. En forma agregada, para mediados de siglo se espera una ganancia neta de US$ 14,9 millones anuales y para finales de siglo, una ganancia neta de US$ 35,5 millones anuales por conceptos de tarifas atraque y movimiento de carga en el muelle.

Estos cálculos no consideran pérdidas por el hecho que cuando el puerto opera con holguras, se podrían recuperar estos servicios con posterioridad. Tampoco se consideran servicios como el practicaje, el almacenamiento en tierra y aquellos que se generan en la cadena logística del transporte. Estas estimaciones podrían refinarse con estudios más acabados. Por ejemplo, el estudio se basa en estadística del oleaje en puntos representativos de cada bahía y no en el clima de oleaje de los sitios de atraque, lo que redunda en una aproximación gruesa del *downtime*. Asimismo, se excluye el análisis diferenciado por muelle, el tipo de nave atendida, las características de los equipos utilizados en las operaciones, el uso de modelos de agitación portuaria y de buque atracado o la proyección del movimiento de naves, cuestiones que en suma implican una gran incertidumbre en los resultados mostrados.

Figura N°12.
Cambios en el downtime operacional (en horas/año) entre el período histórico (1985-2004) y la proyección a medio siglo (2026-2045) y fines de siglo (2081-2100) para umbrales de operación asociados a un buque portacontenedores, definidos por H_s^{lim} =1,5 m para oleaje pegando por la banda (puntos rojos simbolizan cada GCM y cruz la mediana entre los modelos) y H_s^{lim} = 2,0 m para oleaje pegando por la proa o popa (puntos azules simbolizan cada GCM y cruz la mediana entre los modelos)



Fuente: Elaboración propia.

Este cálculo excluye los eventuales daños que pueda experimentar la infraestructura portuaria debido al aumento proyectado del sobrepaso, que constituye una amenaza a la seguridad de las operaciones y daño en el equipamiento en zonas de acopio de mercancía. Por ende, las empresas portuarias, los concesionarios y el Ministerio de Obras Públicas debieran fortalecer los planes de mantención preventiva y reparación de las obras que serán dañadas con más frecuencia en la medida que avance el siglo. Tampoco se consideraron las futuras obras de abrigo como las contempladas en San Antonio (Wallingford, 2018), la mejora de los sistemas de amarre de naves o el uso de sistemas de alerta temprana de marejadas[14] que en conjunto mejorarían las condiciones operacionales.

14 e.g. https://marejadas.uv.cl/

Impactos del cambio climático en playas

El cambio climático puede suponer un retroceso o avance de la línea de costa, que se suma a otras posibles causas que explican la erosión (Cuadro N°2). La pérdida de playas tiene efectos adversos en el turismo, en la pérdida de ecosistemas y en un aumento del daño de las obras costeras que las delimitan. A nivel mundial, Bird (2011) reportó que cerca del 70% de las playas retrocedieron por efecto de la erosión entre 1976 y 1984. Vousdoukas et al. (2020), por su parte, proyectan que al menos la mitad de las playas arenosas del mundo desaparecerían a finales de siglo como efecto del cambio climático, cifra cuestionada por Cooper et al. (2020), quienes argumentan que las playas con poca intervención tienen una buena capacidad de adaptación y no necesariamente desaparecerán.

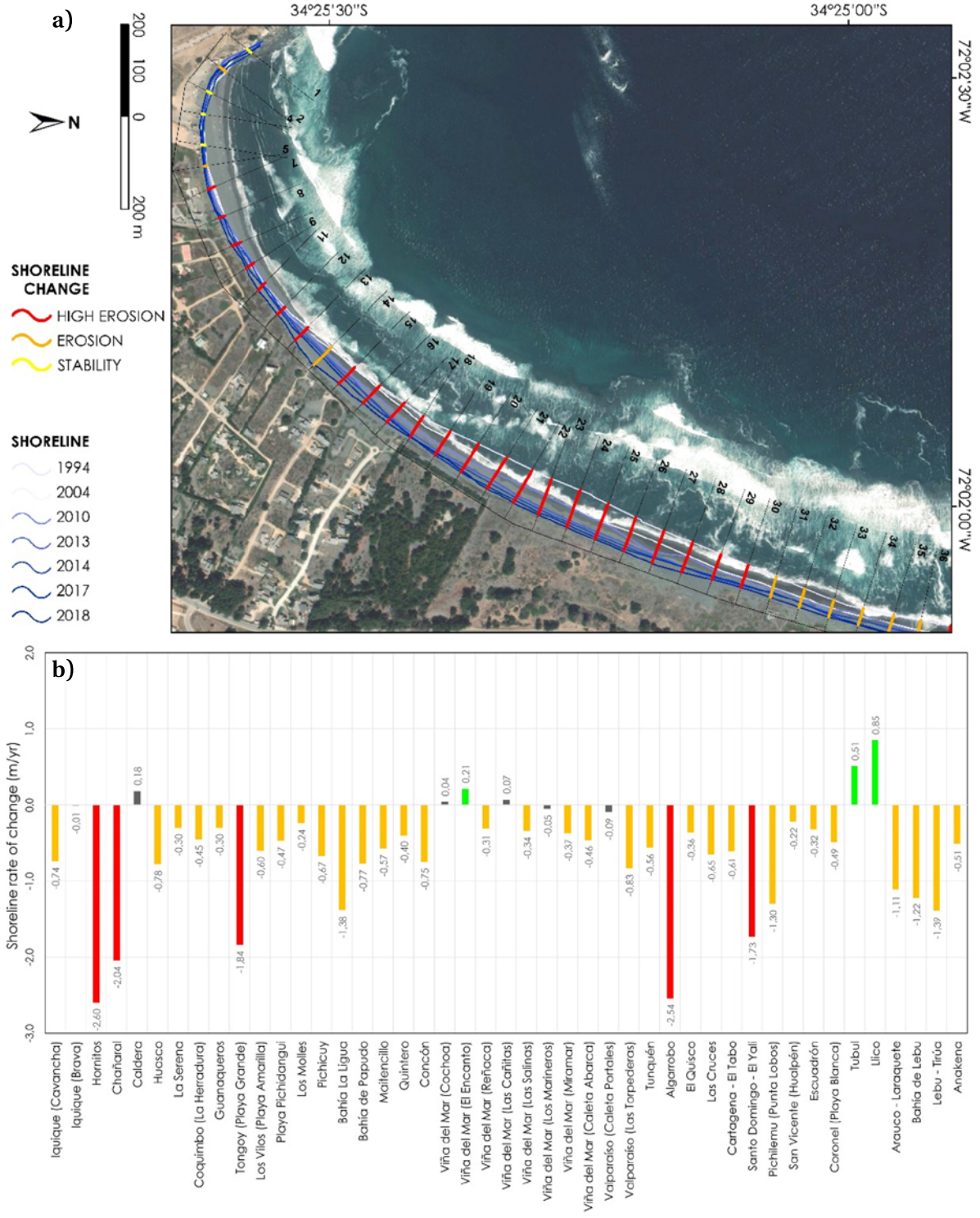
Cuadro N°2.
Factores que explican la erosión en playas

Factores	Proceso
Oceanográficos	Incremento en las marejadas, meteosunamis y mareas meteorológicas
	Cambios en la dirección del flujo medio de energía del oleaje
	Aumento del nivel medio del mar absoluto
Geodinámicos	Subsidencia o el levantamiento cosísmica durante eventos recientes
	Deformación costera debida al ciclo sísmico en distintas escalas
Hidrológicos	Aumentos temporales del nivel del mar en desembocaduras
	Variabilidad climática (e.g megasequía de la zona central)
	Procesos a mayores escalas espacio-temporales asociados al cambio climático
Antrópicos	Cambios en el aporte sedimentario de los ríos debidos a la expansión urbana
	Extracción de arenas para construcción
	Construcción de presas y embalses sin sistemas de gestión de sedimentos
	Efectos locales debido a la construcción de obras costera
	Extracción de algas en zonas expuestas al oleaje

Fuente: Elaboración propia.

Los estudios sobre la erosión histórica en Chile son escasos y puntuales (Agredano et al., 2017; Ibaceta et al., 2017; Molteni et al., 2017; Martínez et al., 2018). En CEPAL (2021) se determinan los cambios en la posición de la línea litoral para 45 playas en diversas regiones del país, extendiendo en 10 las 35 playas analizadas en CCCostas (MMA, 2019, Vol. 4). Para ello se utilizó el software DSAS (Thieler et al., 2009), fotografías aéreas, fotografías satelitales y levantamientos topográficos de líneas litorales a partir de los cuales se calcularon las tasas de erosión de acuerdo a las categorías de Rangel et al. (2015), incluidas al pie de Figura N°13. Cabe notar que el procedimiento no permite establecer las causas de la erosión, sino sólo evaluar los cambios que la línea de costa experimenta. La Figura N°13a muestra un ejemplo de aplicación del procedimiento en Pichilemu y la Figura N°14 se muestra el resultado para las playas ubicadas en 4 regiones. La Figura N°13b muestra que el 80% de las playas presentaron erosión en el período histórico. Las playas con erosión alta son Hornitos, Chañaral, Playa Grande de Tongoy, Bahía La Ligua, Algarrobo, Santo Domingo, Pichilemu y Lebu. Todas ellas corresponden a playas de ensenada donde se desarrollan extensos litorales arenosos, asociados a antiguos campos dunares y humedales costeros. Las playas de bolsillo o encajadas entre penínsulas son en general más estables.

Figura N°13.
a) Evolución de la línea de costa en Pichilemu entre 1994 y 2018. Se presentan las tasas de erosión (Rangel et al., 2015): Erosión alta (>-1,5 m/año), erosión (-1,5 a -0,2 m/año), estable (-0,2 a 0,2 m/año) y acreción (>0,2 m/año); b) Estado de erosión, estabilidad o acreción para las 45 playas analizadas



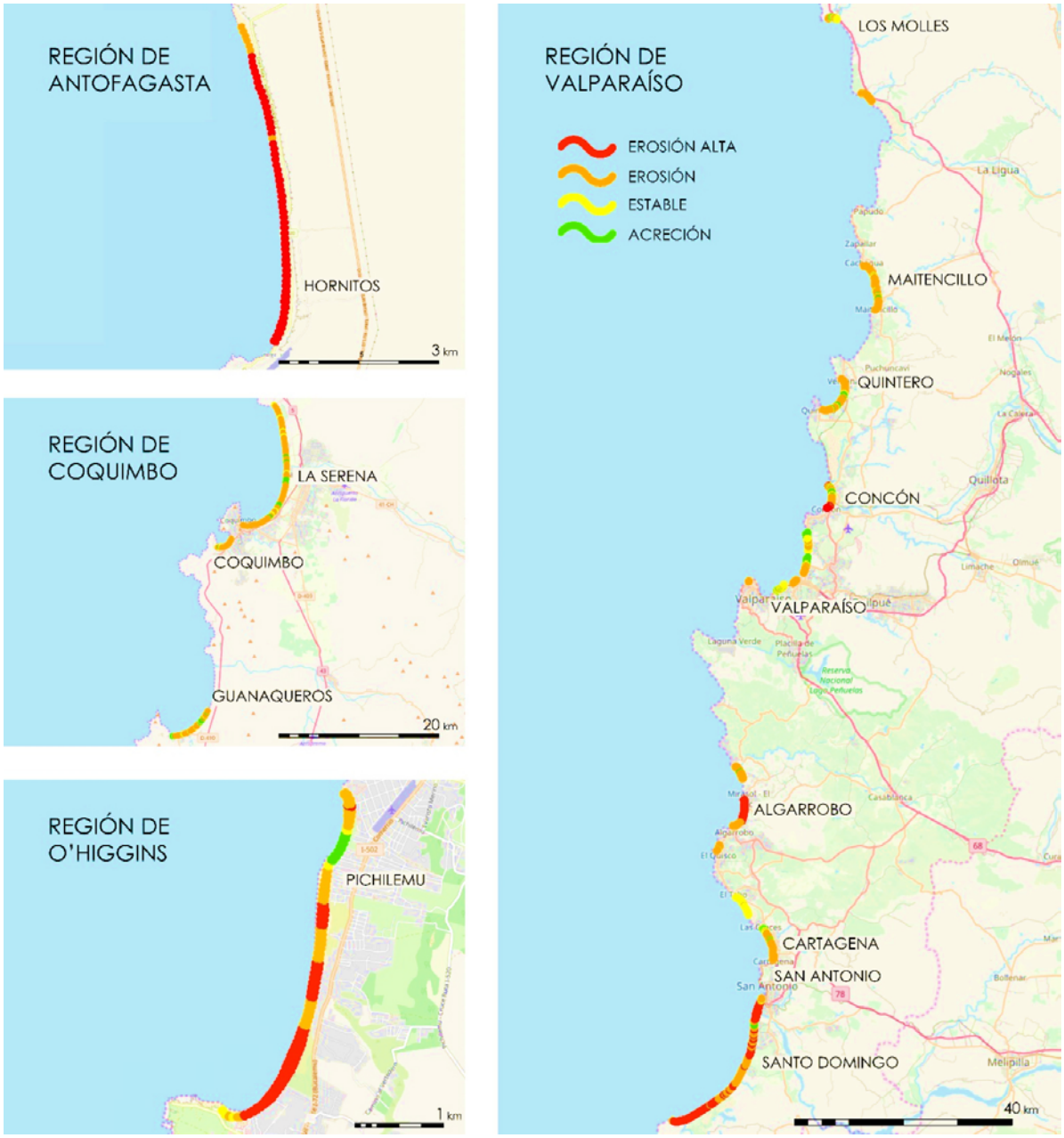
Fuente: Elaboración propia.

Pichilemu experimentó una marcada erosión producto de una subsidencia repentina de 40 cm luego de los eventos del 27 de febrero y 11 de marzo de 2010, fenómeno que también se ha descrito en la bahía de Santo Domingo, donde los efectos en la morfodinámica fueron significativos luego del terremoto. Las playas en estado de acreción son Caldera y El Encanto en Viña del Mar, además de Tubul y Llico, ubicadas en la Región del Biobío. Estas dos últimas experimentaron alzamientos costeros de gran magnitud durante el terremoto del 27 de febrero de 2010, lo cual se reflejó en un aumento del ancho de la playa que puede explicar la acreción como fenómeno local.

La distribución espacial de la erosión presentada en la Figura N°14 muestra que la Región de Valparaíso presenta un proceso erosivo generalizado, que es muy marcado en El Yali (Santo Domingo), Algarrobo y Concón. Esta región se caracteriza por tener afluencia de turistas de la zona central de Chile y la zona colindante en Argentina, por lo que esta evidencia constituye un incentivo para adoptar medidas de adaptación de cara a mantener el turismo de playas en los años venideros. En la figura se observa también la erosión alta experimentada por las playas de Hornitos, al norte de Mejillones, y Pichilemu, en la región de O'Higgins.

La evolución de casi 20 años de la línea de costa de Pichilemu que se muestra en la Figura N°15 proporciona una secuencia de la erosión provocada por el terremoto del Maule de 2010. En 2003, la playa tenía abundante arena y dunas (a, b), estas últimas que se mejoraron con la plantación de *Ammophila arenaria* y vallas de control de acceso (c). El tsunami del 27 de febrero inundó la duna pero no provocó cambios significativos en la morfología de la playa. Debido a la subsidencia cosísmica, los meses siguientes las dunas comenzaron a erosionarse (e) hasta que una casa (f, g) fue arrasada. Para 2012, la línea costera había retrocedido ~50 m desde su posición anterior al terremoto y permaneció relativamente estable, con cambios naturales asociados a eventos ENOS, hasta 2018 (h). En los últimos meses, la playa ha avanzado (i) y se ha generado proyectos de restauración de dunas a pequeña escala. Un contraejemplo de playas en crecimiento después de terremotos es Tubul, donde el ancho de la playa se incrementó en ~100 m producto del solevantamiento costero como consecuencia del terremoto de 2010 (Martínez et al., 2015).

Figura N°14.
Tasas de erosión para algunas playas ubicadas en cuatro regiones del país. según La clasificación de Rangel et al. (2015) es: Erosión alta (>-1,5 m/año), erosión (-1,5 a -0,2 m/año), estable (-0,2 a 0,2 m/año) y acreción (>0.2 m/año)



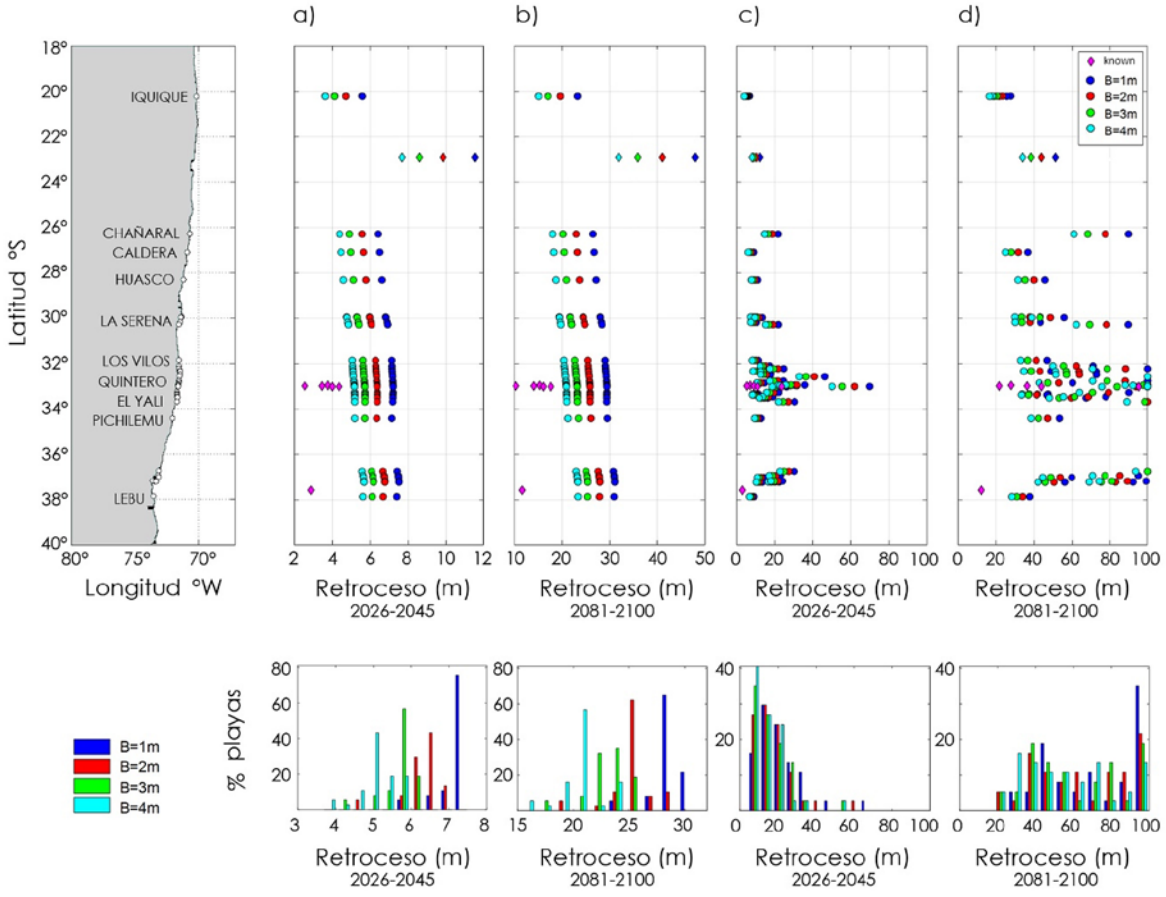
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°15.
Evolución de la línea de costa en Pichilemu para el período 2003-2021

Fuente: Martínez et al. (en elaboración).

Una de las dudas abiertas, no obstante, es si el proceso de erosión observado a la fecha continuará a medida que avance el siglo. Para ello, en CEPAL (2021) se calcula la erosión costera a mediados (2026-2045) y fines de siglo (2081-2100) bajo el escenario RCP 8,5 mediante la fórmula de Bruun (1962). Ésta considera los cambios en la altura significativa excedida doce horas al año, el período peak asociado a dicha altura y las proyecciones de ascenso del NMMA. A falta de información, se presentan resultados para un diámetro de sedimento de 0,3 mm y 4 alturas de la berma (B) a modo de cubrir el amplio espectro de posibilidades. Los resultados indican que las playas ubicadas entre Arica y el Canal Chacao experimentarán retrocesos medios anuales de hasta 13 m a mediados de siglo (Figura N°16a) y ninguna playa experimentará una desaparición total (Figura N°16c). Con todo, las playas con menor altura de berma serán más erosionadas que aquellas con mayor altura puesto que tienen mayor volumen de arenas para adaptarse a las nuevas condiciones. Por otra parte, aquellas playas con sedimentos finos experimentarán mayor retroceso que playas de arena gruesa puesto que los finos son menos estables. Para fin de siglo se esperan retrocesos de hasta 50 m producto principalmente del aumento del NMMA (Figura N°16b), que se traducen en una erosión total de un número significativo de playas (Figura N°16d).

Figura N°16.
Retroceso de la línea de costa debido al efecto conjunto de aumento del nivel medio del mar y cambios en el oleaje para: a) mediados (2026-2045); y b) fines de siglo (2081-2100); c) y d) representan la pérdida porcentual de ancho de playa para ambos horizontes, respectivamente. Se analiza un tamaño de sedimento de d50 = 0,3 mm y para 4 alturas de la berma de playa (B = 1, 2, 3 y 4 m)



Fuente: Martínez et al. (en elaboración).

Este último resultado -la desaparición de playas hacia fines de siglo- no considera que estas tienen la capacidad de acomodar sus mantos arenosos a medida que aumente el nivel del mar. Si bien muchas playas formadas no desaparecieron durante el aumento del NMMA desde la última glaciación, sino que migraron hacia tierra (Cooper et al., 2020), en la actualidad la mayoría de las zonas costeras con playas arenosas están habitadas o son urbanas. En estas circunstancias, la capacidad de migración hacia tierra se ve limitada o impedida por la barrera física de las infraestructuras costeras, además de por la poca disponibilidad de sedimento en sitios específicos.

Reflexión final

El cambio climático provocará impactos relevantes en los sistemas naturales y humanos en las costas de Chile a medida que avance el siglo. Mediante la evidencia mostrada en este capítulo hemos mostrado metodologías y resultados que servirán de base para el diseño de medidas de adaptación de cara al futuro. La concepción, diseño e implementación de dichas medidas de adaptación presenta la doble complejidad de emplazarse en un país que también es sometido a amenazas y procesos de origen geodinámico que actúan sobre el mismo territorio. El desafío de la adaptación es, por tanto, local y su éxito radica en la creatividad de las generaciones que sean responsables de implementarla.

El capítulo "Impactos del cambio climático en las costas de Chile" que se incluye en este libro, profundiza en esta materia.

Finalmente, para los lectores entusiastas, recomendamos recurrir a material de divulgación científica y acceso libre como los textos 'Costas de Chile' (Morales et al., 2019), 'La Zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia' (Martínez et al., 2019) o el texto más genérico pero central en nuestro país 'Cambio climático en Chile. Ciencia, Mitigación y Adaptación' (Castilla et al., 2019).

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con apoyo de los proyectos 'Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile' (MMA, 2019), 'Atlas de riesgos climáticos' (MMA, 2020; Winckler et al., 2020a) y 'Costos de la inacción frente al cambio climático en Chile' (CEPAL, EUROCLIMA y el MMA, 2021).

Referencias Bibliográficas

AGREDANO, R., CIENFUEGOS, R., CATALÁN, P., MIGNOT, E., BONNETON, P., BONNETON, N., & MARTÍNEZ, C. Morphological changes in a cuspate sandy beach under persistent high-energy swells: Reñaca Beach (Chile). Marine Geology, 2019, Vol. 417, N°105988.

AGUIRRE, C., GARCÍA-LOYOLA, S., TESTA, G., SILVA, D., & FARIAS, L. Insight into anthropogenic forcing on coastal 8 upwelling off south-central 662 Chile. Elem Sci Anth, 2018, Vol. 6, N°59, p. 1-13.

ALBRECHT, F., & SHAFFER, G. Regional Sea-Level Change along the Chilean Coast in the 21st Century. Journal of Coastal Research, 2016, Vol. 32, N°6, p. 1322-1332.

ARDHUIN, F., ROGERS, E., BABANIN, A., FILIPOT, J.-F., MAGNE, R., ROLAND, A., VAN DER WEST- HUYSEN, A., QUEFFEULOU, P., LEFEVRE, J.-M., AOUF, L., & COLLARD, F. Semiempirical dissipation source functions for ocean wave Part I: definition, calibration and validation. J. Phys. Oceanogr, 2010, Vol. 40, N°9, p. 1917-1941.

BEYÁ, J., ÁLVAREZ, M., GALLARDO, A., HIDALGO, H., AGUIRRE, C., VALDIVIA, J., PARRA, C., MÉNDEZ, L., CONTRERAS, C., WINCKLER, P., & MOLINA, M. Atlas de Oleaje de Chile. Primera edición, 2016. Disponible en: https://oleaje.uv.cl/descargas.html y pronósticos en: https://marejadas.uv.cl/

BEYÁ, J., ÁLVAREZ, M., GALLARDO, A., HIDALGO, H., & WINCKLER, P. Generation and validation of the Chilean Wave Atlas database. Ocean Modelling, 2017, Vol. 116, p. 16-32.

BEYÁ, J., y WINCKLER, P. Inundaciones Costeras, Más Allá de los Tsunamis. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, 2012, Vol. 125, N°2, p. 63-81. (Incluido en Revista Chilena de Ingeniería Nº469).

BIRD, E. C. Coastal geomorphology: An introduction. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2011.

BRUUN, P. Sea-level rise as a cause of shore erosion. Journal of the Waterways and Harbors Division, 1962, Vol. 88, N°1, p. 117-130.

CAMPOS-CABA, R. Análisis de marejadas históricas y recientes en las costas de Chile. Memoria del proyecto para optar al Título de Ingeniero Civil Oceánico, Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile, 2016.

CARVAJAL, M., CONTRERAS-LÓPEZ, M., WINCKLER, P., & SEPÚLVEDA, I. Meteotsunamis Occurring Along the Southwest Coast of South America During an Intense Storm. Pure and Applied Geophysics, 2017, Vol. 174, N°12, p. 1-11.

CARVAJAL, M., WINCKLER, P., GARREAUD, R. IGUALT, F. CONTRERAS-LÓPEZ, M. AVERIL, P., MOLINA, M., CISTERNAS, M., GUBLER, A., & BREUER, W. Extreme sea levels in Rapa Nui (Easter Island) during intense atmospheric rivers. Natural Hazards, 2021, Vol. 106, p. 1619-1637.

CASTILLA, J.C., MEZA, F.J., VICUÑA, S., MARQUET, P.A., y MONTERO, J.P. Cambio climático en Chile. Ciencia, Mitigación y Adaptación. Santiago: Ediciones UC, 2019.

CMIP5. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5). 2020. Disponible en: https://esgf-node.llnl.gov/projects/cmip5

COMITÉ CIENTÍFICO COP25. Propuesta de un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC). Disponible en: https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/, 2019.

DIRECTEMAR. Análisis Estadísticas Portuarias. Santiago: Armada de Chile, 2018.

ESPARZA, C., y WINCKLER, P. Un análisis exhaustivo de las marejadas en la bahía de Valparaíso. Valparaíso: XXIII Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica, SOCHID, 2017.

FARÍAS, M., VARGAS, G., TASSARA, A., CARRETIER, S., BAIZE, S., MELNICK, D., & BATAILLE, K. Land-level changes produced by the Mw 8.8 2010 Chilean earthquake. Science, 2010, Vol. 329, N°5994, p. 916.

HARLEY, M. Coastal storm definition. En WILEY, J. CIAVOLA, P., & COCO, G. (EDS.). Coastal storms: processes and impacts. Wiley Blackwell, 2017, p. 1-20.

HERRMANN-PILLATH, C. The case for a new discipline: technosphere science. Ecological economics, 2018, Vol. 149, p. 212-225.

HR WALLINGFORD. HR Wallingford to undertake studies for San Antonio Port Expansion Project, 2018. Disponible en: https://www.hrwallingford.com/news/hr-755%20wallingford-to-undertake-studies-for-san-antonio-port-expansion-project

IBACETA, I., DÍAZ, H., WINCKLER, P., CATALÁN, P., AGREDANO, R., MOLTENI, F., y CAMPOS-CABA, R. Evolución morfológica de playas en la escala de tormentas. Aplicación del modelo Xbeach en la Playa Reñaca. Valparaíso: XXIII Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica, SOCHID, 2017.

IPCC. Climate Change: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland: IPCC, 2014.

LEMOS, G., MENENDEZ, M., SEMEDO, A., CAMUS, P., HEMER, M., DOBRYNIN, M., & MIRANDA, P. M. On the need of bias correction methods for wave climate projections. Global and Planetary Change, 2020, Vol. 186, p. 103-109.

LOVELOCK, J. La venganza de la tierra: la teoría de Gaia y el futuro de la humanidad. Barcelona: Planeta, 2007.

MARÍTIMO PORTUARIO. Análisis de la Capacidad Operativa Portuaria Nacional y Requerimientos para Maniobras de Atraque y Desatraque. Informe final. Santiago: Sistema Empresas Públicas (SEP), 2017.

MARTÍNEZ, C., CONTRERAS-LÓPEZ, M., WINCKLER, P., HIDALGO, H. GODOY, E., & AGREDANO, R. Coastal erosion in central Chile: a new hazard? Ocean and Coastal Management, 2018, Vol. 156, p. 141-155.

MASSEY, T., ANDERSON, M., SMITH, J., GOMEZ, J., & JONES, R. STWAVE: Steady-State Spectral Wave Model User's Manual for STWAVE, Version 6.0, Washington D.C.: U. S. Army Corps of Engineers, 2011.

MCGRANAHAN, G., BALK, D., & ANDERSON, B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. Environment and urbanization, 2007, Vol. 19, N°1, p. 17-37.

MMA. Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile, 2019. Disponible en: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/publicaciones-destacadas/ y en: https://ide.mma.gob.cl/ bajo la pestaña Cambio Climático.

MMA. ARClim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. 2020. Disponible en: https://arclim.mma.gob.cl/

MOLTENI, F., WINCKLER, P., y IBACETA, R. Análisis morfodinámico simplificado de playa ante forzantes oceanográficos y tectónicos. Valparaíso: XXIII Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica, SOCHID, 2017.

MARTÍNEZ, C., HIDALGO, R., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, F., RANGEL-BUITRAGO, N., y CONTRERAS-LÓPEZ, M. (Eds.). La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia. Serie GEOlibros. Santiago: Ediciones UC, 2019.

MORALES, E., WINCKLER, P., y HERRERA, M. Costas de Chile. Medio natural, gestión costera, ingeniería oceánica y cambio climático. Santiago: SHOA, CONA y UV, 2020.

PLAFKER, G., & SAVAGE, J. C. Mechanism of the Chilean earthquakes of May 21 and 22, 1960. Geological Society of America Bulletin, 1970, Vol. 81, N°4, p. 1001-1030.

PPEE. ROM 3.1-99. Recommendations for the Design of the Maritime Configuration of Ports, Approach Channels and Harbour Basins. English version. Puertos de Estado: PPEE, 2007.

RANGEL-BUITRAGO, N., ANFUSO, G., & WILLIAMS, A. Coastal erosion problems along the Caribbean Coast of Colombia. Ocean & Coastal Management, 2015, Vol. 114, p. 120-144.

RIAHI, K., RAO, S., KREY, V., CHO, C., CHIRKOV, V., FISCHER, G., KINDERMANN, G., NAKICENOVIC, N., & RAFAJ, P. RCP 8.5-A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions. Climate Change, 2011, Vol. 109, p. 33-57.

RYKACZEWSKI, R. R., DUNNE, J. P., SYDEMAN, W. J., GARCÍA-REYES, M., BLACK, B. A., & BOGRAD, S. J. Poleward displacement of coastal 831 upwelling-favorable winds in the ocean's eastern boundary currents through the 21st century. Geophysical Research Letters, 2015, Vol. 42, N°15, p. 6424-6431.

TAYLOR, K. E., STOUFFER, R. J., & MEEHL, G. A. An Overview of CMIP5 and the experiment design. Bull. Amer. Meteor. Soc., 2012, Vol. 93, p. 485-498.

THIELER, E. R., HIMMELSTOSS, E. A., ZICHICHI, J. L., & AYHAN, E. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. *current version 4.3, 2009.

TOLMAN, H., ABDOLALI, A., ACCENSI, M., ALVES, J.-H., ARDHUIN, F., BABANIN, A., BARBARIOL, F., BENETAZZO, A., BIDLOT, J., BOOIJ, N., BOUTIN, G., BUNNEY, C., CAMPBELL, T., CHALIKOV, D., CHAWLA, A., CHENG, S., COLLINS, C., FILIPOT, J.-F., FLAMPOURIS, S., & LIANG, Z. User manual and system documentation of WAVEWATCH III (R) version 6.07, 2019.

USACE. Coastal Engineering Manuel, Chapter 5, Fundamentals of Design. EM 1110-2-1100 (Part VI), 2006.

VOUSDOUKAS, M. I., RANASINGHE, R., MENTASCHI, L., PLOMARITIS, T. A., ATHANASIOU, P., LUIJENDIJK, A., & FEYEN, L. Sandy coastlines under threat of erosion. Nature climate change, 2020, Vol. 10, N°3, p. 260-263.

WINCKLER, P., CONTRERAS-LÓPEZ, M., CAMPOS-CABA, R., BEYÁ, J. F., y MOLINA, M. El temporal del 8 de agosto de 2015 en las regiones de Valparaíso y Coquimbo, Chile. Latin American Journal of Aquatic Research (LAJAR), 2017, Vol. 45, N°4, 622-648.

WINCKLER, P. Towards a multi-hazard analysis of infrastructure in a seismic coast subjected to climate change, with a focus on the Chilean coastline. Santiago: Proceedings of the 8th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures (ISHS2020), 2020.

WINCKLER, P., CONTRERAS-LÓPEZ, M., LARRAGUIBEL, C., MORA, J., ESPARZA, C., AGREDANO, R., MARTÍNEZ, C., y TORRES, I. Informe Proyecto ARClim: Zonas Costeras. UV, PUCV, PUC, coordinado por (CR)2 y CCG-UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Valparaíso. Disponible en: https://arclim.mma.gob.cl/, 2020a.

WINCKLER, P., AGUIRRE, C., FARÍAS, L., CONTRERAS-LÓPEZ, M., & MASOTTI, I. Evidence of climate-driven changes on atmospheric, hydrological and oceanographic variables along the Chilean continental coastal zone. Climatic Change, 2020b, Vol. 163, N°2, p. 633-652.

WINCKLER, P., ESPARZA, C., MORA, J., & MELO, O. Evaluating port operation downtime under RCP8.5 climate change scenario in Chilean ports. Journal: Scientific Reports, (en Elaboración).

ZALASIEWICZ, J., WILLIAMS, M., WATERS, C. N., BARNOSKY, A. D., PALMESINO, J., RÖNNSKOG, A. S., EDGEWORTH, M., NEAL, C., CEARRETA, A., ELLIS, E., GRINEVALD, J., HAFF, P., DO SUL, J., JEANDEL, C., LEINFELDER, R., MCNEILL, J., ODADA, E., ORESKES, N., PRICE, S., REVKIN, A., STEFFEN, W., SUMMERHAYES, C., VIDAS, D., WING, S., & WOLFE, A. Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. The Anthropocene Review, 2017, Vol. 4, N°1, p. 9-22.

4.3.

Adaptación al cambio climático en la costa de Chile

Climate change adaptation along the Chilean coast

Patricio Winckler Grez[1,2,3]

RESUMEN

Este capítulo describe una serie de medidas de adaptación de infraestructura costera en un contexto de cambio climático. Puesto que la costa chilena es muy variada, sólo se proponen medidas para costas urbanizadas o aquellas en zonas de expansión, y que pudieran ser afectadas por la combinación del aumento del nivel del mar y de las marejadas. Considerando que existen muy pocos ejemplos de este tipo de medidas en Chile, el capítulo abre mostrando ejemplos de adaptación en países con desarrollados y en vías de desarrollo. Luego se presentan propuestas de infraestructura costera resiliente ante el cambio climático, medidas orientadas a preservar el aporte sedimentario de las cuencas que aportan al sistema litoral, la alimentación artificial de playas, medidas de planificación territorial y mejoras de gestión de la infraestructura costera. Finalmente, se vislumbran brechas y pasos futuros para avanzar en la materialización de infraestructura verde en las costas chilenas.

Palabras clave: infraestructura verde, planificación territorial, cambio climático.

ABSTRACT

This chapter describes a series of coastal infrastructure adaptation measures in a context of climate change. Since the Chilean coast is very heterogeneous, only measures associated with urbanized coasts or those in urban expansion, which could be affected by the combination of sea level rise and coastal storms are proposed. Considering that there are few examples of this type of solutions in Chile, the chapter opens by showing examples of adaptation in developing and developed countries. Then, proposals for resilient coastal infrastructure, sustainable sedimentary management, beach nourishment, urban planning and improvements in coastal infrastructure management are proposed. Finally, gaps and future steps are envisioned to advance in the materialization of green infrastructure on the Chilean coasts.

Key words: green infrastructure, urban planning, climate change.

1 Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso.
2 Centro de Observación Marino para Estudios de Riesgos del Ambiente Costero (COSTAR).
3 Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN).

Introducción

Mucha agua ha pasado bajo el puente del humedal de Mantagua (Figura N°1) desde que Chile propuso ser sede de la COP 25, aquel 14 de diciembre de 2018. El Brasil de Bolsonaro renunciaba a albergar la edición 2019 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y los Ministerios de Ciencia, Medioambiente y la Cancillería chilenos coordinaban lo que sería una meteórica tarea de habilitar el Parque Cerrillos para la cumbre. Como un hecho sin precedentes en la ciencia nacional, se conformó el Comité Científico de Cambio Climático con 600 científicos/as de diversas disciplinas y regiones, cuyo cometido fue levantar evidencia científica que diera soporte a nuestro rol como anfitriones[4]. La prensa relevó el tema en sus portadas, acercándolo sustancialmente al ciudadano de a pie. Las incipientes investigaciones sobre el impacto del cambio climático en la costa tuvieron por entonces un eco mayúsculo, pues la Blue COP pondría a los océanos en el centro de la agenda. Luego vino el estallido social del 18 de octubre de 2019, la posterior decisión de hacer la cita en Madrid y el surgimiento de una pandemia que a febrero de 2021 se ha llevado 2,3 millones de almas. La crisis climática así pasó a la sombra de la crisis social, económica y sanitaria, aunque espera volver con nuevos bríos a esta tierra caliente.

Figura N°1.
Humedal de Mantagua, Concón (-32.87,-71.53)

Fuente: Archivo personal.

Al escribir estas líneas, me pregunto cómo se transformará este humedal con el aumento del nivel del mar, la reducción del caudal, los cambios en la salinidad, la contaminación y la presión por el uso del suelo. ¿Sobrevivirán los patitos o la flora endémica que lo navegan o llegarán nuevas especies?, o ¿existirá siquiera un humedal para cuando nuestros nietos sean adultos?Me cuestiono también si la naturaleza podrá adaptarse a condiciones que cambian a una velocidad mayor que la evolución de Darwin, o si como especie tomaremos consciencia de enmendar el rumbo antes del punto de no retorno. Mientras, cual doctor de la Tierra sacoel estetoscopio para proyectar cómo los territorios costeros se transformarán a medida que avance el siglo y proponer medidas de adaptación. En un país donde casi un tercio de los municipios del país toman decisiones sobre sus costas y donde en sus 10 primeros metros sobre el nivel del mar habitan alrededor de 1 millón de personas, debemos repensar en cómo habitamos la zona costera, respetar sus ciclos y adoptar medidas de adaptación ante un futuro inminente.

4 https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/

Una mirada al mundo

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (UnitedNations, 1992), identifica dos tipos de medidas para combatir este flagelo: mitigación y adaptación. Las primeras buscan reducir las emisiones y aumentar captura de los gases de efecto invernadero. Las medidas de adaptación, por su parte, se orientan a la reducción de la vulnerabilidad ante los distintos efectos derivados del cambio climático y suelen ser muy locales. Este capítulo se restringe exclusivamente a las segundas y específicamente en el sistema costero. Ahora bien, considerando que existen muy pocos ejemplos de medidas de adaptación al cambio climático en las costas de Chile, he procurado mostrar algunos ejemplos de adaptación con los cuales estoy familiarizado, evitando la colosal proeza de sistematizar, clasificar y describir en detalle dichas medidas.

Recuerdo durante aquella COP haber reflexionado -con la ligereza con que suelo abordar temas que escapan de mi depurado- sobre cómo el sistema económico que nos rige promueve la desigualdad ambiental a nivel mundial, en cada país, en cada ciudad e incluso en nuestros barrios. Si esa premisa es correcta, es también esperable que los países, regiones, barrios y familias pobres se lleven la peor parte, aun cuando la adaptación al cambio climático se manifieste, en ocasiones, de forma creativa. En Bangladesh, por ejemplo, se hacen hoy esfuerzos por migrar del cultivo del arroz a la acuicultura del camarón y la langosta, ante un inminente avance de las aguas salinas que contaminarán los *pólder*-piscinas artificiales generadas por diques- donde miles de campesinos laburan cada día (Figura N°2).

Figura N°2.
Granjas de cultivo de camarón y cultivo de arroz en Bangladesh. Ante la amenaza del aumento del nivel del mar, el suelo podría contaminarse y tornarse infértil con la sal del mar

Fuente: Frank Sedlar, 2017; michigantoday.umich.edu/galleries/sinking-cities/.

Sus científicos monitorean el ejercicio del cultivo conjunto de camarones, peces y arroz en el gran delta del Río Meghna, ante el esperable aumento del nivel del mar en el Golfo de Bengala (Ahmed et al., 2014). También se ha ensayado el cultivo de vegetales en pequeños islotes flotantes o el uso de plantas halófitos, que serán menos vulnerables al aumento del nivel del mar (Gutiérrez-Segura, 2018). Pero a pesar de impulsar este tipo de medidas de adaptación denominadas blandas, la precariedad del país se incrementará por monzones cada vez más intensos a medida que avance el siglo(Figura N°3). Prueba de ello son las 2.4 millones de personas evacuadas en mayo de 2020 ante el ataque del ciclón Amphan, o los 5000 fallecidos en Bangladesh producto de otros ciclones desde 2007 (Islam, 2021).

Figura N°3.
Pequeña isla en Filipinas que aparece en el documental Racing the King Tide

Fuente: Islandsadaptingto sea levelrise (youtube.com/watch?v=gwaS9hlNv5M&t=1s), cuyo asesor científico fue Miguel Esteban.

Otros estados-islas como Vanuatu o Kiribativislumbran con angustia el éxodo masivo como única solución ante el hundimiento que sus territorios experimentarán. De acuerdo con el Norwegian Refugee Council, alrededor de 25 millones de personas han migrado exclusivamente por causas climáticas, las que se suman a otras tantas que lo han hecho por otros desastres que nos trae de cuando en vez la naturaleza. Un ejemplo de ellos son las más de doscientas mil muertes y los 1.7 millones de desplazados producto del tsunami del 26 de diciembre de 2004 en Sumatra. Hay excepciones -me comenta mi buen amigo Miguel Esteban- como la de algunas comunidades filipinas que han decidido combatir el aumento de las aguas usando palafitos o elevando el suelo con rocas de coral (Jamero et al., 2017). Con todo, estos países pobres, cuya capacidad de adaptación es marginal, son una encarnación más de esas obscenas externalidades negativas que no visualizamos en el juego del mercado.

Los países de mayor producto interno bruto, en contraste, tienen espaldas más anchas para resistir el embate de la naturaleza, ya sea con medidas de infraestructura, soluciones más blandas o combinaciones de ellas. En Singapur (FiguraN°4), Holanda (FiguraN°5) y otros países como Inglaterra se han construido grandes exclusas buscando lidiar con los eventos extremos que arreciarán sus costas en los años que vienen. Países como Corea del Sur utilizan también estas estructuras para generar energía mareomotriz, con un bajo nivel de emisiones (FiguraN°6). Los italianos, por su parte, buscan preservar las maravillas renacentistas cercando La Laguna de Venecia con compuertas abatibles que aíslan la ciudad del Adriático durante el *acqua alta*. Para qué profundizar con lo que ocurre en Japón, donde cada centímetro de costa es de hormigón armado para proteger a sus gentes de los tsunamis, los tifones y el aumento del nivel del mar (FiguraN°7).

Figura N°4.
Marina Barrage, Singapur, en una visita en 2016

Fuente: Archivo personal.

Figura N°5.
Defensa de Maeslantkering, Puerto Rotterdam, en una visita en 2015. La defensa, construida en 1997, tiene dos brazos del tamaño de la Torre Eiffel y dos rótulas de 10 metros de diámetro, que son las más grandes del mundo. La compuerta se ha usado en ocasiones ante la ocurrencia de mareas meteorológicas en el Mar del Norte

Fuente: Archivo personal.

Figura N°6.
Central mareomotriz en el estuario de Saemangeum, Korea, durante una visita en 2014. La planta contempla un rompeolas de 33 kilómetros –el más grande construido a la fecha- que divide el estuario del Mar Amarillo. El estuario, que eventualmente se colmatará en el futuro, de destinará a terrenos agrícolas e industriales

Fuente: Archivo personal.

Figura N°7.
Compuertas que se cierran automáticamente ante la inminencia de tsunamis y tifones en Kobe, Japón, en 2019

Fuente: Archivo personal.

Otros países ricos han también buscado opciones más blandas de adaptación: En New Orleans, por ejemplo, las autoridades bloquearon el delta del Mississippi con una barrera de mil millones de dólares, como respuesta a las 2.000 almas y US$ 75 mil millones perdidos como consecuencia del huracán Katrina, aquel triste 25 de agosto de 2005. Recuerdo en 2011 haber visitado al barrio de Lower Ninth Ward, arrasado por las aguas desbordadas del lago Pontchartrain, donde la fundación "Make it right"[5] subvencionó a las familias que quedaron sin casa y comisionó a los más prestigiosos arquitectos del orbe el para hacer viviendas sociales especialmente diseñadas para la inundación. La capacidad de gestión para ubicar a los desplazados que habían emigrado de la ciudad, conseguir financiamiento y materializar casas resilientes en un barrio ahora protegido, es símbolo de la resiliencia de esa comunidad (Figura N°8).

Figura N°8.
Casas elevadas en New Orleans que se materializaron en una zona inundada por el huracán Katrina, en una visita en 2011

Fuente: Archivo personal.

¿Y cómo andamos por Chile? En el último quinquenio se ha generado una buena cantidad de información científica sobre las amenazas e impactos costeros en una diversidad de sistemas humanos y naturales (MMA, 2019; MMA, 2020). Entre las amenazas destacan aquellas de origen geofísico, como los terremotos que cambian el relieve de manera fulminante y los tsunamis que nos asolan de cuando en vez; además de aquellas de origen meteorológico, como las marejadas y otros fenómenos menos conocidos como los meteotsunamis y las mareas meteorológicas. A ellos se suman fenómenos más lentos pero persistentes como el aumento del nivel del mar y el impacto antropogénico producto del cambio de uso de suelo: ese mal capricho de poner las patitas en el agua con nuestras construcciones. Algunas de estas amenazas se analizan en el capítulo "Impactos del cambio climático en la costa de Chile", que se incluye en este libro. Desafortunadamente, los ejemplos de adaptación son contados con los dedos de la mano. Además, las soluciones que se han utilizado en otras costas no son directamente aplicables acá. Veamos por qué...

Uno de los países más avanzados en adaptación costera es Holanda. Sus habitantes sufrieron una gran inundación en 1953, que los llevó a aplicar el Plan Delta; un sistema

5 www.makeitrightnola.org, fundada por el actor Brad Pitt.

que protege sus territorios bajos mediante defensas, pólderes y diques. Bastaron 1800 muertes para que los políticos hicieran un "nunca más" y repensaran como habitar el territorio costero. El desastre de 1953 fue una combinación de fuertes vientos del Noroeste y una marea alta, en momentos en que el Sol y la Luna se coludieron para sumar sus fuerzas. Los viejos diques, hechos de barro, paja, totora y madera, cedieron ante el agua y así hundieron Zeeland. En la última década, Holanda se ha transformado en un puntal en el concepto de *Building with Nature* (De Vriend& van Koningsveld, 2012), usando soluciones tan dispares como sembrar arrecifes de ostras, revitalizando humedales, restaurando dunas o recolonizando las costas con diseños inteligentes. Sin entrar en lo particular, esas soluciones pueden ser muy eficientes en costas de baja pendiente y profundidad, como las que caracterizan a Holanda (FiguraN°9), pues requieres de grandes extensiones para disipar la energía del oleaje.

Figura N°9.
Costa de La Haya, en Holanda, en 2016

Fuente: Archivo personal.

La combinación de una intensa actividad tectónica sumada a esa loca geografía de la que hablaba Benjamín Subercaseaux (1973),definen una naturaleza única e irrepetible de nuestro sistema litoral. La costa chilena es muy variada y se compone de humedales, estuarios, deltas, dunas litorales, playas, acantilados, fiordos y canales que perderán flexibilidad –o capacidad de adaptación en términos científicos- en la medida que la artrosis urbana los estrangule. Pero una constante de esta costa es la gran pendiente de la costa emergida y la profundidad del mar próximo(FiguraN°10), lo que sumado a los bruscos movimientos del orden de metros que ocurren durante los terremotos, que hace que las soluciones exitosas en costas como la holandesa tengan una aplicación limitada en nuestro territorio. A esto se suma el hecho de que Chile tiene uno de los climas de oleaje más intensos del planeta (FiguraN°11), lo que hace que soluciones adaptadas a costas menos energéticas sean menos eficientes. En síntesis, está en nosotros comprender los procesos que ocurren en nuestro litoral y buscar aquellas esquivas medidas de adaptación que tengan viabilidad técnica, económica, ambiental y social.

Figura N°10.
Dunas de Concón, en Chile Central, hacia 1950. Hoy, gran parte de estos campos dunares están flanqueados por edificios de gran altura

Fuente: Archivo personal.

Antes de seguir con la parte más formal del capítulo, les recomiendo algunos documentos que pueden complementar estas líneas. Para los lectores más entusiastas, recomendamos recurrir a material de divulgación científica y acceso libre como los textos "Costas de Chile" (Morales, Winckler& Herrera, 2019), "La Zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia" (Martínez et al., 2019) o el texto más genérico pero central en nuestro país "Cambio climático en Chile. Ciencia, Mitigación y Adaptación" (Castilla et al., 2019). También es recomendable visitar la evidencia científica generada por la mesa océano del Comité Científico de Cambio Climático, o a la gran cantidad de publicaciones científicas –escritas no obstante en un metalenguaje especializado- que recomendamos en el capítulo. Cabe destacar que esta información es fundamental para la generación del futuro plan sectorial de adaptación del borde costero, considerado en la Ley marco de cambio climático -actualmente en el parlamento- y en todas aquellas iniciativas ligadas a la gobernanza costera en las cuales los impactos físicos del cambio climático son importantes.

Figura N°11.
Estación de Biología Marina de Montemar, Reñaca, durante una marejada. La estación se ubica inmediatamente al sur de las dunas de Concón (Figura N°10)

Fuente: Archivo personal.

Medidas de adaptación al Cambio Climático

Para proponer medidas de adaptación al cambio climático, es preciso definir antes las amenazas y el sistema humano o natural en escrutinio. Puesto que la costa chilena es muy variada[6], en este capítulo sólo me enfoco en medidas asociadas a costas ya urbanizadas o aquellas en zonas de expansión, y que pudieran ser afectadas por la combinación del aumento del nivel del mar y de la intensidad de las marejadas. Así, estas medidas podrían aplicarse en alguno de los 477 asentamientos ubicados en las 100 comunas costeras de Chile, además de las comunas insulares de Rapa Nui y el Archipiélago de Juan Fernández. Antes de proceder, cabe notar que, si no existen grandes deformaciones del terreno, para el periodo 2026-2046 se espera que alrededor de 589 manzanas censales y 18.338 viviendas sean afectadas por el aumento del nivel del mar, afectando a alrededor de 50.000 habitantes (MMA, 2019, Vol.4). Algo similar ocurriría con 4.262 puntos de la red vial, 64infraestructuras industriales y sanitarias, y 71 establecimientos de salud, educación, policía y bomberos. Estas cifras son más que suficientes como para explorar medidas de adaptación para estos territorios.

Las medidas de adaptación tienen una dimensión estratégica y una operativa, y ambas son complementarias (Jiménez et al., 2017; Barnard et al., 2009). La dimensión operativa se basa en proyecciones en tiempo real con un horizonte de días cuyo objetivo es ayudar en la toma de decisiones en el corto plazo y en la implementación de planes de emergencia. Ejemplos de este tipo de medidas son los sistemas locales de alerta de marejadas, como el desarrollado por nuestra Escuela[7]. La dimensión estratégica, por su parte, se orienta a la planificación a largo plazo, basada en el análisis histórico y las proyecciones climáticas de las variables relevantes, con el objetivo de anticipar los posibles daños en la costa y, en función de ello, jerarquizar sitios donde concentrar los esfuerzos de prevención, mitigación y preparación. En este capítulo me enfocaré en la dimensión estratégica, y específicamente en aquellas medidas de infraestructura costera, instrumentos de planificación territorial, medidas orientadas a evitar la reducción del aporte sedimentario desde las cuencas que alimentan al sistema de playas, y medidas asociadas al diseño de obras costeras y portuarias.

Infraestructura costera resiliente ante el cambio climático

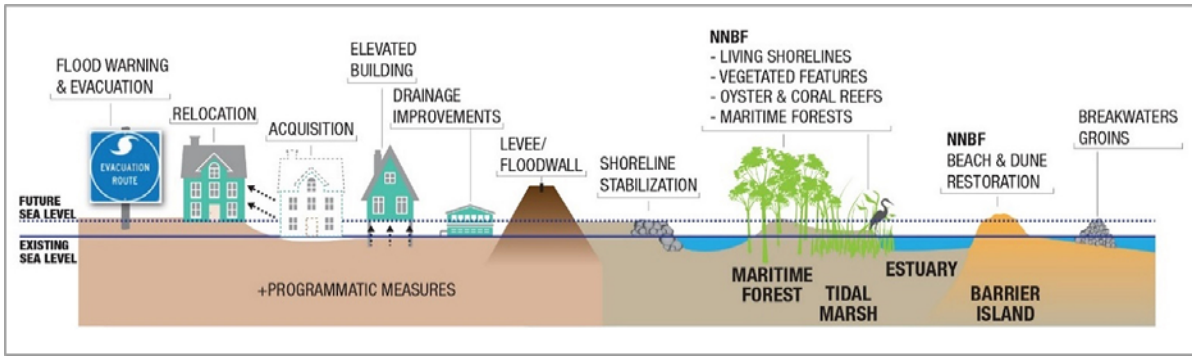
Dentro de la dimensión estratégica, existen en la literatura una serie de medidas de adaptación como las presentadas en laFiguraN°12 (USACE, 2015), entre las que destacan el uso de sistemas de retención de arena mediante diques exentos o espigones, la restauración de dunas, la alimentación artificial de playas, el uso de infraestructura verde (vegetación, arrecifes de ostras, arrecifes de coral y bosques submarinos), el uso de defensas costeras o diques, la mejora en sistemas de drenaje, el uso de edificaciones elevadas, la adquisición y relocalización de edificaciones y el uso de sistemas de evacuación ante eventos extremos.

En el mundo de la ingeniería costera se habla hoy de términos como la infraestructura verde basada en el uso de vegetación, la infraestructura café cuya base está en el uso de arenas, o la infraestructura azul, utilizando cuerpos de agua para disipar la energía de las aguas. Usualmente, estos tipos de infraestructura requieren de mucho espacio y son eficientes en ambientes con climas de oleaje benévolos. A ellas se suma la tradicional infraestructura gris, cuyos materiales principales son el hormigón y los áridos, y que es efectiva en ambientes altamente energéticos y con rangos de marea considerables. En laFiguraN°13 se muestran diferentes tipos de infraestructura verde, gris y café en tanto que la Figura N°14 ilustra los métodos tradicionales de defensa costera.

6 En MMA (2019, Vol.2) generamos un inventario de exposición costera con 18.376 elementos ubicados en los primeros 10 metros sobre el nivel medio del mar, divididos a su vez en 76 diferentes sistemas, que se agruparon en 6 categorías (población, infraestructura, equipamiento, economía, sistemas naturales y otros). El inventario está disponible en https://ide.mma.gob.cl/ bajo el link “cambio climático”.

7 https://marejadas.uv.cl/

Figura N°12.
Medidas de adaptación propuestas por USACE



Fuente: USACE (2015: 7).

La infraestructura verde no tiene una definición universal, ya que depende de las condiciones ecológicas y socioeconómicas de cada lugar (Silva et al., 2017, 2019). A diferencia de la infraestructura tradicional- la cual toma en cuenta solo factores socioeconómicos y políticos- la infraestructura verde tiene como base los conceptos de conectividad, multifuncionalidad, integración y multiescala (Davies & Lafortezza, 2017). En la costa este tipo de infraestructura se encuentra ligada a actividades tan diversas como la conservacióny restauración de ecosistemas naturales, la creación de ecosistemas artificiales, obras de ingeniería tradicional que dependen del funcionamiento de los ecosistemas circundantes o que requieren de adaptaciones para disminuir el impacto ambiental y obras de corrección de estructuras existentes que han causado daño ambiental.

Existe escasa literatura relacionada con soluciones de este tipo a nivel mundial, siendo la guía elaborada por Webb et al. (2019) uno de los pocos ejemplos. En esta guía se muestran varios ejemplos de soluciones basadas en la naturaleza y soluciones híbridas que incluyen elementos artificiales para aumentar la resiliencia de carreteras costeras en Estados Unidos, incluyendo fichas técnicas para soluciones como las ilustradas en la Figura N°13. Las soluciones propuestas se ubican en zonas relativamente abrigadas, como estuarios, yconsisten en una combinación de alimentación de arenas, diques sumergidos y reforestación con especies en la zona sumergida, intermareal y emergida. Existen también visores con ideas para ver soluciones basadas en la naturaleza y casos de estudio[8]. En el caso de Chile, donde el clima marítimo es agresivo y no hay experiencia de este tipo de medidas de adaptación, el uso de soluciones mixtas que combinen las propiedades resistentes de la infraestructura gris con la naturalidad de las otras parece adecuada en bahías relativamente abrigadas.

8 http://nrcsolutions.org/

Figura N°13.
Diferentes técnicas de protección costera mediante infraestructura verde, café, gris y combinaciones de estas

Fuente:Adaptado de NOAA y USACE (2015).

Figura N°14.
Diferentes técnicas de protección costera mediante infraestructura gris

Fuente: Adaptado de NOAA y USACE (2015).

Otro punto fundamental en el combate contra el cambio climático oceánico es la preservación de los campos de algas pardas(huiros), que cumplen con el rol de estabilizar la costa, gracias a su capacidad de disipar la energía mecánica del oleaje y retener el sedimento. De hecho, a partir de 69 estudios, Narayan et al. (2016) muestra que, en promedio, estos hábitats pueden reducir la energía del oleaje entre un 70% y un 30%, siendo de más a menos eficientes los corales, humedales, manglares y macroalgas. Lamentablemente, la extracción ilegal de algas pardas muestra un incremento exponencial a principios de los años 2000 (Porras & Vásquez, 2020), generado la pérdida de playas y edificaciones en playas como el Papagayo, Quintero, efectos que la Dirección de Obras Portuarias intentó resolver con infraestructura tradicional(Quezada, 2007). En lo sucesivo, la institucionalidad encabezada por SERNAPESCA debiera mejorar los aspectos de fiscalización para evitar la extracción de algas, de modo de preservar estos ecosistemas y reducir el riesgo de erosión costera.

Medidas orientadas a evitar la reducción del aporte sedimentario

La mejora del suministro de sedimentos de los ríos puede ser una opción de gestión para las costas propensas a la erosión y carentes de sedimentos. Aunque este esquema de adaptación aún se comprende poco, se puede lograr, por ejemplo, mediante la alimentación artificial de playas (Armstrong & Lazarus, 2019), proyectos a gran escala (Brière et al., 2018), la remoción de presas que ya se han colmatado (Warrick et al., 2019), o la recuperación de sedimentos atrapados en presas (De Vincenzo et al., 2019; Bagarani et al., 2020). De Vincenzo et al. (2019) proponen un protocolo para la reutilización de sedimentos de presas para la alimentación artificial de playas (*nourishment*), como alternativa al uso de sedimentos de depósitos marinos o terrestres. El protocolo contempla un esquema general de acciones, el escenario legislativo para el uso de sedimentos de embalses, la caracterización cuantitativa y cualitativa de los sedimentos depositados en la presa y su compatibilidad para uso como relleno artificial de playas. La extracción de las arenas puede hacerse mediante técnicas como *sand bypassing*, *flushing*, dragado mecánico, dragado hidráulico o excavación (Hauer et al., 2018) y requiere de la separación del sedimento grueso y estable para playas, del fino que puede usarse en otras aplicaciones (agricultura, cemento o geopolímeros). La alimentación puede hacerse aguas abajo de la presa o ser transportado directamente a la playa en camiones. En el primer caso se promueve la restauración del hábitat físico (Hauer et al., 2018) y se reduce la socavación de pilas de puentes aguas abajo de la presa; no obstante, puede inducir inundación en zonas donde haya acumulación de material. Este tipo de soluciones podría ser adecuada en la Bahía de Coquimbo (Figura N°15), que ha experimentado fuertes tasas de erosión producto de la construcción del Embalse Puclaro (Noguera & Vidal, 1999) y de la extracción indiscriminada de áridos para construcción aguas debajo de la presa. Este tipo de soluciones requieren generar diálogos amplios entre distintos actores (Junker et al., 2007), a objeto de considerar distintas dimensiones asociadas a potenciales costos y beneficios sociales, económicos, y culturales, entre otros (Roy et al., 2018).

Alimentación artificial de playas

A fines del siglo pasado se introdujo la alimentación artificial de arenas (*nourishment*) como una opción ambientalmente amistosa a la rigidización mediante infraestructura gris, aun cuando existe evidencia de que el trasvase de grandes volúmenes de arena de un sitio de empréstito al de la obra puede generar impactos relevantes en los ecosistemas, si no se efectúa respetando los ciclos naturales (Speybroeck et al., 2006). Las prácticas de alimentación artificial de playas han evolucionado de centrarse en maximizar el tiempo que la arena permanece en la playa a abarcar también la seguridad humana, la recreación acuática, la dinámica del agua subterránea y los impactos del ecosistema (de Schipper et al., 2020). Esta técnica ha sido una solución comúnmente utilizada en más de 800 veces en estados como Florida desde los años 70's (Armstrong et al., 2016), en más de 340 playas de Europa antes de 2002 (Hanson et al., 2002), en 130 playas en Australia entre 2001 y 2011 (Cooke et al., 2012), en Israel (Bitan & Zviely, 2020) y Panamá (Dean, 2003).

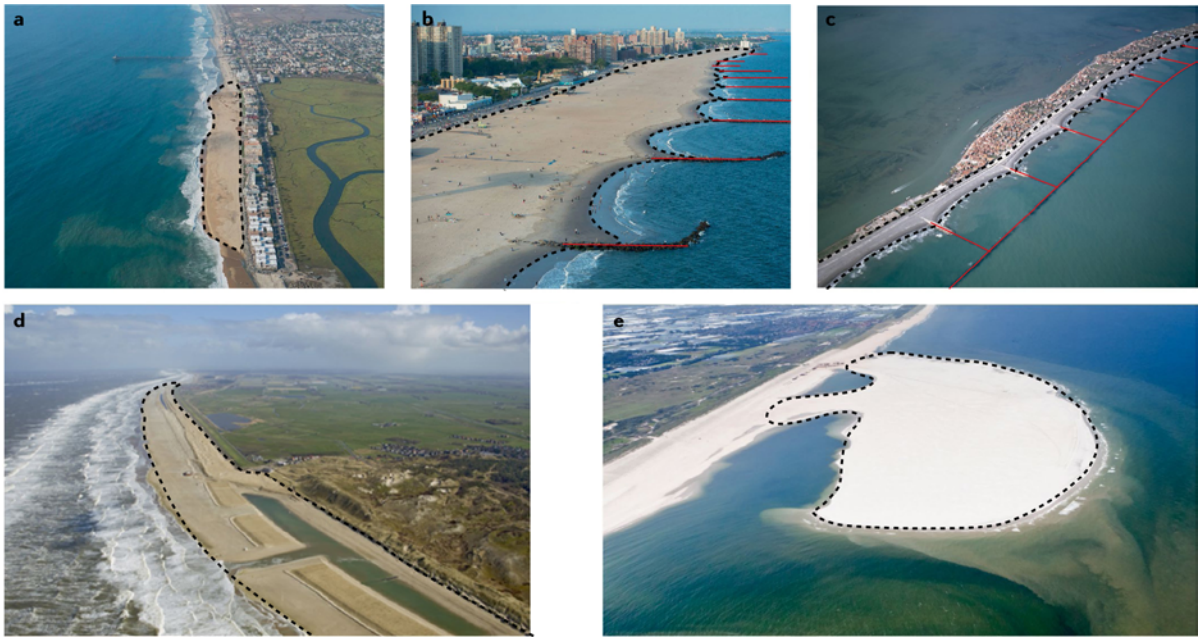
Figura N°15.
Faro de La Serena, en la Bahía de Coquimbo, que ha experimentado erosión costera producto de la construcción del Embalse Puclaro y de la extracción de áridos

Fuente: Archivo personal.

La alimentación se ha efectuado tradicionalmente en escalas menores y bajo diferentes configuraciones (Figura N°16). No obstante, los proyectos de alimentación artificial a gran escala, como el Zandmotor(Armstrong & Lazarus, 2019; Figura N°16), reemplazan la alimentación periódica de volúmenes menores en una sola alimentación, con el objetivo de combinar la protección contra inundaciones con la naturaleza y los objetivos recreativos. La mejor opción debe elegirse ponderando los beneficios económicos y culturales, las implicaciones ecológicas y los costos financieros de cada alternativa, considerando las limitaciones locales y los marcos legales de cada país o región. La evaluación de impacto ambiental es especialmente importante para estos proyectos ya que, aunque la alimentación artificial se considera una opción basada en la naturaleza (Brière et al., 2018), puede producir impactos considerables en varios componentes del ecosistema de playa (Speybroeck et al., 2006). Como señala Warrick et al. (2019), no ha transcurrido tiempo suficiente para evaluar los impactos a largo plazo asociados a proyectos de alimentación a gran escala o la remoción de represas. La definición de utilizar alimentar en volúmenes moderados con frecuencia plurianual o a gran escala es relevante en el contexto del aumento del nivel del mar, donde los gobiernos estatales y/o locales se verán obligados a reponer las playas con más frecuencia y/o mayores volúmenes para mantener su turismo de playa y proteger la infraestructura.

De acuerdo a Dean (2003), más del 95% del sedimento utilizado en alimentación artificial proviene de fuentes marinas, ubicadas idealmente fuera de la zona de rompiente y paralelas a la playa a alimentar. La selección de sitios de empréstito requiere de una caracterización mediante una combinación de técnicas hidroacústicas y sísmicas, muestras de sedimentos análisis granulométricos y químicos, localización de naufragios (Mil-Homens et al., 2020) y campos de algas, de modo de garantizar que los sedimentos sean estables, bioquímicamente neutros y que la faena genere un impacto acotado en el sitio de extracción y en la playa. En Chile esta técnica no se ha utilizado a gran escala y sólo en playas artificiales de tamaño menor en Arica (El Laucho), Tocopilla (El Salitre y Covadonga), Antofagasta (La Chimba, Trocadero, Paraíso, Balneario Municipal) y Las Tacas. Algunas de estas playas se muestran en la Figura N°17.

Figura N°16.
Tipos de disposición de arenas: a) en un tramo de costa, b) y c) combinando con espigones, d) en tramos extensos y e) a gran escala, como en el Zandmotor



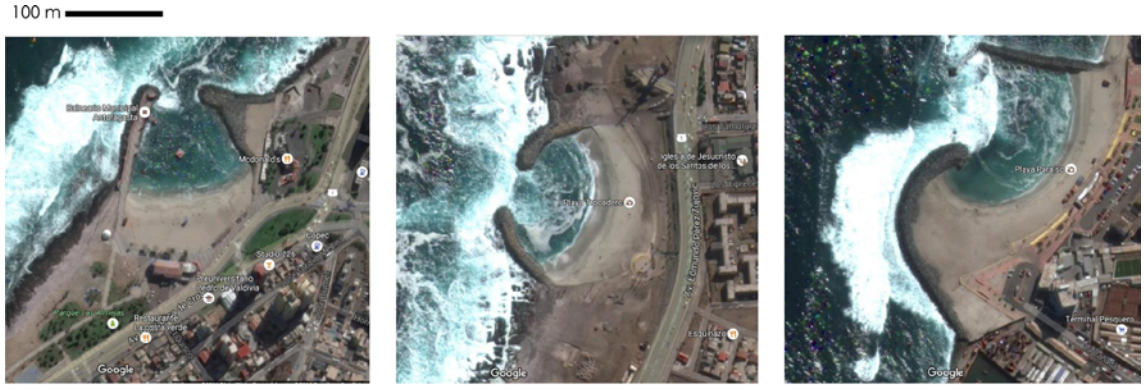
Fuente: de Schipper et al. (2020), https://dezandmotor.nl/en/.

El cambio climático y la planificación territorial

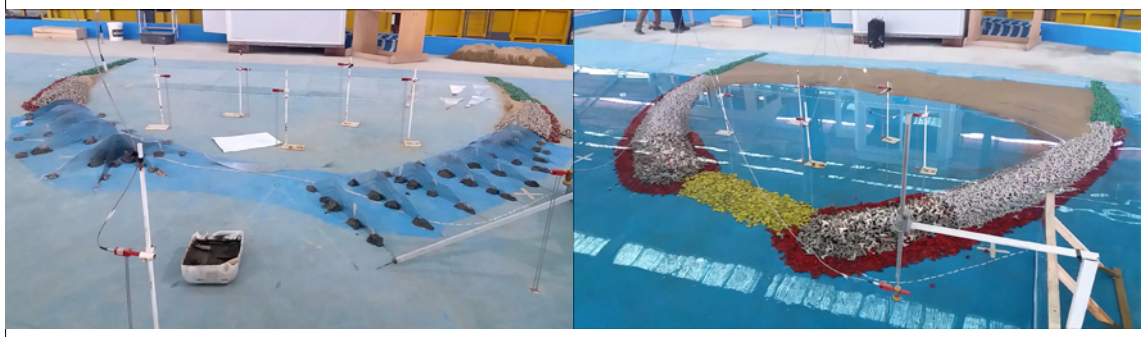
En la actualidad, existen estrategias encaminadas a adaptarse al eventual retroceso de la línea de costa, o *managing shoreline retreat* (McLachlan et al., 2013), que se basan en una combinación de estudios orientados a determinar la posición futura de la línea de costa y medidas como promover la compra de terrenos costeros con fines de conservación mediante subsidios, evitar la construcción de infraestructura en zonas vulnerables mediante el uso de instrumentos de planificación territorial, o promover la protección de humedales, playas desembocaduras, playas y campos dunares. En algunos de estos puntos ya existe avance, como la promulgación de la Ley 21.202, que tiene por objeto proteger los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente y que, según mi opinión, debiera extenderse a los humedales que se ubican fuera de los radios urbanos. En lo relativo al uso del suelo hay también avances en el papel, como la nueva Guía para incorporar el cambio climático en instrumentos de ordenamiento territorial, elaborada por varios ministerios (MMA, 2021) y que debiera entrar en vigor este año.

Figura N°17.
a) Playas artificiales construidas en Antofagasta por la Dirección de Obras Portuarias, b) Modelos físicos a escala de Playa Brava, Iquique, desarrollados por el Instituto Nacional de Hidráulica y c) Playa El Salitre, Tocopilla

a)



b)



c)

Fuente: Archivo personal.

Mejoras de gestión de la infraestructura costera

El desempeño de la infraestructura costera es directa o indirectamente afectado por las condiciones climáticas existentes, y también lo será por los posibles cambios en la frecuencia y magnitud o intensidad de los eventos extremos producto del cambio climático. En la práctica actual, los valores de diseño y la incertidumbre asociada se evalúan bajo condiciones de estacionaridad, es decir, suponiendo que durante la vida útil de una obra marítima existirá un clima estadísticamente equivalente al ocurrido en el pasado, y que se caracteriza mediante registros históricos (Gironás & Yáñez, 2019). No obstante, el cambio climático introduce cambios tanto en las tendencias como en la variabilidad, razón por la cual esta debiera considerarse en todas las etapas de un proyecto de obras marítimas: planificación, prefactibilidad, factibilidad, diseño, ejecución, operación, mantención, reparación y desmantelamiento de la infraestructura.

Desde la perspectiva de la gestión de la infraestructura, las empresas portuarias estatales, los concesionarios y los ministerios competentes debieran establecer planes de mantención y reparación de obras costeras, de atraque y abrigo que serán dañadas con más frecuencia en la medida que avance el siglo. Desde hace un lustro, la planificación de infraestructura en el MOP ha comenzado a considerar el cambio climático mediante el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático (MOP & MMA, 2017), que considera 23 medidas en las líneas de acción en los ejes deadaptación al cambio climático, mitigación al cambio climático y gestión del conocimiento. Dentro de estos ejes destacan las siguientes medidas específicas para infraestructura marítima que la Dirección de Obras Portuarias (DOP) junto a entidades asociadas (INH, SHOA, DIRECTEMAR) debieran implementarse este año:

- Medida 1: Incorporación de cambios metodológicos en la evaluación económica de obras de infraestructura con perspectivas de largo plazo.
- Medida 3: Incorporación de cambios metodológicos en las etapas de desarrollo de obras de infraestructura en zonas costeras. La medida contempla desarrollar bases de datos de climas de oleaje futuro, considerando la incertidumbre climática, para evaluar los diseños de obras y/o alternativas de adaptación a lo largo de su vida útil.
- Medida 4: Incorporación de cambios metodológicos en la etapa de diseño de obras de infraestructura asociadas a la conectividad (e.g. rampas, red vial) y de protección del territorio (e.g. defensas costeras) que se pueden ver afectadas por eventos extremos de origen hidro-meteorológico.
- Medida 8: Mejoras en monitoreo de amenazas costeras. La medida contempla contar con un número mayor de boyas de oleaje y la instalación de ADCPs en 10 puertos del Estado bajo la tutela del SEP.
- Medida 10: Incorporación de monitoreo semi-continuo del impacto de obras de infraestructura costera. La medida contempla la instalación de tótems de captura de imágenes para que las personas usen sus propios celulares para la toma de fotos en una dirección única respecto de un punto de observación.
- Medida 11: Incorporar en todas las escalas de planificación ministerial los efectos del cambio climático.

Estas medidas apuntan en la dirección correcta y de ser implementadas, redundarán en una reducción en la vulnerabilidad del sistema portuario en Chile. Los avances, no obstante, son menores. En términos de monitoreo, por ejemplo, la medida 8 está lejos de ser cumplida, pues a la fecha sólo hay dos boyas frente a Iquique y Concepción, y sólo un ADCP en San Antonio. Por otra parte, la incorporación de cambios metodológicos en las etapas de desarrollo de obras de infraestructura en zonas costeras no ha sido adoptada en el mundo de la consultoría, aun cuando existen proyecciones de oleaje y nivel medio del mar a mediados de siglo (MMA, 2019, Vol.1) que pudieren servir para ello.

Reflexión final

La propuesta de medidas de adaptación en una costa sometida a un oleaje intenso, alaumento del nivel del mar y a grandes terremotos de subducción, demanda una serie de desafíos que cubren desdelas brechas de conocimiento a la escasez de ejemplos de infraestructura verde en costas similares a la nuestra. Entre las primeras destacan la escasa comprensión de la física ylas escalas espacio-temporales de las variables en juego, la limitación de los métodos de cálculo vigentes y las limitaciones de los modelos globales de oleaje y marea meteorológica. Además, aún hay brechas de conocimiento para modelar las interacciones no lineales entre fenómenos y los efectos en cascada que afectarían a las obras de infraestructura durante su vida útil. A pesar de estas limitaciones, las decisiones de planificación de obras de protección costera debenefectuarse con premura en un contexto de incertidumbre, bajo un enfoque multi-amenaza, probabilístico y no estacionario. En un futuro cercano, estos aspectos técnicos deberán cruzarse con algunas de las medidas de adaptación contenidas en este capítulo de modo de reducir las áreas potencialmente inundables y los efectos en la infraestructura costera y los sistemas naturales.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con apoyo del proyecto CONICYT-FONDAP 15110017 (CIGIDEN).

Referencias Bibliográficas

AHMED, N., BUNTING, S. W., RAHMAN, S., & GARFORTH, C. J. Community-based climate change adaptation strategies for integrated prawn–fish–rice farming in Bangladesh to promote social–ecological resilience. Reviews in Aquaculture, 2014, Vol. 6, N°1, p. 20-35.

ARMSTRONG, S. B., & LAZARUS, E. D. Masked shoreline erosion at large spatial scales as a collective effect of beach nourishment. Earth's Future, 2019, Vol. 7, N°2, p. 74-84.

ARMSTRONG, S. B., LAZARUS, E. D., LIMBER, P. W., GOLDSTEIN, E. B., THORPE, C., & BALLINGER, R. C. Indications of a positive feedback between coastal development and beach nourishment. Earth's Future, 2016, Vol. 4, N°12, p. 626-635.

BAGARANI, M., DE VINCENZO, A., IEVOLI, C., & MOLINO, B. The Reuse of Sediments Dredged from Artificial Reservoirs for Beach Nourishment: Technical and Economic Feasibility. Sustainability, 2020, Vol. 12, N°6820, p. 1-19.

BITAN, M., & ZVIELY, D. Sand beach nourishment: Experience from the Mediterranean coast of Israel. Journal of Marine Science and Engineering, 2020, Vol. 8, N°273, p. 1-18.

BRIÈRE, C., JANSSEN, S. K., OOST, A. P., TAAL, M., & TONNON, P. K. Usability of the climate-resilient nature-based sand motor pilot, The Netherlands. Journal of coastal conservation, 2018, Vol. 22, N°3, p. 491-502.

CASTILLA, J. C., MEZA, F. J., VICUÑA, S., MARQUET, P. A., y MONTERO, J. P. Cambio climático en Chile. Ciencia, Mitigación y Adaptación. Santiago: Ediciones UC, 2019.

COOKE, B. C., JONES, A. R., GOODWIN, I. D., & BISHOP, M. J. Nourishment practices on Australian sandy beaches: A review. Journal of environmental management, 2012, Vol. 113, p. 319-327.

DAVIES, C., & LAFORTEZZA, R. Urban green infrastructure in Europe: Is greenspace planning and policy compliant? Land use policy, 2017, Vol. 69, p. 93-101.

DEAN, R. G. Beach nourishment: theory and practice. Advanced Series on Ocean Engineering: Volume 18. USA: World Scientific Publishing Company, 2003.

DE SCHIPPER, M. A., LUDKA, B. C., RAUBENHEIMER, B., LUIJENDIJK, A. P., & SCHLACHER, T. A. Beach nourishment has complex implications for the future of sandy shores. Nature Reviews Earth & Environment, 2021, N°2, p. 70-84.

DE VINCENZO, A., COVELLI, C., MOLINO, A. J., PANNONE, M., CICCAGLIONE, M., & MOLINO, B. Long-term management policies of reservoirs: Possible re-use of dredged sediments for coastal nourishment. Water, 2019, Vol. 11, N°15, p. 1-19.

DE VRIEND, H. J., & VAN KONINGSVELD, M. Building with Nature. Thinking, acting and interacting differently. Netherlands: Ecoshape, Building with Nature, Dordrecht, 2012.

GIRONÁS, J., y YÁÑEZ, G. Capítulo 18. Impactos y Adaptación en Infraestructura. En CASTILLA, J. C., MEZA, F., VICUÑA, S., MARQUET, P. A., y MONTERO, J. P. (EDS.). Cambio Climático en Chile: Ciencia, Mitigación y Adaptación. Santiago: Ediciones UC, 2019, p. 375-404.

GUTIÉRREZ-SEGURA, J. Halófitas como alternativa en la fitorremediación, producción agrícola y otros usos. Memoria para optar al título de Biólogo. España: Universidad de Jaén, 2018.

HANSON, H., BRAMPTON, A., CAPOBIANCO, M., DETTE, H. H., HAMM, L., LAUSTRUP, C., LECHUGA, A., & SPANHOFF, R. Beach nourishment projects, practices, and objectives—a European overview. Coastal engineering, 2002, Vol. 47, N°2, p. 81-111.

HAUER, C., WAGNER, B., AIGNER, J., HOLZAPFEL, P., FLÖDL, P., LIEDERMANN, M., TRITTHERT, M., SINDELAR, C., PULG, U., KLÖSCH, M., DONNUM, B. O., STICKLER, M., & HABERSACK, H. State of the art, shortcomings and future challenges for a sustainable sediment management in hydropower: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, Vol. 98, p. 40-55.

ISLAM, M. T., CHARLESWORTH, M., AURANGOJEB, M., HEMSTOCK, S., SIKDER, S. K., HASSAN, M. S., DEV, P. K., & HOSSAIN, M. Z. Revisiting disaster preparedness in coastal communities since 1970s in Bangladesh with an emphasis on the case of tropical cyclone Amphan in May 2020. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2021, Vol. 58, N°102-175.

JAMERO, M. L., ONUKI, M., ESTEBAN, M., BILLONES-SENSANO, X. K., TAN, N., NELLAS, A., TAKAGI, H., THAO, N. D., & VALENZUELA, V. P. Small-island communities in the Philippines prefer local measures to relocation in response to sea-level rise. Nature Climate Change, 2017, Vol. 7, p. 581-586.

JUNKER, B., BUCHECKER, M., & MÜLLER-BÖKER, U. Objectives of public participation: which actors should be involved in the decision making for river restorations? Water Resources Research, 2007, Vol. 43, N°10, p. 1-11.

MARTÍNEZ, C., HIDALGO, R., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, F., RANGEL-BUITRAGO, N., y CONTRERAS-LÓPEZ, M. La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia. Instituto de Geografía - Serie Geolibros. Santiago: Ediciones UC, 2019.

MCLACHLAN, A., DEFEO, O., JARAMILLO, E., & SHORT, A. D. Sandy beach conservation and recreation: guidelines for optimising management strategies for multi-purpose use. Ocean & Coastal Management, 2013, Vol. 71, p. 256-268.

MMA. Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente-Gobierno de Chile, 2019.

MMA. ARClim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. 2021. Disponible en: https://arclim.mma.gob.cl

MMA. Guía para incorporar el cambio climático en instrumentos de ordenamiento territorial, elaborado por varios ministerios. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente, Subsecretaría de Fuerzas Armadas, Ministerio de Vivienda y Urbanismo y Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2021.

MOP y MMA. Plan de adaptación y mitigación de los servicios de infraestructura al cambio climático 2017-2022, 2017. Disponible en: http://www.dgop.cl/Documents/PlanAccionMop.pdf, 2017.

MORALES, E., WINCKLER, P., y HERRERA, M. Costas de Chile. Medio natural, gestión costera, ingeniería oceánica y cambio climático. Santiago: SHOA, CONA y UV, 2020.

NARAYAN, S., BECK, M. W., REGUERO, B. G., LOSADA, I. J., VAN WESENBEECK, B., PONTEE, N., SANCHIRICO, J, N., INGRAM, J. C., LANGE, G.-M., & BURKS-COPES, K. A. The effectiveness, costs and coastal protection benefits of natural and nature-based defences. PloS one, 2016, Vol. 11, N°5, e0154735, p. 1-17.

NOAA & USACE. SAGE: Systems Approach to Geomorphic Engineering. Natural and Structural Measures for Shoreline Stabilization, 2015. Disponible en: https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/living-shoreline.pdf

NOGUERA, E., & VIDAL, L. Design and construction of Chile's Puclaro dam. International water power & dam construction, 1999, Vol. 51, N°9, p. 16-19.

PORRAS, R. M., & VÁSQUEZ, J. A. El extractivismo de las algas pardas en el norte de Chile. European Review of Latin American and Caribbean Studies - Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe, 2020, N°110, p. 101-121.

QUEZADA, M. Estudio de erosión costera y regeneración de Espacios litorales. Una aplicación en playa el Papagayo, Quintero. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Oceánico. Viña del Mar: Universidad de Valparaíso, 2007.

ROY, S. G., UCHIDA, E., DE SOUZA, S. P., BLACHLY, B., FOX, E., GARDNER, K., GOLD, A. J., JANSUJWICZ, J., KLEIN, S., McGREAVY, B., MO, W., SMITH, S., VOGLER, E., WILSON, K., ZYDLEWSKI, J., & HART, D. A multiscale approach to balance trade-offs among dam infrastructure, river restoration, and cost. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2018, Vol. 115, N°47, p. 12.069-12.074.

SILVA, R., LITHGOW, D., ESTEVES, L. S., MARTÍNEZ, M. L., MORENO-CASASOLA, P., MARTELL, R., PEREIRA, P., MENDOZA, E., CAMPOS-CASCAREDO, A., WINCKLER, P., OSORIO, A., OSORIO-CANO, J., & RIVILLAS, G. D. Coastal risk mitigation by green infrastructure in Latin America. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Maritime Engineering, 2017, Vol. 170, N°2, p. 39-54.

SILVA, R., CHÁVEZ, V., LITHGOW, D., y TSUNEKI, H. Evaluación de la efectividad de la infraestructura verde para la mitigación del riesgo costero en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo, 2020.

SPEYBROECK, J., BONTE, D., COURTENS, W., GHESKIERE, T., GROOTAERT, P., MAELFAIT, J. P., MATHYS, M., PROVOOST, S., SABBE, K., STIENEN, E., VAN LANCKER, V., VINCX, M., & DEGRAER, S. Beach nourishment: an ecologically sound coastal defence alternative? A review. Aquatic conservation: Marine and Freshwater ecosystems, 2006, Vol. 16, N°4, p. 419-435.

SUBERCASEAUX, B. Chile o una loca geografía. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1973.

UNITED NATIONS. United Nations Framework Convention on Climate Change. Turkey: United Nations, 1992.

USACE. North Atlantic Coast Comprehensive Study: Resilient Adaptation to Increasing Risk. USA: US Army Corps of Engineers, 2015.

WARRICK, J. A., STEVENS, A. W., MILLER, I. M., HARRISON, S. R., RITCHIE, A. C., & GELFENBAUM, G. World's largest dam removal reverses coastal erosion. Scientific reports, 2019, Vol. 9, N°1, p. 1-12.

WEBB, B., DIX, B., DOUGLASS, S., ASAM, S., CHERRY, C., & BUHRING, B. Nature-based solutions for coastal highway resilience: An implementation guide. USA: U.S. Department of Transportation, 2019.

Capítulo V

Normativa, institucionalidad y gobernanza de la zona costera y de los recursos marino-costeros en Chile

5.1.

Luces y sombras del derecho de costas en España: sugerencias para una Ley de Costas en Chile

Lights and shadows of coastal law in Spain: useful ideas for a Law of Coasts in Chile

Ángel Menéndez Rexach[1]

RESUMEN

En España, la Ley de Costas de 1988 marcó un cambio de orientación claramente proteccionista, en armonía con los objetivos de desarrollo sostenible promovidos por las más altas instancias internacionales. Ha sido una de las leyes del período postconstitucional que mayor impacto social ha tenido y se ha caracterizado por una gran estabilidad, pese a los vaivenes políticos, hasta la reforma de 2013, que, sin embargo, mantuvo los principios y objetivos básicos. El propósito de este trabajo es dar cuenta de la experiencia española para extraer de ella, tanto de la legislación como de su aplicación práctica, algunas enseñanzas que puedan ser útiles de cara al proceso de elaboración de una Ley de Costas en Chile.

Palabras clave: costas, dominio público, limitaciones legales, concesiones.

ABSTRACT

The Spanish Shores Act 1988, compared to previous legislation, marked a clearly protectionist change of orientation, in harmony with the sustainable development goals promoted by the highest international authorities. In the post-constitutional period it has been one of the acts with the greatest social impact and has been characterized by great stability, despite political swings, until the 2013 reform, which nevertheless maintained the basic principles and objectives. The purpose of this paper is to account for the Spanish experience to extract from it, both from the legislation and its practical application, some teachings that may be useful for the process of developing a new Law of Coasts in Chile.

Key words: coast, public domain, property limitations, concessions.

1 Catedrático emérito de Derecho administrativo, Universidad Autónoma de Madrid.

Introducción:

El marco normativo

España tiene 7.883 km de costa, de los cuales 1.342 corresponden a las Islas Baleares y 1.545 a las Canarias. Su configuración física es muy variada. Muchos tramos son acantilados (4.021 km), en especial en la cornisa Cantábrica, pero también hay unos 2.000 km de playas. El resto del litoral presenta características de costa baja (1.271 km) o ha sido transformado por obras artificiales (600 km), sobre todo en el litoral Mediterráneo (Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española, 2015: 15).

Gran parte de la población vive en la costa o tiene en ella su segunda residencia y esa tendencia se ha acentuado en las últimas décadas, como en casi todos los países con litoral marítimo. Desde los años 60 del siglo pasado un acelerado (y descontrolado) proceso de desarrollo urbanístico turístico del litoral español, sobre todo en el Mediterráneo, se empeñó en ocupar la primera línea de costa con grandes edificios en altura, alterando el equilibrio de unos ecosistemas muy frágiles y, en muchas ocasiones, destruyendo los valores del medio natural.

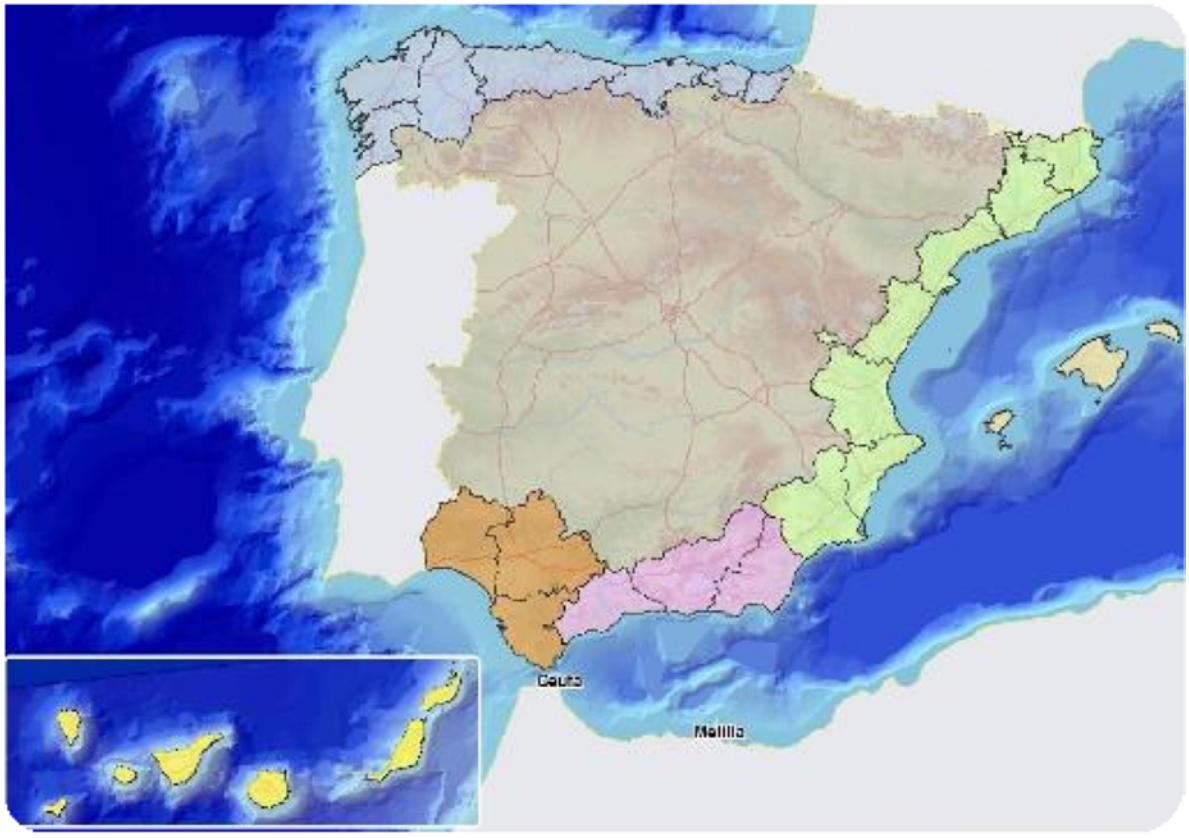
Para frenar en lo posible ese proceso se promulgó la Ley de Costas de 1988 (Ley 22/1988, de 28 de julio, en adelante citada como LC), que marcó un cambio de orientación claramente proteccionista, en armonía con los objetivos de desarrollo sostenible promovidos, desde el informe Brundtland, por las más altas instancias internacionales. La Ley se dictó en cumplimiento del mandato constitucional que declara de dominio público estatal la zona marítimo-terrestre (ZMT), las playas, el mar territorial y los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental (art. 132.2 de la Constitución de 1978). Son los únicos bienes cuya declaración como dominio público se hace al máximo rango normativo. Los demás lo son por decisión del legislador ordinario, modificable en virtud de una ley de signo contrario (Menéndez, 2015).

La LC, acorde con su denominación, limita su ámbito de aplicación a la franja costera, pero no la define y tampoco el litoral. Se puede identificar con la ribera del mar, formada por la ZMT y las playas, cuyas definiciones legales se explicarán en el epígrafe siguiente. El mar territorial y la zona económica exclusiva se regulan en otras leyes específicas, de acuerdo con la Convención de Naciones Unidas sobre Derecho del Mar de 1982.

En los últimos años, en el marco de su política marítima integrada, la Unión Europea ha impulsado la gestión integrada de las zonas costeras (GIZC), la protección ambiental del medio marino mediante la aprobación de estrategias marinas y su planificación mediante instrumentos de ordenación que armonicen los usos existentes y potenciales (Núñez, 2010). En cuanto a la GIZC, las instituciones comunitarias solo han formulado recomendaciones, ya que se trata de una competencia de los Estados miembros. Sobre el medio marino se han dictado dos importantes Directivas: la 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina) y la 2014/89/UE 23 de julio de 2014), que establece un marco para la ordenación del espacio marítimo.

La primera ordena a los Estados miembros adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado ambiental del medio marino a más tardar en 2020. Para ello cada Estado debe elaborar una estrategia para cada región o subregión marina. Fue incorporada al derecho interno español por la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino (Arana y Sanz, 2012; Núñez, 2016). Es una ley del mar, que se suma a la de Costas de 1988 para completar la protección integral del dominio público marítimo-terrestre, en relación con los espacios que ésta última dejó fuera de su ámbito. Las estrategias marinas para las cinco demarcaciones existentes (noratlántica, sudatlántica, Estrecho y Alborán, levantino-balear, y canaria) se aprobaron en noviembre de 2018 (Figura N°1).

Figura N°1.
Clasificación geográfica del litoral español en las cinco demarcaciones marinas mencionadas



Fuente: Ministerio para las Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)[2].

La otra Directiva (2014) se aplica a las aguas marinas de los Estados miembros, pero no a las aguas costeras ni a partes de las mismas objeto de medidas de ordenación territorial, a condición de que así se comunique en los planes de ordenación marítima. No obstante, la Directiva establece que los Estados "procurarán promover la coherencia entre la ordenación del espacio marítimo y el plan o planes de ordenación resultantes y otros procesos como la gestión integrada de las costas o prácticas formales o informales equivalentes". En consecuencia, la ordenación del espacio marítimo debe tener en cuenta las interacciones entre tierra y mar. El resultado quedará plasmado en los planes de ordenación marítima". Esta Directiva se incorporó al derecho interno español mediante el Real Decreto 363/2017, de 8 de abril**.** Los planes de ordenación del espacio marítimo tienen también como ámbito el de las demarcaciones marinas. Deben identificar los usos actuales y potenciales de ese espacio para asegurar su coordinación. Su aprobación debería tener lugar antes de finales de marzo de 2021.

Esta es, en síntesis, la situación de la costa y del mar en España desde el punto de vista normativo. Aquí nos centraremos en la regulación de la costa, para dar cuenta de la experiencia española y extraer de ella algunas enseñanzas que puedan ser útiles de cara al proceso de elaboración de una Ley de Costas en Chile.

2 https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/conociendo-litoral/zonas-litorales-espanolas/clasificacion-geografica/introduccion-clasificacion-geografica.aspx

La Ley de Costas de 1988: principios y objetivos

La LC ha sido, sin duda, una de las leyes sectoriales postconstitucionales que mayor impacto social ha tenido (Menéndez, 2010, 2015). Durante la tramitación parlamentaria del proyecto de ley y los meses posteriores a su promulgación, la explicación sosegada del contenido de la ley se vio dificultada por un exceso de pasión en las críticas, más preocupadas por descalificar que por entender. Se llegó a decir que, con sus medidas protectoras del litoral, la futura ley supondría la ruina del sector turístico español. Pero la fuerza fáctica de lo normativo se fue imponiendo paulatinamente, sobre todo porque se mantuvo firme la decisión política de aplicarla, aunque no siempre lo haya sido con la misma intensidad. La Administración del Estado ha acudido a los tribunales siempre que lo ha considerado necesario para la defensa del dominio público y ha obtenido casi siempre sentencias favorables.

Como era de esperar, no se han cumplido las previsiones agoreras sobre los efectos indeseables de la ley. Todo lo contrario: las nuevas urbanizaciones son, en general, mucho más respetuosas con el entorno, haciéndolo más atractivo. El número de visitantes (y residentes) ha aumentado sin cesar, por encima de los 80 millones en 2019, hasta la crisis provocada por la pandemia del COVID 19. Obviamente, no todos van a la costa, pero sí en un porcentaje muy elevado. En la costa española hay muchos desastres heredados, pero no se puede negar que desde 1988 está más protegida.

Una de las claves de la eficacia de la LC fue, seguramente, que, en los años inmediatamente anteriores a su promulgación, se reforzaron los medios personales y materiales de los servicios centrales y territoriales de la Administración de Costas del Estado, de modo que, cuando la Ley entró en vigor, las estructuras administrativas estaban preparadas para aplicarla.

La LC se ha caracterizado por una gran estabilidad, pese a los vaivenes políticos. Hasta 2013, en que se aprobó una importante (y regresiva) reforma, fue objeto de muy pocas modificaciones, ninguna sustancial. Pero incluso esa reforma de 2013 mantuvo inalterados los principios y objetivos básicos establecidos en 1988. El Reglamento de la Ley aprobado por Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, actualizó la regulación de la materia, aclarando algunas cuestiones que la Ley de 2013 había dejado en la ambigüedad (Menéndez, 2014). Sigue la estructura de la Ley, integrando los preceptos reformados, con lo que se conserva la "codificación" de la regulación de esta importante materia.

Los objetivos básicos de la LC son los siguientes:

- *Determinación y protección del dominio público*, lo que implica, por una parte, la identificación de los bienes a los que se atribuye esa naturaleza jurídica y, por otra, el establecimiento de un régimen específico de protección, más allá de las notas generales del dominio público (inalienabilidad, imprescriptibilidad e inembargabilidad).

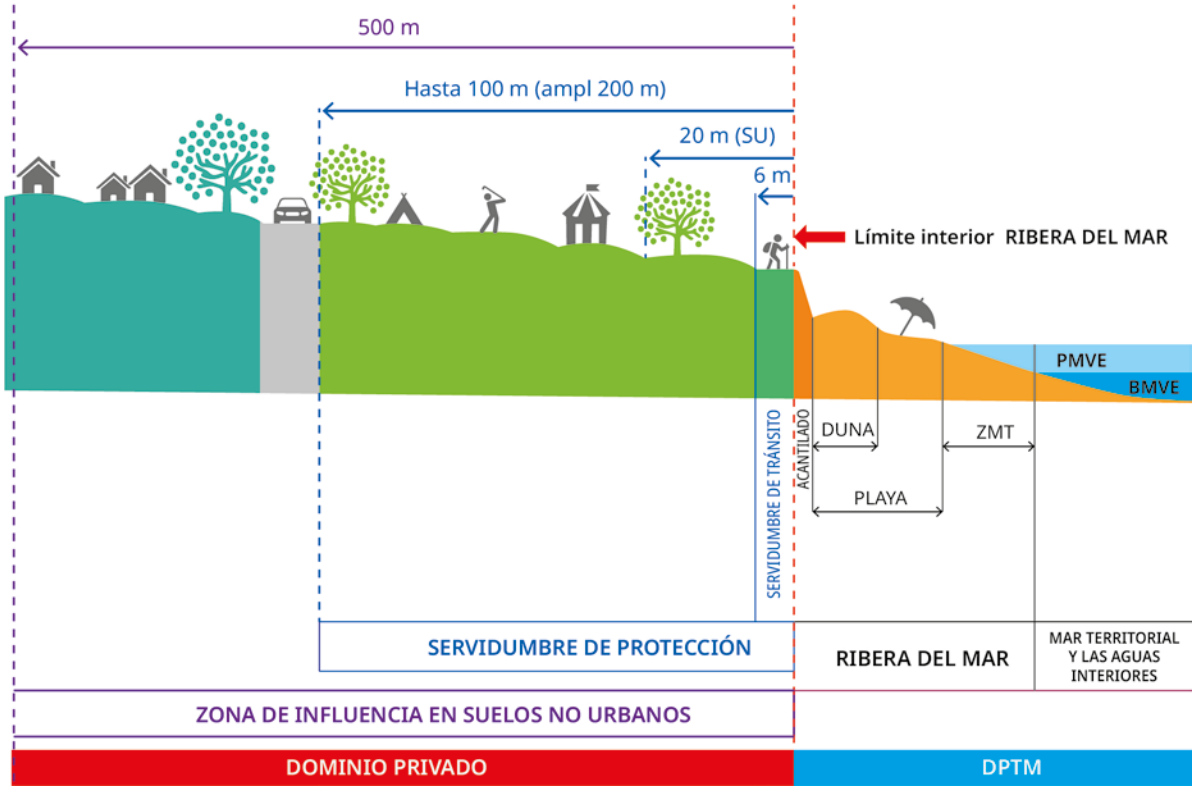
- *Garantía del uso público*, de acuerdo con la legislación histórica española, que ha considerado siempre de uso público el mar y su ribera. Esa garantía se refuerza en la LC mediante la prohibición de que se autoricen usos (actividades o instalaciones) que, por su naturaleza, puedan tener otra ubicación. Esto supuso un cambio radical de orientación frente a la legislación anterior, que permitía el otorgamiento de concesiones y autorizaciones para cualquier uso, aunque no estuviese vinculado al mar. La nueva configuración de la servidumbre de tránsito (paso público peatonal) y los estándares mínimos de acceso al mar en las zonas urbanas y urbanizables son medidas encaminadas a la consecución del mismo objetivo.

- *Utilización racional de los recursos naturales*. Este objetivo entronca directamente con el mandato contenido, en los mismos términos, en el artículo 45.2 de la Constitución. En palabras del Tribunal Constitucional, "el legislador estatal no sólo está facultado, sino obligado, a proteger el demanio marítimo-terrestre a fin de asegurar tanto el mantenimiento de su integridad física y jurídica, como su uso público y sus valores paisajísticos" (STC 149/1991).

- *Garantía de calidad de las aguas y de la ribera del mar*. Este objetivo es, en realidad, una especificación del anterior. La consecución de un adecuado nivel de calidad de las aguas y de la ribera del mar acredita que esos recursos se están utilizando racionalmente. En esta materia, intensamente regulada por la normativa europea, incidió directamente la Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, al incluir en la planificación hidrológica las aguas de transición y costeras. Su contenido está incorporado a la vigente Ley de Aguas (Texto Refundido aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, con modificaciones posteriores). Son aguas de transición, las masas de agua superficial próximas a la desembocadura de los ríos que son parcialmente salinas como consecuencia de su proximidad a las aguas costeras, pero que reciben una notable influencia de flujos de agua dulce. Son aguas costeras, las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales.

Al servicio de los objetivos reseñados, la LC lleva a cabo una zonificación del litoral distinguiendo la zona de dominio público (que debe ser identificada mediante el correspondiente deslinde), la zona colindante (que será normalmente de propiedad privada, pero sometida a importantes limitaciones legales) y una zona de influencia en la que se dan algunas pautas para la planificación urbanística (Figura N°2). La delimitación tiene su reflejo en las posibilidades de utilización, como se verá más adelante.

Figura N°2.
Zonificación del litoral



Fuente: Ministerio para las Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)[3].

Teniendo en cuenta la incidencia del cambio climático, la Ley de reforma de 2013 reguló la declaración de situación de regresión grave de tramos del dominio público marítimo-terrestre, en los que se verifique un retroceso en la línea de orilla superior a 5 metros al año, en cada uno de los últimos cinco años, siempre que se estime que no puedan recuperar su estado anterior por procesos naturales. Además, dispuso la elaboración de una estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático. Se aprobó en julio de 2015. En ella se distinguen tres grandes grupos de opciones de adaptación: de protección, de acomodación y de retroceso. Se concretan en las medidas correspondientes. La estrategia no tiene carácter normativo. En la actualidad se tramita un proyecto de ley de adaptación al cambio climático, que prevé la adecuación de la planificación y gestión de la costa a las directrices y medidas contenidas en la Estrategia.

A continuación, expondremos las líneas maestras de la Ley relativas a la configuración del dominio público marítimo-terrestre y, en particular, la ribera del mar, el régimen de utilización, las limitaciones a la propiedad de los terrenos colindantes y los criterios de articulación de las competencias concurrentes sobre el litoral.

3 https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/conociendo-litoral/zonas-litorales-espanolas/clasificacion-legal/litoral-en-legislacion.aspx

Configuración del dominio público marítimo-terrestre

La consideración del mar y su ribera como "cosas comunes" destinadas al uso público está profundamente arraigada en la tradición jurídica española, heredera del Derecho romano. La LC regula el conjunto de bienes que pertenecen al dominio público marítimo-terrestre, tanto los que tienen este carácter por imperativo constitucional (art. 132.2), como los que lo adquieren por decisión del legislador ordinario. Pero su regulación está centrada en la ribera del mar, expresión que se puede identificar con la costa y que comprende la ZMT y la playa. La primera existe siempre, cualquiera que sea la configuración de la costa. La segunda, solamente en los tramos con las características naturales que la ley determina (materiales sueltos, como arenas, gravas o guijarros).

Lo que generalmente denominamos "playa" en el lenguaje ordinario es, en el lenguaje legal, ZMT, en cuanto está afectada por la acción del mar. La definición legal de playa se reserva, como veremos, para designar los terrenos contiguos a la ZMT, no afectados por la acción del mar, por estar situados a una cota superior a la del alcance de las mayores olas. Junto a este concepto estricto de playa, la LC lo utiliza en muchas ocasiones en un sentido más amplio, que incluye la ZMT (ordenación de playas, uso de las playas, etc.). Para evitar equívocos es frecuente denominar a la ZMT playa "húmeda", a diferencia de la playa "seca", que corresponde al concepto legal estricto de playa.

Zona marítimo-terrestre

La extensión de la ZMT se define, en general, por el alcance de las olas en los mayores temporales conocidos, mientras que el límite alcanzado por las mareas (la línea de pleamar máxima viva equinoccial) sólo se tiene en cuenta cuando supere a aquél, es decir, cuando alcance una cota más elevada en la tierra firme. Esto ocurre generalmente en los ríos hasta donde sean sensibles las mareas, pues los terrenos inundados durante la marea alta tienen la condición legal de ZMT y no la de riberas fluviales.

Para determinar el alcance de las mayores olas y, con él, el límite interior de la ZMT, la LC, desde la reforma de 2013, remite a "los criterios técnicos que se establezcan reglamentariamente". Son los siguientes (art. 4 del Reglamento de Costas de 2014):

> "Para fijar el límite hasta donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocidos, se considerarán las variaciones del nivel del mar debidas a las mareas y el oleaje. Dicho límite será el alcanzado al menos en 5 ocasiones en un periodo de 5 años, salvo en aquellos casos excepcionales en que la mejor evidencia científica existente demuestre la necesidad de utilizar otro criterio".

No está nada claro que sea un criterio "técnico", pero sí lo está el propósito: utilizar como referencia los temporales que se han repetido al menos cinco veces en cinco años. No tienen que ser necesariamente los anteriores al momento en que se practique el deslinde. Sin embargo, se deja abierta la posibilidad excepcional de utilizar "otro criterio" basado en la evidencia científica, que tampoco está claro cómo puede aplicarse aquí. En definitiva, la Administración, al practicar el deslinde, tendrá que justificar la anchura de la ZMT con los criterios mencionados. Se trata, por tanto, de una cuestión de prueba.

Forman parte de la ZMT las marismas, albuferas, marjales, esteros, y, en general, los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar (lagunas litorales de agua salada). Se incluyen los terrenos naturalmente inundables, cuya inundación por efectos de las mareas haya sido impedida por medios artificiales, tales como muros, terraplenes, compuertas u otros sistemas semejantes. El criterio de la inundabilidad natural es, pues, la clave para determinar la extensión de la ZMT.

Un caso especial es el de la invasión por el mar por causas artificiales (ejecución de obras con esa finalidad). Así ocurre en las marinas o urbanizaciones marítimo-terrestres, en las que los terrenos inundados (canales de la urbanización) se incorporan al dominio público, mientras que las parcelas colindantes siguen siendo de propiedad privada.

Playa

La LC define la playa como una franja de terreno formada por "materiales sueltos", situada a una cota superior a la ZMT, que incluye las dunas. El problema estriba en determinar hasta dónde se extiende, habida cuenta de que en determinados tramos de costa las cadenas de dunas pueden alcanzar una gran profundidad hacia el interior, muy lejos del mar. En la reforma de 2013 se estableció que las dunas "se incluirán hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa". El Reglamento de 2014 ha considerado necesarias para esos fines las dunas que estén en desarrollo, desplazamiento o evolución debida a la acción del mar o del viento marino, las dunas primarias (con cobertura parcial de vegetación) y las dunas secundarias (no estabilizadas o en desplazamiento con cobertura de vegetación) hasta su borde interior.

Dominio público por determinación legal

Junto a los bienes que son de dominio público por imperativo constitucional, la LC añade otra serie de supuestos que tienen ese carácter por decisión del legislador ordinario. Aquí mencionaremos únicamente los acantilados, los terrenos ganados al mar, las islas e islotes y las obras públicas.

La inclusión en el dominio público de "los acantilados sensiblemente verticales, que estén en contacto con el mar o con espacios de dominio público marítimo-terrestre, hasta su coronación" fue una de las novedades más destacables de la LC. Su Reglamento aclara que "se consideran acantilados sensiblemente verticales aquellos cuyo paramento, como promedio, pueda ser asimilado a un plano que forme un ángulo con el plano horizontal igual o superior a 60 grados sexagesimales. Se incluirán en su definición las bermas o escalonamientos existentes antes de su coronación". En consecuencia, en los tramos de costa con estas características, el límite interior del dominio público se situará en la coronación del acantilado.

Al incluir en el dominio público los terrenos ganados al mar y los desecados en su ribera (desecación de marismas), la LC dio un giro de 180 grados frente a la legislación anterior, porque las concesiones de obras con esa finalidad se consideraban traslativas del dominio, al quedar el concesionario "dueño a perpetuidad" de los terrenos desecados o resultantes del relleno del mar, como premio o recompensa por la inversión realizada. No obstante, desde los años 90 del siglo pasado el Tribunal Supremo entendió que esas concesiones no dejaban de serlo cualquier que fuera el tiempo transcurrido y que, por tanto, el concesionario no se convertía en propietario. La LC no prohíbe la realización de ese tipo de obras (hoy raras, salvo en los puertos), pero dispone que los terrenos emergidos resultantes de las obras de relleno del mar o de las marismas seguirán siendo de dominio público, aunque sea puramente artificial.

La LC incluye también en el dominio público "los islotes en aguas interiores y mar territorial", así como "las islas que estén formadas o se formen por causas naturales, en el mar territorial o en aguas interiores o en los ríos hasta donde se hagan sensibles las mareas, salvo las que sean de propiedad privada de particulares o entidades públicas o procedan de la desmembración de ésta, en cuyo caso serán de dominio público su zona marítimo-terrestre, playas y demás bienes que tengan este carácter (…)".

Finalmente, la LC incluye en el dominio público las obras de titularidad estatal emplazadas en dicho ámbito o fuera de él, pero vinculadas al mar. En concreto:

- Las obras e instalaciones construidas por el Estado en dicho dominio.

- Las obras e instalaciones de iluminación de costas y señalización marítima, construidas por el Estado cualquiera que sea su localización, así como los terrenos afectados a su servicio. Estas instalaciones se rigen por la legislación de puertos.

- Los puertos e instalaciones portuarias de titularidad estatal, que se regularán por su legislación específica. Los demás puertos son de titularidad de las Comunidades Autónomas y se rigen por su legislación específica. En España no hay puertos municipales.

Deslinde

Para la identificación de los bienes que deben considerarse de dominio público marítimo-terrestre en aplicación de las definiciones legales, es necesaria la práctica del correspondiente deslinde. Este debe marcar el límite interior (tierra adentro) del dominio público, pero también hay que delimitar cada una de las pertenencias existentes en el tramo de costa deslindado (ZMT, playa, acantilado, terrenos ganados al mar, etc.).

En la tradición española los efectos del deslinde eran exclusivamente posesorios. El deslinde presumía la posesión a favor de la Administración pública que lo practicaba. La LC reforzó sus efectos para mayor protección del dominio público, al disponer que el deslinde aprobado "declara la posesión y la titularidad dominical a favor del Estado, dando lugar al amojonamiento y sin que las inscripciones del Registro de la Propiedad puedan prevalecer frente a la naturaleza demanial de los bienes deslindados". En consecuencia, la carga de la prueba recae sobre las personas (públicas o privadas), que consideren ilegal el deslinde.

La resolución aprobatoria es impugnable en vía administrativa y contencioso-administrativa. La impugnación por esa vía no excluye el ejercicio de las acciones civiles pertinentes, habida cuenta de que, en el fondo, se planteará muchas veces una cuestión de propiedad, cuyo conocimiento corresponde al orden jurisdiccional civil. La LC establece un plazo de cinco años, computados desde la fecha de aprobación del deslinde, para el ejercicio de las acciones civiles.

Régimen de utilización

El régimen de utilización del dominio público marítimo terrestre establecido en la LC se basa en la distinción entre el uso público, libre y gratuito y los que, por suponer una ocupación más intensa, peligrosa o rentable (con o sin obras), necesitan un título administrativo específico y conllevan el abono de un canon en contrapartida de las ventajas derivadas de la ocupación o aprovechamiento de un espacio o bien público. Los únicos títulos administrativos que pueden amparar estos usos más intensos son la reserva, la adscripción, la autorización o la concesión. Se excluye expresamente la posibilidad de adquirir derecho alguno en virtud de usucapión.

La novedad más importante de la LC fue la afirmación del uso público como destino normal de la ribera del mar y la restricción de las posibilidades de utilización más intensa a las actividades o instalaciones que por su naturaleza no puedan tener otra ubicación. En la reforma de 2013 se ha mantenido inalterada esa regla, si bien se introduce una distinción entre playas "naturales" y "urbanas". Las primeras están, lógicamente, más protegidas, por lo que las posibilidades de ocupación distintas del uso público se restringen a las indispensables. En cambio, en los tramos urbanos de playas esas posibilidades se amplían. El Reglamento de Costas de 2014 establece con detalle el régimen aplicable en uno y otro supuesto (arts. 65 y ss.).

La reserva ampara el ejercicio de las competencias de la Administración del Estado relativas a actividades o usos que no puedan tener otra ubicación (por ejemplo, una base naval). La figura de la adscripción permite instrumentar por tiempo indefinido las competencias regionales en materia de puertos y vías de transporte, sin tener que recurrir a la concesión, que es siempre temporal. En los demás casos, el título exigible será la autorización o la concesión. La procedencia de uno u otro título depende de que el uso no requiera obras o instalaciones de ningún tipo o bien que sean desmontables. En estos casos se requiere autorización. Para la ocupación con obras o instalaciones no desmontables o por un período superior a cuatro años se necesita concesión.

Hay varios tipos de autorizaciones. Las más comunes son las que tienen por objeto la explotación de servicios de temporada en las playas (hamacas, sombrillas, artefactos flotantes y de recreo, etc.). Tienen derecho preferente a su obtención los municipios que lo soliciten y se otorgan por un período de cuatro años. Cada municipio puede gestionar directamente estos servicios o bien adjudicarlos a particulares mediante concurso. Esto último es lo habitual. También puede otorgarse la explotación total o parcial de estos servicios a los titulares de concesiones de creación, regeneración o acondicionamiento de playas, en contraprestación por la inversión realizada. Como se trata de servicios de *temporada* (estival), las instalaciones deberán desmontarse una vez finalizada esta, aunque el plazo de la autorización sea superior. No obstante, la duración de la temporada es muy variable en función del clima, pudiendo extenderse a todo el año, como ocurre en las Islas Canarias.

El plazo máximo de las concesiones se fijó en 30 años en la ley de 1988, pero se ha ampliado hasta 75 en la reforma de 2013. Eso no significa que todas las concesiones puedan alcanzar ese tope. El Reglamento de 2014 ha establecido el plazo máximo en función de los usos en la forma siguiente:

a) Usos destinados a actuaciones ambientales: hasta un máximo de 75 años.

b) Usos que desempeñan una función o presten un servicio que, por su naturaleza, requiera la ocupación del dominio público marítimo-terrestre: hasta un máximo de 50 años.

c) Usos que presten un servicio público o al público que, por la configuración física del tramo de costa en que resulte necesario su emplazamiento, no puedan ubicarse en los terrenos colindantes con el dominio público: hasta un máximo de 30 años.

A partir de esa fecha, se permite la transmisión "inter vivos" (en la Ley de 1988 solo se admitía mortis causa), si bien supeditada a que la Administración reconozca el cumplimiento, por parte del adquirente, de las condiciones establecidas en la concesión.

Otra novedad importante sobre el régimen de utilización introducida en la reforma de 2013 es la relativa a la declaración de situación de regresión grave de tramos del dominio público marítimo-terrestre, en los que se verifique un retroceso en la línea de orilla superior a 5 metros al año, en cada uno de los últimos cinco años, siempre que se estime que no puedan recuperar su estado anterior por procesos naturales. En los terrenos comprendidos en la declaración no puede otorgarse ningún nuevo título de ocupación del dominio público, salvo en las zonas en las que no exista riesgo cierto de inundación en los próximos 5 años.

Limitaciones sobre las propiedades colindantes

Siguiendo una pauta tradicional en la legislación española reguladora de bienes de dominio público, la LC no se limita a establecer reglas de uso en la zona de dominio público y, en particular, en la ribera del mar, sino que impone un conjunto de limitaciones de la propiedad de los terrenos contiguos a dicha ribera, para reforzar la protección del dominio público. Esas limitaciones afectan directamente al régimen urbanístico del suelo, que es competencia de las comunidades autónomas y de los municipios, pero el Tribunal Constitucional justificó su inclusión en la LC en virtud de la competencia estatal sobre la legislación básica en materia de medio ambiente, por "la propia naturaleza, características y función social" de los bienes que integran el dominio público marítimo-terrestre, "lo que obliga a limitar el uso que pueda hacerse de tales terrenos colindantes" (STC 149/1991, FJ 3.B.a).

Las más importantes de esas limitaciones se agrupan bajo el rótulo de *servidumbres legales* y son las de tránsito, protección y acceso al mar. La denominación de servidumbres es equívoca, porque se trata más bien de limitaciones a la propiedad y, como tales, no indemnizables, salvo la de acceso al mar.

Servidumbre de tránsito

Tiene por objeto permitir el paso público peatonal y para los vehículos de vigilancia y salvamento, en una franja de seis metros de anchura (ampliables hasta un máximo de 20 m. en lugares de tránsito difícil o peligroso), medidos tierra adentro a partir del límite interior de la ribera del mar.

Servidumbre de protección

Fue una de las mayores novedades de la LC y una de las que mayor polémica suscitó. Consiste en el establecimiento de un régimen de utilización semejante al de la zona de dominio público, aunque más flexible, ya que, además de las obras, instalaciones o actividades que, por su naturaleza no puedan tener otra ubicación, se permiten las que presten servicios necesarios o convenientes para la utilización del dominio público marítimo-terrestre, así como las instalaciones deportivas descubiertas.

La disposición más polémica fue la prohibición de edificaciones destinadas a residencia o habitación, incluyendo las hoteleras, cualquiera que sea su régimen de explotación. Se excluyen de esta prohibición las acampadas y los campamentos o campings debidamente autorizados con instalaciones desmontables. La prohibición puede dispensarse por el Consejo de Ministros en tramos de costa que no constituyan playa ni zonas húmedas u otros ámbitos sujetos a cualquier régimen de protección. Conviene puntualizar que la LC no prohíbe el uso residencial, sino las edificaciones destinadas a ese fin. La asignación del uso corresponde a las comunidades autónomas y los municipios, que son las competentes en materia de ordenación territorial y urbanística. Algunas leyes regionales imponen la clasificación de esta zona de servidumbre de protección como suelo rústico o no urbanizable, para preservarla del desarrollo urbano.

La LC establece otras prohibiciones en esta zona:

- La construcción o modificación de vías de transporte interurbanas, cuyo trazado discurra

longitudinalmente a lo largo de la zona de servidumbre y las de intensidad de tráfico superior a 500 vehículos/día de media anual, así como de sus áreas de servicio. Esta prohibición también puede dispensarse por el Consejo de Ministros.

- Las actividades que impliquen la destrucción de yacimientos de áridos naturales o no consolidados, entendiéndose por tales los lugares donde existen acumulaciones de materiales detríticos tipo arenas o gravas. No obstante, se permite su aprovechamiento para su aportación a las playas.

- El tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión. Esta prohibición también puede dispensarse por el Consejo de Ministros.

- El vertido de residuos sólidos, escombros y aguas residuales sin depuración.

- La publicidad a través de carteles o vallas o por medios acústicos o audiovisuales. Se podrán permitir, con carácter excepcional, rótulos indicadores de establecimientos debidamente autorizados, publicidad en vallas cuya colocación resulte necesaria para la funcionalidad de la instalación o para el desarrollo de actividades y elementos publicitarios de los patrocinadores de las actividades lúdicas o deportivas debidamente autorizadas.

Esta servidumbre recae sobre una franja de 100 metros de anchura, a partir del límite interior de la ribera del mar. Pero esa anchura afecta sólo a las nuevas urbanizaciones, ya que en las existentes o en las que se encontrasen en curso de ejecución a la entrada en vigor de la LC, la anchura se reduce a veinte metros.

La aplicación de la servidumbre ha suscitado abundante conflictividad, en especial en cuanto a su anchura, que depende de la clasificación del suelo, como se acaba de señalar. De acuerdo con la LC, sólo es posible reducirla a veinte metros si se acredita que el suelo ya era urbano a la fecha de entrada en vigor de la LC, lo que resulta cada vez más difícil por el tiempo transcurrido desde 1988. En caso contrario, se debe aplicar la anchura de 100 metros, lo que implica la prohibición de nuevas edificaciones residenciales en esa franja, pero no la demolición de las existentes, en las que se podrán realizar obras de reforma o modernización, sin aumentar el volumen.

Servidumbre de acceso al mar

La privatización de hecho de numerosos tramos de costa por la inexistencia de accesos suficientes al mar, indujo a establecer unas pautas para garantizar el acceso en las zonas urbanas y urbanizables (uno cada 500 metros para tráfico rodado y cada 200 para los peatonales). La existencia de estos accesos se debe garantizar en el planeamiento urbanístico. La servidumbre establecida en la LC tiene un carácter subsidiario, para el caso de que el planeamiento no haya cumplido esa finalidad y no pueda ya cumplirla por estar consolidada la urbanización. En tales casos, se permite la expropiación o la imposición de una servidumbre de paso sobre los terrenos necesarios para establecer el acceso. Por tanto, la efectividad de la servidumbre obliga a indemnizar a los afectados. Seguramente por ello en la práctica apenas se ha hecho uso de esta posibilidad legal.

Zona de influencia

Sin la denominación de servidumbre y con la única pretensión de contener la presión urbanística sobre la línea de costa, la LC impone a los instrumentos de ordenación territorial y urbanística la delimitación de una zona (denominada *de influencia*), con una anchura mínima de 500 metros, a partir del límite interior de la ribera del mar. Algunas comunidades la han ampliado (por ejemplo, a 1.000 metros en Cataluña). En esta zona la LC marca unas pautas al planificador urbanístico:

- En tramos con playa y con acceso de tráfico rodado, se preverán reservas de suelo para aparcamiento de vehículos en cuantía suficiente para garantizar el estacionamiento fuera de la zona de servidumbre de tránsito.
- Se deberá evitar la formación de pantallas arquitectónicas o la acumulación de volúmenes, sin que, a estos efectos, la densidad de edificación pueda ser superior a la media del suelo urbanizable programado o apto para urbanizar en el término municipal respectivo. Esta regla afecta al modelo urbano, cuya definición es competencia y responsabilidad de las comunidades autónomas y los municipios. El propósito de la LC es evitar la concentración de las edificaciones en la franja costera más cercana al mar, procurando que se distribuya de forma homogénea en los nuevos desarrollos urbanos que se produzcan en el municipio.

Competencias concurrentes sobre el litoral

La LC abordó por primera vez el problema de la articulación de las competencias concurrentes sobre el litoral, con especial preocupación por la coordinación entre sus disposiciones y el planeamiento territorial y urbanístico. La cuestión no era baladí porque en los años anteriores las Comunidades Autónomas habían asumido, como competencia exclusiva, la ordenación del territorio y algunas, además, la del litoral, con la pretensión de que esta formulación supusiera un "plus" respecto de la ordenación general del territorio. Sin embargo, el Tribunal Constitucional optó por una interpretación unificadora: el litoral es parte del territorio, por lo que todas las Comunidades Autónomas con competencias en esta materia pueden ordenar el litoral (STC 149/1991). Pero esa competencia no se extiende al mar, porque no es parte del territorio. Esta doctrina (discutible) se ha mantenido inalterada. No obstante, algunas leyes autonómicas consideran que el litoral tiene una parte marítima.

El problema es que ni la LC ni el Tribunal Constitucional ni la legislación autonómica definen el litoral. Su delimitación hay que buscarla en los planes que lo ordenan, que son, casi siempre, planes de ordenación del territorio aprobados por las comunidades autónomas. El ámbito de estos planes es muy variado: unas veces se hace coincidir con el territorio de los municipios costeros (incluyendo partes alejadas del mar y excluyendo determinados suelos) y otras se determina mediante una franja de anchura variable, que en ocasiones coincide con la zona de influencia de la LC. El denominador común es que estos planes no ordenan sólo la franja de dominio público marítimo-terrestre, sino que comprenden un espacio más amplio, en el que se incluye, como mínimo, la triple zonificación de la LC: zona de dominio público (limitada a su parte terrestre; en general, la ribera del mar y los acantilados, si los hay), zona de servidumbres (de tránsito y protección) y zona de influencia. Por tanto, el litoral no coincide con el de dominio público marítimo-terrestre.

A escala europea, la Comisión lleva años impulsando la gestión integrada de las zonas costeras. Cuando parecía que iba a ser incluida en la Directiva marco para la ordenación del espacio marítimo, no lo fue en el texto final, por la oposición de diversos Estados que la consideraban materia de su competencia exclusiva. El resultado es que, como ya hemos visto, la Directiva 2014/89/UE, excluye la gestión integrada de las zonas costeras, pero obliga a tenerla en cuenta para asegurar la coordinación con los planes de ordenación del espacio marino que constituyen su objeto. Éste es un reto que tienen que abordar ahora los Estados con sus propios criterios.

En la actualidad, hay un nutrido repertorio de instrumentos para la ordenación de la costa y del mar, lo que acentúa los problemas de coordinación:

- Planes de ordenación territorial y urbanística del litoral, de diversa naturaleza y jerarquía, conforme al sistema de planeamiento vigente en cada comunidad autónoma.
- Planes hidrológicos de demarcación, que comprende las aguas de transición y las costeras.
- Estrategias marinas, aprobadas en 2018.
- Planes de ordenación del espacio marino, actualmente pendientes de aprobación.

Todos esos instrumentos ordenan, en mayor o menor medida, el dominio público marítimo-terrestre, pero no tienen la misma función ni el mismo ámbito ni ordenan sólo el espacio y los recursos calificados de dominio público. En la situación actual únicamente tenemos experiencia en la ordenación del litoral, limitada a su parte terrestre, pero no en la del espacio marino, salvo en cuanto a la calidad de las aguas costeras incluidas en los planes hidrológicos de demarcación.

La LC, a diferencia de la de Ley Aguas de 1985, no acuñó unos instrumentos de planificación específicos, sino que, como se ha explicado, estableció una serie de disposiciones relativas a la protección y utilización del dominio público marítimo-terrestre. Para su efectividad era indispensable que fueran respetadas por los instrumentos de ordenación territorial y urbanística. La LC regula la colaboración interadministrativa para conseguir ese resultado, mediante la técnica de los informes, que debe emitir la Administración de Costas del Estado en dos momentos del proceso de elaboración de esos instrumentos: antes de la aprobación inicial y antes de la definitiva. Ambos informes son preceptivos y el segundo es, además, vinculante, en el sentido de que el plan no puede ser aprobado si el informe es desfavorable en los aspectos que sean de competencia estatal. Para decirlo con mayor precisión, si el plan es aprobado en contra del informe de la Administración de Costas del Estado, estará viciado de nulidad. Así lo ha declarado reiteradamente el Tribunal Supremo. No obstante, la regulación legal intenta promover el acuerdo mediante la apertura de un período de consultas entre ambas Administraciones.

Los problemas de articulación de las competencias concurrentes sobre el mismo espacio son casi siempre difíciles de resolver por la concepción "patrimonialista" o exclusivista que impera con frecuencia en las organizaciones públicas. La realidad es que todas las instancias territoriales tienen algo que decir sobre el litoral, porque es parte de su territorio. Ninguna de ellas puede pretender la exclusividad de las competencias en un Estado descentralizado. Se impone la cooperación para el ejercicio de las competencias respectivas, con una visión de conjunto e integradora. Más aún, a la vista de la imparable subida del nivel del mar que se anuncia

en los distintos escenarios de cambio climático. En un futuro, que es casi presente, la defensa de la costa, no ya frente a los abusos de la urbanización o la destrucción del paisaje y otros valores ambientales, sino frente al avance del mar será la prioridad de la política de costas y requerirá la concertación de todas las Administraciones implicadas (Carlón, 2013).

La existencia de una pluralidad de instrumentos de ordenación es una realidad con la que hay que contar, por lo que se impone su armonización mediante la participación procedimental de las administraciones afectadas en la elaboración del plan respectivo. En España parece necesario superar la visión compartimentada de la ordenación del litoral (las administraciones regionales la parte terrestre y la del Estado su parte marítima), con una visión integradora que tenga en cuenta las interacciones tierra-mar, como quieren las Directivas europeas. La distribución competencial dificulta esa integración, pero hay que intentarla.

Balance

La aplicación de la LC ha suscitado muchos litigios, que se han resuelto casi siempre a favor del Estado. Los principales focos de conflicto han sido los deslindes y la anchura de la zona de servidumbre de protección. La mayor parte de los municipios costeros, bajo la presión de los propietarios afectados, ha intentado reducirla a 20 metros, para hacer posible la construcción de nuevas edificaciones o el incremento del volumen de las existentes a partir de ese límite, es decir, en la zona más cercana al mar. Los criterios de aplicación de la ley en esa zona no siempre han sido idénticos, debido en parte a la distinta sensibilidad de los servicios administrativos competentes. Así, por ejemplo, en el otorgamiento de las autorizaciones de usos, que corresponde a la Administración regional, los criterios de aplicación han sido más estrictos cuando la competencia está atribuida a los órganos ambientales y más permisiva cuando lo está a los competentes en materia de urbanismo.

En la actualidad prácticamente toda la costa está deslindada, pero muchos tramos no lo estaban todavía en los años posteriores a 1988, lo que constituía un serio obstáculo para la aplicación de la ley, al no existir referencias claras para la determinación sobre el terreno de la zonificación establecida en ella. En bastantes casos la tramitación del deslinde se eternizaba (algunos han tardado más de diez años), perpetuando la incertidumbre. Un problema adicional es que los deslindes deben revisarse en función de los cambios derivados de la dinámica litoral, lo que obliga a la Administración a velar por su adaptación. Pero tampoco se puede estar deslindando permanentemente.

Con todo, el balance de la aplicación de la LC ha sido claramente positivo y no es exagerado afirmar que la LC se ha convertido en bandera de las organizaciones que mayor esfuerzo dedican a la protección del litoral y de sus valores naturales y paisajísticos. También se ha reforzado la colaboración entre la administración estatal de costas, las regionales y las municipales. Los nuevos Estatutos de Autonomía aprobados a partir de 2006 han traspasado a las administraciones regionales la mayor parte de las competencias de gestión del dominio público que antes correspondían al Estado (en particular, otorgamiento de autorizaciones y concesiones). Es casi seguro que este proceso de descentralización se extenderá a todas las comunidades autónomas costeras.

La decisión de ampliar sustancialmente el plazo de las concesiones fue el motivo principal de la reforma de 2013, que ha merecido una valoración negativa generalizada, salvo, lógicamente, por parte de sus beneficiarios. Como se recordará la Ley de 1988 fijó en 30 años el plazo máximo de las concesiones, no solo de las nuevas sino también de las otorgadas con anterioridad, que lo fueron en muchos casos por tiempo indefinido o sin plazo limitado. En consecuencia, todas concesiones anteriores a la LC quedarían extinguidas en 2018, lo que habría permitido "limpiar" la costa de las ocupaciones privativas para actividades o usos no vinculados al mar, de acuerdo con el mandato legal de limitar el objeto de la concesión a esas ocupaciones. La Ley de 2013 permite prorrogarlas hasta 75 años más (lo nunca visto: una prórroga por un período de tiempo superior a la inicial). Ese plazo es el máximo previsto ahora para las concesiones, aunque no se aplica a todas por igual, como ya hemos señalado. En puridad, solo deberían prorrogarse las concesiones para actividades que no puedan tener otra ubicación y así lo recordó el Tribunal Constitucional (sentencia 233/2015, de 15 de noviembre). Aun así, es difícil justificar por qué se permite a los actuales concesionarios ocupar por períodos muy dilatados unos espacios de dominio público que otros estarían también interesados en ocupar.

Reflexión final

Algunas enseñanzas que pueden ser útiles para la Ley de Costas de Chile

En general, no es recomendable trasplantar las instituciones de un país a otro, porque cada uno tiene su idiosincrasia y sus peculiaridades. Sin embargo, muchos problemas son comunes y las respuestas dadas por un Estado pueden ser útiles para otros. La Ley de Costas española estuvo presidida por la preocupación de contener la presión de unos desarrollos urbanísticos obsesionados por ocupar la primera línea de costa e, incluso, las playas, destruyendo las cadenas de dunas que contribuían a mantener su estabilidad. La consolidación de esos desarrollos y la imposibilidad de revertirlos suscitó en algunos sectores de opinión la crítica (fácil) de que la ley llegaba tarde. Será cierto en algunos casos, pero no en otros muchos en los que una regulación proteccionista puede evitar nuevos desastres urbanísticos, como ha ocurrido con la LC. La existencia de hechos consumados indeseables no justifica la inactividad del legislador. Al contrario, debe incentivarla para evitar que esas situaciones se repitan.

La protección de la costa tiene hoy otra faceta, que apenas se tomaba en consideración en los años 80 del siglo pasado: su defensa frente a la acción del mar. La subida del nivel de las aguas marinas es una evidencia. Puede discutirse la intensidad del fenómeno, pero no ignorarlo. Los expertos manejan distintos escenarios de cambio climático, pero en todos se cuenta con esa subida. Por ello, no sería sensato programar nuevos desarrollos urbanos en primera línea de una costa batida por el océano, como es la chilena. Por supuesto, tampoco en la española.

Con vistas a una futura ley de costas de Chile hay algunas cuestiones que, a mi juicio, deberían abordarse. La mayor parte están previstas en el proyecto de ley sobre administración del borde costero y concesiones marítimas (2018), que he tenido ocasión de manejar, pero, quizá, sin el grado de precisión necesario. Sin pretensión exhaustiva, destacaré las siguientes:

a) *Determinación precisa de los terrenos del borde costero y del régimen jurídico aplicable*:
Salvo error de quien esto escribe, en Chile solo se consideran de dominio público las playas de mar (equivalente a la ZMT de la legislación española), es decir, la franja afectada por la acción del mar. Los terrenos de playa son terrenos fiscales, pero son inalienables, como el dominio público. Su extensión es siempre la misma (80 metros desde el límite interior de la playa), lo que quizá debería reconsiderarse teniendo en cuenta la diversidad de la configuración de la costa. La aplicación de las disposiciones legales requerirá la puesta en marcha de un programa de deslindes para identificar los terrenos de titularidad pública frente a los colindantes de propiedad privada. La falta de deslinde genera inseguridad, no solo jurídica, que puede ser fuente de conflictos entre el Estado y los particulares afectados.

b) *Afirmación del uso público como destino normal de las playas de mar y limitación de los usos privativos a los que no puedan tener otra ubicación por estar vinculados al mar*:
El uso público de la ribera del mar ha sido una constante en la legislación española, histórica y vigente. El sentido genuino del dominio público es el destino al uso público de los bienes que tienen esta calificación jurídica. En consecuencia, este uso debe ser prioritario. Para reforzar esa prioridad, la ley española de 1988, siguiendo la pauta de la francesa de 1986, restringió los usos privativos con el criterio de la vinculación al mar, descartando que se pudieran otorgar concesiones con cualquier objeto (p. ej. construcción de una vivienda familiar en la playa), como había ocurrido bajo la vigencia de la legislación anterior. El uso privativo no solo limita el uso público, sino que supone muchas veces una privatización de hecho (no de derecho) del terreno otorgado en concesión. ¿Por qué hay que localizar en el borde costero actividades e instalaciones que pueden tener otra ubicación y que restringen el uso público? Una ley de costas debe establecer una regulación clara y precisa de las actividades admisibles en el borde costero.

c) *Zonificación del borde costero y los terrenos colindantes, con limitaciones de uso que deberán ser respetadas por el planeamiento territorial y urbanístico*:
Esta es una de las funciones más importantes de una ley de costas y quizá la más difícil de conseguir. La ley no debe limitarse a regular el uso de los terrenos que son de titularidad estatal, sino que también debe incidir sobre los colindantes (que serán normalmente de propiedad privada) para evitar que las actuaciones que se realicen sobre ellos puedan atentar contra la integridad de un medio natural frágil y sensible al deterioro. Esto implica la necesidad de coordinar las disposiciones de la legislación de costas con el planeamiento territorial y urbano y, por tanto, las competencias de las Administraciones respectivas.
Entre las limitaciones legales sobre los terrenos colindantes destacan la denominada en España servidumbre de tránsito, cuya finalidad es permitir el paso público a lo largo de la costa, constituyendo un camino de ribera, que hace posible el disfrute del paisaje y el acceso al dominio público. La conveniencia de establecer una zona de servidumbre de protección o equivalente se debe ponderar en función de las circunstancias y de las características de la costa. Seguramente, no en todos los tramos

se deban establecer las mismas limitaciones. La ley futura de costas debería dar pautas a la planificación territorial y urbana, fomentando la colaboración entre administraciones.

d) *Régimen concesional*:
El plazo de las concesiones, que es una cuestión siempre discutida y discutible, se debe establecer en función del uso a que se destinen. El máximo debería ser 30 años, que, en circunstancias normales, es suficiente para amortizar cualquier inversión. En España desde 2013 se ha elevado hasta 75, pero es un exceso, en mi opinión, porque no está justificado el otorgamiento de concesiones monopólicas durante un período equiparable a una vida humana, privando a otros interesados de la posibilidad de ocupar ese espacio para los mismos u otros fines. En la legislación española ya se ha visto que ese plazo es un máximo que se gradúa (reduciéndolo) en función del objeto de la concesión. Es una opción razonable a la vista de la diversidad de actividades o usos privativos que pueden autorizarse en el dominio público costero.

Aparte del plazo, hay otras cuestiones relevantes. Entre ellas:

- La transmisibilidad de las concesiones. En España, la ley de 1988 solo lo permitió en caso de fallecimiento, pero no *inter vivos* para evitar que se solicitaran concesiones con fines puramente especulativos, es decir, con la única finalidad de transmitirlas a un tercero. Sin embargo, la reforma de 2013 ha suprimido esa prohibición, admitiendo la transmisibilidad con carácter general.
- La firmeza del derecho que se otorga, cuya revocación solo será posible con indemnización, por tener carácter expropiatorio. En el derecho de costas español solo se otorgan en precario las autorizaciones (en general, revocables sin indemnización), pero no las concesiones, porque la inversión realizada debe ir acompañada de la garantía de la firmeza del derecho que se otorga (Sánchez, 2010; Pérez, 2014).
- La posibilidad (u obligación) de declarar su caducidad en caso de incumplimiento de las condiciones del título concesional (al menos, las esenciales). Si el concesionario no hace uso de su derecho o incumple las condiciones con que se le otorgó, lo coherente es que la Administración declare su caducidad, bien para recuperar el uso público del espacio ocupado o para atribuir el derecho a otro dispuesto a ejercerlo correctamente.

e) *Adecuación de las estructuras administrativas*:
No hay ley buena si no se aplica. Para ello es imprescindible, además de voluntad política, la existencia de una estructura administrativa con medios personales y materiales suficientes. Como se dijo al principio de este trabajo, en España esa fue una de las claves para la aplicación efectiva de la ley. En el período inmediatamente anterior a su aprobación se reforzaron los servicios de Costas, que hasta entonces eran una administración casi marginal, para ponerlos en condiciones de hacer frente a los múltiples problemas que la entrada en vigor de la ley iba a conllevar.

La mejora implica, necesariamente, la formación y especialización del personal adscrito a esos servicios, porque hay que garantizar no solo la igualdad ante la ley, sino también en la aplicación de la ley. Para ello, es importante unificar los criterios de actuación de los servicios, que pueden ser dispares, dando lugar a quejas por agravios comparativos y, en definitiva, por infracción del principio de igualdad. Es un tópico afirmar que el poder no lo tiene el que manda sino el que ejecuta (no el Legislativo sino el Ejecutivo), pero es evidente que este, a través de sus agentes, tiene que actuar con los mismos criterios. Nadie entenderá que la misma ley se aplique de forma diferente según quien la aplique y según a quien se aplique.

Agradecimientos

Este trabajo se ha redactado en el marco del proyecto de investigación DER2014-58501-P "La incidencia de la Directiva marco sobre la ordenación del espacio marítimo en la legislación española", financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del gobierno de España.

Referencias Bibliográficas

ARANA, E., y SANZ, F. J. La ordenación jurídica del medio marino en España. Estudios sobre la Ley 41/2010, de protección del medio marino. Madrid: Civitas Thomson Reuters, 2012.

CARLÓN, M. La disciplina urbanística de las costas. Sus particularidades en la servidumbre de protección. Madrid: Thomson Reuters Civitas, 2013.

MENENDEZ, A. La Ley de Costas de 1988: aspectos clave de su génesis, aplicación y reforma". En RODRÍGUEZ, J. & NUÑEZ, Mª. C. (EDS.). El litoral de Andalucía. Norma y naturaleza. España: Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva, 2015, p. 173-193.

MENENDEZ, A. La nueva regulación de las costas: un giro hacia el dominio privado marítimo-terrestre. En FERNANDEZ, J. L., FERREIRA, J., y NOGUEIRA, A., INAP. (EDS.). La nueva regulación de las costas. Madrid: Actas del IX Congreso de la Asociación Española de Profesores de Derecho Administrativo, 2014, p. 13-55.

MENÉNDEZ, A., DE MARCOS, A., RODRIGUEZ-CHAVES, B., BERMUDEZ, J., y CHINCHILLA J. A. La Ley de Costas en la jurisprudencia. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010.

NÚÑEZ, M. C. Hacia una política marítima integrada de la Unión Europea: Madrid: Iustel, 2010.

NÚÑEZ, M. C. Estudios jurídicos sobre el litoral. Valencia: Tirant lo Blanc, 2016.

PÉREZ, J. F. El nuevo Derecho de Costas, La Ley El Consultor. Barcelona: Bosch, Hospitalet de Llobregat, 2014.

PONS, F. El nuevo régimen jurídico de las costas. Navarra: Thomson Reuters Aranzadi, Cizur Menor, 2015.

SÁNCHEZ, E. El Derecho de Costas en España, La Ley, 2010. Madrid: Las Rozas, 2010.

5.2.

California's coastal protection program – a model for integrated coastal management in Chile?

Programa de protección costera de California - ¿Un modelo de gestión costera integrada en Chile?

Charles Lester [1]

ABSTRACT

California's has a fifty-year history of successful coastal management. Hundreds of public beach accessways to and along the coast have been protected. Vital wetlands, unique terrestrial habitats, and threatened and endangered species have been conserved. Thousands of acres of stunning rural and agricultural landscapes have been preserved. California has also led the regulation of new offshore oil and other harmful industrial activity in the coastal zone. There is much to learn from the California experience. California's coastal management success is founded on implementation of a strong law by an independent Commission using comprehensive and integrated land use planning at the state and local levels; applying best available coastal and marine science; and integrating active public participation into the management program. But the state also faces on-going challenges. Global sea level rise threatens coastal development, beaches and ecosystems. Ocean acidification and warming are fundamentally changing marine habitats and fisheries. Population growth and economic development pressures continue to drive social conflict in the coastal zone. Renewed investment in integrated coastal management will be required for continued success. Understanding the California experience and continuing challenges may help efforts to enhance coastal management policy and implementation in other places, including Chile.

Key words: integrated coastal zone management, California Coastal Act, climate change.

RESUMEN

Este capítulo describe una serie de medidas de adaptación de la infraestructura costera en un contexto de cambio climático. Dado que la costa chilena es muy heterogénea, sólo se proponen medidas asociadas a costas urbanizadas o en expansión urbana, que podrían verse afectadas por la combinación de aumento del nivel del mar y tormentas costeras. Considerando que existen pocos ejemplos de este tipo de soluciones en Chile, el capítulo se abre mostrando ejemplos de adaptación en países desarrollados y en desarrollo. Luego, se proponen propuestas de infraestructura costera resiliente, manejo sedimentario sostenible, nutrición de playas, planificación urbana y mejoras en el manejo de la infraestructura costera. Finalmente, se vislumbran brechas y pasos futuros para avanzar en la materialización de infraestructura verde en las costas chilenas.

Palabras clave: gestión integrada de zonas costeras, Ley Costera de California, cambio climático.

1 Director, Ocean and Coastal Policy Center, Marine Science Institute, University of California, Santa Barbara; Executive Director, California Coastal Commission, 2011-2016.

Introduction

In the 1960s, California's coast was being overwhelmed by rapid and uncontrolled development, resulting in the steady loss of public shoreline access and devastating environmental impacts. Multiple nuclear power plants were proposed along the shoreline. Offshore oil spilled onto the beaches in Santa Barbara. Marinas, resort hotels and new highways were planned for sensitive wetland and beach areas. Residential development was sprawling into rural and scenic agricultural lands. It seemed that nearly every coastal community was under attack from unchecked development. A social and political movement "to protect the coast" was born (Douglas, 1973 Scott, 1975; Lester, 2013).

In 1972, California voters pass the Coastal Initiative (Proposition 20), declaring that "the permanent protection of the remaining natural and scenic resources of the coastal zone is a paramount concern to present and future residents of the State and nation." Four years later the legislature passed the California Coastal Act to carry forward the citizen's vision. The new law created a program to manage development on the coast in order to protect public shoreline access, and so that the spectacular natural and cultural resources of the coast would be protected into the future.

The California Coastal Management Program has since been recognized as one of the most successful in the world. Hundreds of public beach accessways and trails to and along the coast have been saved and expanded. Vital wetlands, unique terrestrial habitats, and threatened and endangered species have been protected from encroaching development. Thousands of acres of stunning rural and agricultural landscapes have been preserved. California has also led the way regulating new offshore oil and other harmful industrial activity in the coastal zone (Lester, 2013).

California's success protecting its coast has not been without conflict. The Coastal Act is a strong law. The California Coastal Commission, which implements the Coastal Act, is known for its tough regulation of development. But nearly fifty years ago, Californian's decided that protecting the coast for everyone was worth the fight. One compelling piece of evidence for this: California's coastal economy exceeds $40 billion a year – a testament that strong coastal protection and a thriving economy can go hand-in-hand (Sievanen et al., 2018).

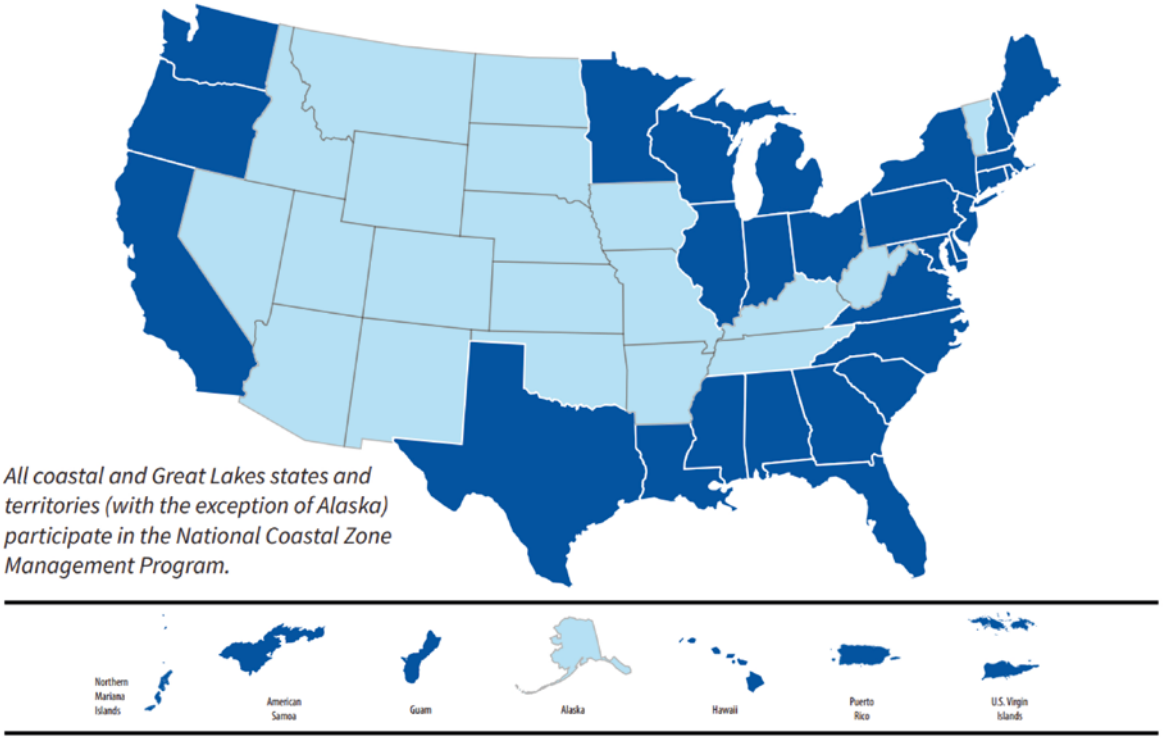
There is much to learn from the California coastal management experience. This chapter summarizes some of the key aspects of California's success in managing its coast. But it also highlights the continuing and new challenges that are putting stress on the coastal environment and communities. Global sea level rise threatens coastal development, beaches and ecosystems. Ocean acidification and warming are fundamentally changing marine habitats and fisheries. Population growth and economic development pressures continue to drive social conflict in the coastal zone. Understanding California's coastal management history, and the breadth and depth of on-going challenges, may help inform efforts to enhance coastal management policy and implementation in other places, including Chile.

Coastal Zone Management (CZM) in California

In the United States, modern coastal management began with the passage of the Coastal Zone Management Act of 1972 (CZMA). The CZMA states a national interest in the "effective management, beneficial use, protection, and development of the coastal zone" (CZMA, 16 U.S.C. § 1451). Under this law, the federal government provides financial and technical support to coastal states that have adopted management programs to "achieve wise use of the land and water resources of the coastal zone, giving full consideration to ecological, cultural, historic, and esthetic values as well as the needs for compatible economic development." To be approved by the federal government, State CZMA programs must, among other things, protect natural resources and coastal water quality, minimize coastal hazards, and provide public access to the coast for recreation purposes (CZMA, 16 U.S.C. § 1452).

The CZMA is a voluntary program, but 34 of the 35 U.S. states and territories, including eight "Great Lakes" states, currently participate (NOAA, 2021a) (Figure Nº1). In 2020, the U.S. government invested over $77 million on state CZMA programs (NOAAb, 2021). Since the 1970s, California has received nearly $100 million from the federal government to support management of its coast (Lester, 2020). The CZMA provides another incentive for state participation, called the Federal Consistency program. This is a legal requirement that the federal government will conduct its activities, including the issuance of federal permits such offshore energy approvals, as well as federal funding to other programs and projects, in a manner consistent with the policies of approved state coastal management programs (CZMA, 16 U.S.C. § 1456). Discussed in more detail below, California has taken full advantage of the CZMA federal consistency program.

Figure N°1.
Coastal states and territories of the United States

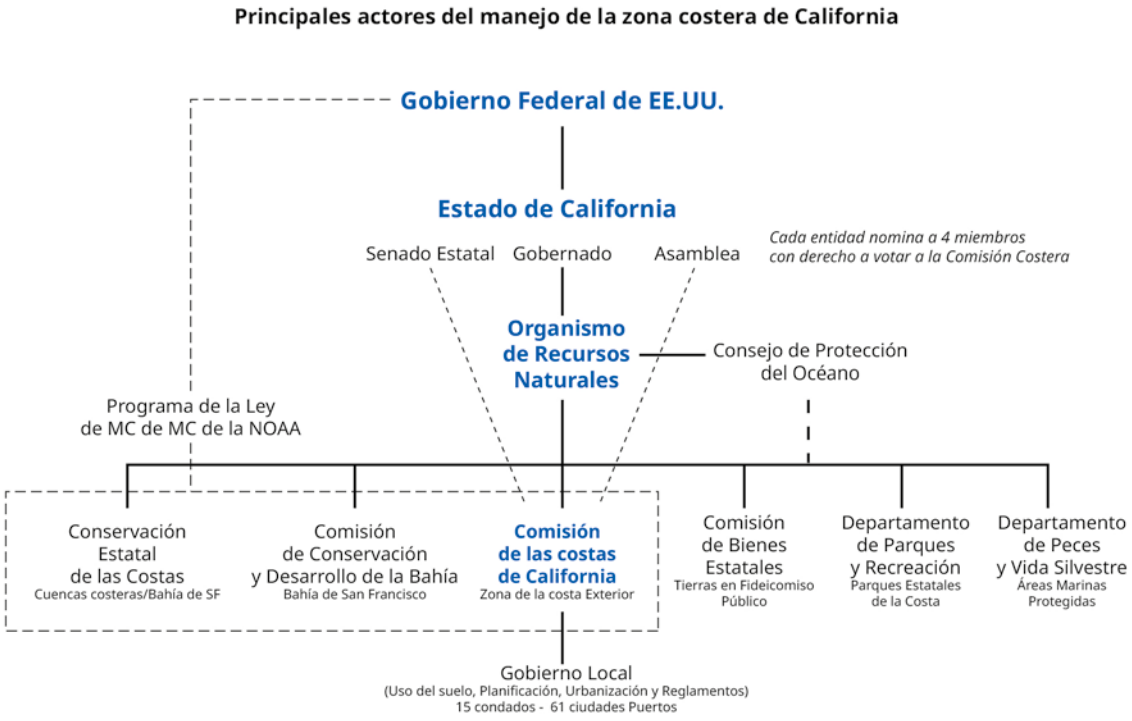


Source: https://coast.noaa.gov/data/czm/media/czm-fact-sheet.pdf

California's Approach

California's federally-approved coastal zone management program officially includes three state agencies: the California Coastal Commission, which manages the 1,100-mile-long outer coast; the San Francisco Bay Conservation and Development Commission (BCDC), which manages the inner San Francisco Bay; and the State Coastal Conservancy, which provides funding for coastal restoration and land acquisition in coastal watersheds and San Francisco Bay counties (Lester, 2013). But there are many other agencies that also manage coastal resources, including the California State Lands Commission (responsible for public tidelands below the mean high tide line), California State Parks, (encompassing more than 25% of the outer coast), and the California Ocean Protection Council, which coordinates ocean and coastal policy and science for the state. The state Department of Fish and Wildlife and the Fish and Game Commission are responsible for fisheries management and marine protected areas in state waters. There are also multiple regional water quality control agencies that directly regulate point and nonpoint sources of water pollution. Figure N°2 illustrates some of the primary coastal management actors in California. This chapter discussion focuses on the development planning and regulatory work of the California Coastal Commission, located within the California Natural Resources Agency, and the 76 local governments that also play a direct role in managing development along the outer coast.

Figure N°2.
California Coastal Zone Management



Source: C. Lester (author).

The California Coastal Act

As mentioned in the introduction, California voters passed a citizen proposition in 1972 in order to protect the coast from inappropriate development and privatization (CCZCA, 1972). The initiative created a temporary state agency to control new development along the coast while a comprehensive Coastal Plan identifying priority coastal management concerns and recommended policies was developed for consideration by the state legislature (CCZCC, 1975). Following completion of the plan, and after significant negotiations between many different stakeholder groups, the legislature passed the California Coastal Act of 1976 (Squire and Scott, 1984; Lester, 2013).

The Coastal Act declared that California's coastal zone was "a distinct and valuable natural resource of vital and enduring interest to all the people" and that "the permanent protection of the state's natural and scenic resources [was] a paramount concern to present and future residents of the state and nation" (CA PRC 30001). The Act's core management policies address a wide variety of resource concerns, including assuring public shoreline access and recreation, protecting marine, wetland and coastal habitats, minimizing coastal hazards, protecting agriculture and scenic resources, and providing sustainable public services for urban development (Table Nº1).

Table N°1.
Major California Coastal Act policies (CA PRC 30000 et seq.)

Coastal Land Use Plans and New Development Must:	
Public Access and Recreation	Provide maximum shoreline public access and recreation, consistent with public safety needs, public rights, private property rights, and protection of natural resource areas from overuse.
Affordable Recreation	Protect and provide lower cost visitor-serving and recreational facilities.
Recreational Development	Protect ocean-front land for recreational development, and give visitor-serving development priority over residential, industrial, or commercial development.
Marine Resources	Maintain and restore marine resources, and the biological productivity and quality of coastal waters, streams, wetlands, estuaries, and lakes.
Sensitive Habitats	Prevent significant disruption of environmentally sensitive habitats.
Wetlands and Streams	Prohibit the fill or degradation of coastal wetlands and riparian areas.
Oil Spill Prevention	Protect against spillage of oil, gas, and other hazardous substances.
Urban Growth and Agriculture	Stabilize urban-rural boundaries and protect coastal agriculture.
Visual Resources	Protect scenic landscapes and vistas.
Coastal-Dependent Uses	Provide for coastal-dependent and related uses, such as boating and commercial fishing facilities, aquaculture, and certain energy and industrial development.
Coastal Hazards Management	Minimize coastal hazard risks and avoid shoreline structure development such as seawalls.
Cultural and Historic Resources	Protect cultural and historic resources, and the character of special coastal communities.

Source: C. Lester (author).

The Coastal Act also includes broad policy direction to encourage affordable housing in the coastal zone and address environmental justice, meaning "the fair treatment and meaningful involvement of people of all races, cultures, and incomes with respect to the development, adoption, implementation, and enforcement of environmental laws, regulations, and policies" (CA PRC 30107.3).

To carry out the new coastal protection mandate, the Coastal Act established the California Coastal Commission with on-going responsibilities to implement state coastal protection policies in partnership with local government. As discussed in more detail below, the primary mechanism for doing this was two-fold. First, new development in the coastal zone was subject to a permit requirement to assure consistency with the Coastal Act. Second, local governments in the coastal zone had to prepare local coastal land use plans and ordinances, subject to approval by the state Coastal Commission, to implement the new coastal development permit requirement. The state Coastal Commission retained jurisdiction over permits for development below the mean high tide line and in places where no local coastal program was approved.

The Coastal Commission

The California Coastal Commission is an independent, quasi-judicial government agency within the California Natural Resources Agency, meaning that it has autonomous, case-by-case decision-making authority over the planning and permit decisions that come before it. The Commission has twelve voting commissioners who are appointed equally by three different political authorities: California's Governor, the Rules Committee of the California Senate, and the Speaker of the State Assembly. Hence, no single political authority controls the decision-making of the Coastal Commission. This political fact is sometimes credited for the Commission not being unduly captured by development interests (Scott, 1975: 107; Sivas, 2016). Six of the Commissioners must be locally-elected officials, either a city council person or county supervisor. The other six are "at-large" and come from all over the state and with a variety of backgrounds. When the Coastal was first passed, some argued that the requirement for six local official commissioners helped to assure a balance between state and local government perspectives in the Commission's work (Squire and Scott, 1984: 31).

Originally, the terms of appointed Commissioners were "at will," meaning that a Commissioner could be removed by their political appointing authority at any time. This was eventually challenged, however, on the argument that it was a violation of the constitutional separation of governmental powers to have the legislature make "at will" appointments to an executive branch agency. This challenge was addressed in 2003 legislative amendments that resulted in the eight "at will" legislative appointments to the Commission being changed to fixed four-year terms. Commissioners

appointed by the Governor continue to serve at the discretion of the Governor (Marine Forest, 2005).

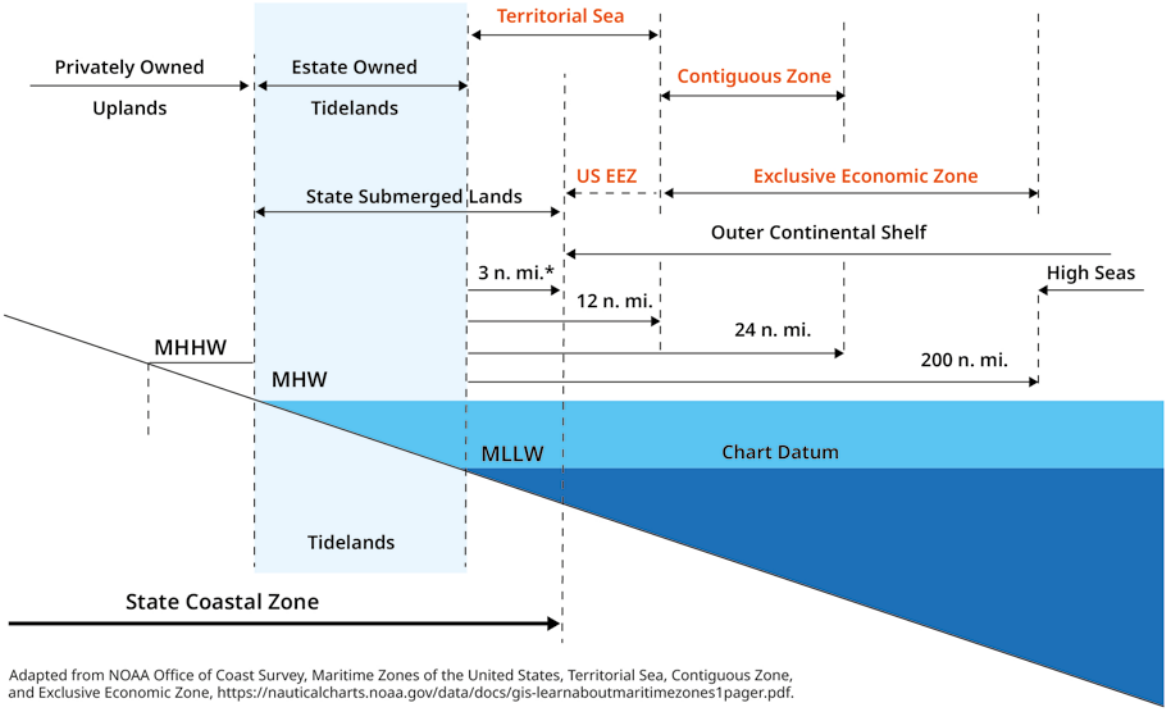
The Coastal Commission's stated mission is to protect and enhance California's coast and ocean for present and future generations, using "careful planning and regulation of environmentally-sustainable development, rigorous use of science, strong public participation, education, and effective intergovernmental coordination" (California Coastal Commission, 2021a). The Commission is supported by a professional staff of civil servants, including planners, scientists and lawyers. The staff is responsible for reviewing local coastal plans and development proposals, and making recommendations about their consistency with the Coastal Act for the Commission's consideration at regular public hearings.

The Coastal Zone

The Coastal Act's primary implementation mechanism is a set of comprehensive land use planning and regulatory permit requirements for new development in the *coastal zone*. This state coastal management zone includes California's ocean waters out to 3 miles from shore, including tidelands (between mean low and high tide lines) and submerged lands (below the mean low tide line). Waters beyond three miles in the territorial sea (out to 12 miles) and U.S exclusive economic zone (200 miles) are governed by the U.S. federal government (Figure N°3).

On land, the California coastal zone varies in width, from as narrow as a few hundred feet in some urban areas, to up to five miles inland in many rural areas, such as the coastal watershed in Morro Bay (Figure N°4). Early planning efforts were based generally on a coastal zone boundary "extending inland to the highest elevation of the nearest coastal mountain range," as well as a "coastal resource management area," where local governments would be required to conform their local plans and ordinances with statewide law (Figure N°5). The inland boundary of the resource management area was designed to capture areas containing significant coastal resources and development patterns. The resources of concern included beaches, dunes, wetlands and estuaries, wildlife habitats, agricultural lands influenced by coastal climate, recreation areas, special coastal neighborhoods, and both congested urban areas and rural coastal areas where public access to and along the shoreline was important (CCZCC, 1975: 180).

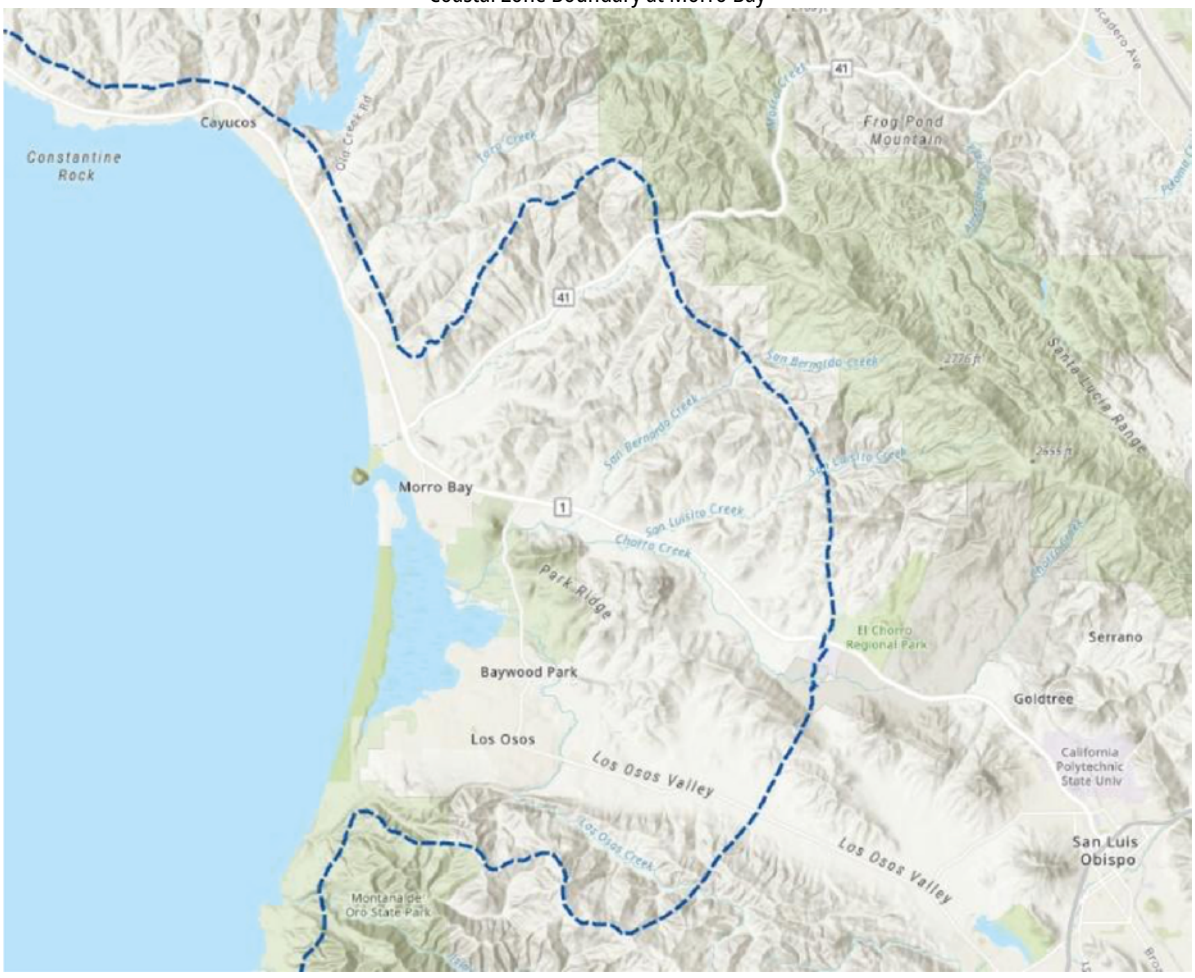
Figure N°3.
California's coastal boundaries and tidelands



Adapted from NOAA Office of Coast Survey, Maritime Zones of the United States, Territorial Sea, Contiguous Zone, and Exclusive Economic Zone, https://nauticalcharts.noaa.gov/data/docs/gis-learnaboutmaritimezones1pager.pdf.

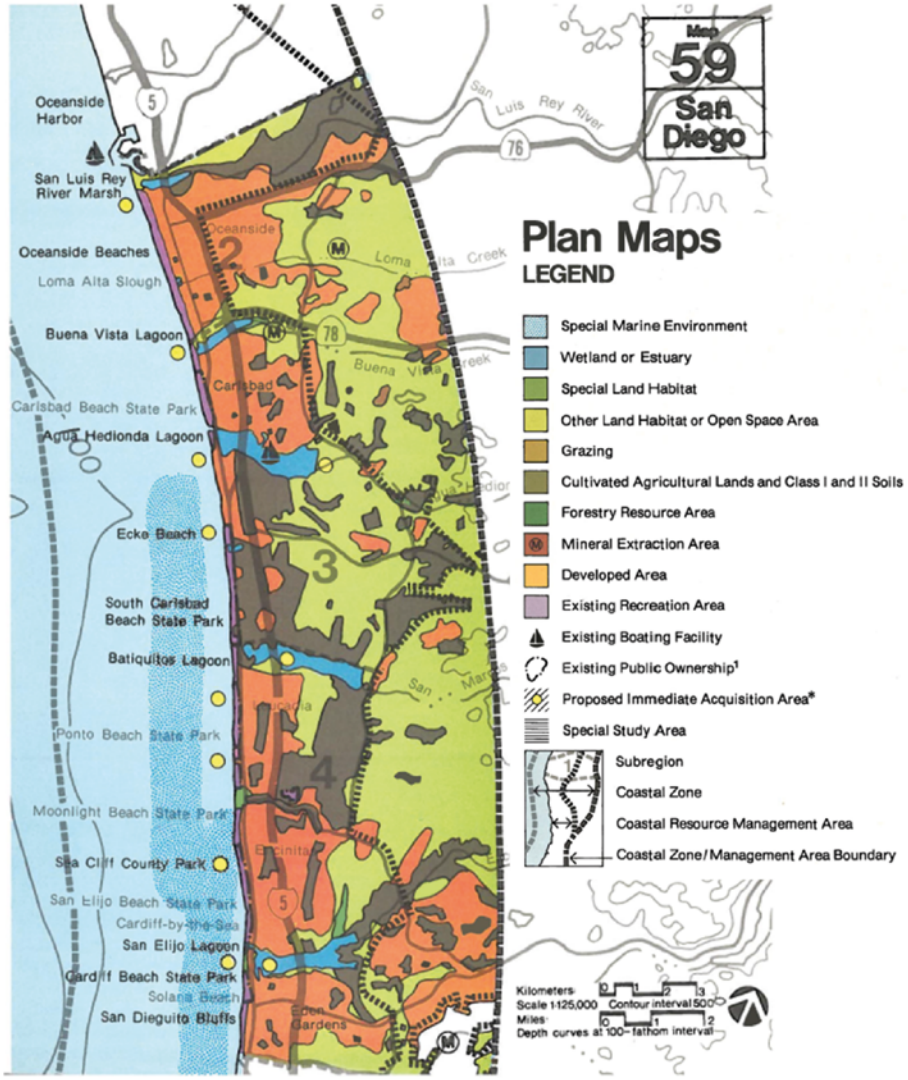
Source: Adapted by author from NOAA Office of Coast Survey.

Figure N°4.
Coastal Zone Boundary at Morro Bay



Source: C. Lester (author).

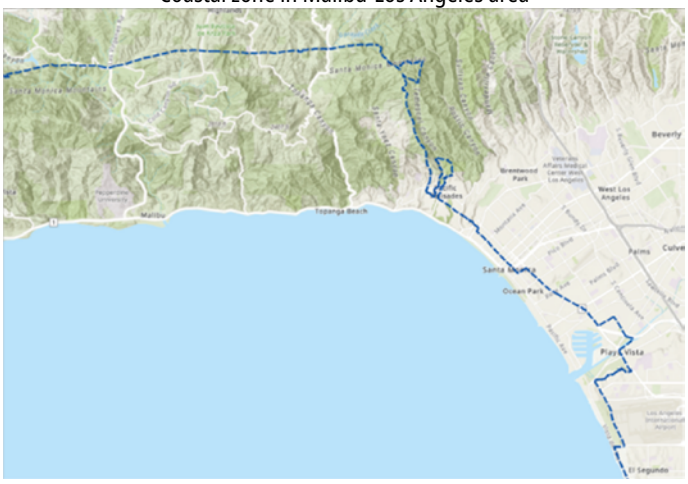
Figure N°5.
1975 California Coastal Plan map illustrating coastal zone and management area



Source: California Coastal Plan (1975).

The final coastal zone boundary ultimately was determined through the legislative process leading to the Coastal Act in 1976. The idea of the management area was merged with the coastal zone, resulting in a much narrower coastal zone reaching generally 1,000 yards inland from the mean high tide, and even narrow in some urban areas (US DOC, 1977: 32-35). It was thought that the narrower coastal zone was sufficient to protect both significant coastal resources and public access, especially in places that were more developed. In some heavily urbanized areas, the boundary was even further seaward, such as Monterey, where the coastal zone is less than 100 meters wide in places. At the same time, the coastal zone was extended up to five miles inland in eighteen areas, covering over 400 miles, that contained significant estuarine, habitat and recreational resources; places like the Big Sur Coast and Elkhorn Slough. Los Angeles County provides a good example of the changing boundary, where the coastal zone includes significant inland areas of the Santa Monica Mountains, but narrows significantly at the edge of the City of Santa Monica (Figure Nº6).

Figure N°6.
Coastal zone in Malibu-Los Angeles area



Source: C. Lester (author).

Apart from a few changes and minor adjustments over the years, the undulating coastal zone boundary remains in place today. It has served its purpose well for managing development and protecting major coastal resources along the shoreline. But California has learned over the decades that many activities that occur inland of the boundary potentially also affect shoreline resources and raise statewide concerns. These include the demand for affordable housing and economic drivers of gentrification, transportation infrastructure to and along the coastal zone, and nonpoint source pollution. Most recently, the prospect of increasing climate change-driven wildland fires and subsequent erosion, sedimentation and debris flows have highlighted the need for a more integrated coastal resource management area that includes all of the significant ecological drivers of coastal environmental change (Amir et al., 2020).

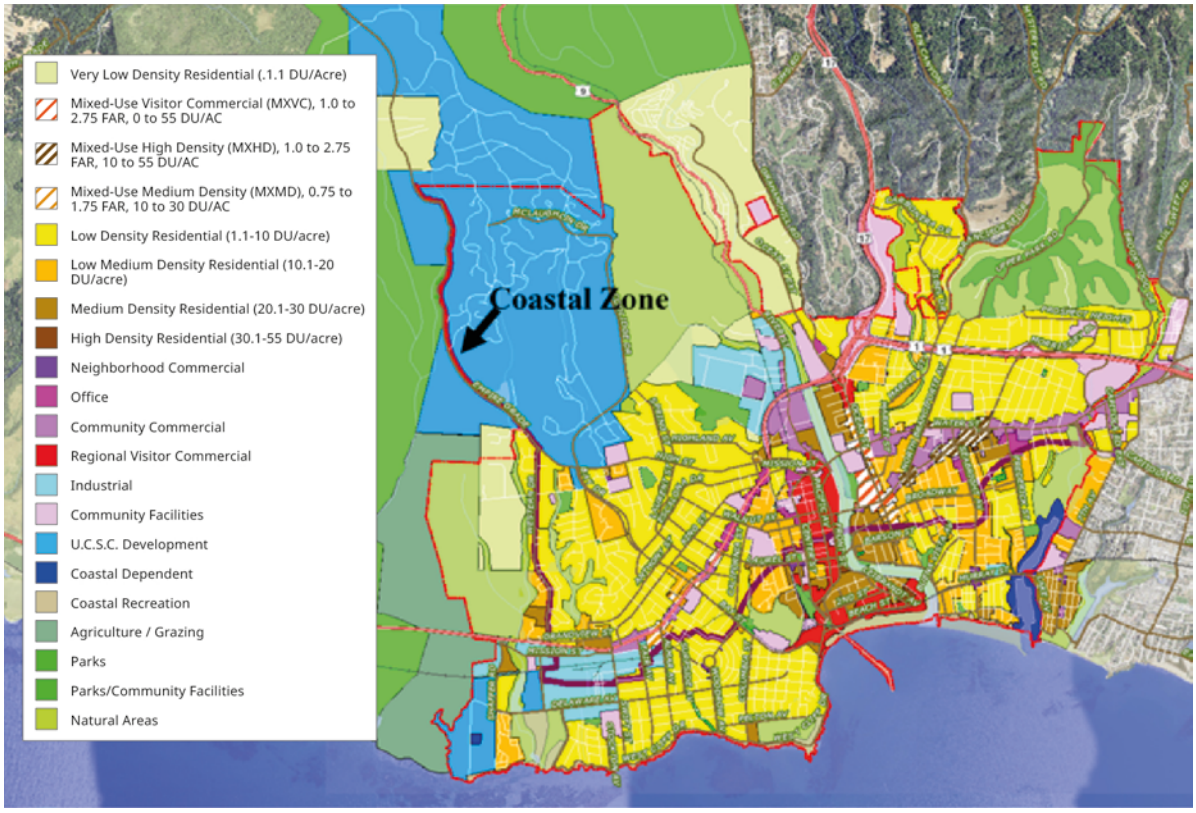
Planning and Regulating Development – the Partnership with Local Government

The Coastal Act gives the Coastal Commission and local governments the broad authority to regulate *development* in the coastal zone, both on land and in the ocean. The definition of development is quite encompassing. It includes all kinds of structural development (including buildings, roads, pipes, aqueducts, telephone line, electrical power transmission lines, etc.); the placement or discharge of material and liquids; the division of land parcels, including reconfigurations; and changes in the intensity or density of land and water use or access thereto (CA PRC 30106). For example, a new offshore wind turbine or oil pipeline must receive a coastal development permit. But a resource management plan or a local access restriction, such as limiting the location or hours of public parking, may also need a permit if it changes the people's ability to get to the water.

New development in the coastal zone is permitted either by the California Coastal Commission, which reviews the development for consistency with the Coastal Act, or by one of the 76 local governments with land in the coastal zone, pursuant to a local coastal program (LCP) that has been approved by the Coastal Commission as consistent with Coastal Act. In 1976, the legislature determined that local government implementation would be essential to effective coastal planning and development regulation. Under the law, the Coastal Commission has permit authority over all development in the coastal zone except above the mean high tide in those local jurisdictions where the Commission has approved an LCP as adequate to carry out the Coastal Act's policies. There are 15 counties and 61 cities with land in the California coastal zone.

Local government implementation of LCPs thus is critical to the success of the Coastal Act. An LCP includes a Land Use Plan (LUP), which identifies the kinds, locations and intensities of allowable development in the coastal zone (Figure Nº7), as well as other policies to protect coastal resources; and an Implementation Plan (IP), which includes the zoning ordinances and other specific measures necessary to carry out the LUP. For example, an LUP might include a local policy, based on the Coastal Act, that requires new development to avoid wetland areas. The IP might include more detailed corresponding rules that define "wetlands" and specify a minimum wetland development setback distance, such as 100 feet from the wetland's edge. The preparation of an LCP by a local government typically involves a considerable amount of negotiation between the local jurisdiction and the Coastal Commission in order to reach agreement on development rules that address statewide policy but also make sense for the local context.

Figure N°7.
Typical local coastal land use plan (Santa Cruz)



Source: City of Santa Cruz Web GIS.

Today, most local governments have approved LCPs which together cover about 87% of California's coastal zone land area (California Coastal Commission, 2021b). Because of this, about two-thirds of authorized coastal development is permitted by local government, not the Commission (Lester, 2013: 225). However, the Commission retains appellate review authority over some local government development approvals, including along the immediate shoreline and adjacent to wetlands and creeks. Over the years between 5 and 10% of local permits have been appealed. Regardless of the reviewing authority, most coastal development permits are approved with conditions that protect resources or that mitigate unavoidable impacts. Fewer than 10% of proposed projects are denied (Lester, 2013). The possibility of denial, though, is a powerful incentive, and most of the important work of coastal development permitting happens during a rigorous agency staff review process, when applicants may be asked to relocate or redesign a project to avoid a sensitive resource, such as a wetland or an important public view, in order to gain a recommendation of approval. Often project conditions will include the recording of restrictions on property deeds (such as to provide public beach access), to assure the protection of resources over the long run, especially as properties are bought and sold.

The Importance of Public Process and Non-Governmental Organizations

Broad citizen participation as well as active non-governmental organizations or "public interest groups" are also key to the success of California's coastal management program. The Coastal Act declares that:

... the public has a right to fully participate in decisions affecting coastal planning, conservation and development; that achievement of sound coastal conservation and development is dependent upon public understanding and support; and that the continuing planning and implementation of programs for coastal conservation and development should include the widest opportunity for public participation (CA PRC 30006).

The Coastal Commission holds a monthly public meeting to hear staff recommendations on coastal development applications and local planning matters, such as proposed LCPs and LCP amendments. Every item on the public agenda includes time for the public to speak to the Commission and, except for certain confidential litigation or personnel matters, the Commission must deliberate and make a reasoned decision on each matter in public. Local governments must also conduct a public process for every coastal permit and planning item (Figure Nº8).

Figure N°8.
Community Members Participate in a Meeting about Sea Level Rise in Pacifica, CA

Source: C. Lester, (author).

The Coastal Act also includes an entire article addressing "fairness and due process" that provides strict rules for assuring that the Commission conducts its business in "an open, objective, and impartial manner free of undue influence and the abuse of power and authority" (CA PRC 30320). For example, while Commissioners are allowed to have "ex parte" communications with development project applicants outside of the public hearing process, the substance of these communications, including who, what, where and when must be disclosed to the public in writing or verbally at the public meeting before any deliberation begins on a matter (CA PRC 30322-24).

Along with the broader environmental movement of the 1960s and 1970s, the political activism of public interest groups was central to the creation of California's coastal program. Today, groups like the Surfrider Foundation, Sierra Club, Azul, and many more local environmental organizations participate in the decision process of the Commission. In so doing, they help to offset the political pressure on the Commission from development, industrial and other economic interests (Figure Nº9). There are also groups that advocate for the rights of private property owners and other economic interests, such as fishing and agriculture.

Figure N°9.
Coastal Activists Rally at the California State Capitol, Sacramento

Source: C. Lester (author).

Sometimes public interest groups will file lawsuits on behalf of their members and the public, in order to ensure that coastal resources are being protected to the fullest extent required by the Coastal Act. For example, in the 1990s, the Bolsa Chica Land Trust legally challenged a Commission decision that would have allowed new development in a wetland area, leading to the judicial reversal of the Commission's decision and the affirmation of the core Coastal Act policies that require wetland and habitat protection in the coastal zone (Bolsa Chica, 1999). Of course, litigation is common occurrence, and the Coastal Commission is often sued by project applicants as well, especially in controversial cases involving high-value real estate right on the shoreline. For example, in 2021 the Commission prevailed in a lawsuit in an enforcement case where the Commission had ordered the removal of an illegal seawall and imposed a $1.000.000 fine on the homeowner (Langhorne, 2021).

Public Education

In addition to its core planning and regulatory work, the Coastal Commission administers an education program that sponsors the successful annual Coastal Cleanup Day (part of the larger international coastal cleanup), and that provides grants to hundreds of organizations and schools to support environmental education and stewardship programs for children. These are funded in part by fees collected from the Commission's popular "Whale Tail" automobile specialty license plate program. The education program also helps to develop and distribute environmental education materials. In recent years, the program has partnered with other organizations on the California King Tides Project, which is helping people visualize future sea levels and coastal impacts by observing the highest tides in the present (California Coastal Commission, 2021c).

Coastal Management in Action: Planning, Law, and Science

The Coastal Commission and local governments have effectively used the Coastal Act to limit urban sprawl in the coastal zone and protect many different kinds of significant coastal resources, including sensitive habitats and wetlands, marine water quality, rural and scenic landscapes, prime agricultural lands, cultural resources and unique community character. The coastal program has also protected and expanded public shoreline access and recreation, and provided for important coastal-dependent and related activities, such as fishing and boating. Three important factors in most if not all of these cases are: 1) effective land use planning for future development; 2) strong legal programs, standards and enforcement; and 3) applying the best available coastal and environmental science (Lester, 2013). Several examples of these aspects of California's coastal management are presented below.

Urban Growth Management

The Coastal Commission and local governments have successfully limited urban sprawl in the coastal zone by implementing strong urban-rural boundaries through the land use planning process. The Coastal Act has legislative mandates to direct new growth to already-developed urban areas that have sufficient public services to support planned growth. This includes services such as water supply, wastewater treatment capacity and adequate transportation infrastructure. One of the most interesting policies is a requirement that the iconic coastal Highway 1 "remain a scenic two-lane road" in rural areas of the coastal zone (CA PRC 30254) so as to not induce growth outside of existing urban areas by increasing highway capacity. The Coastal Act also requires the protection of coastal agricultural lands, particularly prime agricultural soils, by limiting their conversion to urban uses and by requiring the establishment of stable urban-rural boundaries.

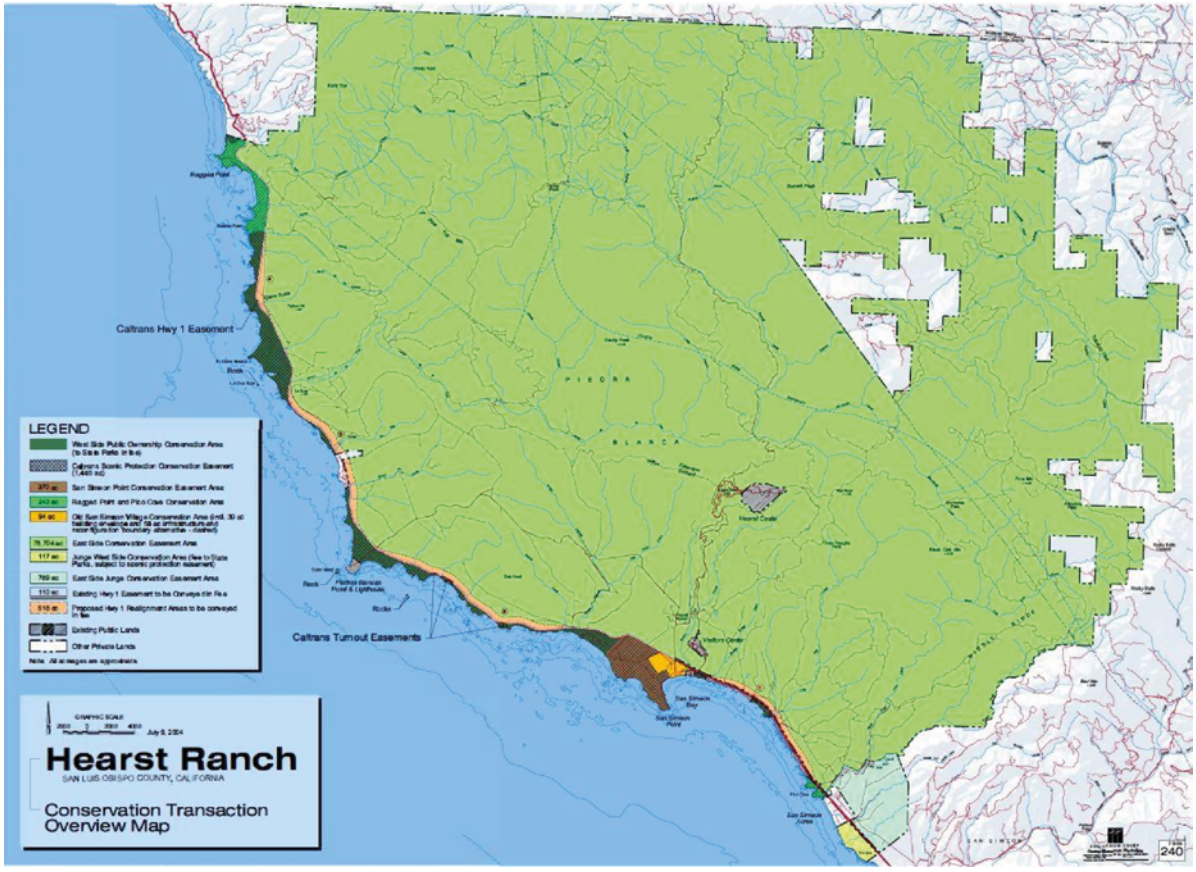
Over the last forty years these policies have enabled significant amounts of new development to be approved in urban areas, while surrounding rural areas have been largely protected. In fact, while much of the southern California coast was already developed when the Coastal Act was passed in the 1970s, the urban footprints of most coastal communities to the north of Santa Barbara are substantially the same as they were 50 years ago - a direct result of the Coastal Act and strong local land use plans with urban limit lines (Figure Nº10). It is extraordinary, for example, that almost 8 million people live in the San Francisco Bay Area, yet just twenty miles away over the Santa Cruz mountains, the forty mile stretch of coast between the cities of Half Moon Bay and Santa Cruz is mostly protected park, open space, and agricultural land (Lester, 2013).

Figure N°10.
Dillon Beach: Stable Urban Development Edge

Source: California Coastal Records Project.

At the landscape level, strict enforcement of the Coastal Act growth control policies has reshaped real estate markets and provided more fertile ground for acquisition of land by the state and private land conservancies for public parks, open space and resource protection. The State Coastal Conservancy, which was created as a sister agency to the Coastal Commission in 1976, has funded thousands of projects to help conserve more than 400.000 acres of wetlands, dunes, habitat and other sensitive coastal land (CA SCC, 2021). Private land conservancies also have preserved many thousands of acres of coastal land up and down the coast. For example, the Peninsula Open Space Trust in the San Francisco Bay Area had acquired more than 40.000 acres of coastal land in San Mateo and Santa Cruz Counties by 2012 (Lester, 2013). In San Luis Obispo County, seven years after the Coastal Commission denied a plan for multiple resorts along the undeveloped, 72.000-acre Hearst Ranch (CCC, 1998), the Hearst Corporation gave most of the 18 mile long ranch shoreline to the State for public access and recreation; and the state bought an easement limiting future development over the vast majority of the inland agricultural land, in one of the largest land conservation deals in California history (Lester, 2013; Hearst Corporation, 2021) (Figure N°11).

Figure N°11.
Hearst ranch acquisition and easement area, San Luis Obispo County



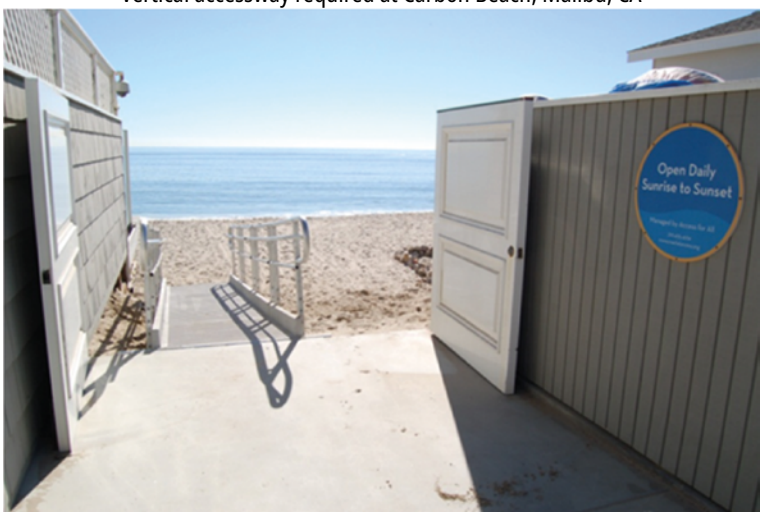
Source: California State Coastal Conservancy.

Public Access to the Shoreline

Californians have a state constitutional right-of-way to the navigable waters of the state when required for a public purpose (California Constitution, Article X, § 4). The Coastal Act carries out this right by requiring that "maximum access... and recreational opportunities" be provided, consistent with "public safety needs and the need to protect public rights, rights of private property owners, and natural resource areas from overuse". The Act also requires that new development not interfere with existing public access (CA PRC 30210-211).

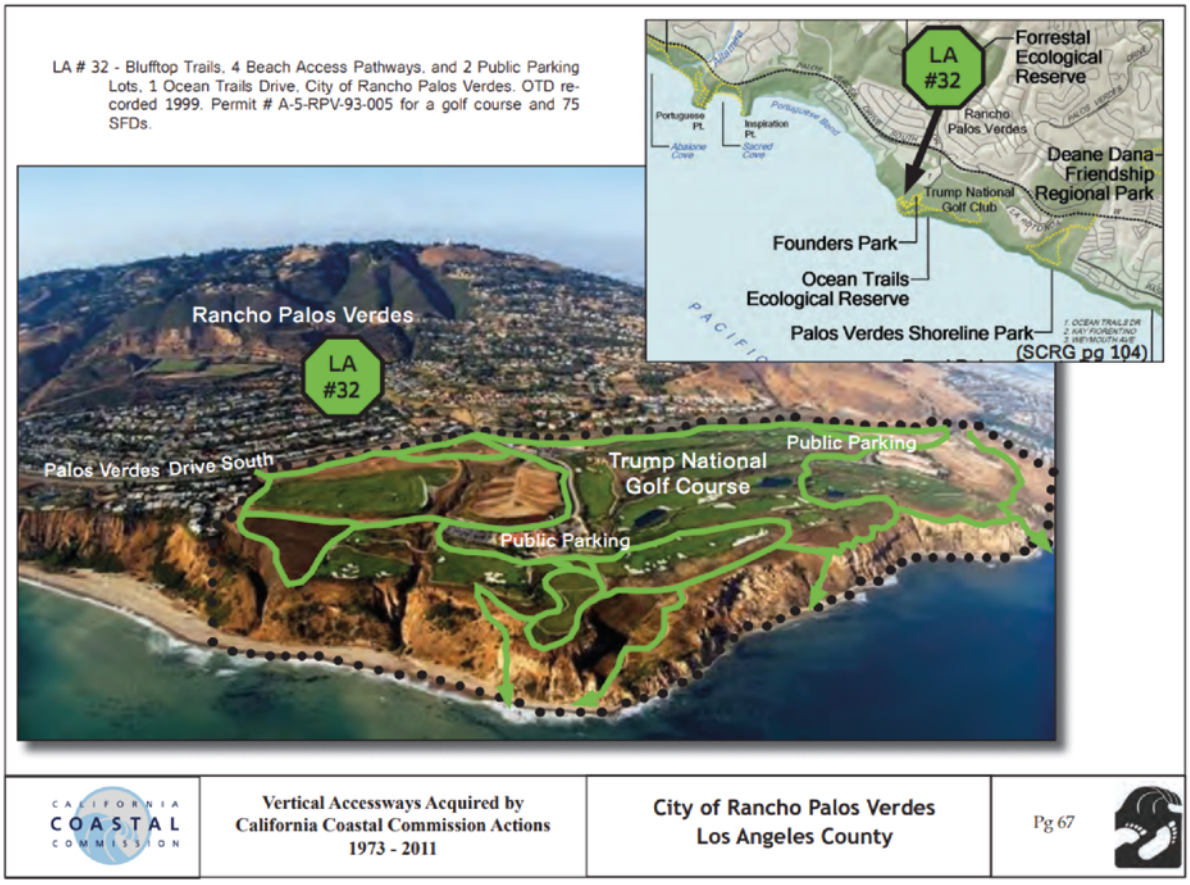
Since its inception the Commission has protected hundreds of public accessways to the shoreline. It has also secured more than 1.600 new public access dedications to and along the shoreline through the regulatory process as mitigation for private development impacts (CCC, 2016). Most of these are "lateral" dedications of beach area between private beach homes and public tidelands. But almost 200 are "vertical" easements or access ways from the first inland public road to the shoreline (Figure N°12). Requiring public access through the regulatory process is controversial, and litigation is common. In 1987, a Coastal Commission permit decision went all the way to the U.S. Supreme Court, eventually becoming a definitive case in U.S. private property law (Nollan, 1987). Together, though, Commission-required access dedications have opened up miles and miles of shoreline to the public, particularly in the more urban areas of southern California (CCC, 2012c). The public also is able to get to the shoreline in many desirable locations that might otherwise be private, exclusive, and blocked by development or locked gates - places like Malibu, the Ritz Carlton hotels in Dana Point, Santa Barbara, and Half Moon Bay, and even the Trump national golf course in Palos Verdes (Figure N°13).

Figure N°12.
Vertical accessway required at Carbon Beach, Malibu, CA



Source: C. Lester (author).

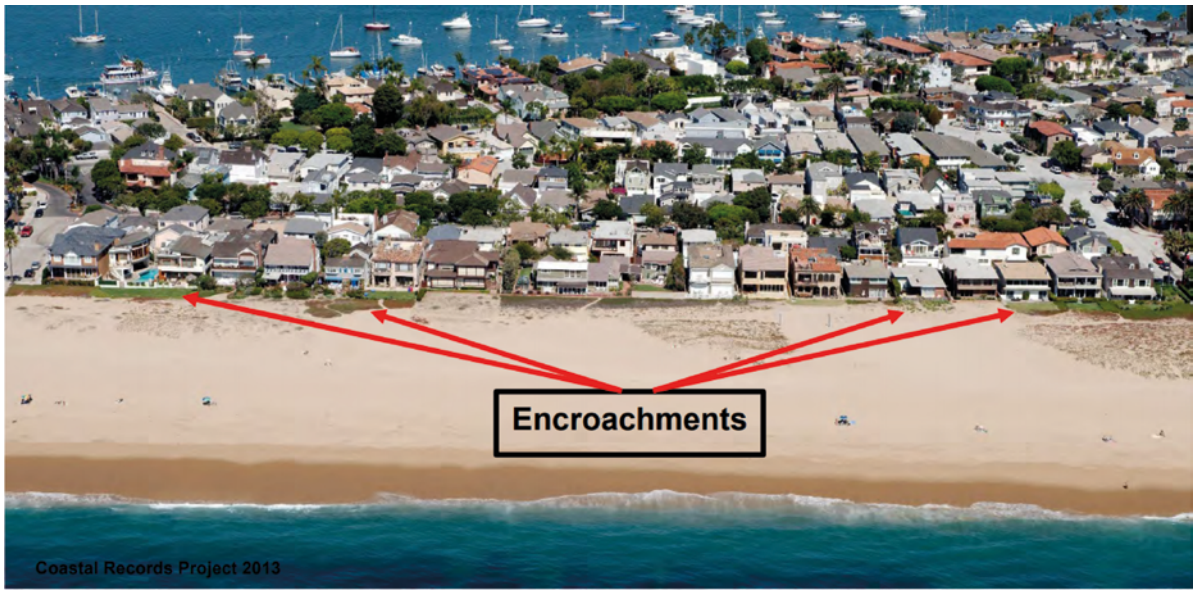
Figure N°13.
Required public trails and beach access, Trump National Golf Club



Source: California Coastal Commission.

Protecting public shoreline access requires vigilance, and sometimes legal action, too, especially in urban coastal areas, where there can be tension between residents and visitors. The Coastal Commission has an active enforcement program to monitor beach access, parking rules, and other potential impacts to the public's right to get to the shoreline. In 2020, a California court upheld a Commission decision to require a homeowner to remove an illegal seawall and pay a $1 million fine for violating the Coastal Act (Justia US Law, 2020). That same year, the Commission fined a group of beach homeowners $1.7 million for private encroachments onto public sandy beach in Newport Beach (California Coastal Commission, 2020) (Figure N°14).

Figure N°14.
Private residential encroachments on public beach, ordered to be removed, Newport, CA



Source: California Coastal Commission (2013).

Using Science to Determine Development Constraints

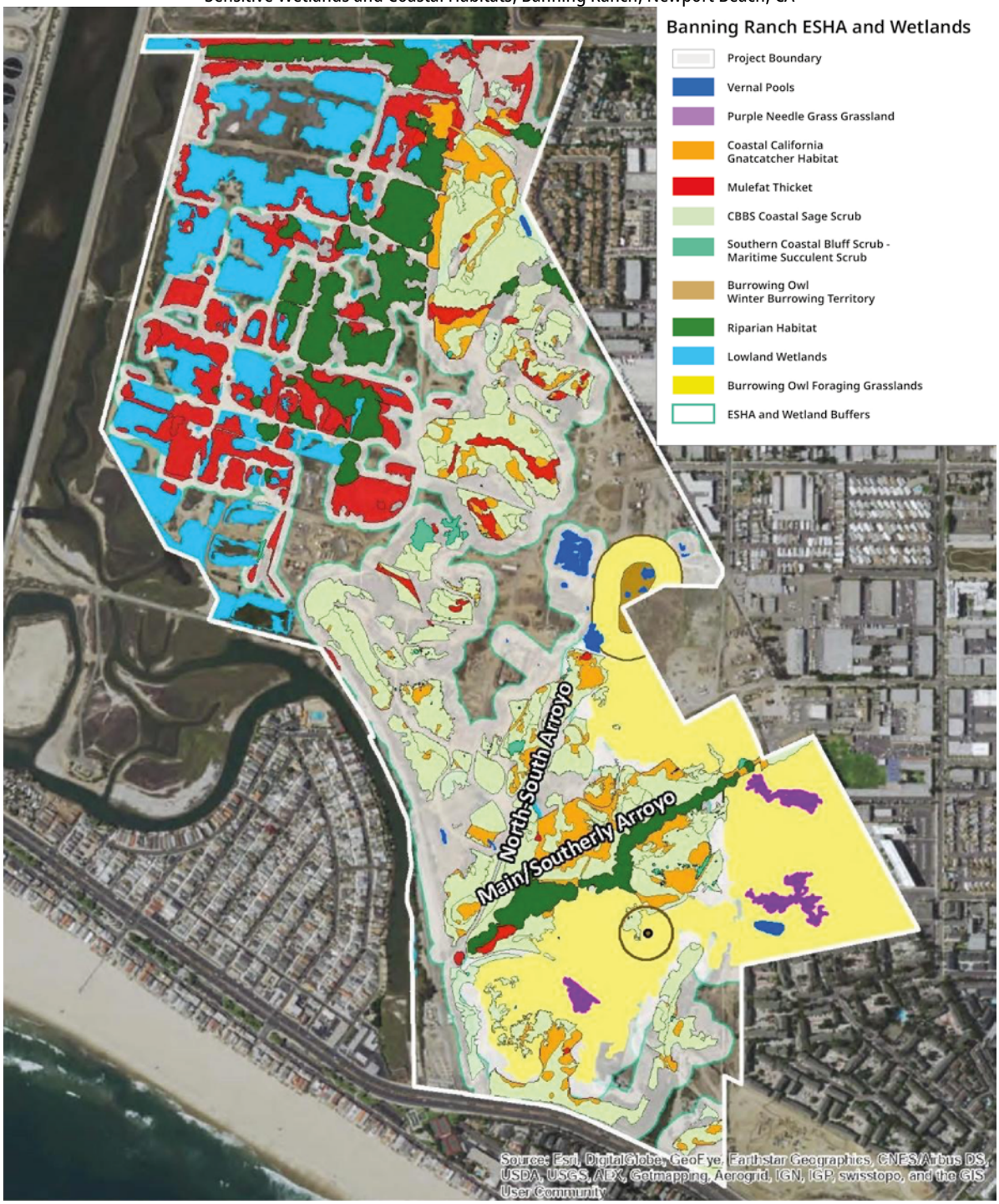
The Coastal Act is a powerful law, but its resource policies are also broad. To help apply these policies in specific circumstances, the Coastal Commission has relied heavily on coastal science and expertise. For example, the law requires that new development not occur in an "environmentally-sensitive habitat area" (ESHA) unless the proposed development itself is dependent on the habitat to occur. One example of such development would be a habitat restoration project. The Coastal Act defines ESHA broadly as:

> *. . . any area in which plant or animal life or their habitats are either rare or especially valuable because of their special nature or role in an ecosystem and which could be easily disturbed or degraded by human activities and developments.*

The Commission employs expert coastal biologists to help determine which coastal habitats are so "rare or especially valuable" that they should be designated as an ESHA. Once this occurs, the Coastal Act requires that the area be protected from development impacts.

Similar to its proactive regulation of development to provide public access, the Coastal Commission has used the regulatory process to require many thousands of proposed developments to be relocated, redesigned or in some cases not built at all because of the presence of an ESHA. The Commission, for example, will routinely require developments to stay away from critical nesting locations or migration corridors for a threatened or endangered species (CCC, 2006). Biological and ecological science then becomes the basis for defining development constraints, particularly the allowable location and size of a possible development footprint. In one striking case involving a 400-acre parcel proposed for residential and commercial hotel development, the Commission identified dozens of different wetland and terrestrial habitats that together with buffer requirements, reduced the developable area to about 20 acres (California Coastal Commission, 2016) (Figure N°15).

Figure N°15.
Sensitive Wetlands and Coastal Habitats, Banning Ranch, Newport Beach, CA

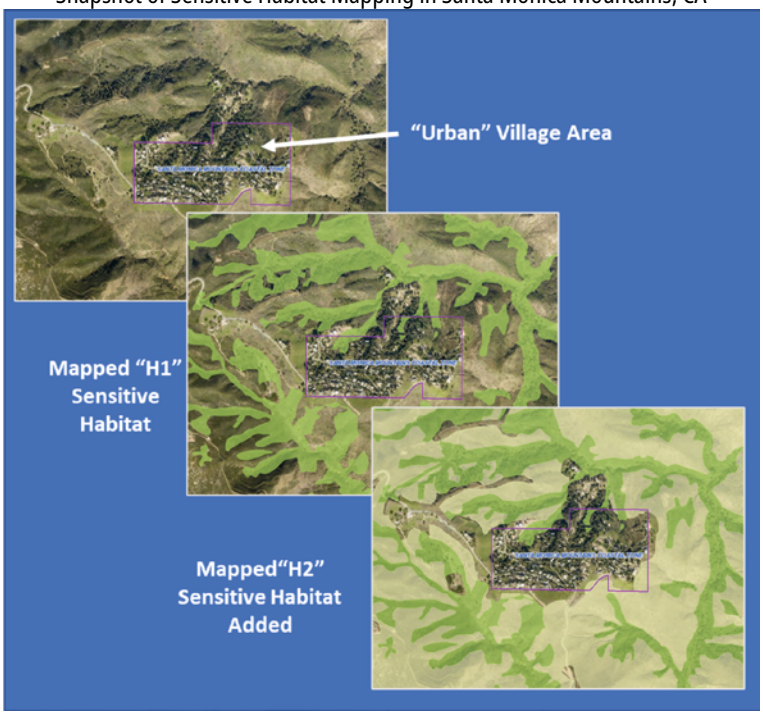


Source: California Coastal Commission.

The Coastal Commission also has used science effectively to better understand entire coastal ecosystems and important ecological relationships at the landscape scale. The best example is the Commission's designation of nearly 50.000 acres of the Santa Monica Mountains near Los Angeles as an ESHA because of its unique Mediterranean climate, associated biodiversity and the functional integration

of various vegetation communities, such as coastal sage scrub, riparian woodland, grasslands, and chaparral (CCC, 2003a). This science-based determination now supports a "transfer-of-development" program in the Los Angeles County LCP that directs applicants and development proposals away from habitat areas graded for their sensitivity (e.g., "H1" and "H2"), as well as away from steep slopes and visually-sensitive places, to locations that are more suitable for development (CCC, 2014) (Figure N°16).

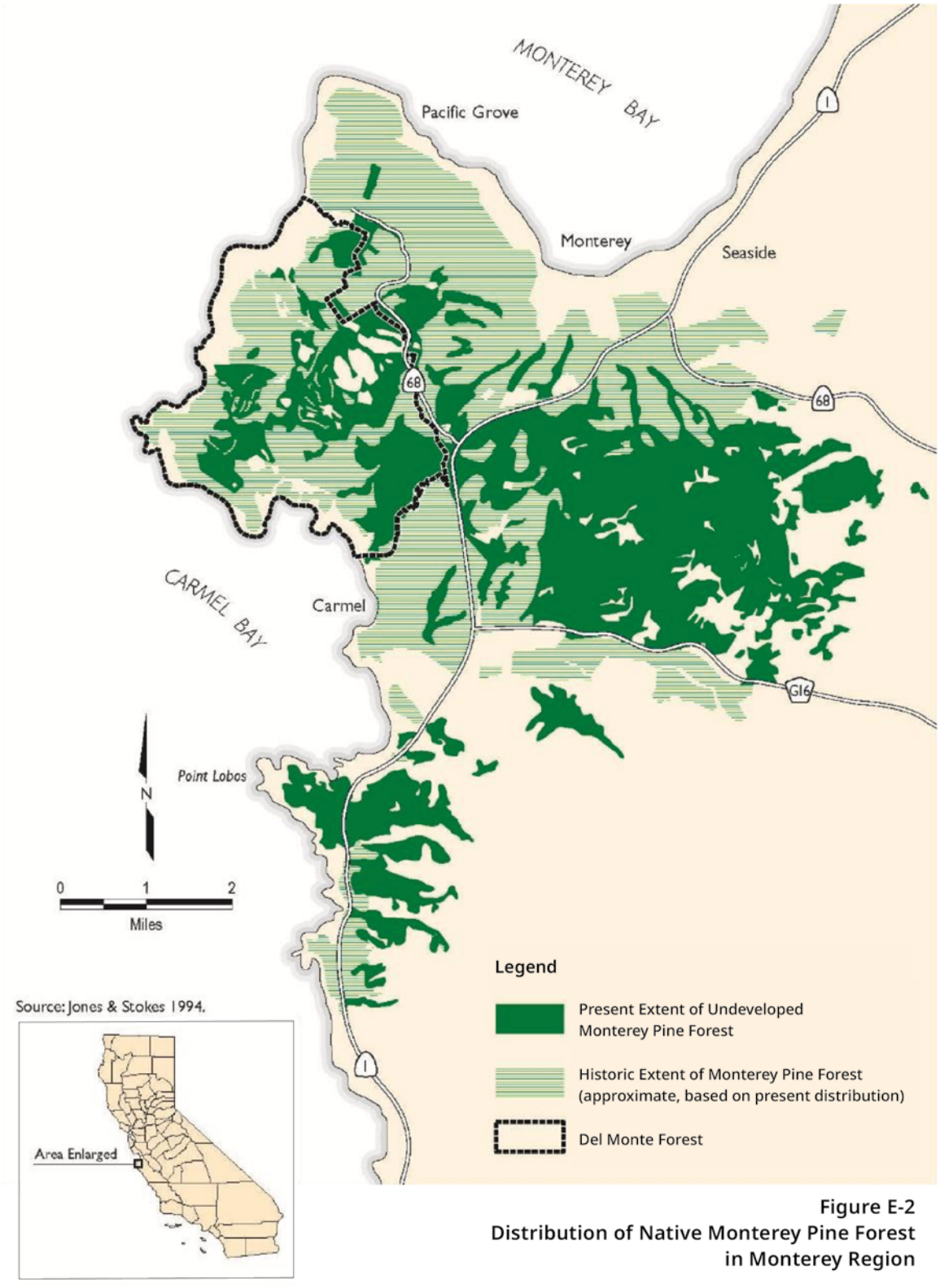
Figure N°16.
Snapshot of Sensitive Habitat Mapping in Santa Monica Mountains, CA



Source: C. Lester (author); Los Angeles County GIS.

The Commission made another such "landscape-scale" decision when it designated remaining native populations of Monterey pine forest at Pebble Beach as ESHA. Monterey pine is one of the most abundant trees in the world (grown in Chile, for example, as a timber product), but its native range is limited to just four locations, three in coastal California, including the Del Monte forest of Pebble Beach (Figure N°17). This forest population also includes numerous sensitive species and wetland environments. Because of the sensitivity of this area, the Commission worked with the Pebble Beach Company to avoid a proposed new golf course, agreeing instead to a much smaller forest impact from a coastal inn and clustered residential development (California Coastal Commission, 2012a).

Figure N°17.
Environmentally Sensitive Monterey Pine Forest, Monterey Peninsula, CA



Source: Monterey County.

Protection of Coastal Waters and "Federal Consistency"

The Coastal Commission protects California's coastal waters and marine habitats by regulating land- and water-based sources of pollution and other potential disturbances, including any industrial and shoreline development such as energy facilities, ports and harbors, piers and breakwaters, and dredging and beach replenishment projects (Figure N°18). The California State Lands Commission must also authorize any development on public tidelands (see below). Commercial fishing and boating are considered priority uses under the Coastal Act, and the Coastal Commission rarely directly regulates fisheries. However, California's Fish and Game Commission and Department of Fish and Wildlife do, and they also implement a strong marine protected area program (Yaffee, 2020; California Department of Fish and Wildlife, 2021).

Figure N°18.
Offshore Oil Platform in the Santa Barbara Channel

Source: C. Lester (author).

The Coastal Commission also protects marine resources through its "federal consistency" authority mentioned earlier in this chapter. Under the CZMA, coastal states may review federal government and permitted activities for consistency with their state coastal program policies. For federally-permitted activities, such as offshore oil development by private companies, the project applicants must comply with the state's decision unless the state is overridden through an appeal process to the U.S. Department of Commerce. Federal agencies are not required to comply with a state consistency decision, but most often they do. California has used this review authority proactively and effectively to address the coastal resource impacts of many different kinds of industrial, commercial and governmentally-sanctioned activities, and the most important work occurs through the negotiation of project changes and conditions. In 2012, the Commission reported that 95% of 3000 cases reviewed were approved, often with modifications to address coastal resource protection. In only 10 cases out of more than 2000 federal activities reviewed did the federal agency proceed with the activity without complying (California Coastal Commission, 2012b). Table N°2 summarizes some the major federal consistency reviews and outcomes in California.

Table N°2.
California Federal consistency review

Offshore Oil and Gas Development.	The Coastal Commission has reviewed hundreds of offshore oil and gas proposals, including proposed leases of federal waters, exploration plans, and drilling projects. The Commission has worked with oil companies to minimize the risk of oil spills and impacts to coastal waters (CCC, 1990) (Figure N°18).
The Commission objected to the Navy's	Use of sonar during training impacts due to acoustic impacts to sensitive marine mammals. The Navy eventually agreed to certain modifications to reduce the concerns (CCC, 2018).
The Commission	Objected to high-energy seismic surveying proposed by the Diablo Canyon Nuclear Power Plant looking for earthquake faults, because of the impacts to sensitive marine species. The proposal was eventually dropped (CCC, 2013).
In 2008	The Commission's objection to a new federally-funded highway that would have gone through a state park and sensitive coastal area was upheld by the federal government. The so-called "toll road" hearing was one of the largest in the Commission's history (US DOC, 2008).
The Commission	Also objected to a proposed border fence at the international boundary with Mexico, due to habitat and watershed impacts. The U.S. Congress ultimately exempted the fence from the authority of the CZMA (CCC, 2003b).
In one of its earliest decisions	The Commission objected to the abandonment of a rail corridor for private development, leading to the creation of the popular Monterey recreational bike path (So. Pacific Transportation, 1981).

Source: C. Lester (author).

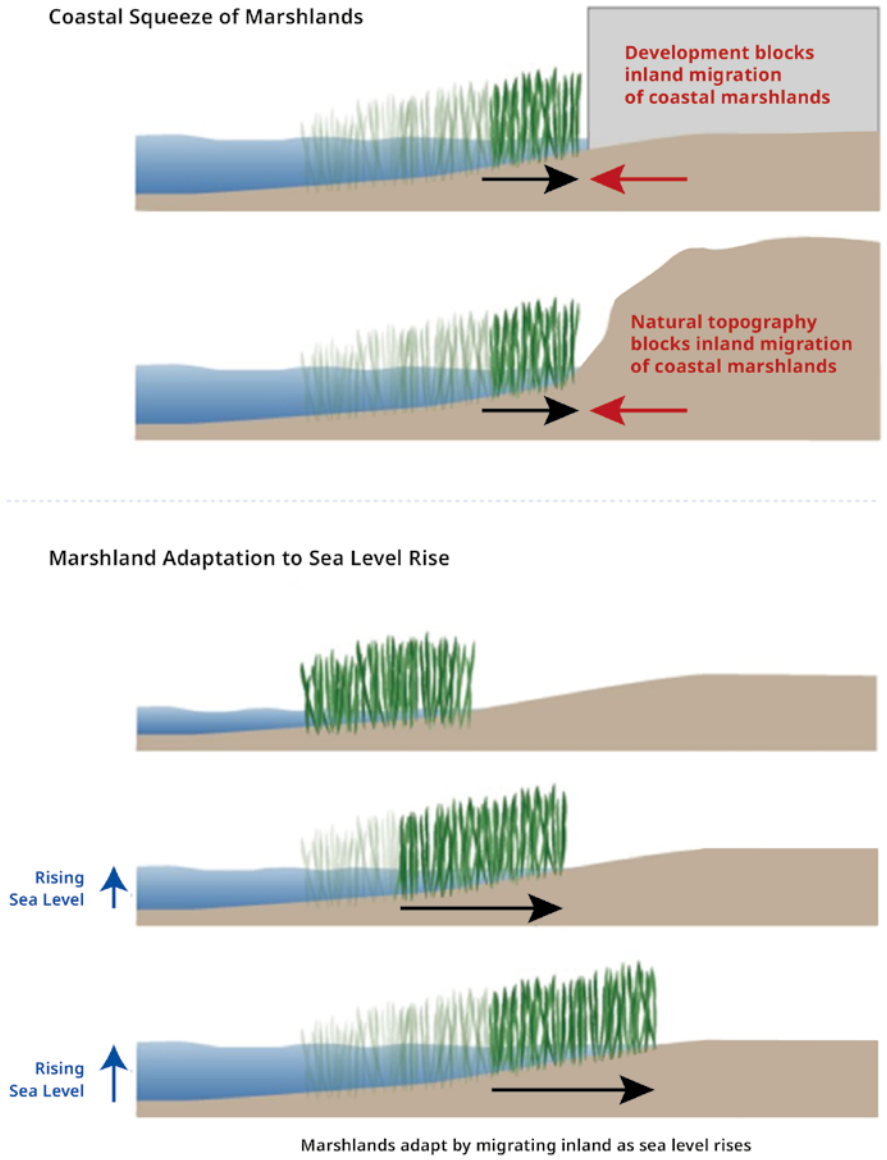
Challenges Ahead: Sea Level Rise and Coastal Resilience

The California Coastal Management Program is widely recognized for its comprehensive management of land and sea resources in the coastal zone. This chapter has focused on the Coastal Commission, which is well known for its proactive use of the planning and regulatory process to provide public shoreline access and protect coastal resources from unwise development. Some of the factors contributing to the Coastal Commission's effectiveness include the Coastal Act's broad and strong legal mandate; the Commission's relative independence from political interference and capture; and the agency's use of science and professional planning expertise to implement the law in specific circumstances and cases (Lester, 2013).

But despite its success, the California Coastal Program is facing perhaps its greatest challenge yet: sea-level rise due to global climate change (Anderson et al., 2020). Sea levels are projected to rise by as much as six or even ten feet by 2100, depending on future greenhouse gas emissions and global ice melt (CA OPC, 2018). Increased flooding, shoreline erosion, and extreme events, fueled by global sea-level rise, will have massive environmental, economic and social impacts on California's shoreline (LAO, 2020). Under the guidance of the Coastal Commission, many local governments are now assessing their vulnerabilities to sea level rise and projected impacts (California Coastal Commission, 2021d; 2018). However, this community planning is difficult, and there are many competing interests, from homeowners and property advocates to environmental interest groups and advocates for public shoreline access (Anderson et al., 2020). There are also significant concerns raised about social justice, particularly in communities that may be forced to relocate, or that may not have the resources to effectively adapt (Siders, 2019).

One of the most difficult challenges presented by sea level rise is the potential loss of beaches and natural coastal wetland environments due to the "coastal squeeze". Many coastal areas have already been armored with rocks or seawalls, or are hemmed in by encroaching development. These places will lose beaches and wetlands, as they are squeezed out between the rising ocean and the now immovable shoreline (Figure N°19). Scientists estimate that without significant management measures, including finding opportunities for natural shoreline retreat, perhaps two-thirds of southern California beaches, and *all* of the state's coastal marshes, could be lost to sea-level rise by the end of the century (Vitousek et al., 2017; Thorne et al., 2018). And as inland areas get hotter, more people will seek relief at the coast, straining shoreline communities, increasing social conflict, and exacerbating inequalities in access along an increasingly gentrified coast (Garcia et al., 2016; Anderson et al., 2020).

Figure N°19.
Coastal Squeeze and Adaption of Marshlands

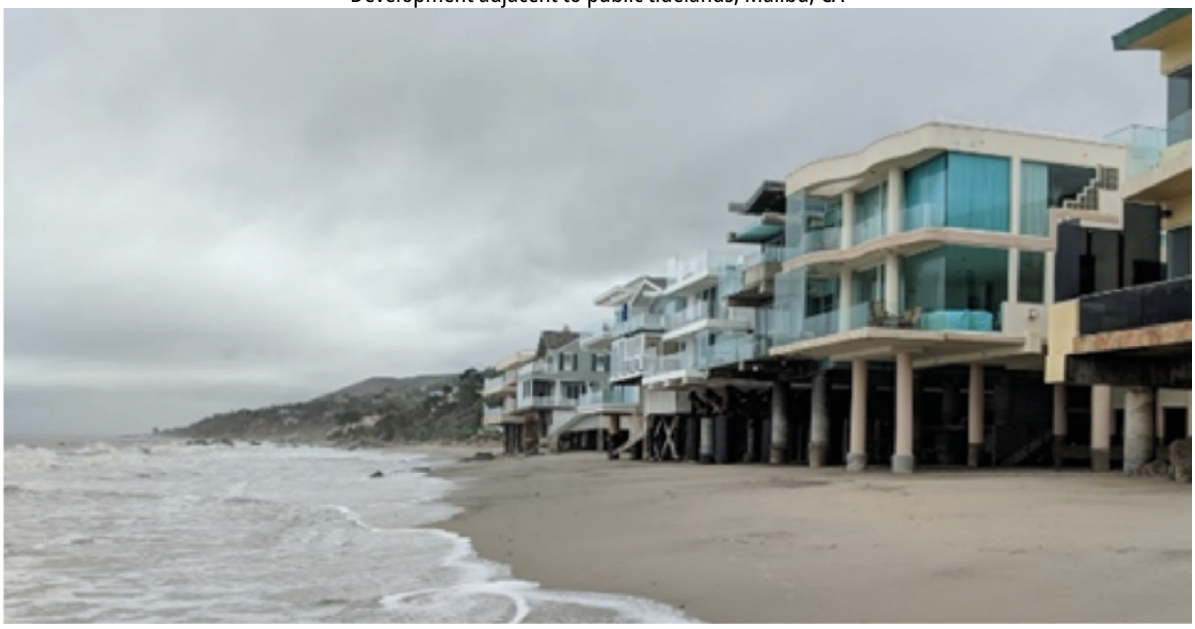


Source: C. Lester (author).

The Public Trust

Sea level rise ultimately presents a fundamental conflict between public and private interests. The tidelands and submerged lands below the mean high tide are public lands in California, as they are in many places. But as sea level rises, these lands will creep closer and closer to uplands that are often in private ownership. The California State Lands Commission has direct oversight over these "public trust lands," held in trust for the benefit of all people of the state, including future generations. Protected public trust land uses include maritime commerce, navigation, fishing, boating, shoreline access, water-oriented recreation, visitor-serving facilities, environmental protection and restoration. Non-water dependent uses such as residential and general office or commercial uses generally do not qualify as allowable uses of public trust lands. Because the mean high tide line is "ambulatory," protection of public tidelands will become increasingly difficult in developed areas as sea level rises, and private development begins to encroach on public land (Figure N°20).

Figure N°20.
Development adjacent to public tidelands, Malibu, CA



Source: C. Lester (author).

Concluding Thought: The Future of the Coast

In its first fifty years of proactive coastal management, California has shown that significant ocean and coastal resources can be protected even while the coastal economy continues to thrive. A key ingredient of this success is recognizing environmental resource constraints and staying within them. But climate change is presenting ominous management challenges and upending previous management assumptions. On-going development pressures and growing social inequities along the coast are also placing increased stress on communities as well as the government's capacity to respond.

Carrying forward successful coastal protection in California and elsewhere will require a continued focus on integrated and authoritative management schemes. It will also require major investment in coastal science and community planning. Finally, the commitment to public participation and engagement that has animated the California coastal program over its history will need to be maintained, if not expanded in coming decades. These are some of the basic lessons from California's coastal management experience that will be important to consider, not only in California but in all coastal states and communities that face the challenge of managing human activities and development in ever-changing but vital coastal zones.

Bibliographic References

AMIR A., CHIANG, F., HUNING, L., LOVE, C., MALLAKPOUR, I., MAZDIYASNI, O., MOFTAKHARI, H., PAPALEXIOU, S., RAGNO, E., & SADEGH, M. Climate Extremes and Compound Hazards in a Warming World. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2020, Vol. 48, N°1, p. 519-548.

ANDERSON, R., PATSCH, K., LESTER, C., & GRIGGS, G. Adapting to shoreline retreat: Finding a path forward, Shore & Beach, 2020, Vol. 88, N°4, p. 13-33.

BOLSA CHICA LAND TRUST V. SUPERIOR COURT. 71 Cal. App. 4th 493. Available in: https://caselaw.findlaw.com/ca-court-of-appeal/1129717.html, 1999.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. California King Tides Project. Available in: https://www.coastal.ca.gov/kingtides/, 2021c.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Climate Change: Sea Level Rise. Available in: https://www.coastal.ca.gov/climate/slr/, 2021d.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Banning Ranch, xxx, 2016.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. CD-0001-18 (Navy). Available in: https://documents.coastal.ca.gov/reports/2018/6/w14b/w14b-6-2018-exhibits.pdf, 2018.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Revised Findings, Diablo Canyon Seismic Testing (E-12-005/CC-027-12, Pacific Gas & Electric Company). Available in: https://documents.coastal.ca.gov/reports/2013/1/W11a-1-2013.pdf, 2013.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Compendium of California Coastal Commission Decisions Under the Federal Consistency Provisions, Phase l: OCS Oil and Gas Drilling and Related Onshore Facilities, September 1983-Present. Available in: https://documents.coastal.ca.gov/assets/fedcd/Compendium-of-CCC-FC-Decisions-OCS-1983-to-present.pdf, 1990.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Consent Cease and Desist Order No. CCC-20-CD-02 (City of Newport Beach et al., Newport Beach, Orange Co.), June 11. Available in: https://documents.coastal.ca.gov/reports/2020/6/Th14/Th14-6-2020-appendix.pdf, 2020.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Consistency Determination No. CD-63-03, U.S. Immigration and Naturalization Service 14-Mile Border Infrastructure System. Available in: https://documents.coastal.ca.gov/reports/2003/10/W8a-10-2003.pdf, 2003b.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. County of Los Angeles Local Implementation Plan (No. LCP-4-LAC-14-0109-4). Available in: 2014.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Designation of ESHA in the Santa Monica Mountains. Available in: https://www.coastal.ca.gov/ventura/smm-esha-memo.pdf, 2003a.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Federal Consistency Briefing. Available in: https://www.coastal.ca.gov/fedcd/fc-briefing-2-2012.pdf , 2012b.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Local Coastal Programs. Available in: https://www.coastal.ca.gov/lcps.html, 2021b.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Monterey County LCP Amendment 1–12, 2012a.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Our Mission. Available in: https://www.coastal.ca.gov/whoweare.html, 2021a.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. Public Access Program: Status Report of Vertical Accessways Acquired by California Coastal Commission Actions from 1973 to 2015 in Northern California –Del Norte, Humboldt, Mendocino, Sonoma, Marin, San Francisco, San Mateo, Santa Cruz and Monterey Counties. Available in: https://documents.coastal.ca.gov/reports/2016/10/w6c-10-2016.pdf, 2016.

CALIFORNIA COASTAL COMMISSION. UCSC LRDP, 2006.

CALIFORNIA COASTAL ZONE CONSERVATION ACT (CCZCA). The California Coastal Zone Conservation Act of 1972 (Proposition 20). California Public Resources Code, former Division 18 (commencing with Section 27000). Available in: https://repository.uchastings.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1770&context=ca_ballot_props, 1972.

CALIFORNIA COASTAL ZONE CONSERVATION COMMISSION (CCZCC). California Coastal Plan, Sacramento: California Coastal Zone Conservation Commission. Available in: https://www.govinfo.gov/content/pkg/CZIC-ht393-c2-c33-1975/html/CZIC-ht393-c2-c33-1975.htm, 1975.

CALIFORNIA DEPARTMENT OF FISH AND WILDLIFE. MPA Management Program. Available in: https://wildlife.ca.gov/Conservation/Marine/MPAs/Management, 2021.

CALIFORNIA STATE COASTAL CONSERVANCY. Hearst Ranch Acquisition, September 15. Available in: https://scc.ca.gov/webmaster/ftp/pdf/sccbb/2004/0409/0409Board18_Hearst_Ranch.pdf, 2004.

CA PRC. California Public Resources Code, §30000 et seq. Available in: https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displaySection.xhtml?lawCode=PRC&sectionNum=30000, 1976.

CA SCC. Accomplishments. Available in: https://scc.ca.gov/about/accomplishments/, 2021.

COASTAL ZONE MANAGEMENT ACT. 16 U.S.C. § 1451 et seq. Available in: https://www.law.cornell.edu/uscode/text/16/1451, 1972.

DOUGLAS, P. Coastal zone management-A new approach in California. Coastal Zone Management Journal, 1973, N°1, p. 1-25.

HEARST CORPORATION. Hearst Ranch Conservation Plan Finalized. Available in: https://www.hearst.com/-/hearst-ranch-conservation-plan-finalized, 2021.

JUSTIA US LAW. California Coastal Commission, Case No. G058436, 2020. Available in: https://law.justia.com/cases/california/court-of-appeal/2020/g058436.html, 2020.

LANGHORNE, D. Victoria Beach seawall set for demolition after high court declines review. Laguna Beach Independent. Available in: https://www.lagunabeachindy.com/victoria-beach-seawall-set-for-demolition-after-high-court-declines-review/?c=136666885233547172 6%3Fmkt%3Den-us, 2021.

LESTER, C. The California coastal management program: a model for coastal conservation and management in chile? Ocean and Coastal Policy Center, University of California, Santa Barbara. Available in: https://ocpc.msi.ucsb.edu/projects/global-coastal-conservation-exchange, 2020.

LESTER, C. CZM in California: successes and challenges ahead. Coastal Management, 2013, N°41, p. 219-244.

MARINE FOREST SOCIETY. Marine Forest Society v. California Coastal Commission, 36 Cal. 4th 1. Available in: https://caselaw.findlaw.com/ca-supreme-court/1314793.html, 2005.

NOAAa, OFFICE OF COASTAL MANAGEMENT. Coastal Zone Management Programs. Available in: https://coast.noaa.gov/czm/mystate/, 2021.

NOAAb, OFFICE OF COASTAL MANAGEMENT. NOAA's National Coastal Zone Management Program, Funding Summary, 2020. Available in: https://coast.noaa.gov/data/czm/media/funding-summary.pdf, 2021.

NOLLAN V. California Coastal Commission. 483 U.S. 825. Available in: https://supreme.justia.com/cases/federal/us/483/825/, 1987.

SCOTT, S. Governing California's Coast. Institute for Governmental Studies, University of California, Berkeley. Available in: https://www.govinfo.gov/content/pkg/CZIC-ht393-c3-s3-1975/html/CZIC-ht393-c3-s3-1975.htm, 1975.

SIDERS, A. R. Social justice implications of US managed retreat buyout programs. Climatic Change, Springer, 2019, Vol. 152, N°2, p. 239-257.

SIEVANEN, L., PHILLIPS, J., COLGAN, C., GRIGGS, G., HART, J.F., HARTGE, E., HILL, T., KUDELA, R., MANTUA, N., NIELSEN, K., & WHITEMAN, L. California's Coast and Ocean Summary Report. California: California's Fourth Climate Change Assessment, 2018.

SIVAS, D. California Coastal Democracy at Forty: Time for a Tune-up. Stanford Environmental Law Journal, 2016, N°36, p. 109-144.

So. Pacific Transportation v. CCC, 520 F. Supp. 800, 1981.

SQUIRE, P., & SCOTT, S. The Politics of California Coastal Legislation: The Crucial Year, 1976. Institute of Governmental Studies. Berkeley: University of California, 1984.

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE (US DOC). Decision and Findings by the U.S. Secretary of Commerce in the Consistency Appeal of the Foothill/Eastern Transportation Corridor Agency and the Board of Directors of the Foothill/Eastern Transportation Corridor Agency from an Objection of the California Coastal Commission. Washington, D. C.: Department of the Interior, 2008.

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE (US DOC). State of California Coastal Management Program and Final Environmental Impact Statement. California: Department of the Interior, 1977.

YAFFEE, S. Beyond Polarization: Public Process and the Unlikely Story of California's Marine Protected Areas. California: Island Press, 2020.

5.3.

Hacia una conceptualización jurídica comprensiva e integradora de los espacios costero-marinos

Towards a comprehensive and integrating legal conceptualization of coastal-marine spaces

Rocío Parra Cortés[1]

RESUMEN

Desde diversos enfoques epistémicos, existe una mirada de aproximaciones para estudiar la formación conceptual de la realidad costero-marina. Y, para las ciencias jurídicas, esto no es una excepción. Ciertamente, aquella multiplicidad de enfoques presenta un claro desafío metodológico consistente en la delimitación del material de análisis que se ha de examinar. Ante ello y con el fin de contar con un panorama comprensivo en la materia, el presente trabajo pasará revista a distintas perspectivas doctrinales-científicas, tanto jurídicas como extrajurídicas, para, posteriormente, distinguir dos dimensiones de la conceptualización de los espacios costero-marítimos: una restrictiva y una amplia. Finalmente, propondrá criterios para avanzar hacia una conceptualización jurídica comprensiva e integradora de los espacios costero-marinos.

Palabras clave: derecho costero, gobernanza costero-marina, espacios costero-marinos.

ABSTRACT

From various epistemic approaches, there is a myriad of views to study the conceptual formation of coastal-marine reality. And, for the legal sciences, this is not an exception. Certainly, that multiplicity of approaches presents a clear methodological challenge consisting of the delimitation of the analytical material to be examined. Given this and in order to have a comprehensive overview on the matter, this paper will review different doctrinal-scientific perspectives, both legal and extra-legal, to subsequently distinguish two dimensions of the conceptualization of coastal-maritime spaces: one restrictive and one broad. Finally, it will propose criteria to advance towards a comprehensive and integrating legal conceptualization of coastal-marine spaces.

Key words: coastal law, coastal-marine governance, coastal-marine spaces.

1 Doctora en Derecho, Universidad de Alcalá y PUCV; Académica, Centro de Acción Climática y Centro de Derecho del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile (PUCV).

Discusión doctrinal

Doctrina extrajurídica

Desde una perspectiva disciplinar extrajurídica, cabe precisar las aproximaciones doctrinales aportadas por Michaud, Suárez de Viveros, Barragán y Andrade et al en relación con la realidad costero-marina.

Por una parte, Michaud se ha preguntado si es posible contar con una noción que satisfaga los criterios de la geografía física y de la geografía humana simultáneamente para el concepto del 'litoral' en el ámbito francés (Michaud, 1981).

En búsqueda de ello, se identifican factores que se entrecruzan en su conceptualización, susceptibles de ser categorizados en base a criterios físicos, antrópicos y ecológicos. Físicamente, el litoral corresponde a un espacio de contacto entre la litósfera, la hidrósfera y la atmósfera; humanamente, es un ámbito espacial en donde se realizan frecuentemente una infinidad de actividades influenciadas por la presencia del mar; y ecológicamente, es un área que provee de condiciones adecuadas para regular las influencias de los climas extremos continentales o marítimos, favoreciendo la diversidad ecosistemas costero-marinos. Michaud concluye que la combinación de estos criterios es precisamente lo que dificulta su delimitación espacial y, por tanto, conceptual (Michaud, 1981).

Por otra parte, y en el contexto de la ordenación de las costas españolas, Suárez (1999) utiliza un criterio de extensión espacial para diferenciar dos planos de los espacios costero-marítimos.

Un primer plano es de carácter restrictivo y dualista, en donde los espacios costero-marítimos son franjas estrechas que, en la mayoría de los casos, se limitan o restringen al espacio intermareal. Y su dualidad se percibe al separar los conceptos de 'costa' y de 'litoral', en tanto aquel hace referencia al medio terrestre o emergido y este al marino o sumergido. Suárez (1999) señala que esta es la interpretación acuñada por textos normativos que entienden por costa aquella "franja de tierra que bordea el mar o a la zona de contacto entre el medio marino y el medio terrestre" (p. 1).

Un segundo plano es más amplio e integrador, fundando en aproximaciones físico-naturales y de ordenamiento territorial. Suárez (1999) pone énfasis en la consideración volumétrica de la conjunción entre la litósfera, la hidrósfera y la atmósfera, permitiendo dotar un sentido más espacioso a la expresión de 'litoral' al vincularlo con el concepto de 'zonas costeras'. Estas son "una vasta zona de interpenetración de dos elementos tierra, mar hasta incluir la alta mar y las regiones del interior de las tierras". En un plano amplio, entonces, los espacios costero-marítimos serán las áreas compuestas por un sistema terrestre y un sistema marino que, entrelazados por el componente acuático que provee la esencial conexión entre el mar y la tierra, permiten la existencia de uno de los ámbitos de mayor productividad primaria a nivel planetario.

Una tercera aproximación, aportada por Barragán, está centrada en la gestión integral de los espacios costero-marítimos (Barragán, 2014). El autor prefiere el término 'área litoral'[2] por sobre el de 'zona costera'[3] para alcanzar un lenguaje común que sirva para diseñar adecuadas soluciones de gobernanza costero-marina. Según él, si bien ambas expresiones comparten una noción comprensiva de ámbitos geográficos terrestres, marinos e intermareales, las áreas litorales hacen referencia a una realidad geográfica más amplia, una suerte de espacio continente que es preciso administrar; mientras que las zonas costeras se limitarían a alcances más bien jurídico-administrativos (Barragán, 2014).

A diferencia de Barragán, y precisamente por la vinculación a rasgos jurídico-administrativos, es que este trabajo considera pertinente la idoneidad del uso de la noción de zona costera para la finalidad de protección jurídico-ambiental de los espacios costero-marítimos. Sobre este tema se volverá en líneas posteriores.

Una cuarta propuesta es la planteada por un grupo de académicos del Instituto de Geografía de la Universidad Católica de Chile, quienes identifican el concepto de 'zona costera', de carácter científico técnico, en contraposición al de 'borde costero', de carácter normativo. En tal sentido, estiman que la zona costera es:

> "una entidad espacial con características propias, vinculadas a la interacción de procesos situados en la interfase entre la geósfera, la atmósfera y la hidrósfera, condición que le otorga características ambientales de fragilidad y vulnerabilidad, y por otra parte, porque por naturaleza esta zona constituye un espacio muy atractivo para diversas actividades humanas (urbanas, industriales, turísticas, de transporte, agrícolas, acuícolas, pesqueras, y otras actividades extractivas), lo que produce la concurrencia de múltiples usos y con frecuencia la generación de conflictos territoriales" (Andrade et al., 2008, p. 24).

2 Correspondiente a aquel "espacio geográfico que, en castellano, se identifica con una superficie de forma y dimensiones variables, resultante del contacto interactivo entre la naturaleza y las actividades humanas que se desarrollan en ámbitos que comparten la existencia e influencia del mar".

3 Esta noción es la traducción literal del concepto utilizado en inglés como *coastal zone*, identificada como el ámbito jurisdiccional en el que se desarrolla cualquier iniciativa -plan, programa u otro- de administración o gestión con rango jurídico administrativo en una extensión variable de influencia costero-marina.

De esta manera, desde un enfoque de ordenamiento territorial costero y sin fijar un área claramente delimitada, dichos autores buscan realzar todo el ámbito de interacción física, biológica y antrópica entre los ambientes terrestre y marítimos bajo la noción de zona costera, y no reducirlo a la noción normativa de borde costero. En este sentido, Andrade et al. (2008) definen ordenamiento territorial de la zona costera como "al conjunto de procedimientos propios del denominado ordenamiento territorial, entendido como la adecuada articulación de la voluntad o los intereses de una comunidad humana con las potencialidades del medio natural" (p. 24).

A pesar de la amplitud de la noción de zona costera, Andrade et al. (2008) ha reconocido que sus elementos constitutivos dificultan un ordenamiento territorial efectivo en el ámbito costero a nivel normativo. Por una parte, es un territorio de compleja delimitación y que, por lo tanto, descansa en un alto grado de discrecionalidad administrativa en torno a la aplicación de las normas regulatorias de los usos de los suelos costeros. A ello se suma el ingente número de instrumentos jurídicos y órganos competentes en la planificación y ordenación costera, generándose así un intrincado panorama en nociones jurídico-administrativas, lo cual entorpece un ordenamiento costero integrado que considere adecuada y oportunamente la fragilidad ambiental que caracteriza los espacios costero-marítimos.

La perspectiva aportada por este grupo académico ha sido uno de los principales referentes conceptuales para ampliar la mirada en torno a los espacios costero-marítimos en el ámbito chileno.

Doctrina jurídica

Desde un análisis de la legislación costera española, Menéndez (2010) distingue entre los conceptos de 'litoral' y 'costas' bajo un criterio de extensión.

El litoral goza de una mayor amplitud, al comprender una zona marítima y otra terrestre. Pudiendo, incluso, asimilarse a la idea de 'municipios costeros', claro que ello no está exento de críticas por gozar de una interpretación formalista de su sentido y alcance que acabaría yendo en contra de la realidad de algunos ámbitos territoriales de aquellos municipios que no cuentan con relación alguna con las costas (Menéndez, 2010). Y las costas son de carácter más restrictivo y se encuentran contenidas dentro del litoral, pero solo respecto de su ámbito espacial asimilable a la frontera marítima y vinculada a la 'ribera del mar'[4]. Junto con estos espacios, Menéndez (2010) identifica otros terrenos colindantes afectados por servidumbres legales y por una zona de influencia.

Para Aguirre i Font (2015), toda norma en materia costera considera, de alguna forma, "al litoral como el territorio formado por parte de mar y parte de tierra, entre las cuales se produce algún tipo de interacción, cada uno define en cada caso las clases de interacción junto con los límites que se consideran para su aplicación" (Aguirre i Font, 2015). El problema es que una definición de litoral exacta, precisa y aceptada por todo el mundo no existe. Por tanto, Aguirre i Font (2015) identifica la constante discusión en torno a una "definición flexible de litoral que permita adecuarse al territorio que regula y una definición rígida del concepto que aporte seguridad jurídica en cuanto al espacio que comprenda". Ante ello, Aguirre i Font (2015) estima que ambas opciones plantean problemas. La primera, por su inseguridad jurídica, atendida su incapacidad de determinar precisamente qué es litoral y qué no lo es, mientras que la segunda presenta el inconveniente de incluir como costeros "terrenos y espacios que no tienen estas características, o, al contrario, que se excluyan otros que sí que las tienen por el hecho que la definición es demasiado rígida". El autor llega a la conclusión que la carencia de una definición precisa de litoral es uno de los "elementos clave en la conflictividad competencial del espacio, que ha ido acompañado en todo momento de un debate jurisprudencial, doctrinal y político sobre los límites del mismo concepto".

Frente a la complejidad que reviste la delimitación conceptual, Sanz (2003), fuertemente influenciado por la doctrina de Michel Prieur y por los planteamientos de la Unión Europea en la materia, centra su atención en la multiplicidad de interacciones que se suscitan en los espacios costero-marítimos, estimando que el carácter intermareal propio de estos espacios permite transitar hacia una concepción amplia e integral de la realidad costero-marina (Sanz, 2003). Sucede que el carácter intermareal permite el desarrollo de una infinidad de interacciones que se sustentan en un "un conjunto de estructuras económicas, urbanas, ecológicas, etc. articuladas en un mismo ámbito geográfico y mutuamente relacionadas".

Bajo tal perspectiva, (Sanz, 2003) provee de una sistematización del espacio costero-marítimo en base a tres zonas: a) la costa, b) el litoral y c) la zona de influencia:

4 Ninguno de estos términos es definido por el legislador español, optando por el uso de la noción de 'dominio público marítimo-terrestre' como se abordará en líneas posteriores.

a) La costa es aquella angosta faja que está o puede estar en contacto con el mar y que no supera unas decenas de metros de extensión. Su delimitación biológica se circunscribe a la 'zona intermareal' y su ámbito jurídico-administrativo corresponde a la 'zona marítimo-terrestre'.

b) El litoral comprende la franja donde interactúan los sistemas marítimos y terrestres con características y actividades específicas. Su extensión puede llegar unas veinte millas marinas como máximo en dirección al mar, teniendo como límite la plataforma continental, y hasta unos doce kilómetros tierra adentro desde la distancia de la costa. Su delimitación biológica se circunscribe a la 'zona intermareal, nerítica, pelágica y bentónica' en el mar y a la 'zona supralitoral' y a los ecosistemas terrestres en la tierra. Su ámbito jurídico-administrativo son los límites municipales costeros y otros niveles jurisdiccionales estrechamente interconectados.

c) La zona de influencia es el espacio terrestre y marítimo donde se percibe tanto el influjo del funcionamiento natural del mar y sus costas, como el efecto de la intervención antrópica, por ejemplo, mediante vertidos urbanos e industriales, infraestructuras de transporte, zonas urbanas con fácil acceso a la costa, etc. Su amplitud es variable y se extiende, en términos terrestres, hasta unos cuarenta kilómetros de distancia de la costa, mientras que en el espacio marítimo puede llegar a cubrir todo el ámbito de la zona económica exclusiva, es decir 200 millas marinas. Su delimitación biológica es similar a la del litoral y su ámbito jurídico-administrativo se vincula, a los municipios litorales en el espacio terrestre y a la zona económica exclusiva en el espacio marítimo.

Ahora bien, en el Derecho chileno, Cordero (2011) siguiendo de cerca las propuestas de Suárez (1999) y Andrade et al. (2008), es del parecer que una perspectiva amplia de la realidad costero-marina permite "comprender todos los elementos e interacciones que se producen en dichos sistemas [costero-marinos], a fin de asegurar un diagnóstico y decisión adecuada al momento de adoptar políticas, planes, programas e instrumentos destinados a asegurar un aprovechamiento de estos espacios conforme al marco de valores, principios y normas que consagra nuestro ordenamiento jurídico" (Cordero, 2011). En tal sentido, sin aportar una noción amplia en esta materia, hace suya la definición aportada por Andrade et al. (2008) de 'zona costera', precisando que se trata de un concepto "más amplio y comprensivo que el de borde costero, costa o litoral".

Finalmente, cabe mencionar, desde el campo del Derecho ambiental chileno, la perspectiva aportada por un equipo de investigación de las Facultades de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y de la Universidad Diego Portales, en el marco del proyecto "La aplicación del concepto de justicia ambiental en los instrumentos de gestión del espacio marino-costero" dirigido por los académicos Bermúdez y Hervé (2013), se ha constituido en un marco jurídico fundamental para el desarrollo incipiente de la doctrina nacional ambiental en materia costero-marina.

Para Bermúdez y Hervé (2013), la noción de espacios marino-costeros es entendida como "aquella zona en que interactúa el mar con la zona en tierra en la que se proyecta su influencia, constituyéndose en un ámbito en el cual se desarrollan un sin número de actividades económicas, recreativas, deportivas y tradicionales que marcan los riesgos e impactos y los servicios que puede sufrir o beneficiar a una población determinada".

Dimensiones conceptuales del espacio costero-marítimo

En base a la discusión doctrinal recién revisada es posible distinguir dos dimensiones conceptuales de la complejidad inherente del espacio costero-marítimo: a) la Dimensión lineal o restrictiva; y b) la Dimensión zonal o amplia.

a) Dimensión lineal o restrictiva de los espacios costero-marítimos, se vincula con las nociones de franjas, líneas o bordes de contacto entre los ámbitos marinos y terrestres, generalmente limitadas al espacio bañado por las olas marinas, es decir, únicamente por el ámbito intermareal (Comunidad Económica Europea Conferencia de las Regiones Perisféricas Marítimas, 1981; Michaud, 1981; Horgué, 1995; Suárez, 1999). De hecho, entre las expresiones que destacan son 'franja litoral', 'borde costero', 'orilla de playa', 'ribera de mar', 'línea de playa'. Todas ellas tienen en común una perspectiva divisoria entre el mar y la tierra, en donde el espacio costero-marítimo tiende a limitarse a aquella extensión de interfase entre los límites de la bajamar y la pleamar.

Al enfatizar en una mirada restrictiva del contorno entre el ámbito marino y el ámbito terrestre, tiene, principalmente, una finalidad pública de defensa y delimitación costera, caracterizando por un alto grado de certeza y seguridad jurídica (Bousquet, 1990). De hecho, en materia de deslindes, utiliza la técnica de las «líneas de playa» para establecer sus delimitaciones, tendiendo a gozar de un importante grado de precisión en cuanto al ámbito espacial que esta dimensión abarca. Tradicionalmente, los sistemas jurídicos han adoptado una dimensión restringida o lineal de los espacios costero-marítimos. Esta perspectiva ha incidido en que la regulación costero-marina tienda a circunscribirse a los espacios costero-marinos de naturaleza jurídica pública, en tanto bienes que se encuentran dentro de la

línea costera o litoral, restando atención a la regulación costera de los bienes privados costeros, al estar fuera de dicha línea o franja. Esta lógica lineal se vincula así con las clásicas divisiones jurídicas de los bienes que llega hasta nuestros días.

A pesar de su utilidad en relación a la certeza jurídica de sus deslindes, los diversos impulsores de degradación ambiental costero-marina observados en el capítulo primero, dan cuenta, de manera cada vez más acuciante, que una regulación costera contemporánea no se satisface con una dimensión lineal. La protección de los espacios costero-marítimos requiere de una dimensión más amplia o zonal de estos espacios, en tanto soportes físicos de ecosistemas que no responden a delimitaciones restrictivas en base a límites jurídicos-administrativos.

b) Dimensión zonal o amplia de los espacios costero-marítimos, pueden ser observados desde una dimensión más amplia o zonal. Tanto desde una mirada físico-natural como desde el campo de la ordenación territorial, las nociones restrictivas o lineales se contraponen con el carácter de interfase costero-marina que abarca una realidad ecológica más extensa que solamente aquel espacio bañado por las olas de mar. Es precisamente el carácter dinámico del mar, en contraposición a la mayor estabilidad terrestre, lo que convierte a los espacios costero-marítimos en una franja o banda oscilante, y no únicamente en una simple línea, producto de la conjunción de la litósfera, la hidrósfera y la atmósfera, que lleva a una amplia extensión volumétrica (Suárez, 1999). Una dimensión amplia o zonal de los espacios costero-marítimos, sustentándose en una lógica de interfase variable o difusa entre la influencia del medio marino con el medio terrestre y viceversa, tiene principalmente una finalidad pública de protección costera, por sobre una finalidad de delimitación costera (Bousquet, 1990). Permite abarcar mayores ámbitos espaciales costeros-marítimos, favoreciendo un aumento en el radio de intervención pública de protección costera.

Hoy en día, atendido el actual estado de degradación del medio ambiente costero marino, una perspectiva amplia o zonal de los espacios costero-marítimos tiene una mayor incidencia para la protección comprensiva de los ecosistemas costero-marinos. Se trata de una perspectiva integradora e interconectada de los diferentes ámbitos espaciales que componen la realidad costero-marina, lo cual cobra especial sentido atendidos el dinamismo y complejidad del sistema costero-marino, su fragilidad ecosistémica y su vulnerabilidad climática.

No obstante, una perspectiva zonal hace más difícil definir los contornos específicos del alcance espacial de los espacios costero-marítimos, especialmente en relación a cuál ha de ser el límite de extensión espacial costera tierra adentro.

En consecuencia, esta dimensión trae aparejada un alto grado de incerteza en materia de deslindes, los cuales suelen ser de difícil demarcación y, por tanto, de menor precisión en términos jurídicos y geográficos. A pesar de tales dificultades, ante los efectos climáticos costeros, lo cierto es que el aumento del nivel del mar, la erosión costera y las marejadas hacen que aquellos contornos sean cada vez más difusos. Es por ello que, a nivel científico se propone utilizar como técnica de deslindes, en vez de la 'línea de playa', la técnica de las 'líneas de costa' (Martínez et al., 2019)[5].

Conceptualización jurídica del espacio costero-marítimo

En el Derecho internacional

En el Derecho internacional existen diversos instrumentos que comprenden nociones vinculadas con el concepto de espacio costero-marítimo.

En primer lugar, la Convención de Derecho del mar o CONVEMAR, centrándose únicamente en el ámbito marítimo de los espacios costero-marítimos, distingue dos grandes grupos de ellos: los que se encuentran sometidos a la soberanía y jurisdicción de los Estados ribereños y aquellos que son concebidos como aguas internacionales o aguas más allá de la jurisdicción nacional[6].

A su vez, los espacios marítimos pueden clasificarse en aguas oceánicas y aguas litorales. De estas clases de espacios, atendida la influencia costero-marina directa, solo interesa profundizar en la conceptualización y delimitación del mar territorial y de las aguas interiores.

El 'mar territorial' es aquel espacio marítimo que se extiende hasta un límite que no puede exceder las 12 millas

5 Según MARTÍNEZ, ARENAS, en los espacios costero-marítimos convergen una gran variedad de factores naturales, entre ellos tectónicos, hidrodinámicos, geomorfológicos que actúan en diferentes escalas de tiempo. Para estos autores, tales son motivos suficientes para adoptar una dimensión zonal a fin de conceptualizar las costas marinas, cuya extensión sea definida "(…) a través de evidencia científica con el fin de establecer, no la línea de playa (máxima extensión del oleaje en condiciones de mareas de sicigias), sino la máxima extensión del nivel del mar holocénico, lo cual conlleva a utilizar el concepto de línea de costa, es decir el punto en el cual el mar estuvo posicionado como respuesta al último cambio climático global. La repercusión de este enfoque es la extensión de la zona costera más allá de la playa y la inclusión dentro del territorio costero, de todos los ecosistemas costeros frágiles que actualmente no cuentan con formas de protección legal.

6 Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982. Promulgada en Chile mediante D.S. Nº1393 de 1997 del Ministerio de Relaciones Exteriores (Publicación D.O. 18.11.1997), en adelante, CONVEMAR.

marinas medidas desde líneas de base determinadas por la propia CONVEMAR y en donde los Estados costeros gozan de soberanía y jurisdicción plena[7]. El resto de los Estados detentan un derecho de paso inocente en él, con el único impedimento de no producir perjuicio alguno a los Estados costeros [8]. Por su parte, las 'aguas interiores' son aquellas aguas situadas dentro del espacio que comienza con las líneas de base del mar territorial hacia el interior[9]. En términos similares al mar territorial, en las aguas interiores los Estados costeros gozan de total soberanía, con la diferencia que aquí los terceros Estados no tienen derecho de paso inocente[10].

Del tenor de CONVEMAR, se puede apreciar que su enfoque está en el ámbito marítimo del objeto en análisis, no haciendo alusión alguna a los espacios intermareales propiamente tales, ni a los ámbitos costero-terrestres. La razón se encuentra en su objetivo principal, que es proveer de "un orden jurídico para los mares y océanos que facilite la comunicación internacional y promueva los usos con fines pacíficos de los mares y océanos, la utilización equitativa y eficiente de sus recursos, el estudio, la protección y la preservación del medio marino y la conservación de sus recursos vivos"[11].

Así, la CONVEMAR detenta un rol fundamental en la protección del ámbito marítimo del espacio costero-marítimo, con particular énfasis en el control de la contaminación marina.

Un segundo instrumento que considerar es el Protocolo de Gestión Integrada de Zonas Costeras del Mediterráneo (Protocolo GIZC Mediterráneo) del Convenio para la Protección del Medio Marino y de la Región Costera del Mediterráneo. A partir de su ratificación, se incorpora al ordenamiento jurídico de los Estados parte la noción de «zona costera», que contempla "el espacio geomorfológico a uno y otro lado de la orilla del mar en el que se produce la interacción entre la parte marina y la parte terrestre a través de los sistemas ecológicos y de recursos complejos formados por componentes bióticos y abióticos que coexisten e interactúan con las comunidades humanas y las actividades socioeconómicas pertinentes"[12].

A diferencia de CONVEMAR, el foco de atención de este instrumento es más comprensivo, en tanto abarca los distintos ámbitos geográficos del espacio costero-marítimo, con especial atención en el área intermareal.

A pesar de no ser vinculante para Chile, el Protocolo GIZC Mediterráneo reviste una importancia crucial por varias razones:

a) Adopta una dimensión zonal del espacio costero-marítimo y un enfoque de integración ambiental. Respecto de esto último, incorporar, por primera vez a nivel internacional, un marco vinculante en materia de Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC), sobre lo que se volverá en la Parte II. Baste, por ahora, resaltar la comprensión holística que otorga el Protocolo a la zona costera, entendiéndola no solo como recurso ecológico, económico y social irremplazable, sino particularmente como un patrimonio común natural y cultural[13].

b) El Protocolo precisa que la preservación y utilización sostenible de la zona costera se justifican en estándares de justicia intergeneracional, al tratarse de un patrimonio común y un recurso que ha de ser protegida no solo para las generaciones presentes, sino, a su vez, para las futuras.

c) Se reconoce la alta preocupación por el incremento de las presiones antrópicas que amenazan la fragilidad de las zonas costeras, entre las que identifica la pérdida de biodiversidad y los efectos del cambio climático.

d) El Protocolo GIZC Mediterráneo enfatiza en la adopción de medidas sostenibles para reducir la degradación costera, basándose en otros tratados internacionales en la materia, como lo son CONVEMAR, Convención de Ramsar, Convenio de Diversidad Biológica y Convención Marco de Cambio Climático.

Junto con CONVEMAR y el Protocolo GIZC Mediterráneo, cabe destacar el papel que la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) detenta en el ámbito regional sudamericano. Mediante la Convención para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste (Convención CPPS)[14] y el Protocolo para la conservación y administración de las áreas marinas y costeras protegidas del Pacífico Sudeste (Protocolo CPPS)[15], la CPPS ha provisto de los fundamentos jurídicos basales para avanzar hacia una conceptualización de los espacios costero-marítimos, desde una dimensión zonal, en el sistema chileno.

Si bien, se trata de instrumentos que tienen por finalidad el control y prevención de la contaminación marina, ambos precisan que su ámbito geográfico es la zona marítima de soberanía y jurisdicción estatal, hasta las

7 CONVEMAR, art. 3.
8 CONVEMAR, art. 18.
9 CONVEMAR, art. 8.1.
10 De conformidad a CONVEMAR, art. 8.2, excepcionalmente, si se trata una línea de base recta que "(…) *produzca el efecto de encerrar como aguas interiores aguas que anteriormente no se consideraban como tales, existirá en esas aguas un derecho de paso inocente (…)*".
11 CONVEMAR, preámbulo. Destacado de la autora.
12 Protocolo relativo a la Gestión Integrada de las Zonas Costeras del Mediterráneo del Convenio para la Protección del Medio Marino y de la Región Costera del Mediterráneo, Decisión 2010/631/UE (Publicación en Diario Oficial de la Unión Europea 23.10.2010). En adelante, Protocolo GIZC Mediterráneo. Art. 2 letra e).
13 Protocolo GIZC Mediterráneo, preámbulo.
14 Convención para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste, 1981. Promulgado en Chile mediante Decreto Nº296 de 1986 del Ministerio de Relaciones Exteriores (Publicación D.O. 14.06.1986). En adelante, Convención CPPS.
15 Protocolo para la conservación y administración de las áreas marinas y costeras protegidas del Pacífico Sudeste. Promulgado en Chile mediante Decreto N°827 de 1995 (Publicación D.O. 31.08.1995). En adelante, Protocolo CPPS.

200 millas, integrada por un 'área marítima' y por una 'zona costera'[16].

En cuanto a la extensión del área marítima, tanto la Convención CPPS como el Protocolo aluden a una zona de 200 millas, por lo que es dable entender que cubre aquellos espacios que CONVEMAR entiende como zona económica exclusiva y mar territorial[17].

Lo novedoso se encuentra en relación a la zona costera. Por un lado, la Convención solo reconoce su existencia, quedando su desarrollo al Protocolo CPPS. Este último instrumento indica que se trata del área "(…) donde se manifiesta ecológicamente la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera". Sin embargo, su determinación queda a la determinación de "cada Estado Parte, de acuerdo con los criterios técnicos y científicos pertinentes"[18].

Las disposiciones del Protocolo CPPS otorgan especial atención a tres rasgos configuradores de la zona costera, como especie de espacio costero-marítimo. El primero es que toma en cuenta su carácter ecológico producto de la interacción terrestre, marina y atmosférica; el segundo es que establece que su determinación es de resorte de cada Estado; el tercero es que dicha labor de determinación debe llevarse a cabo bajo parámetros y criterios técnicos y científicos pertinentes.

Para el caso de Chile, lamentablemente este deber de determinación de la zona costera no se ha concretizado en ningún instrumento de carácter interno. De hecho, la práctica administrativa, como se tendrá ocasión de examinar en la segunda parte de esta investigación, ha estado radicada en el borde costero del litoral de la República, sin otorgar mayor eficacia jurídica a la noción de zona costera. Es por ello que resulta oportuno tener en consideración los alcances conceptuales aportados por Protocolo CPPS a la luz del Protocolo de GIZC del Mediterráneo, a fin de avanzar hacia una perspectiva amplia, integradora y ecosistémica de los espacios costero-marítimos desde una dimensión zonal. Y, a su vez, tener en cuenta los estándares que el propio Protocolo CPPS dispone para la determinación de la zona costera: criterios técnicos y científicos.

En el Derecho extranjero

Atendida la influencia de los antecedentes científicos y de la pertinencia de contar con una perspectiva más integradora de los ecosistemas costero-marinos, distintas legislaciones han ido incorporando ciertos elementos que permiten dotar de un mayor grado de flexibilidad y dinamismo a los conceptos jurídicamente acuñados en torno a los espacios costero-marítimos con una marcada finalidad proteccionista.

A nivel europeo, el Comité de Ministros del Consejo de Europa, en su Ley modelo para el manejo sostenible de las zonas costeras, define zonas costeras como[19]:

> "(…) el área geográfica que comprende tanto la parte marítima como la terrestre del litoral, incluidos estuarios y humedales conectados al mar. Incluirá, al menos, la totalidad o parte de las aguas territoriales junto con la propiedad pública marítima estatal y los territorios de las áreas administrativas locales limítrofes con mares y océanos. La zona costera estará delimitada con precisión a nivel nacional. Puede ampliarse de acuerdo con los requisitos económicos o ecológicos locales y específicos, para incluir no solo a las autoridades locales adyacentes a las áreas administrativas locales limítrofes con mares y océanos, sino a las autoridades limítrofes con estuarios y deltas situados río abajo en relación con el límite de aguas saladas"[20].

Es indudable el carácter integrador, ecosistémico y amplio de esta conceptualización. Como se tendrá oportunidad de profundizar en la Parte II de la investigación, es interesante el énfasis que la Ley Modelo otorga a las características de vulnerabilidad de la zona costera, en tanto "espacio frágil, limitado y codiciado", supuestos que exigen un especial esfuerzo en la concertación y acción armonizada de todos quienes intervienen en ella, sean organismos públicos, o distintos actores locales y de la sociedad civil en general[21]. Especialmente respecto de los primeros, la Ley Modelo es clara en indicar que se debe aplicar un enfoque basado en consensos entre los niveles administrativos nacionales, regionales y locales en los que se ubican las zonas costeras[22]. Ahora, respecto de la política nacional de la zona costera, ella debe ser comprensiva, estableciendo, de forma clara y coherente, prioridades en materia de gestión, uso y conservación de los recursos en la zona costera. Es más, este instrumento

16 Convención CPPS, art. 1 y Protocolo CPPS, art. I.
17 Protocolo CPPS, art. I.
18 Ibid. Un tenor similar es el contenido en la Convención CPPS, al señalar que "cada Estado definirá su zona costera", art. 1.
19 Ley Modelo de Manejo Sostenible de las Zonas Costeras de Europa y Código Europeo de Conducta sobre Zonas Costeras, Consejo de Europa, CM (99) 87 (1999).
20 Ibid., art. 1 (Traducción propia).
21 Ibid., art. 4.
22 Ibid., art. 5.

ha influido directamente en el desarrollo posterior del Protocolo GIZC del Mediterráneo, recién comentado.

Por otra parte, en el caso español, la Constitución de 1978 reconoce al dominio público marítimo-terrestre, disponiendo en su art. 132.2 que "son bienes de dominio público estatal los que determine la ley y, en todo caso, la zona marítimo-terrestre, las playas, el mar territorial y los recursos naturales de la zona económica exclusiva y la plataforma continental". Para la doctrina ibérica, esta inclusión marcó un hito en la historia constitucional española, atendida la conciencia constituyente por la necesidad de proteger las costas españolas fundada en una preocupación ecológica (Calero, 1995; Sanz, 2013). A nivel de legislación estatal, su Ley de Costas 22/1988, de 28 de julio, fija como objeto "la determinación, protección, utilización y policía del dominio público marítimo-terrestre y especialmente de la ribera del mar"[23]. Sin embargo, la delimitación de lo que se entiende por 'espacio costero marítimo', 'litoral' o 'costas' no ha sido definido a nivel legislativo estatal, ni por la Ley de Costas española, ni por el Tribunal Constitucional (TC) español, ni por las legislaciones autonómicas. Más bien, su delimitación se ha llevado a cabo, por regla general, mediante instrumentos de ordenamiento territorial a nivel autonómico (Menéndez, 2016).

Al observar dichos instrumentos, la extensión del ámbito espacial de los espacios costero-marítimos hacia el mar es "la línea bajamar escorada o máxima bajamar, que marca el límite exterior de la zona marítimo-terrestre y, por tanto, de lo que es territorio (tierra firme)". Esto se encuentra en concordancia con la doctrina sentada por el Tribunal Constitucional español que establece que el ámbito espacial de los espacios costero-marítimos no alcanza el ámbito marino[24]. El planteamiento doctrinal constitucional parte de la premisa que el mar no es territorio en el caso español. Lo que hace el TC español es circunscribir el litoral al ámbito terrestre español, pero no a su mar territorial. Esto es diferente al Derecho chileno, en donde el borde costero del litoral incluye expresamente al mar territorial y las aguas interiores, es decir, en términos generales, las aguas litorales.

El planteamiento del TC español se explica en base a los diversos niveles competenciales que existen en el sistema jurídico ibérico: nivel estatal, nivel autonómico y nivel local (Menéndez, 2010)[25]. En términos competenciales, ni la Administración General del Estado, ni las Comunidades Autónomas ni los municipios costeros, en sus respectivos niveles estatales, autonómicos y municipales, ostentan, en forma exclusiva, "todas o la mayor parte de las competencias sobre el litoral". Como ilustra Menéndez (2010) "la parte terrestre es «territorio», el mismo para todas estas entidades, con una franja (la ribera del mar o costa) de dominio público estatal por imperativo constitucional (…) las tres entidades «territoriales» deben tener, en mayor o menor medida, la capacidad y la responsabilidad de intervenir en este ámbito tan frágil y sensible al deterioro". Y, en consecuencia, el ámbito espacial de los espacios costero-marítimos es transversal a estos tres niveles competenciales.

En cuanto a la delimitación interior del litoral español, la Ley de Costas española, cuyo propósito es la gestión y conservación del patrimonio natural costero[26], explicitó en su preámbulo que ella tiene "(…) el carácter de regulación mínima y complementaria de la que dicten las Comunidades Autónomas en el ámbito de sus competencias"[27]. En este sentido, la técnica regulatoria de la legislación estatal se concentra en que el núcleo de los ECM, esto es el dominio público marítimo-terrestre español. Su objeto está en la conservación y gestión de este ámbito costero marítimo, determinando las condiciones básicas para el establecimiento de limitaciones a la propiedad de los terrenos colindantes, además de asegurar la efectividad del derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado, así como el deber de conservar la integridad del dominio público marítimo-terrestre. Resulta esclarecedor la manera en que la propia exposición de motivos de la legislación estatal costera fundamenta su existencia: "la garantía de conservación del dominio público marítimo-terrestre no puede obtenerse sólo mediante una acción eficaz sobre la estrecha franja que tiene esa calificación jurídica, sino que resulta imprescindible la actuación sobre la franja privada colindante, para evitar la interrupción del transporte eólico de los áridos y el cierre de las perspectivas visuales para la construcción de edificaciones en pantalla, la propia sombra que proyectan los edificios de la ribera del mar, el vertido incontrolado y, en general, la incidencia negativa de la presión edificatoria y de los usos y actividades que ella genera sobre el medio natural puedan causar daños irreparables o de muy difícil y costosa reparación".

Como se puede observar, conceptualmente el centro de atención de esta normativa está en la noción de 'dominio público marítimo-terrestre', más que en las de litoral

23 Ley de Costas española 22/1988, actualizada al 11.12.2015 (Publicación BOE N°181 de 29 de julio de 1988), art. 1.
24 Tribunal Constitucional Español, 149/1991.
25 Para este autor "que el mar no es territorio es evidente (otra cosa es que sea un espacio de soberanía sobre el que se proyecta la jurisdicción estatal: mar «territorial»), pero ello no obsta a que las CCAA [Comunidades Autónomas] ejerza competencias sobre él.
26 Esta norma estatal detenta un doble propósito, por una parte, garantizar el carácter público de las costas y, por otro, conservar sus características naturales conciliando las exigencias de desarrollo con los imperativos de protección. Para tales efectos, desarrolla los principios establecidos en el art. 45 de la Constitución Española, referente a los derechos y deberes vinculados al disfrute y conservación del medio ambiente; además de recoger los criterios contenidos en la Recomendación 29/1973 del Consejo de Europa, sobre protección de zonas costeras y en la Carta del Litoral de 1981 de la Comunidad Económica Europea. Sobre este punto se profundizará en el capítulo tercero. En la Ley 2/2013 de protección y uso sostenible del litoral y modificación de la Ley 22/1988 de Costas, se asevera que "la protección de la costa española constituye un deber inexcusable para los poderes públicos, y para los ciudadanos y la sociedad en general".
27 Ley de Costas española 22/1988, exposición de motivos N° IV.

y costas. Claro que, no se debe desconocer que en su preámbulo la Ley alude a la noción del litoral, incluso menciona una anchura de cinco kilómetros[28], pero no provee una conceptualización específica del mismo (Sanz, 2003); situación análoga sucede con la noción de costas. Es más, existen casos en que ambos se usan como sinónimos (Aguirre i Font, 2015).

Sin embargo, tal como lo ha precisado la doctrina ibérica revisada en líneas anteriores, dentro de los bienes que integran el dominio público marítimo-terrestres es posible identificar la noción de costas con las definiciones jurídicas de ribera del mar y de las rías (Menéndez, 2010; Sanz, 2013), las que incluyen la zona marítimo-terrestre y las playas[29]. Y, junto a ellas, la Ley contempla que son bienes de dominio público marítimo terrestre estatal el mar territorial y las aguas interiores, los recursos naturales de la zona económica exclusiva y de la plataforma continental; las islas y lo que doctrinalmente se ha denominado el dominio público marítimo terrestre artificial o sobrevenido (Pérez, 2008; Rodríguez, 2015), entre los que se encuentran las accesiones a la ribera del mar por depósitos de materiales o por retirada del mar, los terrenos ganados al mar como consecuencia directa o indirecta de obras o desecados en sus riberas, puertos e instalaciones portuarias de titularidad estatal, entre otros[30].

Como se puede apreciar, la Ley de Costas no se limita a defender el dominio público marítimo-terrestre, sino que extiende sus esfuerzos tutelares a terrenos contiguos al dominio público[31]. Se trata de las servidumbres del dominio público y otras limitaciones de la propiedad definidas por la zona de protección, abarcando ámbitos espaciales costero-terrestres cuya anchura mínima es de medio kilómetro tierra adentro, pero que pueden ser ampliados[32].

De hecho, para Aguirre i Font (2015), la norma busca proteger espacios que superan ampliamente la definición de costa entendida como "dominio público marítimo terrestre", y entra a regular el ámbito del litoral[33]. Demostración de ello, más allá del núcleo demanial costero contenido en la legislación estatal española, se encuentra en el plano autonómico, en donde han sido las Comunidades Autónomas las que, empíricamente, han llevado a cabo la tarea de delimitación de los ECM mediante sus Planes de Ordenación del Litoral[34]. La extensión varía en cada uno de dichos planes, como indica Menéndez (2010), "unas veces se hace coincidir con el de los términos municipales costeros (incluyendo partes alejadas del mar y excluyendo determinados suelos) y otras se determina mediante una franja de la anchura que se establece y que en ocasiones coincide con denominada zona de influencia de la LC [Ley de Costas española], con una anchura mínima de 500 metros"[35].

Pese a tal variedad de criterios, Menéndez Rexach identifica un denominador común entre todos los planes: "no se limitan a ordenar la franja de dominio público marítimo-terrestre, sino que comprenden un espacio más amplio, en el que se incluye, como mínimo, la triple zonificación de la LC: zona de dominio público (limitada a su parte terrestre; en general, la ribera del mar y los acantilados, si los hay), zona de servidumbres (de tránsito y protección) y zona de influencia"[36].

28 "En efecto, en la orla litoral de una anchura de unos cinco kilómetros, que significa el 7 por 100 de nuestro territorio, la población española, que era a principios del presente siglo del orden del 12 por 100 de la población total, es actualmente alrededor del 35 por 100 de ésta, con una densidad cuatro veces superior a la media nacional. Esta proporción llega a su vez a triplicarse estacionalmente en ciertas zonas por la población turística, ya que el 82 por 100 de ésta se concentra en la costa".
29 Ley de Costas española, art. 3.1.
30 Ley de Costas española, art. 4.
31 Aguirre i Font (2014), p. 51.
32 Ley de Costas española, art. 28.2.
33 Aguirre i Font (2014), p. 51.
34 Ibid. Aguirre i Font indica que "las políticas públicas de protección del litoral comprenden un ámbito que supera con creces el mínimo de 500 metros tierra adentro definidos por la LC y llegan a proteger -como en el caso de los planes directores urbanísticos del sistema costero- franjas de hasta dos kilómetros".
35 Menéndez (2016), p. 25.
36 Ibid.

En el Derecho nacional

Tomando en consideración los antecedentes ya examinados, es oportuno dedicar las siguientes líneas a revisar la conceptualización de los espacios costero-marítimos en las principales fuentes normativas nacionales atingentes en la materia.

Con tal fin, primeramente, cabe distinguir las normas de fuentes internacionales de las de origen nacional. En cuanto a las primeras, destacan los conceptos revisados tanto en la CONVEMAR, como en la Convención y Protocolo CPPS.

Ahora bien, respecto de las fuentes internas del Derecho chileno, la conceptualización de los espacios costero-marítimos se encuentra desperdigada en una serie de normativas sectoriales de rango legal y reglamentario. Entre ellas destacan las disposiciones contenidas en el Código Civil[37]; el Decreto de Ley N° 1939 de 1977 sobre adquisición, administración y disposición de bienes del Estado[38]; la Política Nacional de Uso del Borde Costero[39]; el régimen de concesiones marítimas[40]; en normas de ordenamiento territorial[41]; en el régimen de los espacios costero-marino de pueblos originarios[42]; en el régimen de control de contaminación acuática[43]; en el régimen de pesca y acuicultura[44] y en el régimen de áreas marinas y costeras protegidas[45].

Tomando en consideración dicho espectro normativo y temático, el propósito de las siguientes líneas es aportar un panorama general del entramado conceptual vinculado al espacio costero-marítimo en el ordenamiento nacional. Un estudio más detallado tales fuentes se realizará, con ocasión del análisis de técnicas jurídico-administrativas aplicables al objeto de análisis desde una perspectiva ambiental, en la segunda parte del trabajo.

1. Concepto de borde costero del litoral

Tradicionalmente, la normativa nacional ha adoptado una dimensión restrictiva y lineal de los espacios costero-marítimos en base al concepto de 'borde costero'.

Demostración de ello es que la mayor cantidad de normas y técnicas jurídico-administrativas vinculadas a los espacios costero-marítimos se encuentra en el ámbito espacial que cubre el borde costero del litoral, configurándose en el campo matriz de la acción administrativa en materia costero-marina.

Si bien, en la actualidad existen distintos instrumentos que reconocen esta noción, su principal fuente reguladora es la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral (en adelante PNUBC) contenida en un instrumento reglamentario del año de 1995 y sin modificación alguna hasta la fecha[46].

Según la PNUBC, el 'borde costero del litoral' es una "una unidad geográfica y física de especial importancia para el desarrollo integral y armónico del país (…) [cuyos] espacios constituyen la continuidad natural y el vínculo de integración de partes sustantivas del territorio nacional, como son el terrestre y el oceánico, permitiendo la necesaria proyección de uno en el otro y que, en su conjunto, posibilitan un cabal aprovechamiento de sus potencialidades"[47].

De esta manera, la extensión espacial de la PNUBC abarca los terrenos de playa fiscales, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial[48]. Orgánicamente, su control, fiscalización y supervigilancia es llevada a cabo por la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas del Ministerio de Defensa Nacional[49].

37 El Código Civil chileno, en sus arts. 593 y 594 define lo que entiende por «mar territorial», «aguas interiores» y «playa de mar»
38 DL. Ley N°1939, normas sobre adquisición, administración y disposición de bienes del Estado. (Publicación D.O. 10.11.1977).
39 DS. N°475 que establece la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República y crea la Comisión Nacional que indica, MINDEF (Publicación D.O. 11.01.1995), en adelante, PNUBC.
40 DFL N°340 de 1960 sobre concesiones marítimas, Ministerio de Hacienda (Publicación D.O. 06.04.1960), en adelante, LCM. Y Decreto N°9 de 2018 que sustituye el reglamento sobre concesiones marítimas, fijado por DS. N°2, de 2005, del MINDEF (Publicación D.O. 17.03.2018), en adelante, RCM.
41 DFL N458° que aprueba Nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones (Publicación D.O. 13.04.1976), en adelante, LGUC, y su Ordenanza General contenida en Decreto N°47 de 1996, Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Publicación D.O. 05.06.1992), en adelante, OGLGUC.
42 LECMPO y su reglamento contenido en Decreto N°134 de 2008 que aprueba el Reglamento de la Ley 20.249 que crea el espacio costero marino de los pueblos originarios, Ministerio de Planificación (Publicación D.O. 26 de mayo de 2009), en adelante, RLECMPO.
43 Ley de Navegación, Decreto Ley Nº2.222 (Publicación D.O. 31.05.1978), en adelante, LN, y Reglamento de Control de Contaminación Acuática, Decreto Nº1 de 1992, MINDEF (Publicación D.O. 18.11.1992), en adelante RCCA.
44 Ley General de Pesca y Acuicultura, en adelante, LGPA, y su Reglamento sobre Parques y Reservas Marinas, Decreto Nº238 de 2004, MINECON (Publicación D.O. 04.08. 2005), en adelante RPRM.
45 LBGMA y demás normas pertinentes.
46 PNUBC, considerando a.
47 PNUBC, considerando a y b.
48 PNUBC, art. 1 N° II.
49 PNUBC, art. 1 N° II en relación con LCM, art. 1, RCM, art. 2 y Ley 20.424 que establece el Estatuto Orgánico del Ministerio de Defensa Nacional y que reemplaza la Subsecretaría de Marina por la de Fuerzas Armadas (Publicación D.O. 04.02.2010).

En cuanto a la naturaleza jurídica del borde costero del litoral, en aplicación de lo dispuesto en las normas civiles aplicables, el dominio de los espacios que lo integran "pertenece a la nación toda", distinguiéndose entre bienes nacionales de uso público, si su uso pertenece a todos los habitantes de la nación, y bienes fiscales, en el supuesto que aquel uso solo le corresponde al Estado[50]. Tal como precisa el Código Civil, a nivel de derecho común, el mar territorial, las aguas interiores y las playas de mar son 'bienes nacionales de uso público', mientras los terrenos de playa fiscales son 'bienes públicos del Estado' o 'bienes fiscales', es decir, bienes nacionales cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes.

Y, en tanto bienes, la PNUBC expresa que ellos son "recursos limitados" y propone una compatibilización de los múltiples usos y actividades que en ellos se llevan a cabo, a fin de lograr "mejores condiciones de vida para la población"[51]. Teóricamente, tales finalidades se encuentran en concordancia con los lineamientos internacionales y comparados que, a la fecha de aprobación de la PNUBC se planteaban como objetivos a alcanzar en torno a la ordenación y gestión integrada de los espacios costero-marítimos.

No obstante, en la práctica, han primado modelos de utilización del borde costero-marítimos que, en base a usos exclusivos y excluyentes vinculados a actividades y usos antrópicos de alta intensidad, han producido alteraciones irreversibles en los ecosistemas costero-marinos. Lo anterior se ha debido, entre otras cosas, a la débil aplicación o, la mayor de las veces, inaplicación de la PNUBC y de sus técnicas, entre las que se encuentra precisamente la zonificación del uso del borde costero del litoral. Situación que ha sido constante durante toda la vigencia de dicha política, que a la fecha alcanza un cuarto de siglo[52].

Un segundo régimen que ha abordado la conceptualización de los espacios costero-marítimos es el de concesiones marítimas. La Ley de Concesiones Marítimas reconoce una extensión espacial que integra "toda la costa y mar territorial de la República y de los ríos y lagos que son navegables por buques de más de 100 toneladas"[53]. En concordancia con ello, su reglamento define la noción de 'borde costero', sin añadir precisión adicional, como "una franja del territorio que comprende la costa marina, fluvial y lacustre y el mar territorial de la República, que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría para las Fuerzas Armadas"[54].

Si bien, se trata de una conceptualización restrictiva, dado el uso de la noción de franja territorial, su magnitud es mayor que la contenida en la PNUBC. El uso que se le da aquí al concepto de 'borde costero' alcanza a espacios costero-marítimos de la costa marina y el mar territorial, y, a su vez, a espacios de las costas fluviales y lacustres. De esta manera, desde un cariz instrumental y en el marco de la técnica jurídica-administrativa misma de otorgamiento de derechos de uso y goce sobre los bienes que integran el borde costero, el alcance conceptual de este régimen es más amplio. Claro que, esta amplitud no radica en una finalidad protectora de los bienes costeros, sino que busca potenciar la utilización de los espacios costero-marítimos y de espacios costero-fluviales y lacustres para el desarrollo de proyectos públicos y privados.

Otros dos regímenes a tener en cuenta en materia de conceptualización del espacio costero-marítimo son en materia de espacios costero-marinos de pueblos originarios[55] y de caletas pesqueras artesanales[56]. En ambos subsistemas normativos se reconoce, a nivel legal, la noción de 'borde costero' para referirse a los bienes sobre los cuales se puede llevar a cabo uno u otra técnica jurídico-administrativa[57].

A diferencia del régimen concesional, los fundamentos que subyacen a estas normativas no están centrados en una explotación intensiva de los espacios costero-marítimos que integran el borde costero. En el caso de las caletas pesqueras artesanales, su articulación como "unidades productivas, económicas, sociales y culturales ubicadas en áreas geográficas delimitadas, en las que se desarrollan labores propias de la actividad pesquera artesanal y otras relacionadas directa o indirectamente con aquella"[58] busca promover un desarrollo integral, armónico y equilibrado de las actividades que se realizan en el borde costero, considerando los intereses regionales, locales y sectoriales[59]. Y, en el de los espacios costero-marinos de pueblos originarios, entendidos como "espacios marinos delimitados, cuya administración es entregada a comunidades indígenas o asociaciones de ellas, cuyos integrantes han ejercido el uso consuetudinario de dicho espacio", la perspectiva que subyace a la utilización de los bienes del borde costero

50 CC, art. 589.
51 PNUBC, considerando c.
52 El hecho que, desde su entrada en vigor en 1995, no haya sido modificado ni actualizado es un dato revelador del escaso interés jurídico y político que ha existido por contar con un tratamiento moderno, integrado y sistemático de los espacios costero-marítimos en el Derecho nacional.
53 LCM, art. 1.
54 RCM, art. 1 N° 5.
55 LECMPO y RLEMCPO.
56 Ley N°21.027 que regula del desarrollo integral y armónico de caletas pesqueras a nivel nacional y fija normas para su declaración y asignación (Publicación D.O. 28.09.2017) y su Reglamento de Ley N°21.207, contenido en el Decreto 98 de 2018, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Publicación D.O. 28.06.2019).
57 LEMCPO, art. 2 inciso II y Ley N° 21.207, art. 2 inciso I.
58 Ley N°21.207, art. 1.
59 Reglamento de Ley N°21.207, contenido en el Decreto 98 de 2018, MINECON (Publicación D.O. 28.06.2019), art. 3 inciso IV.

tiene por finalidad resguardar el uso consuetudinario, mantener las tradiciones y asegurar la conservación de los recursos naturales comprendidos en él y propender al bienestar de las comunidades costeras[60].

Al respecto, resulta útil detenerse en una discrepancia administrativa en torno a la extensión material de la expresión 'borde costero' en la implementación del régimen jurídico de los espacios costero-marinos de pueblos originarios. En concreto, el núcleo de la divergencia ha girado en torno a si una solicitud de afectación del borde costero para la conservación de usos consuetudinarios puede o no abarcar espacios costeros-marítimos fluviales y lacustres[61].

La Ley 20.249 establece que los bienes susceptibles de ser declarados como espacios costero-marinos de pueblos originarios son "los bienes comprendidos en el borde costero que se encuentren bajo la supervigilancia y administración del Ministerio de Defensa, Subsecretaría de Marina [actual Subsecretaría para las Fuerzas Armadas] (…) de conformidad al DFL 340 de 1960 sobre concesiones marítimas"[62].

En base al régimen de concesiones marítimas recién observado, la extensión material del borde costero incluye tanto a las costas marinas, fluviales y lacustres. Por tanto, una primera lectura permitiría concluir que la remisión que hace el texto expreso de la Ley 20.249 al DFL 340 de concesiones marítimas configura la posibilidad de que las solicitudes de espacios costero-marinos de pueblos originarios en lagos y ríos navegables sea posible, siempre cuando exista un uso consuetudinario por parte de las comunidades indígenas solicitantes[63].

Una interpretación diferente es a la que ha arribado la autoridad sectorial en la materia. En concreto, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) ha entendido que la perspectiva amplia de borde costero, que incluye la costa fluvial y lacustre, no se extiende al régimen del espacio costero-marino de pueblos originarios, dado que este último solo se circunscribe a la costa marina, en atención al propio término "espacio costero marino" que utiliza la Ley 20.249[64]. Respaldando esta postura, la jurisprudencia administrativa emanada de la CGR ha estimado que la aplicación de Ley 20.249 "recae sobre el espacio costero "marino", es decir, aquel perteneciente o relativo al mar, según el Diccionario de la Real Academia, y no a ríos y lagos donde el Ministerio de Defensa Nacional tiene competencia para otorgar concesiones y destinaciones marítimas (…) en este caso lo marino determina el alcance de la aplicación de la LECMPO [Ley 20.249], lo que además se ve reafirmado por la historia fidedigna de su establecimiento"[65].

Tomando en cuenta todo el material normativo contenido en los regímenes recién revisados es posible identificar un conjunto de bienes que comprende el borde costero en el ordenamiento chileno, en los siguientes términos:

a) Terrenos de playa fiscales: "la faja de terreno de propiedad del Fisco sometida al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa, de hasta 80 metros de ancho, medida desde la línea de la playa de la costa del litoral (…) para de los efectos de determinar la medida señalada, no se considerarán los rellenos artificiales hechos sobre la playa o fondos de mar. No perderá su condición de terreno de playa el sector que quede separado por la construcción de caminos, calles, plazas u otros similares. En aquellos títulos de dominio particular que señalan como deslinde el mar, el Océano Pacífico, la marina, la playa, el puerto, la bahía, el río, el lago, la ribera, la costa u otros análogos, debe entenderse que este deslinde se refiere a la línea de la playa"[66].

b) Playa o playa de mar: "la extensión de tierra que las olas bañan y desocupan alternativamente comprendida entre la línea de más baja marea y la línea de playa"[67].

60 Arts. 3 y 5, Ley 20.249.

61 A mayor abundamiento, véase CGR, Dictamen Nº53.857 de 2020.

62 LECMPO, art. 2 inciso II.

63 Esta ha sido la postura afirmada por comunidades y asociaciones de comunidades indígenas en causa de protección "Comunidad Quinan Chicuy y otros con Contralor General de la República" (Rol 97.357 2020, Corte de Apelaciones de Santiago) y por Meza-Lopehandía, Matías, La Ley Lafkenche. Análisis y perspectivas a 10 años de su entrada en vigor (Valparaíso: Biblioteca del Congreso Nacional, 2018), p. 6. Sin embargo, la Corte de Apelaciones no conoció del fondo del asunto

64 Manifestación de ello es lo resuelto por SUBPESCA al declarar inadmisible la solicitud de ECMPO de Bahía de Corral (Resolución N°667 de 2019 de SUBPESCA) al disponer que "debe tenerse en consideración la definición de ECMPO contenida en la LECMPO como "espacio marino delimitado", siendo definido "marino" conforme al Diccionario de la Lengua Española, como "perteneciente o relativo al mar". Este enfoque que es reafirmado por la misma repartición en su Instructivo de aplicación de la LECMPO y su reglamento, SUBPESCA, Memorándum Nº230 que actualiza instrucciones sobre aplicación de la Ley Nº20.249 y su reglamento, de 30 de julio de 2018.

65 CGR, Dictamen N°53.857 de 2020.

66 RCM, art. 1 N°57, en relación con LCM, art. 2; DL 1939 de 1977, art. 6 inciso II y PNBUC, art. 1 numeral II letra a. El límite superior hacia el continente es la 'línea del límite del terreno de playa' consistente en "la línea que fija el límite superior de los terrenos de propiedad del Fisco sometidos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio [de Defensa], ubicada a una distancia de hasta 80 metros, medida desde la línea de la playa de la costa del litoral" (Reglamento Concesiones Marítimas, art. 1 N33°), mientras el límite inferior hacia el mar es la «línea de playa», entendida como "aquella que, de acuerdo con el art. 594 del Código Civil, señala el deslinde superior de la playa de mar hasta donde llega las olas en las más altas mareas" (RCM, art. 1 n29°). Dicha línea de playa será «línea de playa oficial» si es "fijada por la Dirección [General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante], pudiendo solicitar para su determinación, un informe técnico al SHOA [Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile] en el caso de que sea necesario modificar una línea de playa oficial, debido a la alteración de la realidad geográfica del sector, la Dirección elevará los antecedentes al Ministerio de Defensa Nacional, a través de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, para que disponga que se realicen las modificaciones pertinentes" (RCM, art 1 N30°).

67 Código Civil, art. 594 en relación con RCM, art. 1 N45°. Respecto de su límite interior hacia el continente, ver nota anterior; su límite exterior hacia el mar es delimitado por la «línea de más baja marea» consistente en la "línea que representa el nivel mínimo alcanzado por una marea vaciante en el período de sicigias y cuando la luna se encuentra a su menor distancia de la tierra" (RCM. Art. 1 N32°).

c) Aguas interiores, que comprenden bahías, golfos, estrechos y canales interiores: "aguas situadas en el interior de las líneas de base del mar territorial"[68].

d) Mar territorial: "el mar adyacente, hasta la distancia de doce millas marinas medidas desde las respectivas líneas de base"[69].

Del conjunto de estos bienes es posible constatar que la extensión espacial de los mismos no es totalmente restrictiva, a pesar de estar contenidos bajo la noción de 'borde costero.'

Si se observa el ámbito marítimo de este concepto, su amplitud puede llegar hasta veintidós kilómetros mar adentro, es decir, de conformidad a las normas prescritas por la CONVEMAR, se extiende hasta 24 millas mar adentro. Lo anterior permite, en términos ecosistémicos, que el borde costero del litoral está integrado por un conjunto de subespacios costero-marítimos. En el ámbito marítimo, se encuentran las aguas litorales, esto es el mar territorial, las aguas interiores, bahías y golfos. Y en el ámbito intermareal están los ecosistemas costeros que se ubican en la playa y los terrenos de playa fiscales ubicados dentro de una franja de ochenta metros de ancho, medidos desde la línea de la más alta marea de la costa del litoral[70].

De esta manera, el borde costero del litoral cubre una vasta extensión marítima e intermareal que permite, por ejemplo, contar con técnicas jurídicas de conservación in situ de biodiversidad costero-marina, como lo son la creación, planificación y gestión de áreas marinas protegidas, entre las que se encuentran parques marinos, reservas marinas y otras medidas basadas en áreas, como la declaración de espacios costero-marino de pueblos originarios o áreas marinas de extracción de recursos bentónicos.
Otro aspecto importante que considerar es que la esfera de atribuciones de los órganos administrativos en materia costero-marina se circunscribe, por regla general, a aquellas competencias vinculadas al borde costero del litoral. Esto resulta lógico a la luz del principio de juridicidad contenido en los propios art. 6º y 7º de la CPR y el art. 2º de la LBGAE: los órganos administrativos no pueden atribuirse más competencias que las expresamente conferidas por el ordenamiento jurídico. Es más, si se analizan dichas competencias a la luz del deber estatal de protección ambiental resulta que la satisfacción de este deber, en el marco del principio de juridicidad antes aludido, se traduce en un umbral reforzado de protección ambiental costero-marina por parte de dichos órganos en todo el borde costero del litoral.

En definitiva, mientras se esté dentro del ámbito espacial del borde costero, el principio de juridicidad produce una sinergia ambiental positiva en el siguiente sentido. Dentro de los contornos materiales del borde costero del litoral existe certeza jurídica y aplicación del principio de juridicidad tanto respecto de la competencia espacial de los órganos administrativos, como del mandato constitucional de preservación de la naturaleza y de protección del medio ambiente que recae sobre todo el aparato del Estado y, de forma especial, a los órganos administrativos.

Bajo tales presupuestos, el accionar público, mediante las técnicas jurídico-administrativas, es robusto normativamente desde una perspectiva ambiental en el borde costero del litoral: todo órgano administrativo con competencias dentro del borde costero del litoral debe protegerlo y preservar su naturaleza. Es más, tal sinergia normativa se hace más sólida si se toman en consideración, de forma sistémica, las aproximaciones aportadas por legislaciones especiales costero-marinas, como sucede en el ámbito de la LGPA. Esta normativa consagra como objetivo la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, la aplicación de los enfoques precautorio y ecosistémicos, y la salvaguarda de los ecosistemas marinos[71].
En síntesis, para los órganos públicos con competencias en el borde costero del litoral existe un deber reforzado de protección ambiental costero-marina. Y, en consecuencia, las técnicas jurídico-administrativas por ellos utilizadas han de velar porque el ambiente costero-marino sea debidamente protegido, conservado y preservado.

Hasta aquí, la dimensión restrictiva del espacio costero-marítimo no reviste grandes cuestionamientos en términos ambientales. Sin embargo, lo verdaderamente restrictivo es su extensión costero-terrestre, dado que la noción de borde costero solo alcanza hasta los ochenta metros medidos desde la línea de playa[72]. En efecto, esta conceptualización no integra territorios costero-terrestres, es decir, espacios costero-marítimos que vayan más allá de la línea de playa hacia el interior, y en donde existen múltiples ecosistemas costeros frágiles de trascendental importancia (Martínez, 2019b).

Por tanto, desde una perspectiva ambiental, basar el análisis únicamente en una dimensión restrictiva del concepto de espacio costero-marítimo, es decir, en la noción de borde costero del litoral, trae aparejada una importante limitación ecológica: abarcar únicamente ecosistemas marítimos e intermareales, dejando fuera aquellos localizados en ámbitos costero-terrestres.

68 CC, art. 593 inciso II.
69 CC, art. 593 inciso I en relación con RCM, art. 1 N5°.
70 LCM, art. 2º y RCM, art. 1º Nº 5.
71 LGPA, arts. 1B y 1C. letras b y c.
72 LCM, art. 2.

2. Concepto de zona costera

A pesar de la preponderancia de la dimensión restrictiva en el ordenamiento nacional, existen un número de fuentes normativas que consagran nociones conceptuales vinculadas a una dimensión zonal o amplia de los espacios costero-marítimos.

En cuanto a la noción de 'zona costera', su reconocimiento se origina en instrumentos internacionales ratificados por Chile en la década de ochenta y noventa del siglo pasado.

Su desarrollo normativo no ha sido desarrollado a nivel legal, pese a lo cual existen algunas técnicas jurídico-administrativas que sí han adoptado una dimensión zonal para su conceptualización:

a) Una de ellas es en materia de urbanismo y construcción, en donde se contempla el concepto de 'zona de protección costera' ubicada en el ámbito espacial costero-terrestre y definida como un "área de tierra firme de ancho variable, de una extensión mínima de 80 metros medidos desde la línea de la playa, en la que se establecen condiciones especiales para el uso del suelo, con el objeto de asegurar el ecosistema de la zona costera y de prevenir y controlar su deterioro"[73].

b) Otra noción en esta perspectiva se halla en el marco de la contaminación marina. La norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales contempla el concepto de 'zonas de protección del litoral' definidas como ámbitos intermareales o marítimo-costeros correspondientes a "la franja de playa, agua y fondo de mar adyacente a la costa continental o insular, delimitada por una línea superficial imaginaria, medida desde la línea de baja marea de sicigia, que se orienta paralela a ésta y que se proyecta hasta el fondo del cuerpo de agua, fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante(...)"[74]. Su propósito es proteger de forma especial un determinado espacio costero-marítimo, con el fin de asegurar la calidad de sus aguas para los diversos usos y actividades que se desarrollan en ella, en el entendido que los residuos líquidos que se vierten a cuerpos de agua marinos deben cumplir límites máximos permitidos de conformidad con dicha norma de emisión, de acuerdo a si dicha descarga se realiza dentro de o fuera de la Zona de Protección Litoral[75].

c) Una tercera técnica vinculada a esta dimensión amplia se encuentra en la Política Nacional de Ordenamiento Territorial[76]. Entre sus disposiciones se contempla la posibilidad que, junto con las divisiones político-administrativas de escalas territoriales local, regional y nacional; coexistan "otras formas de organización funcional, que sean establecidas en nuestro ordenamiento jurídico, tales como áreas metropolitanas, macrozonas"[77]. En lo que interesa, la Política define como "macrozona" un "área geográfica cuya escala supone ámbitos territoriales interregionales, como también aquellas que no coinciden con las divisiones político-administrativas de las regiones y comunas, como, por ejemplo, cuencas hidrográficas y atmosféricas, corredores ecológicos, el borde costero, secano costero, oasis y áreas marítimas, zonas lacustres o ribereñas, y de montaña"[78].

A partir de estas normas reglamentarias, es dable comprender las áreas geográficas costeras, intermareales y marítimas que integran corredores ecológicos, el borde costero, el secano costero y otros ecosistemas costero-marinos desde una dimensión zonal. Y, como tales, suponen escalas territoriales que no coinciden con las divisiones político-administrativas establecidas por el ordenamiento jurídico nacional, constituyéndose, entonces, en "otras formas de organización funcional". Por tanto, la PNOT provee del sustento normativo necesario para la configuración de una especie de macrozona: las macrozonas costero-marítimas.

En un plano de *lege ferenda,* resulta de interés indicar que la noción de 'zona costera' ha sido incorporada en la tramitación legislativa de dos proyectos legislativos de gran importancia en materia de Derecho ambiental:

a) Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas[79]. Entre sus definiciones, contempla 'costa o zona costera' como "espacio o interfase dinámica donde interactúan los ecosistemas

73 OGLGUC, arts. 1.1.1 y 2.3.5. Especialmente en materia de trazados viales urbanos, el carácter de zona de protección del litoral permite establecer una serie de limitaciones que deben contener los instrumentos de planificación territorial -específicamente los planes reguladores intercomunales y comunales-, entre las que se encuentran que tanto las vías expresas como las vías de servicio que se pretensan emplazar, siempre cuando el terreno lo permita, a una distancia mayor de un kilómetro o de ochenta metros respectivamente; además de contemplar a lo toda la zona una faja no edificable de anchura mínima de veinte metros, medidos desde la línea de más alta marea, que ha de ser destinada exclusivamente a circulación peatonal.

74 DS. N°90 de 2000 que establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargar de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, MINSEGPRES (D.O. 07/03/2001), art. 3.13.

75 Ibid., art. 4.

76 Decreto N°469 de 2021 que aprueba la Política Nacional de Ordenamiento Territorial, Ministerio del Interior y Seguridad Nacional, (Publicación en D.O. 5.07.2021). En adelante, PNOT.

77 PNOT, numeral 5 letra a).

78 PNOT, Glosario.

79 Congreso Nacional de Chile, Boletín N° 12-9404.

terrestres con los acuáticos marinos o continentales"[80].

b) Proyecto, actualmente Ley de la República, dice relación con la "Ley marco de cambio climático" que, si bien no aporta una definición, sí incorpora la noción en el contexto de los planes sectoriales de adaptación al cambio climático, uno de los cuales es el plan sectorial de adaptación de zona costera, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Defensa Nacional[81] .

Si bien la dimensión amplia de los espacios costero-marítimos encuentra una clara manifestación en la consagración y desarrollo conceptual de la noción de zona costera, es posible evidenciar rasgos amplios en la construcción terminológica del concepto mismo de borde costero del litoral. De tal frase es posible evidenciar dos conceptos, uno restrictivo y otro amplio. El primero es el de borde costero y el segundo es el de litoral que, a su vez, contiene al primero, pero que, en términos de amplitud, lo sobrepasa. De manera que, desde una dimensión zonal, el litoral no se limita únicamente a los bienes que integran el borde costero del litoral, sino que su magnitud espacial contiene un espectro mayor tanto en dirección marítimo-costera como costero-terrestre.

Finalmente, cabe precisar que, desde una dimensión amplia, la protección de los espacios costero-marítimos no se reduce a aquellos bienes de naturaleza jurídica pública, como sucede con los bienes del borde costero del litoral. Más bien, el elemento ecológico del sistema costero-marino exige un nivel de protección que irradia a todos aquellos bienes que se encuentren próximos o sean influidos por el mar y sus costas, en términos ecosistémicos, abarcando bienes de diversa naturaleza jurídica.

80 Originalmente, el Mensaje ingresado por el Ejecutivo en 2014 no aludía a zona costera, sino que incorporaba la definición de "Costa o costero: comprende los terrenos de playa, fiscales, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República". Claramente, su tenor estaba marcado por la dimensión restringida vinculada a la noción de borde costero del litoral. Sin embargo, por una indicación presentada por la senadora Allende y después recogida por el Ejecutivo se propuso reemplazar tal definición por la de "Costa o zona costera: Espacio o interfase dinámica donde interactúan los ecosistemas terrestres con los acuáticos marinos, y en algunos de ellos con los continentales" (indicación número 80 bis d, primer trámite constitucional, Segundo Informe de la Comisión de Medio Ambiente y Bienes nacionales del Senado, p. 57). Posteriormente, en el segundo trámite constitucional, la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Cámara de Diputados acordó reemplazar aquella definición, estimando que era necesario precisar el concepto a fin de "tratar de modo más certero a los grandes lagos continentales". De esta manera, se acuerda el siguiente texto: "Costa o zona costera: espacio o interfase dinámica donde interactúan los ecosistemas terrestres con los acuáticos marinos o continentales". Al momento del cierre de esta investigación, el proyecto de Ley de SBAP sigue aún pendiente de aprobación.

81 Congreso Nacional de Chile, Boletín N°13191-12. En su origen, el Mensaje 574/367, presentado por el Ejecutivo en el año 2020, aludía a un plan sectorial de adaptación del borde costero. Durante su actual tramitación, la Comisión de Medio Ambiente y Bienes Nacionales del Senado acordó aprobar el reemplazo de borde costero por zona costera (indicación número 360 bis, propuesta por el Senador De Urresti, I trámite constitucional, tabla comparada de 24.08.2021).

Hacia una conceptualización comprensiva e integradora del espacio costero-marítimo

Revisadas las aproximaciones conceptuales, tanto a nivel doctrinal como normativo, resulta claro que la dimensión desde la cual se observe a los espacios costero-marítimos incidirá de manera gravitante en la delimitación conceptual de los mismos, lo que explica que existan diversas definiciones, sentidos y alcances en la materia.

Por esta razón, esta sección busca sentar algunas bases interpretativas que permitan avanzar hacia un concepto comprensivo e integrador desde una perspectiva de protección ambiental.

Desde un enfoque ecosistémico, es relevante tener presente el dinamismo y la complejidad propios de los sistemas naturales de los que forman parte los espacios costero-marítimos. Ellos no se restringen ni adecúan a los límites jurídico-administrativos que se fijan para la determinación de los bienes que pertenecen al borde costero del litoral. Es más, los ecosistemas costero-marinos que dichos espacios albergan, tales como humedales, estuarios, dunas o playas, son de magnitudes variables y altamente vulnerables a los impactos que producen actividades antrópicas desarrolladas no solo en el borde costero del litoral o en áreas próximas a él, sino por usos y actividades realizadas decenas y hasta cientos de kilómetros de distancia de este espacio.

Si se tiene en consideración el dinamismo de la realidad geográfica y ecológica del sistema físico y biológico de los espacios costero-marítimos, a todas luces una mirada restrictiva de los mismos, que se limite a los bienes del borde costero del litoral, va en contra una perspectiva ambiental integradora y comprensiva.

En tal contexto y a partir de una dogmática jurídica contemporánea, lo que se propone es analizar la conceptualización de los espacios costero-marítimos en tres planos: a) un plano teórico de construcción conceptual; b) un plano de adopción normativa; y c) un plano integrador- aglutinador.

> **a)** Plano teórico de construcción conceptual, dada la complejidad y dinamismo costero-marino constatados en las fuentes extrajurídicas, contar con un concepto comprensivo de los espacios costero-marítimos servirá para identificar los rasgos genéricos y propios de estos ámbitos espaciales, proveyendo un mayor grado de comprensión, magnitud y alcance de la realidad analizada.
>
> **b)** Plano de adopción normativa, la recepción de dicha construcción conceptual en los textos normativos, en tanto concepto amplio, comprensivo y flexible, sería un avance en términos protectores al sentar las bases científicas y, en general, extrajurídicas, del contenido de los espacios costero-marítimos. Con tal fin, lo que se busca es dotar de contenido a una noción que ya ha sido consagrada en el ordenamiento nacional a partir de la ratificación del Protocolo CPPS, que entiende por 'zona costera' aquella área "donde se manifiesta ecológicamente la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera", la cual debe ser determinada a nivel estatal "de acuerdo a criterios técnicos y científicos pertinentes"[82].

A pesar de la utilidad analítica que tal plano entraña, él podría convertirse en un mero avance declarativo, atendidas las propias imprecisiones científicas asociadas a la determinación de la zona costera. Es más, en la práctica la concretización del perímetro legal de la zona costera es un asunto altamente dificultoso, dado que descansa en una determinación científica que carece de precisiones ciertas. Tal como indica Navarro (2011), la zona costera se trata de uno de "los espacios administrativos más difíciles de regular, debido a su complejidad jurídico-organizativa y sus especiales características naturales como zona de transición, que influyen, incluso, en su alcance y significado"[83].

De hecho, siguiendo a Esteve (2017), el espacio costero-marítimo, como componente ambiental, goza de una complejidad y mutabilidad que conlleva que "el Derecho y sus operadores se muevan en un terreno inseguro para ellos (…) el reto, pues, que se le plantea al Derecho ambiental en esos casos es, ni más ni menos, que el de la decisión jurídica en situaciones de incertidumbre, predominantemente incertidumbre científica"[84].

Sin embargo, lo anterior no es óbice para avanzar hacia una conceptualización comprensiva e integrada del espacio costero-marítimo[85]. El desafío se encuentra en contar con una conceptualización que, por un lado, detente un contenido lo suficientemente comprensivo y amplio en términos físicos, geográficos, ambientales, sociales y culturales, y, por otro, sea útil y eficaz en el ámbito jurídico, a fin de que el Derecho -mediante sus mecanismos, instrumentos y, en general, técnicas- sea

82 Protocolo CPPS, art. 1.
83 Navarra, A. La gestión integrada del litoral en los Estados Unidos de América y su perspectiva comparada con el régimen jurídico español, en Revista de administración pública, 2011, N°185, p. 370.
84 Esteve, J. Derecho del medio ambiente, 4° edición. Madrid: Marcial Pons, 2017, p. 67 y 68.
85 Una interesante propuesta para establecer la delimitación de la zona costera es la contenida en la Ley Modelo de Manejo Sostenible de Zonas Costeras, en donde las autoridades competentes, tanto en los procesos de planificación como durante el proceso de consulta con las autoridades locales, deben delimitar el límite marino como el terrestre de conformidad a los equilibrios ecológicos e intereses económicos locales, art. 24.

útil en la protección ambiental de los espacios costero-marítimos[86].

c) Plano aglutinador, que comprenda el dinamismo y complejidad ecosistémica del espacio costero-marítimo desde una dimensión amplia, pero, a su vez, integre y reconozca el marco institucional y normativo construido a partir del núcleo costero-marino constituido por el borde costero del litoral.

De esta manera, se trata de un concepto que complementa y enlaza las dimensiones conceptuales analizadas. Su finalidad es proteger integralmente a los espacios costero-marítimos, entendidos como todas aquellas áreas terrestres y marítimas, de extensión geográfica variable, que surgen de la interacción entre la litósfera, la atmósfera y la hidrósfera salada y continental manifestada por la influencia constante del mar y sus costas, en las que se concentran un alto interés antrópico y que se encuentran actualmente expuestas a una preocupante degradación ambiental. Y, en donde, los enfoques ecosistémicos y precautorios cumplen un rol fundamental.

En definitiva, una conceptualización del espacio costero-marítimo en estos términos cumple una función aglutinadora que abarca tanto las nociones de zona costera como de borde costero. Factor determinante a la hora de lograr una protección integradora y comprensiva que alcance a aquellas áreas costero-terrestres no cubiertas por una dimensión lineal, pero que resguarde la protección reforzada del núcleo público de los bienes costeros intermareales y marítimos.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con apoyo de Becas Chile, ANID N° 21160795 en el marco del Convenio de Doble Titulación Doctoral entre la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile) y la Universidad de Alcalá (España), que tuvo por resultado la tesis doctoral "Protección de los espacios costero-marítimos. Análisis de técnicas jurídico-administrativas desde una perspectiva ambiental".

86 Una perspectiva crítica a la búsqueda de un concepto general y comprensivo es sostenida por Zamorano W. en relación a la gestión integrada de zonas costeras, véase Zamorano, J. La ordenación del espacio litoral y las competencias autonómicas y locales en el mar territorial, en Nuñez Lozano, María del Carmen (ed.), Hacia una política integrada de la Unión Europea- Estudios de política marítima (Madrid, Iustel, 2010), pp. 189 a 191.

Referencias bibliográficas

AGUIRRE i FONT, J. El régimen jurídico del litoral catalán. Barcerlona: Atelier, 2015.

ANDRADE, B., ARENAS, F., y GUIJÓN, R. Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. Revista de Geografía Norte Grande, 2008, N°41, p. 23-48.

BARRAGÁN, J.M. Política, gestión y litoral. Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. Madrid, Editorial Tébar Flores, 2014.

BERMÚDEZ, J., y HERVÉ, D. (Eds.). Justicia ambiental. Derecho e instrumentos de gestión del espacio marino costero. Santiago: LOM, 2013.

BOUSQUET, B. Définition et identification du littoral contemporain. Revue Juridique de l'Environnement, 1990.

CALERO, J.R. Régimen jurídico de las costas españolas. Pamplona: Aranzadi, 1995.

CORDERO, E. Ordenamiento territorial, justicia ambiental y zonas costeras, en Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2011, N°36, p. 209-249.

COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA. Conferencia de las regiones perisféricas marítimas, Carta europea del litoral, Creta, 1981.

ESTEVE, J. Derecho del medio ambiente, 4° edición. Madrid: Marcial Pons, 2017.

HORGUÉ, B. Concepción, El deslinde de costas. Madrid, Tecnos SA, 1995.

MARTÍNEZ, C., HIDALGO, R., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, A., RANGEL-BUITRAGO, N., y CONTRERAS-LÓPEZ, M. (Eds.), La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia. Santiago: GEO LIBROS UC, 2019a.

MARTÍNEZ, C., ARENAS, F., BERGAMINI, K., y URREA, J. Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. Santiago, 2019b.

MENÉNDEZ, Á. La gestión integrada del litoral, en María del Carmen Núñez Lozano (dir.), Hacia una política marítima integrada de la Unión Europea (Madrid, Iustel, 2010), pp. 135-185.

MENÉNDEZ, Á. La ordenación del espacio marítimo, Núñez Lozano, María del Carmen (dir.), Estudios jurídicos sobre el litoral. Valencia: Tirant Lo Blanch, 2016.

MICHAUD, J. Ordenación de las zonas litorales. Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local, 1981.

MORALES, E., WINCKLER, P., y HERRERA, M. Costas de Chile. Valparaíso, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, 2019.

NAVARRO, A. La gestión integrada del litoral en los Estados Unidos de América y su perspectiva comparada con el régimen jurídico español. Revista de Administración Pública, 2011, N°185, p. 370.

PÉREZ, J.F. Marco jurídico de la protección del patrimonio litoral y desarrollo económico, en J. PÉREZ (Ed.) La protección del patrimonio litoral. Bogotá, Universidad Externado de Colombia, 2008.

RODRÍGUEZ, M. El dominio público marítimo-terrestre: la parte terrestre. En: J. GONZÁLEZ (Ed.), Derecho de los bienes públicos, 3° edición (pp. 772-784). Valencia: Tirant Lo Blanch, 2015.

SANZ, F. Bases doctrinales y jurídicas para un modelo de gestión integrada y sostenible del litoral de Galicia. Galicia, Xunta de Galicia, 2003.

SANZ, F. Litoral, costas y medio ambiente: bases para su gestión integrada y sostenible. En: R. LÓPEZ, y V. ESCARTÍN (Coords). Bienes públicos, urbanismo y medio ambiente. Madrid, Marcial Pons, 2013.

SUÁREZ, J. Delimitación y definición del espacio litoral. En: A. VICIANA, Y A. GALÁN, A. (Dirs.) Actas de las Jornadas sobre el litoral de Almería: caracterización, ordenación y gestión de un espacio geográfico (pp. 13-23). Almería, 1999.

5.4.

Pesquerías artesanales, gobernanza colaborativa y desafíos para la aplicación del enfoque ecosistémico

Artisanal fisheries, collaborative governance and challenges for the application of the ecosystem approach

Rodrigo Estévez[1], Valentina Opazo[2], Francisca Reyes-Mendy[3], Gabriel Jerez[4], Stefan Gelcich[5]

RESUMEN

El fortalecimiento de los modelos de gobernanza y la promoción del enfoque ecosistémico pesquero es fundamental para el manejo sustentable de las pesquerías. En Chile, durante los último 30 años se han implementado diversos modelos de gobernanza para las pesquerías artesanales, los cuales presentan avances y desafíos para el manejo ecosistémico. El sistema de Áreas de Manejo y Explotación de los Recursos Bentónicos (AMERB) ha situado a Chile en la vanguardia para la implementación de políticas que otorgan derechos territoriales exclusivos para la pesca artesanal. Diversos estudios muestran que los resultados del sistema AMERB son heterogéneos, reportándose avances en la implementación del enfoque ecosistémico, en dimensiones como protección de los recursos pesqueros, la conservación del sistema ecológico, y la inclusión del conocimiento tradicional y científico en la administración de las AMERB. Sin embargo, también se identifican brechas para la aplicación del enfoque ecosistémico, particularmente en el manejo adaptativo para enfrentar diferentes estresores regionales y globales. Por otro lado, los Comités de Manejo, los cuales se constituyen como nuevos espacios de administración participativa de los recursos pesqueros, han generado oportunidades para la promoción del enfoque ecosistémico (p. ej. promoviendo una mirada multiespecífica en algunos Comités de Manejo, la participación de los pescadores en la toma de decisiones, y fortaleciendo el manejo adaptativo a través del aprendizaje y el monitoreo). En paralelo, la creación de los Comités Científicos permitió la institucionalización del uso de la información científica para la toma de decisiones en la administración de las pesquerías. Sin embargo, aún es necesario abordar importantes brechas para el desarrollo del enfoque ecosistémico en los Comités de Manejo, como la implementación de mecanismos efectivos para la conservación del sistema ecológico, la consideración efectiva de objetivos sociales en el manejo, el fortalecimiento de capacidades individuales e institucionales para de la colaboración y coordinación entre las instituciones del Estado. En este marco, avanzar en la implementación de una Política Nacional Pesquera es fundamental para el sistema pesquero en Chile, la cual debe establecer los principios y bases para la gobernanza participativa y fortalecimiento del enfoque ecosistémico pesquero.

Palabras clave: Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), Comités de Manejo Pesqueros, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), administración de recursos pesqueros, Política Nacional Pesquera, Comités Científicos.

1 Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático (CiiCC), Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Chile. Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Chile.
2 Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Chile.
3 Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Chile. Instituto para el Desarrollo Sustentable PUC.
4 Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Chile.
5 Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Chile. Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES), Departamento de Ecología, Pontificia Universidad Católica de Chile.

ABSTRACT

Strengthening governance models and promoting the ecosystem approach to fisheries is fundamental for sustainable fisheries management. In Chile, over the last 30 years, various governance models have been implemented for artisanal fisheries, which present advances and challenges for ecosystem based management. The system of Benthic Resources Management and Exploitation Areas (AMERB) has placed Chile at the forefront in the implementation of policies that grant exclusive territorial user rights for artisanal fishers. Several studies show that the results of the AMERB system are heterogeneous, reporting advances in the implementation of the ecosystem approach, in dimensions such as protection of fishery resources, conservation of the ecological system, and the inclusion of traditional and scientific knowledge in the management of the AMERBs. However, gaps are also identified for the application of the ecosystem approach, particularly in adaptive management to face different regional and global stressors. On the other hand, the Management Committees Policies, which are constituted as new spaces for participatory administration of fishery resources, have generated opportunities for the promotion of the ecosystem approach (e.g., promoting a multi-species approach in some Management Committees, the participation of fishers in decision making, and strengthening adaptive management through learning and monitoring). In parallel, the creation of Scientific Committees as part of the Management Committees Policy allowed the institutionalization of the use of scientific information for decision-making in fisheries management. However, it is still necessary to address important gaps for the development of the ecosystem approach in the Management Committees, such as the implementation of effective mechanisms for the conservation of the ecological system, the effective consideration of social objectives in management, and the strengthening of individual and institutional capacities for collaboration and coordination between government institutions. Within this framework, progress in the implementation of a National Fisheries Policy is fundamental for the Chilean fisheries system, which should establish the principles and bases for participatory governance and strengthen the ecosystemic approach to fisheries.

Key words: Benthic Resources Management and Exploitation Areas (AMERB), Fishery Management Committees, General Law of Fisheries and Aquaculture (LGPA), fishery resources management, National Fishery Policy, Scientific Committees.

Introducción

A nivel internacional existe consenso sobre la necesidad de transitar hacia modelos de gobernanza que promuevan la sostenibilidad de los recursos naturales (Gunderson y Holling, 2002; Ostrom, 2005; Walker et al., 2009; Folke et al., 2010; FAO, 2015). Desde el punto de vista socio-ecológico, la transformación de un sistema de gobernanza implica la creación de un nuevo sistema institucional, cuando las estructuras ecológicas, económicas o sociales no aseguran la sostenibilidad a largo plazo (Walker et al., 2004, Ostrom, 2005; Rudolph et al., 2020). Como parte de esta tendencia, globalmente están emergiendo modelos de gobernanza colaborativos, los cuales consideran los principios del enfoque ecosistémico pesquero (Mendez-Medina et al., 2020; Rudolph et al., 2020; Estévez y Gelcich, 2021). La gobernanza colaborativa ha sido destacada como una condición habilitante crítica para lograr un sistema pesquero sostenible y equitativo (Nunan, 2018). Los enfoques de gobernanza colaborativa surgen como una forma de superar los problemas sociales e institucionales asociados a la aplicación de políticas y normativas centralizadas. Esto ha sido ampliamente descrito para el manejo de pesquerías, praderas, agua, y recursos comunes en general (Ostrom 1990, 2005; Agrawal y Lemos, 2007; Ansell y Gash, 2008). La gobernanza colaborativa puede definirse como un tipo de gobernanza en el que las partes interesadas, públicas y privadas, colaboran formalmente para lograr un resultado político, mediante la participación directa de los diversos actores en la toma de decisiones (Ansell y Gash, 2008; Estévez et al., 2019; Emerson et al., 2011). La gobernanza colaborativa puede diseñarse e implementarse a través de diferentes instrumentos de política pública como pueden ser cambios legislativos o la creación de políticas nacionales o de Estado.

En Chile, luego de un periodo de 17 años de dictadura, se inició en 1990 una transición hacia un sistema de gobierno democrático, lo cual abrió una ventana de oportunidad para la innovación en la gobernanza de los recursos marinos (Peña-Torres, 1997; Castilla, 2010). En 1989, el Congreso aprobó la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) (Nº18.892), modificada en 1991. Este nuevo marco regulatorio reformó drásticamente los derechos de pesca para los sectores industriales y artesanales, iniciado un proceso de transformaciones institucionales para la administración de los recursos marinos. La LGPA estableció el reconocimiento formal de los pescadores artesanales, asignándoles derechos exclusivos de acceso a la pesca de todas las especies dentro de una zona que

se extiende a 5 millas náuticas (9,3 km) desde la línea de costa a lo largo de unos 2.500 km de costa (18°36′-41°27′ S) y alrededor de las islas oceánicas chilenas. La LGPA también estableció el derecho de extracción exclusivo de los recursos bentónicos para los pescadores artesanales, excluyendo a pescadores industriales, los que se concentran en la extracción de langostinos, camarones, peces demersales y pelágicos. Adicionalmente, la LGPA reguló la movilidad de las flotas pesqueras mediante la zonificación de los espacios marinos, asignó derechos territoriales exclusivos para las organizaciones de pescadores artesanales en el borde costero, e introdujo una cuota individual transferible para las especies plenamente explotadas (Peña-Torres, 1997; Castilla, 2010; Gelcich et al., 2010). Para los recursos bentónicos, la LGPA permitió una transformación a escala nacional de la gobernanza hacia una vía más sostenible, de gran importancia social y económica (Gelcich et al., 2005, 2010; Castilla, 2010).

Desde el año 1990, los gobiernos han reconocido la importancia social y económica de la pesca artesanal. En este marco, en 1995, la Subsecretaría de Pesca formuló una política pesquera específica para este sector, cuyo objetivo general fue "…promover el desarrollo del sector basado en la voluntad propia, es decir, la capacidad de gestión del propio pescador y sus organizaciones, para su incorporación al desarrollo del país, respetando sus características particulares…" (Subsecretaría de Pesca, 1995). El año 2007, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) inició el proceso de construcción de una Política Pesquera Nacional (PNP) debido a la necesidad de dotar al sector pesquero nacional de una guía de lineamiento estratégico, de largo plazo y de mayor coherencia con el resto de las políticas gubernamentales (SUBPESCA, 2007). Sin embargo, esta política no fue validada por las administraciones gubernamentales posteriores, y no se propuso un plan de acción para su implementación.

Una política de Estado o Nacional es concebida como un conjunto de acciones y omisiones que manifiestan una determinada modalidad de intervención del Estado en relación con un tema o asunto que concita la atención, interés o movilización de otros actores en la sociedad civil (Oszlak y O'Donnell, 1995). Tal política contiene un marco normativo de largo plazo que establece estrategias políticas que buscan cambiar estructuras sociales claves. A inicios de la década del 2010, Chile reconoció que eran necesarias innovaciones legales importantes para mejorar la sostenibilidad de los recursos marinos, siendo el foco principal el establecimiento de modelos de gobernanza para la gestión de múltiples especies en lo que eran zonas libres de pesca. En el año 2013, a partir de modificaciones realizadas a LGPA (mediante la Ley N°20.657), con la implementación de los Comités de Manejo, se institucionaliza la gobernanza participativa multinivel en un sistema policéntrico, es decir la implementación de diversas unidades de manejo relativamente autónomas entre sí (Ostrom, 2005). Esta nueva figura para la administración de los recursos pesqueros permite a los servicios de gobierno, pescadores artesanales e industriales implementar planes de manejo co-construídos en mesas de trabajo intersectoriales. A través de la implementación de estos Comités de Manejo, la gobernanza del sistema pesquero ha transitado hacia un sistema policéntrico colaborativo, basado en la coexistencia de múltiples centros relativamente autónomos de decisión y autorregulación (Gelcich et al., 2010; Gelcich, 2014).

Otro hito importante en la transformación del sistema de gobernanza en Chile fue la implementación de los Espacios Costeros Marinos de los Pueblos Originarios (Ley N°20.249 de 2008). Los ECMPO son espacios marinos delimitados espacialmente, cuyos derechos de administración son otorgados por instituciones del Estado a comunidades o asociaciones indígenas que han ejercido usos consuetudinarios dentro de estos espacios (Hiriart-Bertrand et al., 2020). Las comunidades u organizaciones solicitantes de ECMPO deben demostrar las prácticas culturales y usos consuetudinarios para que las solicitudes sean evaluadas por las Comisiones Regionales de Uso del Borde Costero. Esta política es una herramienta legal para que los pueblos originarios aumenten y recuperen sus derechos culturales y territoriales.

En Chile, las transformaciones en los modelos de gobernanza para la administración de los recursos pesqueros se han fortalecido con la promoción del enfoque ecosistémico. A partir de los cambios a la LGPA en el año 2013, se establece la necesidad de avanzar hacia un enfoque ecosistémico pesquero (EEP), considerando el principio precautorio en la administración de los recursos marinos. El EEP ha promovido el establecimiento de objetivos sociales, económicos, biológicos y ecológicos en el manejo de los recursos pesqueros. A pesar de los avances que implica el reconocimiento el EEP en la LGPA, la FAO señala la necesidad de avanzar hacia la implementación de las definiciones derivadas de los instrumentos internacionales sobre EEP (Cuadro N°1) (FAO, 2016). En particular, estableciendo que el EEP implica el uso sostenible de las pesquerías considerando las dimensiones ecológicas, sociales e institucionales, y no solo desde la interacción de las especies objetivos con los demás elementos bióticos del ecosistema (FAO, 2016). Esto genera desafíos adicionales a los modelos de gobernanza pesqueros. Organismos internacionales, como la Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) y La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), han sistematizado los principios que deben guiar la implementación del EEP para el desarrollo sostenible (Cuadro N°1).

Cuadro N°1.
Principios del enfoque ecosistémico pesquero, basado en CBD (2004) y FAO (2003, 2015)

Dimensiones	Definición
Conservación del sistema ecológico	El EEP busca garantizar la salud de todo el sistema ecológico, especialmente salvaguardando la capacidad del ecosistema para mantener su estructura y funcionamiento.
Aplicación de un enfoque multiespecífico	El EEP adopta un enfoque multiespecífico en lugar de un enfoque monoespecífico para el manejo de los recursos, considerando la interconexión entre las diversas especies presentes en el ecosistema.
Protección del recurso biológico	El EEP busca garantizar el mantenimiento de los recursos marinos evitando que se vean amenazados por la sobreexplotación, promoviendo que los niveles de captura sean sobre la base de Puntos de Referencia[6].
Inclusión de componentes sociales	El EEP propone una visión sostenible de la pesca que incorpora al ser humano y su diversidad cultural como objetivos explícitos en el manejo.
Gobernanza participativa	El EEP requiere una gestión descentralizada de los recursos, involucrando a las partes interesadas en los procesos de toma de decisiones.
Beneficios económicos	El EEP reconoce la importancia de los posibles beneficios económicos derivados de la extracción de recursos marinos, la mejora de los procesos de comercialización y la generación de valor añadido en los productos.
Equidad distributiva	El EEP promueve las condiciones para reducir las distorsiones del mercado y la distribución equitativa de los beneficios de la pesca.
Capacidades individuales y apoyo institucional	El EEP requiere capacidades individuales y apoyo institucional para su aplicación efectiva, incluyendo instancias de acompañamiento, y habilidades para la resolución de conflictos.
Colaboración y coordinación dentro y entre las instituciones	La implementación del EEP se basa en la coordinación y colaboración efectiva entre instituciones y organizaciones sociales.
Marco regulatorio	El EEP requiere marcos normativos adecuados que permitan un desarrollo multidimensional y sostenible.
Manejo adaptativo	El EEP tiene un carácter dinámico y adaptativo, basado en un proceso de aprendizaje colectivo en los espacios de decisión de la administración pesquera.
Flexibilidad temporal y espacial	El EEP reconoce que la gestión de los recursos marinos debe adaptarse a las múltiples variaciones espaciales y temporales.
El mejor conocimiento científico disponible	El EEP postula utilizar la mejor información científica disponible para la toma de decisiones, teniendo en cuenta los conocimientos generados por múltiples disciplinas.
Integración de los conocimientos tradicionales	El EEP promueve una perspectiva holística para entender los problemas medioambientales, integrando los conocimientos tradicionales de las comunidades locales como información válida.

Fuente: CBD (2004) y FAO (2003, 2015).

Para promover la consolidación del EEP, Chile debe seguir transitando hacia modelos de gobernanza colaborativos para la administración de los recursos pesqueros (FAO, 2016). La consolidación de estos cambios en un contexto donde persisten problemas importantes de sobreexplotación de los recursos marinos y crecientes presiones antrópicas sobre el medioambiente implica, por una parte, el constante fortalecimiento y adaptación de los modelos de gobernanza, y por otro, identificar los desafíos y brechas que sustenten el manejo sustentable de las pesquerías (Estévez y Gelcich, 2021). En este sentido, la gobernanza es sólo una parte del problema de la sostenibilidad. En este capítulo, se presentan tres instrumentos para la gobernanza pesquera: (i) los regímenes AMERB y (ii) Planes de Manejo en áreas de Libre Acceso, y (iii) avance de la PNP de Chile (2007). Se describen sus características principales, estado actual de implementación e inclusión de diferentes principios de EEP. En la sección final se plantean desafíos en relación al fortalecimiento de los modelos de gobernanza y la importancia de las PNP para la implementación del EEP.

6 En el marco del enfoque ecosistémico, FAO define los Puntos de Referencia como "un valor estimado con base en un procedimiento científico o en un modelo convenido que corresponde a una situación considerada deseable (Punto de referencia objetivo, PRO) o no deseable (Punto de referencia límite, PRL) del recurso, la pesquería, del ecosistema o bien de cualquier componente del sistema pesquero, y que puede servir de guía para la ordenación pesquera" (FAO 2015).

Sistema pesquero en Chile

Chile es uno de los 10 mayores productores de recursos pesqueros en el mundo, proveyendo proteínas de origen marino al mercado nacional e internacional (FAO, 2020). En 2020, Chile reportó cerca de 2.2 millones de toneladas de capturas (sin considerar producción en acuicultura) (SERNAPESCA, 2020). Por lo tanto, con una población cercana a las 20 millones de personas, las decisiones para la administración de las pesquerías en Chile tiene implicancias para cientos de millones de personas a nivel global.

El sistema pesquero en Chile se compone de los subsectores industrial y artesanal. El subsector pesquero industrial incluye naves pesqueras y buques factoría (sobre los 18 metros de eslora y las 50 toneladas de registro grueso). En el año 2020, el desembarque de la flota industrial alcanzó las 771.490 toneladas (SERNAPESCA, 2020). El 88% de las toneladas capturadas correspondieron a recursos pelágicos (anchoveta, caballa, jurel y sardina común) Los buques fabrica sólo representaron el 5,7% del desembarque industrial (SERNAPESCA, 2019). En el año 2020, se registraron 125 naves industriales (SERNAPESCA, 2019).

En Chile, la pesca artesanal tiene un rol fundamental en el sistema pesquero, con un desembarque aproximado de 1.41 millones de toneladas en el año 2020 (SERNAPESCA, 2020). Las embarcaciones artesanales corresponden a navíos que no deben superar los 18 metros de eslora y las 50 toneladas de registro grueso. En 2019, aproximadamente 91 mil pescadores artesanales estaban registrados formalmente para extraer recursos marinos en el Registro Pesquero Artesanal, incluyendo a más de 22 mil mujeres (24%) y 69 mil hombres (76%) (SERNAPESCA, 2019). El Cuadro N°2 presenta las principales especies desembarcadas por la pesca artesanal en el año 2019.

Cuadro N°2.
20 especies con mayores desembarques totales para pesca artesanal en 2020. Se registran los nombres comunes de las especies de acuerdo como están presentados en los Anuarios de Estadísticos de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)

Especie	Toneladas
Anchoveta	443.369
Sardina Común	256.316
Huiro Negro	188.360
Huiro Palo	67.635
Jibia o calamar rojo	53.967
Pelillo	46.249
Huiro	42.882
Erizo	42.882
Reineta	34.351
Luga negra o crespa	31.801
Jurel	31.577
Bacaladillo o Mote	24.224
Luga roja	17.568
Sardina austral	16.889
Machuelo o trite	15.120
Almeja	11.288
Merluza común	8.934
Pampanito	8.934
Cochayuyo	7.709
Cholga	5.385

Fuente: SERNAPESCA (2020).

En Chile, los pescadores artesanales pueden ser clasificados en dos grupos. El primero está compuesto por buzos, pescadores de red costeros, y recolectores de orilla. Estos pescadores capturan peces de roca, demersales, pelágicos, invertebrados bentónicos y algas, y operan principalmente desde embarcaciones sin cubierta (menores a 10 metros de eslora), utilizando equipos de buceo (hooka o buceo libre), o sin embarcaciones en el caso de los recolectores intermareales y submareales someros. En el año 2019, cerca de 11 mil buzos extrajeron más de 80 mil toneladas de recursos bentónicos (excluidas algas). El segundo grupo, de pescadores artesanales de mediana escala, está compuesto por pescadores de red que utilizan embarcaciones de hasta 18 metros. Estos pescadores capturan principalmente peces demersales de alto valor y especies de pequeños pelágicos (Cuadro N°2).

Modelos de gobernanza participativa

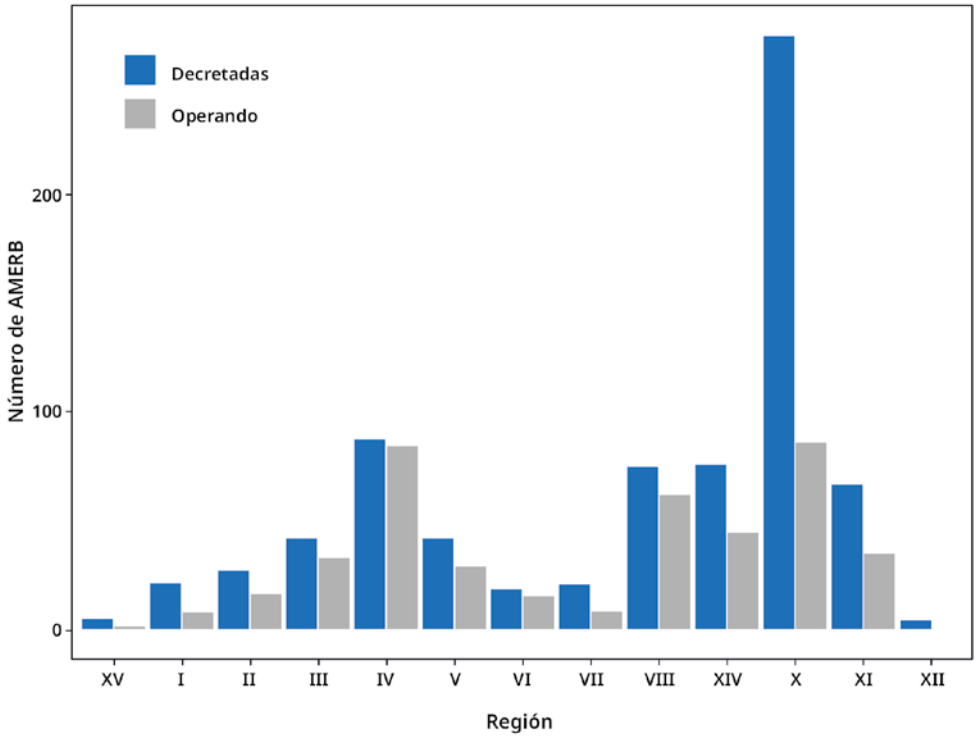
Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos

En 1991, Chile emprendió una transformación en su modelo gobernanza para la administración de los recursos bentónicos, iniciándose una política territorial de co-manejo de las pesquerías artesanales bentónicas, conocida como régimen de AMERB (Gelcich et al., 2005).

La política de AMERB otorgó a la SUBPESCA la autoridad para asignar derechos territoriales y de acceso exclusivos a las organizaciones de pescadores artesanales para la explotación sostenible de los recursos bentónicos, excluyendo a cualquier persona u otra organización del derecho de extraer o usar recursos en ese espacio (Castilla et al., 1998; Gelcich et al., 2012). El Reglamento de las AMERB, que sólo empezó a estar vigente en 1995, (Decreto Supremo N°355, 1995) define dicho régimen como la asignación de áreas costeras delimitadas para su manejo y explotación a organizaciones formales de pescadores artesanales. La SUBPESCA condiciona tal asignación a que la organización de pescadores y una entidad de asesoría técnica acreditada (universidades o empresas consultoras), desarrollen en conjunto estudios técnicos para conocer el estado de los recursos y definir los límites permitidos de extracción.

El sistema AMERB está compuesto por una red de áreas de manejo administradas por organizaciones de pescadores artesanales a lo largo de un amplio rango geográfico. En el año 2019, habían más de 750 AMERB decretadas, lo cual representa una extensión aproximada de 124.000 hectáreas (Ariz et al., 2017). De éstas, cerca de 412 (55%) se encuentran en pleno funcionamiento (Estévez et al., en preparación) (Figura N°1). Esta amplia red de áreas de manejo sitúa a Chile a la vanguardia en la implementación de políticas que otorgan derechos territoriales exclusivos para la pesca artesanal (Gelcich et al., 2010).

Figura N°1.
Número de AMERB decretadas y operando en el año 2019



Fuente: Estévez et al. en preparación.

En los últimos 25 años, estudios muestran el funcionamiento y resultados en la implementación del sistema AMERB, los cuales sugieren resultados heterogéneos (Gelcich et al., 2006; Aburto et al., 2013; Molina et al., 2014). Por un lado, se ha destacado el carácter innovador y transformador del sistema institucional de la política AMERB (Gelcich et al., 2010), reportando tendencias biológicas y ecológicas positivas (Gelcich et al., 2019a). No obstante, no son claros los impactos sociales producidos a partir de los cambios en el régimen de administración de recursos bentónicos para los sistemas tradicionales de manejo de los recursos bentónicos (Gelcich et al., 2006). Un estudio reciente sistematizó los múltiples servicios ecosistémicos que proveen las AMERB, tanto para la producción de alimentos como para la conservación de la biodiversidad (Gelcich et al., 2019a). Este estudio concluye que las AMERB tienen el potencial para sustentar la biodiversidad cuando están sujetas a un manejo efectivo, controlando la sobreexplotación y pesca ilegal. Por otro lado, las AMERB también tienen la capacidad de generar servicios ecosistémicos culturales, promoviendo el liderazgo, el cumplimiento de reglas y el capital social. Los resultados de Gelcich et al. (2019a) indican que el sistema AMERB puede generar condiciones sociales y ecológicas habilitantes para el co-manejo efectivo de los recursos bentónicos. Sin embargo, se requiere mayor estudio en términos de identificar potenciales tendencias negativas y limitaciones del sistema AMERB (Gelcich et al., 2006; Aburto y Stotz, 2013) (Cuadro N°3).

Cuadro N°3.
Avances entre los contenidos/objetivos de AMERB con dimensiones del EEP (*)

Dimensión EEP	Proceso de AMERB
Conservación del sistema ecológico	Moderado, AMERB se enfocan en los recursos bentónicos, sin embargo, en el proyecto de ley que modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura en el ámbito de los recursos bentónicos (Boletín No. 12535-21) que se encuentra actualmente en discusión en el Senado se propone incorporar este principio a través de las zonas de resguardo y la gestión de peces de roca.
Aplicación de un enfoque multiespecífico	Bajo, aunque puede haber más de una especie, los planes y asignación de capturas totales permisibles son específicas a cada especie.
Protección del recurso biológico.	Moderado, las medidas de manejo de las pesquerías asociadas a las AMERB tienen en cuenta la protección de las especies.
Inclusión de componentes sociales	Bajo, aunque los estudios asociados al seguimiento y la gestión del AMERB incluyen componentes socio-económicos **básicos.**
Gobernanza participativa	Alto, en la AMERB los procesos de gestión local están en manos de las organizaciones de pescadores artesanales.
Beneficios económicos	Bajo, se evalúan algunos índices de los efectos sociales y económicos asociados a la medida propuesta en los estudios de seguimiento.
Equidad distributiva	Moderado, existen algunos resguardos a la hora de implementar un AMERB, otros aspectos de equidad distributiva quedan en manos de la organización de pescadores artesanales.
Capacidades individuales y apoyo institucional	Moderado, el proceso de implementación de AMERB ha desarrollado capacidades, aún existen falencias en apoyos institucionales para asegurar vigilancia y resolución de conflictos.
Colaboración y coordinación dentro y entre las instituciones	Moderado, se fomenta parcialmente la colaboración entre instituciones del estado, consultores biológicos y organizaciones de pescadores artesanales.
Marco regulatorio	Moderado, existe un marco regulatorio que permite avanzar parcialmente en las dimensiones del enfoque ecosistémico en el sistema AMERB
Manejo adaptativo	Moderado. anualmente existe la posibilidad de ajustar algunos componentes en los informes de seguimiento.
Flexibilidad temporal y espacial	Muy Baja con altos costos de transacción
El mejor conocimiento científico disponible	Bajo, se basa sólo en protocolos básicos para monitoreos biológicos anuales.
Integración de los conocimientos tradicionales	Bajo, puede ocurrir en la solicitud del **área** pero no es un componente institucionalizado en la gestión del AMERB

Fuente: Elaboración propia en base a Meltzoff et al. (2002), Gelcich et al. (2010), Oyanedel et al. (2018), Gelcich et al. (2019a), Proyecto de Ley Bentónico, (*) Evaluación del avance en base a la revisión de la literatura y juicio experto de los autores.

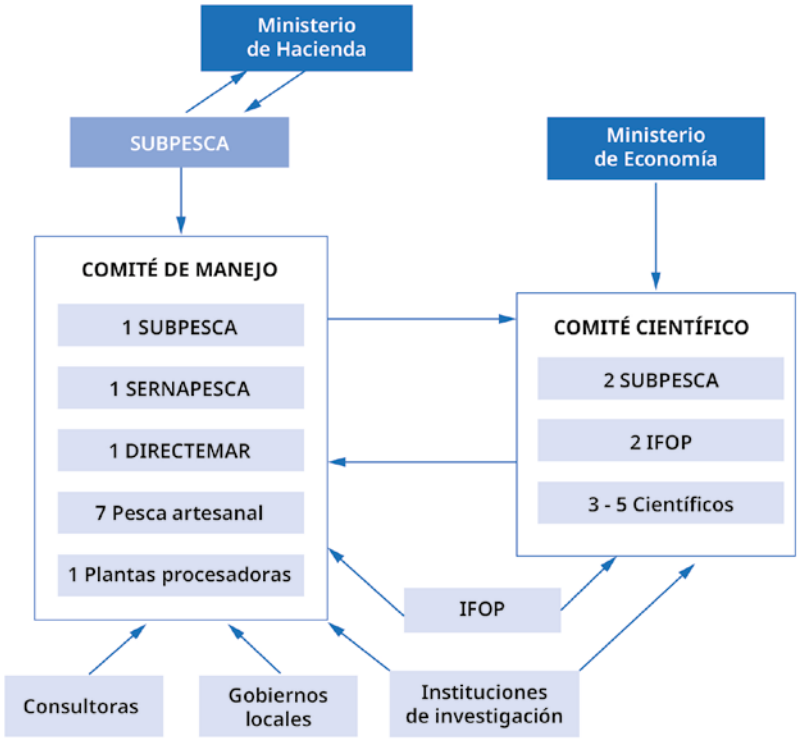
El sistema AMERB ha promovido la implementación del EEP en varias de sus dimensiones. En el Cuadro N°3 se presentan los avances en la implementación del enfoque ecosistémico en el sistema AMERB, aunque se reconoce que existen importantes limitaciones que deben ser evaluadas en futuras publicaciones. Por ejemplo, el sistema AMERB promueve la protección del recurso y la conservación del sistema ecológico, así como el desarrollo de componentes sociales y económicos. Sin embargo, se requiere avanzar en la inclusión de los conocimientos tradicionales y el uso del mejor conocimiento científico disponible para la toma de decisiones. Adicionalmente, es fundamental promover el manejo adaptativo de la política para asegurar que el régimen cumpla con las expectativas de sostenibilidad, enfrentados a diferentes estresores globales y regionales. Por ejemplo, incorporando estrategias de manejo dinámicas, utilizando análisis espacial y estructuras meta-poblacionales.

Comités de Manejo Pesqueros

En el año 2013, la promulgación de la Ley 20.657 introdujo importantes cambios en el modelo de gobernanza de los recursos pesqueros en Chile (Gelcich et al., 2019b). La Ley 20.657 creó los Comités de Manejo, los cuales son responsables del diseño, implementación y evaluación de planes de manejo para pesquerías en áreas de libre acceso histórico. Los Comités de Manejo son nuevos espacios de participación en la administración de los recursos pesqueros, los cuales incluyen tanto a pescadores artesanales e industriales. Los Comités de Manejo establecen reglas de operación para la extracción de un recurso (o un grupo de recursos relacionados) en áreas de libre acceso histórico, incluyendo recursos bentónicos, crustáceos, peces pelágicos y demersales. Los Comités de Manejo administran los recursos en espacios geográficos determinados, como una bahía, parte de una región o un conjunto de regiones. Por ejemplo, el Comité de Manejo del Golfo de Arauco (región del Biobío) administra tres recursos bentónicos bivalvos en un golfo: i) huepo (*Ensis macha*), ii) navajuela (*Tagelus dombeii*) y taquilla (*Semele solida*); el Comité de Manejo de merluza austral administra la pesquería de *Merluccius australis* (merluza austral) en una macro-zona (regiones de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes).

Los Comités de Manejo están integrados por diversos actores que son parte del sistema pesquero, presentando diferencias en su estructura según los tipos de pesquería (Figura N°2). En las pesquerías bentónicas y de crustáceos, los Comités de Manejo están constituidos por siete representantes de los pescadores artesanales, tres representantes de las agencias gubernamentales: (i) SUBPESCA, (ii) Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) y (iii) Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (D.G.T.M.) y un representante de las plantas procesadoras. En el caso de recursos demersales y pelágicos se incorporan hasta tres representantes de la pesca industrial, sin incorporar al representante de la D.G.T.M. En ambos casos, los Comités de Manejo están presididos por un funcionario de la SUBPESCA, el cual corresponde normalmente al Director Zonal de Pesca Acuicultura. Cada grupo de interés elige directamente a sus representantes de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Decreto Supremo N°95-2013. Cabe señalar, que un dictamen reciente de la Contraloría Gral. de la República determinó que los representantes del sector artesanal deberían ser exclusivamente pescadores artesanales inscritos en los recursos del plan de manejo respectivo de cada comité.

Figura N°2.
Composición de los Comités de Manejo para recursos bentónicos y los Comités Científicos. El Comité de Manejo es constituido por la SUBPESCA, y está compuesto por un representante de la SUBPESCA, un representante de SERNAPESCA y un representante de La Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR). Los Comités de Manejo cuentan con el apoyo técnico de consultoras, gobiernos locales, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y otros centros de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

Los Comités de Manejo tienen la tarea principal de diseñar, implementar y monitorear un plan de manejo sustentable para una pesquería. En pesquerías demersales y pelágicas, el plan de manejo busca alcanzar el rendimiento máximo sostenible. Para pesquerías bentónicas y de crustáceos, el plan de manejo debe considerar puntos de referencia biológicos[7]. Para todas las pesquerías, los planes de manejo deben contener lo siguiente elementos: (1) información general sobre el área geográfica, tipos de recursos, flotas pesqueras y los mercados; (2) objetivos, metas y plazos para alcanzar los objetivos de manejo; (3) estrategias y acciones para lograr los objetivos y metas; (4) criterios de evaluación; (5) estrategias de contingencia; y (6) requisitos y necesidades de investigación. Las principales acciones contenidas en los planes de manejo buscan establecer reglas para el acceso y extracción de los recursos, considerando estrategias de control y monitoreo, capacitación, investigación, entre otras. Cuando la SUBPESCA decreta oficialmente el plan de manejo, su cumplimiento es obligatorio para los pescadores artesanales e industriales, según corresponda. Posteriormente, en un máximo de cinco años, el comité de manejo debe evaluar el plan de manejo, y proponer modificaciones. Para el año 2020 se han constituido 16 Comités de Manejo de pesquerías de recursos demersales y pelágicos, y 20 Comités de Manejo de pesquerías de recursos bentónicos de invertebrados y algas.

Un avance central en las modificaciones a la LGPA en el año 2013 fue la creación de los Comités Científicos. Antes de la creación de los Comités Científicos, una institución llamada el Consejo Nacional de Pesca de Chile era responsable de tomar decisiones sobre las cuotas anuales de captura global, es decir, el total de capturas permitidas. Los pescadores y otros grupos de interés estaban representados en el Consejo Nacional de Pesca, y la cuota final era aprobada por la mayoría de los miembros del consejo (Leal et al., 2010). El Consejo Nacional de Pesca generalmente aumentaba la cuota

7 La Ley de Pesca y Acuicultura define el punto de referencia biológico como el "valor o nivel estandarizado que tiene por objeto establecer la medida a partir de la cual o bajo la cual queda definido el estado de situación de las pesquerías, pudiendo referirse a: biomasa, mortalidad por pesca, o tasa de explotación. Serán puntos biológicos de referencia la biomasa al nivel del máximo rendimiento sostenible, la biomasa límite y la mortalidad o tasa de explotación al nivel del máximo rendimiento sostenible, u otro que el Comité Científico Técnico defina".

propuesta en los informes técnicos en una media del 32% por razones sociales y económicas, poniendo en riesgo la sostenibilidad de los recursos pesqueros (Leal et al., 2010). La política del plan de manejo cambió el proceso de toma de decisiones del total admisible de capturas para la pesca, dando un mayor papel a la ciencia en el proceso de toma de decisiones mediante la creación de los Comités Científicos. Los representantes para cada Comité Científico son designados por el Ministerio de Economía, previa convocatoria pública. Estos comités deben determinar, entre otras medidas, el estado de situación de la pesquería, la determinación de los puntos biológicos de referencia y el rango dentro del cual se debe fijar la cuota de captura. Este rango de captura deberá mantener o llevar la pesquería al rendimiento máximo sostenible.

Los Comités de Manejo generan oportunidades para la promoción del EEP (Estévez y Gelcich, 2021). El Cuadro N°4 presenta la asociación entre contenidos y objetivos de los Comités de Manejo con las dimensiones del EEP (Estévez y Gelcich, 2021). La incorporación de las dimensiones del EEP presenta avances y brechas en los Comités de Manejo. Se observan avances importantes en dimensiones como aplicación del enfoque multiespecíficos -por ejemplo Comités de Manejo que presentan planes de manejo para múltiples especies (Comités de Manejo de Bahía Corral, Ancud, Golfo de Arauco y recursos bentónicos de la Región de Magallanes y Antártica Chilena)-, gobernanza participativa a través de la inclusión de múltiples actores en la toma de decisiones en los Comités de Manejo, manejo adaptativo a través de los mecanismos de aprendizaje en los Comités de Manejo y las evaluaciones periódicas de los planes de manejo, y el uso del mejor conocimiento científico con la constitución de los Comités Científicos. No obstante, la aplicación del EEP en los Comités de Manejo requiere abordar desafíos críticos, como la implementación de mecanismos efectivos para la conservación del sistema ecológico en el manejo de las pesquerías, la inclusión sistemática de los componentes sociales en los objetivos de manejo, la promoción de la equidad en la distribución de los beneficios económicos generados en el sistema pesquero, el desarrollo de capacidades individuales en los funcionarios de los servicios del Estado a cargo de liderar procesos participativos para la toma de decisiones, y el fortalecimiento de la colaboración y coordinación entre las instituciones del Estado en la administración de las pesquerías (Gelcich et al. 2019b).

Cuadro N°4.
Asociación entre los contenidos/objetivos de Comités de Manejo con dimensiones del EEP, basado en Estévez y Gelcich (2021) (*).

Dimensión EEP	Planes Manejo
Conservación del sistema ecológico	Moderado, los Comités de Manejo deben considerar la normativa existente, como Ley de Descarte (N°20.675). Sin embargo, no se consideran lineamientos explícitos para la conservación del sistema ecológico en la elaboración de los planes de manejo.
Aplicación de un enfoque multiespecífico	Bajo, el sistema pesquero en Chile mantiene un enfoque monoespecífico en la administración. Sin embargo, algunos Comités de Manejo han establecido un plan de manejo multiespecífico (p. ej. Comités de Manejo de Bahía Corral, Ancud, Golfo de Arauco y recursos bentónico de la Región de Magallanes y Antártica Chilena).
Protección del recurso biológico.	Moderado, el foco de principal de los Comités de Manejo es la protección del recurso objetivo de la pesquería, proponiendo medidas de administración que intenten asegurar su sustentabilidad a largo plazo.
Inclusión de componentes sociales	Moderado, la LGPA no establece lineamientos específicos respecto a cómo incorporar los componentes sociales en los Comités de Manejo. Sin embargo, los planes de manejo incorporan objetivos sociales como parte del reconocimiento del mandato de EEP establecido en la LGPA.
Gobernanza participativa	Alto, los Comités de Manejo han promovido el establecimiento de un modelo de gobernanza participativo en la administración de las pesquerías, incluyendo la participación de los pescadores artesanales, industriales y plantas procesadoras en mesas intersectoriales para la toma de decisiones.
Beneficios económicos	Alto, los comités de manejo han promovido el establecimiento de objetivos de incremento de beneficios económicos en los planes de manejo, en particular buscando mejorar los procesos de comercialización y procesamiento de la materia prima.
Equidad distributiva	Bajo, este componente ha sido escasamente desarrollado, considerando que los Comités de Manejo no cuentan con herramientas legales para afectar la distribución de los beneficios económicos generados en el sistema pesquero.
Capacidades individuales y apoyo institucional	Bajo, este componente ha sido considerado una brecha importante en la implementación de los Comités de Manejo, en particular se ha detectado una falta de capacidades en los servicios del Estado para liderar procesos participativos para la toma de decisiones. También se requiere evaluar la necesidad de fortalecer capacidades técnicas en manejo pesquero (p. ej. dinámicas meta-poblacionales en pesquerías con pocos datos).
Colaboración y coordinación dentro y entre las instituciones	Bajo, este componente ha sido considerado como una brecha importante en la aplicación del EEP en el sistema de pesquero, y se considera una debilidad para la administración eficiente de las pesquerías.

Dimensión EEP	Planes Manejo
Marco regulatorio	Moderado, el marco regulatorio reconoce la necesidad de considerar el principio ecosistémico en la administración de las pesquerías. Sin embargo, se consideran como brechas relevantes la falta de indicaciones y procedimientos claros para la incorporación del EEP en los Comités de Manejo.
Manejo adaptativo	Moderado, los Comités de Manejo deben evaluar los planes de manejo a lo menos cada cinco años, proponiendo su reformulación. Este proceso de evaluación fortalece el manejo adaptativo de las pesquerías.
Flexibilidad temporal y espacial	Moderado, la implementación de los Comités de Manejo, particularmente en las pesquerías bentónicas, permite flexibilidad espacial en los límites espaciales de su operación. Esto ha permitido que se constituyan Comités de Manejo en espacios geográficos como una Bahía, o en territorios más amplios (p. ej. el Comité de Manejo de Algas pardas en la región de Atacama).
El mejor conocimiento científico disponible	Moderado, si bien la constitución de los Comités Científicos ha sido un importante avance para el uso del conocimiento científico en la administración de las pesquerías, se requiere evaluar la necesidad de fortalecer capacidades por ejemplo en dinámicas meta-poblacionales en pesquerías con pocos datos.
Integración de los conocimientos tradicionales	Moderado, los Comités de Manejo han generado oportunidades para la integración del conocimiento tradicional en la administración de las pesquerías, particularmente los pescadores artesanales son incorporados en la generación de propuestas para establecer medidas de manejo.

Fuente: Elaboración propia en base a Estévez y Gelcich (2021).
(*) Evaluación del avance en base a la revisión de la literatura y juicio experto de los autores.

Los Comités de Manejo generan cambios no sólo en los derechos de administración de los recursos pesqueros, sino también en las interacciones entre organizaciones sociales y los servicios del Estado. En particular, los Comités de Manejo han promovido la creación de espacios de acción colectiva como instancias articuladoras para el manejo de las pesquerías (Estévez y Gelcich, 2020). No obstante, la implementación estas políticas confrontan desafíos y obstáculos, tanto regulatorios, institucionales, y de capacidad de autogestión por parte de los propios pescadores artesanales y sus representantes (Gelcich et al. 2019b; Estévez y Gelcich 2020).

Política Nacional Pesquera

Desde el 2005, la SUBPESCA trabajó en la elaboración del documento "Propuesta de Política Nacional Pesquera" debido a la necesidad de dotar al sector pesquero nacional de una guía de lineamiento estratégico explícito, de largo plazo y de mayor coherencia con el resto de las políticas gubernamentales (SUBPESCA, 2007). En el año 2005 se confeccionó el primer borrador de la PNP, luego en 2006 dicho borrador se sometió a observaciones del sector público institucional como primera aproximación de la visión sectorial y, posteriormente en 2007, se realizó una consulta al sector privado la cual se materializó en el documento "La Consulta Ciudadana de la Propuesta de Política Nacional Pesquera".

En su documento oficial, la PNP, publicado en 2007 en el sitio web de la SUBPESCA tuvo como objetivo "promover el desarrollo sustentable del sector pesquero, procurando el crecimiento económico, con mecanismos de gobernabilidad y en un marco de equidad, para el bienestar de todos los chilenos y chilenas" (SUBPESCA 2007: 29). Para concretar dicho objetivo general, la PNP delinea una serie de objetivos específicos centrados en cuatro ámbitos: sustentabilidad, el crecimiento económico, la gobernabilidad y la equidad. Sumado a esto, el documento establece un total de 36 lineamientos estratégicos o acciones, distribuidos en seis áreas que considera clave: 1. Sustentabilidad; 2. Asignación; 3. Gobernabilidad; 4. Monitoreo, control, vigilancia y sistema sancionatorio; 5. Investigación; 6. Institucionalidad (SUBPESCA 2007: 32).

Para el año 2008 SUBPESCA tenía planificado diseñar un Plan de Acción destinado a implementar la PNP, no obstante, hasta el momento, dicho Plan no se ha concretado. No contar con una Política Nacional activa y adaptativa en materias que son centrales para un país muchas veces se asocia con la metáfora de un barco a la deriva: significa no tener un destino ni un rumbo definido, careciendo de un proyecto país plasmado en una Política de Estado y una agenda para realizarlo. Dicha Política permitiría contar con un horizonte generacional más que electoral, dar sentido y direccionar un esfuerzo compartido y convergente de construcción en el que todos los actores del desarrollo nacional se sientan convocados y puedan aportar (von Baer et al., 2013).

Ante la falta de un tratamiento explícito del EEP en los instrumentos políticos analizados en la sección anterior y para efectos de este trabajo, se realizó una asociación entre las dimensiones del EEP establecidas por la FAO (2003) y la CBD (2004) y los contenidos de la PNP, la cual se encuentra ilustrada en la Cuadro N°5.

Cuadro N°5.
Asociación entre los contenidos/objetivos de PNP con dimensiones del EEP

Dimensión EEP	Contenido PNP
Conservación del sistema ecológico	Conservación: Las medidas de conservación y manejo de las pesquerías deberán adoptarse teniendo en cuenta la debida protección de las especies y el hábitat de éstas.
Aplicación de un enfoque multiespecífico	No se menciona.
Protección del recurso biológico.	Conservación: Las medidas de conservación y manejo de las pesquerías deberán adoptarse teniendo en cuenta la debida protección de las especies y el hábitat de éstas.
Inclusión de componentes sociales	Participación: Incorporación formal, organizada y responsable de los actores en el proceso de adopción de medidas de conservación y manejo, que asegure el acceso a la información, así como su análisis y discusión y la transparencia en la adopción de decisiones. Equidad: Eliminar cualquier fuente de discriminación arbitraria en la obtención de oportunidades aplicando criterios que, en un marco de participación ciudadana, satisfagan las normas de la comunidad. Viabilidad social y económica: En el proceso de toma de decisiones deberán considerarse los efectos sociales y económicos asociados a la medida propuesta. Asimismo, deberá evaluarse la necesidad de la aplicación gradual de la decisión adoptada.
Gobernanza participativa	Participación: Incorporación formal, organizada y responsable de los actores en el proceso de adopción de medidas de conservación y manejo, que asegure el acceso a la información, así como su análisis y discusión y la transparencia en la adopción de decisiones. Corresponsabilidad: Debe haber un firme compromiso de todos los actores para cumplir con las decisiones adoptadas conforme a un procedimiento conocido, en el marco de conductas responsables. Equidad: Eliminar cualquier fuente de discriminación arbitraria en la obtención de oportunidades aplicando criterios que, en un marco de participación ciudadana, satisfagan las normas de la comunidad.
Beneficios económicos	Viabilidad social y económica: En el proceso de toma de decisiones deberán considerarse los efectos sociales y económicos asociados a la medida propuesta. Asimismo, deberá evaluarse la necesidad de la aplicación gradual de la decisión adoptada.
Equidad distributiva	Equidad: Eliminar cualquier fuente de discriminación arbitraria en la obtención de oportunidades aplicando criterios que, en un marco de participación ciudadana, satisfagan las normas de la comunidad.
Capacidades individuales y apoyo institucional	Institucionalización: El conjunto de procesos involucrados en el desarrollo de la política pesquera deberán situarse en un marco normativo adecuado para tal desarrollo, a partir de la estructuración de espacios e instancias públicas a las que se les atribuyen competencias explícitas, en los distintos niveles del gobierno pesquero y conforme a las distintas actividades a que los niveles se refieren.
Colaboración y coordinación dentro y entre las instituciones	Corresponsabilidad: Debe haber un firme compromiso de todos los actores para cumplir con las decisiones adoptadas conforme a un procedimiento conocido, en el marco de conductas responsables. Institucionalización: El conjunto de procesos involucrados en el desarrollo de la política pesquera deberán situarse en un marco normativo adecuado para tal desarrollo, a partir de la estructuración de espacios e instancias públicas a las que se les atribuyen competencias explícitas, en los distintos niveles del gobierno pesquero y conforme a las distintas actividades a que los niveles se refieren.
Marco regulatorio	Institucionalización: El conjunto de procesos involucrados en el desarrollo de la política pesquera deberán situarse en un marco normativo adecuado para tal desarrollo, a partir de la estructuración de espacios e instancias públicas a las que se les atribuyen competencias explícitas, en los distintos niveles del gobierno pesquero y conforme a las distintas actividades a que los niveles se refieren.
Manejo adaptativo	No se menciona.
Flexibilidad temporal y espacial	No se menciona.
El mejor conocimiento científico disponible	No se menciona.
Integración de los conocimientos tradicionales	No se menciona.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de FAO (2003), CBD (2004) y SUBPESCA (2007).

Como se desprende de la tabla anterior y, a diferencia del sistema AMERB (Cuadro N°3) y de los Comités de Manejo (Cuadro N°4), la PNP es el instrumento de gobernanza pesquera con menos dimensiones de EEP asociadas. Si bien la PNP menciona las dimensiones de protección del recurso y la conservación del sistema ecológico como parte de sus objetivos y establece la inclusión de componentes sociales y económicos (participación, equidad y viabilidad social y económica) en su desarrollo, criterios fundamentales del EEP como lo son la aplicación de un enfoque multiespecífico y el manejo adaptativo, están ausentes. Asimismo, y pese a que la PNP explicita las dimensiones de gobernanza participativa, colaboración y coordinación dentro y entre las instituciones, así como menciona las capacidades individuales y apoyo institucional (participación, corresponsabilidad, equidad e institucionalización) entre sus principios, la inclusión de criterios claves en la toma de decisiones como lo son la integración de los conocimientos tradicionales y el uso del mejor conocimiento científico disponible están ausentes, dejando en evidencia una falta de tratamiento explícito de criterios claves del EEP en la PNP. En ese sentido, de la lectura del espíritu de la PNP se desprende que esta no logra reflejar un mecanismo que integre de manera armónica los principios de sustentabilidad y enfoque ecosistémico con el crecimiento económico.

Esto confirma que las medidas del EEP a menudo no se incluyen en las agendas políticas ni se incorporan con la rapidez esperada en las políticas nacionales (Gelcich et al., 2018), incluso considerando que en el periodo entre 1995 y 2003 Chile firmó trece acuerdos internacionales que mencionaban algún aspecto del EEP, como el Sistema del Tratado Antártico (Gelcich et al., 2018), y por ende, existía un conocimiento sobre este enfoque y su importancia en la conservación y manejo sustentable de los recursos pesqueros.

Lo anterior llama la atención, ya que si el objetivo principal de la PNP es promover el desarrollo sustentable del sector pesquero (SUBPESCA, 2007), sus lineamientos deberían estar en concordancia con las dimensiones y principios del EEP, una práctica que es reconocida como la mejor para el manejo de la gobernanza oceánica (FAO, 2003). En el año 2017, la SUBPESCA elaboró una nueva PNP de características muy similares a la propuesta en 2007, la que aún no cuenta con un plan de implementación.

Desafíos y oportunidades para el fortalecimiento de los modelos de gobernanza en pesquerías artesanales

En Chile, una primera transformación hacia la aplicación de una gobernanza colaborativa tuvo lugar durante la década de 1990 en forma de un modelo de co-manejo, que dio lugar a un revolucionario sistema nacional que asigna derechos territoriales exclusivos de uso a las organizaciones de pescadores artesanales para el manejo de los recursos bentónicos (Gelcich et al., 2010). Más recientemente, Chile aprobó una nueva legislación que profundizó los mecanismos colaborativos en la gobernanza pesquera (Ley N°20.657 del año 2013). La creación de Comités de Manejo institucionalizó un modelo de administración policéntrico, aplicando el principio precautorio, y reconociendo la necesidad de transitar hacia la implementación de un manejo basado en el EEP. Un elemento clave de esta política fue la creación de los Comités Científicos, los cuales introducen criterios biológicos por sobre los políticos para la asignación de cuotas y límites máximos de extracción de los recursos pesqueros. En Chile, la transformación de la gobernanza pesquera ha exigido la adaptación de los roles y las funciones de las instituciones a los nuevos objetivos del enfoque ecosistémico, desafiando los conocimientos institucionales tradicionales y modificando las relaciones entre los agentes públicos y privados (Gelcich et al., 2019b).

En Chile, el sistema AMERB se ha consolidado luego de 30 años de implementación. Sin embargo, diversos estudios destacan importantes desafíos para su fortalecimiento (Gelcich et al., 2019a). En primer lugar, a pesar de los avances realizados, existen importantes vacíos de conocimiento. La mayor parte de los estudios se han realizado en AMERB en pleno funcionamiento, aunque cerca del 45% de las AMERB no se encuentran operativas o están en situación de abandono (Estévez et al., en preparación). En segundo lugar, aun no existe claridad sobre los determinantes de éxito de las AMERB como proveedoras de servicios ecosistémicos. Para esto es posible implementar análisis sobre nichos de innovación exitosos (*brightspots/darkspot*s) (Buschmann et al., 2019). Este tipo de análisis han sido utilizados_para abordar problemas de conservación en arrecifes de coral (Cinner et al., 2018). La investigación sobre nichos de innovación exitosos podría ser clave para identificar las características socio-ecológicas limitantes para el desarrollo de AMERB, y ayudar a identificar qué tipo de intervenciones son necesarias para abordar estas limitaciones (Davis et al., 2017). Por ejemplo, a través de la implementación de zonas de resguardo o reserva dentro de AMERB ha sido posible promover prácticas de protección, monitoreo y cumplimiento de reglas, reduciendo los niveles de extracción ilegal en estas áreas (Gelcich et al. en preparación). Identificar los determinantes de éxito de estas iniciativas permite generar aprendizajes que puedes ser replicados en otras zonas geográficas.

Adicionalmente, los Comités de Manejo se constituyen como un nuevo espacio de acción colectiva en el dominio en la esfera pública, en el cual los actores son convocados a tomar decisiones participativas para el manejo ecosistémico de un recurso pesquero. Sin embargo, en Chile se han identificado importantes dificultades para la implementación del EEP (Estévez y Gelcich, 2021). Por un lado, en Chile existen importantes brechas socio-económicas entre los actores del sistema pesquero, generándose una distribución inequitativa de los beneficios generados por la extracción y comercialización de los recursos marinos. Por otro lado, en Chile existen importantes limitaciones en las capacidades técnicas, debilidades institucionales, disponibilidad de recursos y coordinación entre instituciones para liderar procesos participativos en la administración de los recursos pesqueros (Estévez y Gelcich, 2021). En este sentido, los desafíos para la implementación del EEP van más allá de las ciencias naturales y entran en el ámbito de las humanidades y las ciencias sociales (Jentoft, 2006; Paterson et al., 2010).
La aplicación del EEP requiere incorporar las dimensiones sociales y humanas en la administración de las pesquerías (FAO, 2008; Fulton et al., 2011; Rice, 2011). La comprensión de los componentes humanos de las pesquerías requiere un enfoque multidisciplinario, que involucra costos económicos y desafíos institucionales (Paterson et al., 2010). Sin embargo, en Chile el marco regulatorio no define metodologías comunes para incluir los objetivos sociales en los planes de manejo. Más aún, los procesos de participación y definición de objetivos sociales promovidos en los Comités de Manejo se ven obstaculizados por la falta de preparación de los equipos encargados de facilitar la toma de decisiones colectivas, sin protocolos validados para la resolución de conflictos (Estévez y Gelcich, 2021). Adicionalmente, la facilitación de los Comités de Manejo ha generado un aumento de la carga de trabajo de los funcionarios públicos, que se ven expuestos a estrés y desgaste emocional (Estévez y Gelcich, 2021).

La magnitud de los desafíos que involucra la implementación del EEP muestra la contribución que una Política Nacional puede hacer, especialmente en términos de lograr que todas las dimensiones y actores involucrados generen una visión y hoja de ruta común. La experiencia comparada nos muestra que una Política Nacional, a lo largo de toda su vida, debe contar con una amplia participación e involucramiento de diversos actores si quiere asegurar la legitimidad y validación social, política y técnica necesaria a su génesis e implementación.

En su creación, por ejemplo, una Política Nacional debe ser desarrollada mediante un proceso de discusión amplio, convocando a los actores relevantes del sector público, la industria, la academia, la sociedad civil, las regiones y la ciudadanía en general, permitiendo contar con una Política de largo plazo con validación social, política y técnica. La presencia de iniciativas de participación inherentes a una Política Nacional, centradas en la generación de procesos inclusivos, de carácter multisectorial y multinivel (distintos niveles de gobierno; central, regional y local/municipal) que contemplan la injerencia de distintos grupos de interés permite contribuir al desarrollo de un sector que es de especial importancia para un país. A su vez, una participación interdisciplinaria, amplia y permanente promete, entre otras cosas, aportar legitimidad al desarrollo del sector mediante la entrega a las partes interesadas y a los ciudadanos de un acceso justo, equilibrado e igualitario a los procesos políticos mediante la elevación de la transparencia; el rendimiento de cuentas por parte de los agentes (especialmente el Estado) a los ciudadanos, miembros o agentes interesados y, al permitir que la voz de los agentes no estatales se escuche y se tenga en cuenta en la adopción de decisiones políticas (Hogl et al., 2012).

Internacionalmente, superar limitaciones en la capacidad institucional se ha considerado clave para la implementación del EEP (Arkema et al., 2006; Shannon et al., 2010). Similarmente, en Chile se ha reportado una baja capacidad de coordinación efectiva entre las instituciones responsables del manejo pesquero para la implementación del EEP, así como un escaso acceso a espacios de aprendizaje de buenas prácticas entre los funcionarios públicos (Estévez y Gelcich, 2021). El desafío consiste en involucrar coordinadamente a múltiples sectores que tienen diferentes roles en el manejo pesquero, tanto públicos como privados (Pomeroy et al., 2015), proceso que puede ser articulado en el marco del desarrollo y especialmente de la implementación de la PNP En particular, las políticas nacionales una vez promulgadas normalmente van acompañadas de una hoja de ruta que establece los objetivos a cumplir, las acciones para alcanzarlos, los actores encargados de llevar a cabo tales acciones y los plazos correspondientes. Un Hoja de Ruta de facto articula y facilita la necesaria coordinación de la diversidad de actores que constituyen el ecosistema pesquero. Esto sin dudas es de vital importancia para un sector que, como el pesquero, depende de un ecosistema complejo de instituciones, regulaciones y funciones gubernamentales para lograr operar de manera eficiente.

En línea con lo anterior, una Hoja de Ruta establece claramente el rol que tiene cada actor y sus tareas, contribuyendo a una coordinación efectiva y un trabajo cohesionado de los actores del sector pesquero, tanto públicos como privados. Por último, la importancia de potenciar la coordinación y cooperación eficaz radica en que estas contribuyen a la legitimidad a través de un mejor intercambio de información, la posibilidad de dar retroalimentación, el arbitraje de conflictos y el establecimiento de prioridades conjuntas (Metcalfe, 2001). Además, una coordinación exitosa conduce a una menor redundancia y a políticas coherentes sin lagunas normativas, lo que a la larga genera una estrategia política comprensible y coherente (Peters, 1986).

Sumado a lo anterior, las Políticas Nacionales generan procesos y cambios internos en el estado mismo (Oszlak y O'Donnell, 1995) que son claves para acortar brechas de coordinación y definir metas en torno al EEP. Dichos cambios son de dos tipos: horizontales y verticales. Los primeros guardan relación con la tomas y reajustes de posición de otras unidades institucionales, mientras que los segundos consisten principalmente en la atribución de competencias y en la asignación de recursos (tiempo, personal, dinero, equipo) a unidades formalmente dependientes de las que adoptó la política. Estos efectos verticales producen cristalizaciones institucionales; de aparatos burocráticos o adjudicación de nuevas funciones a organismos preexistentes, que quedan encargados del tratamiento y de la eventual resolución de conflictos que puedan surgir de la política estatal misma. Estos cambios verticales asociados a la generación de una política nacional que vele por la implementación del enfoque ecosistemico garantizaría una construcción institucional que consolide el largo aliento de los pilares y acciones establecidos por la propia política (Cueto y Guardamanga, 2012).

Al igual que Chile, diversos países han introducido modificaciones en sus cuerpos normativos para incorporar los principios del EEP, aunque con diferentes nomenclaturas y perspectivas (Jennings y Rice, 2011). Especialmente relevantes son las experiencias de Canada (Fisheries and Oceans Canada, 2002), Australia (Fletcher et al., 2003) y la Unión Europea (Jennings y Rice, 2011). Aunque las modificaciones a la LGPA en el año 2013 incluyeron el EEP como mandato, persisten algunas omisiones que dificultan su aplicación efectiva (Gelcich et al., 2019b). Especialmente la necesidad de aclarar los alcances del EEP en la administración de las pesquerías en Chile, y herramientas concretas que faciliten su aplicación en la elaboración de planes de manejo pesquero. En este sentido, metodologías multi-criterio para la planificación en la pesca artesanal pueden ser aproximaciones innovadoras para fortalecer la aplicación del EEP (Estévez et al., 2020). El fortalecimiento de los modelos de gobernanza es clave para el futuro de la pesca artesanal en Chile. La implementación efectiva de una PNP que incluya los elementos de EEP puede tener como consecuencia mayor flexibilidad en el tiempo (Voß et al., 2009), permitiendo integrar el EEP a lo largo del tiempo (Cueto y Guardamanga, 2012).

Reflexión final

El fortalecimiento de los modelos de gobernanza y la promoción del EEP es fundamental para el manejo sustentable en el sistema pesquero artesanal. El sistema AMERB ha situado a Chile en la vanguardia para la implementación de políticas que otorgan derechos territoriales exclusivos para la pesca artesanal. Diversos estudios muestran que los resultados del sistema AMERB son heterogéneos, reportándose avances en la implementación del EEP, en dimensiones como protección de los recursos pesqueros, la conservación del sistema ecológico, y la inclusión del conocimiento tradicional y científico en la administración de las AMERB. Sin embargo, también se identifican brechas para la aplicación del EEP, particularmente en el manejo adaptativo para enfrentar diferentes estresores regionales y globales.

Por otro lado, los Comités de Manejo se constituyen como nuevos espacios de administración participativa de los recursos pesqueros, fortaleciendo los mecanismos de gobernanza colaborativa. En paralelo, la creación de los Comités Científicos permitió la institucionalización del uso de la información científica para la toma de decisiones en la administración de las pesquerías. Los Comités de Manejo han generado oportunidades para la promoción del EEP. En particular, se ha promovido una mirada multiespecífica en algunos Comités de Manejo, se incluyen mecanismos para la participación de los pescadores en la toma de decisiones, y se fortalece el manejo adaptativo a través del aprendizaje y el monitoreo. Sin embargo, aún es necesario abordar importantes brechas, como la implementación de mecanismos efectivos para la conservación del sistema ecológico, la consideración efectiva de objetivos sociales en el manejo, el fortalecimiento de capacidades individuales e institucionales para de la colaboración y coordinación entre las instituciones del Estado en la administración de las pesquerías.

La importancia de contar con una PNP en un país pesquero como Chile es evidente, sobre todo donde el sector pesquero artesanal es económica y socialmente relevante. Este sector muestra grados crecientes de profesionalismo y de conciencia en el cuidado del medio ambiente (de hecho muchas organizaciones de pescadores han orientado su actividad comercial hacia el rubro turístico, minimizando la actividad pesquera, tales como en la caleta Zapallar o Quintay en la Región de Valparaíso o en caleta Punta Choros en la Región de Coquimbo o caleta Piñihuil, en la Región de Los Lagos). Considerando lo anterior y los desafíos pendientes de la PNP vigente, es fundamental considerar que un necesario proceso de actualización de la PNP debiera realizarse considerando los siguientes elementos de proceso y contenido:

Con respecto a lo elementos de proceso: (i) Un proceso participativo e inclusivo de todos los actores relevantes,

(ii) Un proceso transparente con altos estándares de acceso a información, iii) Un proceso que considere una detallada hoja de ruta que permita maximizar las posibilidades de implementación de la PNP explicitando claramente los objetivos, responsabilidades y plazos para su cumplimiento.

Con respecto a los elementos de contenidos: (i) Actualización en coherencia con los compromisos y políticas internacionales en la materia: Una PNP da la posibilidad de sincronizar las políticas nacionales de desarrollo y protección del medio ambiente con las políticas y metas mundiales para el planeta (por ejemplo los Objetivos Desarrollo Sostenible de la ONU, meta 14), (ii) Aplicar el Enfoque Precautorio y Ecosistémico (EEP): Una PNP hace factible definir un marco normativo para la protección y sostenibilidad de las pesquerías, permitiendo la aplicación adecuada del enfoque precautorio y ecosistémico en la toma de decisiones de la administración pesquera, (iii) Fortalecer la transparencia y acceso a información que permita el funcionamiento correcto y transparente del mercado, desarrollando procesos de comunicación efectiva entre los agentes de interés que participan en las pesquerías (sector privado y público), (iv) Impulsar el Desarrollo Sostenible cautelando el incremento del crecimiento económico sin comprometer la sustentabilidad del ambiente y los recursos, la sustentabilidad ambiental sin comprometer el bienestar de los pescadores(as) y la equidad social sin comprometer la eficiencia económica-social y la gobernanza (González et al., 2013), (v) Fortalecer la institucionalidad pesquera, anclada fuertemente en la generación de conocimiento (investigación y formación) y alianzas público privadas, y su regulación.

Considerando lo anterior, la actualización de la PNP vigente (2007) (SUBPESCA, 2007) es fundamental justamente porque la existente carece de una hoja de ruta que permita una razonable implementación. Hoy existe un esfuerzo formal por actualizar la PNP enfatizando la dimensión de sostenibilidad de las pesquería, enmarcada en un indicador institucional de la SUBPESCA llamado Meta de Convenio de Desempeño Colectivo. Dichas metas de gestión son un instrumento oficial que define las metas para los funcionarios que integran los distintos equipos de trabajo dentro de la SUBPESCA[8].

En este capítulo se concluye que las políticas nacionales tienen un rol fundamental para impulsar el EEP y el manejo sustentable de las pesquerías. Las Políticas Nacionales permiten entregar una visión común, establecer orientaciones y metas, y acordar un plan de implementación, para el desarrollo de un sector relevante de un país. En el caso del sector pesquero chileno, contar con una Política Nacional actualizada, elaborada bajo un amplio proceso participativo - que involucre a todos los actores relevantes del sector - y que su vez cuente con una Hoja de Ruta clara, contribuirá a enfrentar algunos de los principales desafíos que enfrentan hoy los instrumentos de gobernanza pesquera de Chile. A su vez, la discusión nacional que la creación de la Política Nacional requerirá brindará una oportunidad única de incorporar de manera completa los principios del EEP, dotando al sector de una estrategia para el manejo integrado de los recursos, que entregue criterios de sostenibilidad e inclusión y contribuya a la competitividad económica del país.

8 Hoy las instituciones del sector público pesquero han entendido como lineamiento políticos de su rol, las leyes y normativa pesqueras, generadas a partir de la creación de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en 1976 y simultáneamente el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, por efecto del Decreto Ley Nº 1.626, del 21 de diciembre de 1976, dependiente en la actualidad del Ministerio de Economia, Fomento y Turismo.

Referencias Bibliográficas

ABURTO, J., GALLARDO, G., STOTZ, W., CERDA, C., MONDACA-SCHACHERMAYER, C., & VERA, K. Territorial user rights for artisanal fisheries in Chile-Intended and unintended outcomes. Ocean & Coastal Management, 2013, N°71, p. 284-295.

ABURTO, J., & STOTZ, W. Learning about TURFs and natural variability: Failure of surf clam management in Chile. Ocean & Coastal Management, 2013, N°71, p. 88–98.

AGRAWAL, A., & LEMOS, M. C. ¿A Greener Revolution in the Making? Environmental Governance in the 21st Century. Environment: Science and Policy for Sustainable Development, 2007, N°49, p. 36-45.

ARIZ, L., FIGUEROA, L., ROMERO, P., y WILSON, A. Programa de Seguimiento de pesquerías bajo régimen Áreas de Manejo, 2016-2017. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile, 2017.

ARKEMA, K.K., ABRAMSON, S.C., & DEWSBURY, B.M. Marine ecosystem-based management: From characterization to implementation. Frontiers in Ecology and the Environment, 2006, N°4, p. 525–532.

ANSELL, C., & GASH, A. Collaborative governance in theory and practice. Journal of Public Administration Research and Theory, 2008, N°18, p. 543-571.

BUSCHMANN, A.H., GELCICH, S., DÍAZ, P., ESTÉVEZ, R.A., HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M.C., LAGOS, N., LARDIES, M., MARTÍNEZ-HARMS, M.J., PEREDA, S.V. y PULGAR, J. Acuicultura, pesca y biodiversidad en ecosistemas costeros de Chile. Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación., Santiago, 2019.

CASTILLA, J.C., MANRÍQUEZ, P., ALVARADO, J., A. ROSSON, PINO, C., ESPOZ, C., SOTO, R., OLIVA, D. & DEFEO, O. Artisanal "Caletas" as units of production and comanagers of benthic invertebrates in Chile. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1998, N°125, p. 497-413.

CASTILLA, J.C. Fisheries in Chile: small pelagic, management, rights, and sea zoning. Bulletin of Marine Science, 2010, N°86, p. 221-234.

CBD. CBD Guidelines: The Ecosystem Approach; Convention on Biological Diversity (CBD): Montreal, QC, Canada, 2004.

CINNER, J.E., ADGER, W.N., ALLISON, E.H., BARNES, M.L., BROWN, K., COHEN, P.J., GELCICH, S., HICKS, C.C., HUGHES, T.P., LAU, J., MARSHALL, N.A. & MORRISON, T.H. Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. Nature Climate Change, 2018, N°8, p. 117-123.

CUETO, W., y GUARDAMAGNA, M. ¿Hay políticas de Estado en la Argentina? aproximaciones a un concepto. DAAPGE, 18, 2012, p. 7-26.

EMERSON, K., NABATCHI, T., & BALOGH, S. An Integrative Framework for Collaborative Governance. Journal of Public Administration Research and Theory, 2011, N°22, p. 1-29.

ESTÉVEZ, R.A., & GELCICH, S. Public Officials' Knowledge of Advances and Gaps for Implementing the Ecosystem Approach to Fisheries in Chile. Sustainability, 2021, N°13, p. 2703.

ESTÉVEZ, R.A., VELOSO, C., JEREZ, G., y GELCICH, S. A participatory decision making framework for artisanal fisheries collaborative governance: Insights from management committees in Chile. Natural Resources Forum, 2020, N°44, p. 144-160.

ESTÉVEZ, R.A., & GELCICH, S. Collective action spaces and transformations in the governance of fisheries resources: towards democratic and deliberative management. En: Ruiz, M., Oyanedel, R. and Monteferri, B. Marine and Fisheries Polices in Latin America: A comparison of selected countries. Routledge, 2020, p. 138-148.

ESTÉVEZ, R.A., MARTÍNEZ, P., SEPÚLVEDA, M., AGUILERA, G., RAUCH, M. y GELCICH, S. Gobernanza y participación en las áreas silvestres protegidas: desafíos para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) de Chile. En: Cerda, C., Silva, E., Briceño, C. (Eds.). Naturaleza en Sociedad: Una mirada a la Dimensión Humana de la Conservación de la Biodiversidad. Editorial Ocho Libros, Santiago, 2019.

FAO. The Ecosystem Approach to Fisheries: Issues, Terminology, Principles, Institutional Foundations, Implementation and Outlook; Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO): Rome, Italy, 2003.

FAO. Human Dimensions of the Ecosystem Approach to Fisheries: An Overview of Context, Concepts, Tools and Methods; Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO): Rome, Italy, 2008.

FAO. Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina. in: Defeo, O. (Ed.), Documento Técnico de Pesca y Acuicultura. FAO, Roma, Italia, 2015.

FAO. Asistencia para la revisión de la Ley General de Pesca y Acuicultura, en el marco de los instrumentos, acuerdos y buenas prácticas internacionales para la sustentabilidad y buena gobernanza del sector pesquero. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Santiago, Chile, 2016, p. 133.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action; Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO): Rome, Italy, 2020.

Fisheries and Oceans Canada. Policy and Operational Framework for Integrated Management of Estuarine, Coastal and Marine Environments in Canada; Fisheries and Oceans Canada: Ottawa, ON, Canada, 2002.

FLETCHER, W., CHESSON, J., SAINSBURY, K., HUNDLOE, T., y FISHER, M. National ESD Reporting Framework for Australian Fisheries: The ESD Assessment Manual for Wild Capture Fisheries; FRDC Project 2002/086; Ecologically Sustainable Development, and Fisheries Research & Development Corporation: Canberra, Australia, 2003.

FOLKE, C., CARPENTER, S., WALKER, B., SCHEFFER, M. y ROCKSTRÖM, J. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. Ecology and Society, 2010, Vol. 15, N°4, Article 15.

FULTON, E.A., SMITH, A.D.M., SMITH, D.C., & VAN PUTTEN, I.E. Human behaviour: The key source of uncertainty in fisheries management. Fish and Fisheries, 2011, N°12, p. 2-17.

GELCICH, S., EDWARDS-JONES, G., KAISER, M.J., & WATSON, E. Using Discourses for Policy Evaluation: The Case of Marine Common Property Rights in Chile. Society and Natural Resources, 2005, N°18, p. 377-391.

GELCICH, S., EDWARDS-JONES, G., KAISER, M.J., & CASTILLA, J.C. Co-management Policy Can Reduce Resilience in Traditionally Managed Marine Ecosystems. Ecosystems, 2006, N°9, p. 951-966.

GELCICH, S., HUGHES, T.P., OLSSON, P., FOLKE, C., DEFEO, O., FERNANDEZ, M., FOALE, S., GUNDERSON, L.H., RODRIGUEZ-SICKERT, C., SCHEFFER, M., STENECK, R.S., & CASTILLA, J.C. Navigating transformations in governance of Chilean marine coastal resources. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2010, N°107, p. 16794-16799.

GELCICH, S., FERNÁNDEZ, M., GODOY, N., CANEPA, A., PRADO, L., & CASTILLA, J. Territorial User Rights for Fisheries as Ancillary Instruments for Marine Coastal Conservation in Chile. Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology, 2012, N°26.

GELCICH, S. Towards polycentric governance of small-scale fisheries: insights from the new 'Management Plans' policy in Chile. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 2014, N°24, p. 575-581.

GELCICH, S., REYES-MENDY, F., ARRIAGADA, R., & CASTILLO, B. Assessing the implementation of marine ecosystem based management into national policies: Insights from agenda setting and policy responses. Marine Policy, 2018, N°92, p. 40-47.

GELCICH, S., MARTÍNEZ-HARMS, M.J., TAPIA-LEWIN, S., VASQUEZ-LAVIN, F., & RUANO-CHAMORRO, C. Comanagement of small-scale fisheries and ecosystem services. Conservation Letters, 2019a, N°12, p. e12637.

GELCICH, S., REYES-MENDY, F., & RIOS, M.A. Early assessments of marine governance transformations: insights and recommendations for implementing new fisheries management regimes. Ecology and Society, 2019b, Vol. 24, N°1, p. 12.

GUNDERSON, L.H., & HOLLING, C.S. Panarchy: understanding transformations in human and natural systems. Island Press, Washington, 2002.

HIRIART-BERTRAND, L., SILVA, J.A. & GELCICH, S. Challenges and opportunities of implementing the marine and coastal areas for indigenous peoples policy in Chile. Ocean & Coastal Management, 2020, N°193, p.105233.

HOGL, K., KVARDA, E., NORDBECK, R., & PREGERNIG, M. Legitimacy and effectiveness of environmental governance: concepts and perspectives. En K. Hogl, E. Kvarda, R. Nordbeck y M. Pregernig. (Eds). Environmental Governance: The Challenge of Legitimacy and Effectiveness, 2012, p. 1-26.

JENNINGS, S., & RICE, J. Towards an ecosystem approach to fisheries in Europe: A perspective on existing progress and future directions. Fish and Fisheries, 2011, N°12, p.125-137.

JENTOFT, S. Beyond fisheries management: The Phronetic dimension. Marine Policy 2006, N°30, p. 671-680.

LEAL, C. P., QUIÑONES, R. A., & CHAVEZ, C. What factors affect the decision-making process when setting TACs? The case of Chilean fisheries. Marine Policy, 2010, N°34, p.1183-1195.

MENDEZ-MEDINA, C., SCHMOOK, B., BASURTO, X., FULTON, S., & ESPINOZA-TENORIO, A. Achieving coordination of decentralized fisheries governance through collaborative arrangements: A case study of the Sian Ka'an Biosphere Reserve in Mexico. Marine Policy, 2020, N°117, p.11.

MELTZOFF, S., LICHTENSZTAJN, Y., & STOTZ, W. Competing visions for marine tenure and co-management: Genesis of a marine management area system in Chile. Coastal Management., 2002, N°30, p.85-99.

METCALFE, L. ¿Reforming European governance: old problems or new principles? International Review of Administrative Sciences, 2001, Vol. 67, N°3, p. 41-43.

MOLINA, P., OJEDA, F. P., ALDANA, M., PULGAR, V. M., ROBERTO GARCÍA-HUIDOBRO, M., & PULGAR, J. Spatial and temporal variability in subtidal macroinvertebrates diversity patterns in a management and exploitation area for benthic resources (MEABRs). Ocean & Coastal Management, 2014, N°93, p. 121-128.

NUNAN, F. Navigating multi-level natural resource governance: an analytical guide. Natural Resources Forum, 2018, N°42, p. 159-171.

OSTROM, E. Understanding institutional diversity. Princeton University Press, Princeton, 2005.

OSTROM, E. Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. Cambridge University Press, New York, 1990.

OSZLAK, O., y O'DONNELL, G. Estado y política en América Latina: hacia una estrategia de investigación. Redes, 1995, Vol. 2, N°4, p. 99-128.

PATERSON, B., ISAACS, M., HARA, M., JARRE, A., & MOLONEY, C.L. Transdisciplinary co-operation for an ecosystem approach to fisheries: A case study from the South African sardine fishery. Marine Policy, 2010, N°34, p. 782-794.

PEÑA-TORRES, J. The Political Economy of Fishing Regulation: The Case of Chile. Marine Resource Economics, 1997, N°12, p. 253-280.

PETERS, G. American Public Policy: Promise and Performance. 2nd ed., Chatham, NJ:Chatham House Publishers, Inc. 1986.

POMEROY, R., PHANG, K.H.W., RAMDASS, K., SAAD, J.M., LOKANI, P., MAYO-ANDA, G., LORENZO, E., MANERO, G., MAGUAD, Z., PIDO, M.D., ET AL. Moving towards an ecosystem approach to fisheries management in the Coral Triangle region. Marine Policy, 2015, N°51, p. 211-219.

RICE, J. Managing fisheries well: Delivering the promises of an ecosystem approach. Fish and Fisheries, 2011, N°12, p. 209-231.

RUDOLPH, T.B., RUCKELSHAUS, M., SWILLING, M., ALLISON, E.H., ÖSTERBLOM, H., GELCICH, S., & MBATHA, P. A transition to sustainable ocean governance. Nature Communications, 2020, N°11, p. 3600.

SERNAPESCA. Anuario Estadística de Pesca y Acuicultura 2019. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), Chile, 2019.

SERNAPESCA. Anuario Estadística de Pesca y Acuicultura 2020. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), Chile, 2020.

SHANNON, L.J., JARRE, A.C., & PETERSEN, S.L. Developing a science base for implementation of the ecosystem approach to fisheries in South Africa. Progress in Oceanography, 2010, N°87, p. 289-303.

Subsecretaría de Pesca. Política de Desarrollo de la Pesca Artesanal, 1995.

SUBPESCA. Política Nacional Pesquera. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Chile, 2007.

VOß, J., SMITH, A., & GRIN, J. Designing long-term policy: rethinking transition management. Policy Sciences, 2009, N°42, p. 275-302.

VON BAER, H., TOLOZA, I., y TORRALBO, F. Fundamentos y Propuestas para construir una Política de Estado (2014-2030) y un Nuevo Programa de Gobierno (2014-2018) en Descentralización y Desarrollo Territorial. Consejo Nacional para la Regionalización y Descentralización, CONAREDE, 2013.

WALKER, B., ABEL, N., ANDERIES, J., & RYAN, P. Resilience, Adaptability, and Transformability in the Goulburn-Broken Catchment, Australia. Ecology and Society, 2009, N°14.

WALKER, B., HOLLING, C.S., CARPENTER, S.R., & KINZIG, A.P. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. Ecology and Society, 2004, N°9, p. 9.

5.5.

Incidencia de la regulación de la pesca y la acuicultura en una futura Ley de Costas

Impact of the regulation of fisheries and aquaculture on a future Coastal Law

Jessica Fuentes Olmos[1]

RESUMEN

La normativa pesquera y de acuicultura contempla una serie de categorías vinculadas al uso de espacios de la zona costera. Dichas categorías tienen diverso alcance, verificándose meras preferencias de uso entre agentes de la actividad pesquera, el establecimiento de áreas protegidas, así como la entrega de derechos de uso exclusivo de ciertas áreas y el otorgamiento de concesiones para el desarrollo de la actividad de acuicultura, todo lo cual determina la existencia de derechos de diverso contenido. En una futura ley de costas es importante establecer la forma de conciliar los diversos intereses y conflictos de uso que ha acarreado la normativa pesquera y de acuicultura, así como resolver problemas derivados de la inorgánica, parcial y sucesiva legislación que ha dejado vacíos y dudas y que solo han acentuado los problemas de gobernanza en la zona costera. La determinación de un marco conceptual en el que la zona costera sea un espacio de manejo integrado orientado por los principios de desarrollo sostenible y con respeto a la forma de vida de las comunidades costeras, debe contemplar la necesaria gradualidad para generar un ordenado y transparente tránsito hacia la nueva normativa que se dicte.

Palabras clave: regulación pesquera, derechos de uso territorial, concesiones, ley de costas.

ABSTRACT

The Chilean rules and regulations for fisheries and aquaculture consider different types of use of space in coastal areas. Those types have diverse scope, from simple preferences of use between agents of fishing operations or creation of protected areas to the granting of exclusive use rights of certain areas and concessions for the development of aquaculture activity, all of which leads to it existing rigths with diverse content. A future Coastal Act should play a key role in establishing mechanisms for the conciliation of these differents interests and conflicts of use that the fisheries and aquaculture regulations have caused. It should also fill the gaps and uncertainties caused by an inorganic, partial and successive legislation, which has only increased governance problems in national coastal areas. A new conceptual framework is needed in which coastal zones are viewed as integrated management spaces oriented by principles of sustainable development and with respectful to the way of life of coastal communities. The determination of this new framework should take into consideration the necessary gradualness to generate an orderly and transparent transit towards the new legislation is enforced.

Key words: fisheries regulations, territorial use rights, concessions, Coastal Law.

1 Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Introducción

Hace cuarenta años atrás la zona costera chilena se veía como un área infinita, poco explorada y explotada, donde ciertas las actividades económicas podían extenderse para brindar ingreso y bienestar a las comunidades residentes. En la década de los años noventa y con mayor entusiasmo que consciencia acerca de los impactos medioambientales, sociales y políticos que podrían surgir, se empezó a dictar una normativa en materia de pesca y de acuicultura que priorizaba el desarrollo de tales actividades económicas. Por tal motivo, la ley crea diversas instituciones de acceso al borde costero, cuestión que, en principio, tiene por objeto la explotación, conservación o cultivo de recursos hidrobiológicos pero que traen aparejados efectos respecto de los terceros que no ejercen dichas actividades.

De allí que la ley de pesca y acuicultura crea, en un primer nivel, prohibiciones totales, restricciones y preferencias de acceso a ciertas áreas, con diversos objetivos: parques marinos para preservar unidades ecológicas, reservas marinas para resguardar áreas o procesos clave para los recursos pesqueros y área de reserva de la pesca artesanal a la que no tiene acceso la pesca industrial y, por ende, elimina la competencia entre ambos tipos de usuarios. Dichas prohibiciones, restricciones y preferencias de acceso no implican la asignación de derechos a titular alguno y la exclusión de uso se da respecto de todos o de una categoría de usuarios.

A lo anterior se adiciona un segundo nivel de exclusiones de terceros donde aparece la institución de la asignación, esto es, la entrega en exclusividad de ciertas áreas para la explotación por un titular de los recursos en ellas (áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos) o para el uso y goce de la columna de agua y el fondo marino que ampare un cultivo de recursos hidrobiológicos (concesión de acuicultura). En estos casos siempre hay un titular del área que excluye del uso de la misma a todos los demás.

Fuera de la ley de pesca y acuicultura, pero vinculados a potenciales usos pesqueros y de acuicultura, aparecen también el espacio costero marino de pueblos originarios y las caletas pesqueras, cuyo contenido de uso es más amplio, aunque la entrega del área de borde costero tiene una estructura jurídica similar a la correspondiente a las áreas de manejo. Todas estas instituciones habilitan una serie de actividades que empiezan a entrar en conflicto entre ellas y con otras actividades como el turismo, debido a la competencia por el espacio disponible, la incompatibilidad de usos en una misma área, el procedimiento de otorgamiento de las diversas figuras y la diferente naturaleza de los derechos que cada una de ellas otorga, la alteración de la forma de vida de las comunidades costeras por las externalidades negativas de ciertas actividades, el no reconocimiento de prácticas culturales y ancestrales, entre otras razones.

Así las cosas, y pese a contar con una Política Nacional de Uso del Borde Costero desde 1994[2], los conflictos comienzan a multiplicarse, profundizarse y complejizarse por la progresiva entrega de derechos de uso excluyentes sobre el borde costero y la dictación de nueva normativa que, sin contemplar mecanismos institucionales de resolución de conflictos, agudizan la presión sobre la zona costera con objetivos superpuestos o derechamente contradictorios.

Atendido lo anterior, pretendo en el presente capítulo dar cuenta de la normativa de pesca y acuicultura vigente y que determina un estado de situación que debería ser tomado en consideración a la hora de dictar una ley de costas en Chile, particularmente porque ello puede implicar un cambio de régimen para las actividades económicas y para las comunidades costeras que debería ser planteado por la nueva ley mediante disposiciones transitorias que contemplen la gradualidad necesaria para evitar perjuicios en exceso gravosos, particularmente para las comunidades costeras que viven de tales actividades.

De esta manera, en este capítulo abordaré inicialmente el marco conceptual en que distinguiré entre borde costero y zona costera, y entre preferencias de uso, áreas protegidas, derechos de uso territorial y concesiones, a fin de ordenar sistemáticamente las instituciones contempladas en la LGPA[3]; a continuación, me referiré a las preferencias de uso que contempla la normativa pesquera para explicar adecuadamente su alcance; luego abordaré las áreas marinas protegidas contempladas en la LGPA y expondré las categorías de otorgamiento de derechos de uso territorial, en donde pese a no encontrarse dentro de la LGPA incluiré los espacios costeros marinos de pueblos originarios[4] y las caletas pesqueras[5] por la posibilidad de contemplar igualmente usos pesqueros y de acuicultura; para terminar con la revisión de la concesión de acuicultura y una breve referencia a la concesión marítima en cuanto esta última ampara actividades complementarias de la actividad de acuicultura.

A partir de tal análisis, plantearé los principales conflictos surgidos en el tiempo con ocasión de las diversas categorías estudiadas y culminaré con los elementos que en mi concepto deberían ser tomados en cuenta al momento de dictar una nueva ley de costas considerando el estado actual de las instituciones de uso del borde costero basadas en la normativa pesquera y de acuicultura.

2 Establecida por D.S. Nº475, de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional.
3 Aludiré a la LGPA para referirme a la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº18.892 cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por D.S. Nº430, de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
4 Categoría establecida por la Ley Nº20.249 que crea el Espacio Costero Marino de Pueblos Originarios.
5 Categoría establecida por la Ley Nº21.027 que regula el desarrollo integral y armónico de las caletas pesqueras a nivel nacional.

Marco conceptual

Lo primero que debe aclararse son los términos de borde costero y zona costera. El primero fue utilizado en la Política Nacional de Uso del Borde Costero y actualmente se encuentra en el reglamento de concesiones marítimas[6]. En dicho cuerpo normativo se indica que el borde costero es la franja del territorio que comprende la costa marina, fluvial y lacustre y el mar territorial de la República, que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. Se entenderá por mar territorial aquel que se encuentra definido en el artículo N°593 del Código Civil[7]. A estos efectos, están sometidos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio antes indicado los terrenos de playa, de las playas, rocas, porciones de agua y fondo de mar, dentro y fuera de las bahías del mar territorial que corresponde a las 12 millas marinas medidas desde las líneas de base, así como los ríos y lagos navegables por buques de más de 100 toneladas[8]. Se critica este concepto por lo limitado de su aplicación (Andrade et al., 2008).

La zona costera, en cambio, es un concepto más bien científico-técnico, que sin establecer un área claramente delimitada se refiere a todo el ámbito de interacción física, biológica y también antrópica entre los ambientes terrestre y marino (Andrade et al., 2008). La gran complejidad inherente al concepto se explica porque en la formación de la zona costera intervienen una gran variedad de factores naturales, entre ellos tectónicos, hidrodinámicos, geomorfológicos que actúan en diferentes escalas de tiempo (Martínez et al., 2019).

De lo dicho puede concluirse que el concepto de borde costero es de carácter jurídico y que determina el régimen[9] aplicable a un determinado espacio de la zona costera, siendo esta última, en cambio, imposible de delimitar dado que las interacciones entre sus componentes dan cuenta de un proceso en permanente cambio y con influencias de un sinnúmero de variables a las que no es posible imponer fronteras.

Por su parte, denominaremos preferencias de uso en materia de pesca a las reglas que establecen la exclusión del ejercicio de una actividad sobre un área determinada, cuyo objetivo es privilegiar el ejercicio de otra u otras actividades en la misma área. Así por ejemplo, conocidas son las preferencias de uso que en su momento se establecieron en la zonificación del borde costero de la región de Aysén[10]. En este caso, me referiré a las preferencias de uso en materia de pesca.

En materia de área protegida, utilizaré la definición empleada en el Convenio de Diversidad Biológica, que indica que es un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación[11]. Sin perjuicio que en este capítulo nos referiremos solo a los parques marinos y reservas marinas, por tratarse de las categorías que se encuentran dentro de la LGPA.

Por otro lado, debe aclararse el marco jurídico en que se enmarca la entrega que realiza el Estado a ciertos particulares de determinados espacios del borde costero para los más diversos objetivos, de modo de describir adecuadamente el alcance de los derechos otorgados y los deberes adquiridos en virtud de dicha entrega.

A tales efectos, debemos considerar, en primer lugar, el artículo 19 Nº23 de la Constitución Política del Estado. En ella se indica que se garantiza a todas las personas *"La libertad para adquirir el dominio de toda clase de bienes, excepto aquellos que la naturaleza ha hecho comunes a todos los hombres o que deban pertenecer a la Nación toda y la ley lo declare así"*[12]. A partir de dicho precepto es que se ha entendido que el aire, que es común a todos los hombres, no puede ser objeto de apropiación privada (al menos por ahora) y por ello queda excluido de esta libertad de acceso al dominio. Conforme lo señala la misma disposición, tampoco pueden ser objeto de apropiación privada los que deban pertenecer a la Nación toda, lo que debe ser declarado por la ley. En este contexto, el Código Civil en su artículo N°589 declara el mar adyacente y sus playas como bienes nacionales de uso público o bienes públicos, esto es, cuyo uso pertenece a todos los habitantes de la Nación, siendo en cambio, bienes fiscales o bienes del Estado, aquellos cuyo uso no pertenece generalmente a

6 Artículo 1º numeral 5) del reglamento de concesiones marítimas establecido por D.S. N°9, de 2018, del Ministerio de Defensa Nacional.

7 *"Art. N°593. El mar adyacente, hasta la distancia de doce millas marinas medidas desde las respectivas líneas de base, es mar territorial y de dominio nacional. Pero, para objetos concernientes a la prevención y sanción de las infracciones de sus leyes y reglamentos aduaneros, fiscales, de inmigración o sanitarios, el Estado ejerce jurisdicción sobre un espacio marítimo denominado zona contigua, que se extiende hasta la distancia de veinticuatro millas marinas, medidas de la misma manera.*
Las aguas situadas en el interior de las líneas de base del mar territorial, forman parte de las aguas interiores del Estado."

8 Artículo 4º del reglamento de concesiones marítimas establecido por D.S. Nº9, de 2018, del Ministerio de Defensa Nacional.

9 *Órgano competente para su administración, atribuciones de este último y títulos para la entrega de partes del borde costero en uso exclusivo.*

10 Establecida por D.S. Nº153, de 2004, del Ministerio de Defensa Nacional.

11 Artículo 2º del Convenio de Diversidad Biológica, promulgado por D.S. Nº1963 de 1994, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

12 Este es un derecho constitucional que se explica fundamentalmente como una reacción al período de la Unidad Popular en que se pretendió excluir de la apropiación privada categorías de bienes que se estimaba debían estar en manos del Estado. De este modo, los redactores de la Constitución de 1980 quisieron dejar establecido que la regla general es que los particulares pueden acceder al dominio de toda clase de bienes y que la titularidad dominical estatal es excepcional, acotada a los casos previstos expresamente en la Carta (los recursos minerales contemplados en el artículo 19 Nº24) y aquellos que expresamente indica el numeral 23 del artículo 19 citado.

los habitantes[13]. Los bienes nacionales de uso público, entonces, por disposición constitucional y en coherencia con el Código Civil, no son susceptibles de apropiación privada, es decir, no pueden tener como titular del dominio a un particular.

Ahora bien, los bienes comprendidos en el borde costero, son nacionales de uso público en cuanto comprenden mar territorial, playas, fondo de mar y rocas. Por su parte, son bienes fiscales los terrenos de playa de hasta los 80 metros medidos desde la *línea de más alta marea*, los que en todo caso no pueden ser objeto de enajenación[14]. El control, supervigilancia y fiscalización de todos estos bienes del borde costero señalados, nacionales de uso público y fiscales, están entregados al Ministerio de Defensa Nacional y solo este último puede conceder su uso particular, conforme al DFL N°340 de 1960, del Ministerio de Hacienda[15]. A partir de este último cuerpo legal, es que se crea un régimen que contempla la entrega de bienes del borde costero para su aplicación a fin específico.

Dicha entrega puede realizarse a favor de un órgano público o de un particular. En el caso del órgano público, la entrega se realiza a través de una destinación y el fin estará asociado al cumplimiento de su función pública. En cambio, en el caso del particular, por regla general, la entrega se realiza a través de una concesión (marítima o de acuicultura) o de un permiso de escasa importancia y el fin dependerá del objetivo planteado por el particular en su solicitud. Sin embargo, a partir de la creación de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, la LGPA creó una figura híbrida, donde la entrega no se realiza por parte del Ministerio de Defensa Nacional directamente al particular que ejercerá el uso exclusivo del área (organización de pescadores artesanales en este caso) sino que se entrega en destinación al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, el que, una vez cumplidos una serie de requisitos, celebra un convenio de uso con la organización, a partir del cual puede ejercer el uso exclusivo del área de borde costero. Esta figura híbrida se repite en términos similares en los espacios costeros marinos de pueblos originarios y en las caletas pesqueras, y no tiene una designación específica en la normativa respectiva, por lo cual me referiré a ella con la denominación derechos de uso territorial para diferenciarlos de las concesiones propiamente tales, que corresponden a la asignación directa que hace el Ministerio de Defensa Nacional a un particular para ejercer el uso exclusivo de un área del borde costero, para el cumplimiento de un fin específico[16].

Por otra parte, tenemos la concesión de acuicultura que es el acto administrativo mediante el cual el Ministerio de Defensa Nacional otorga a una persona los derechos de uso y goce, por el plazo de 25 *años renovables sobre determina*dos bienes nacionales, para que ésta realice en ellos actividades de acuicultura.

Las tres últimas categorías mencionadas (áreas protegidas, derechos de uso territorial y concesión de acuicultura) implican necesariamente y, en último término, su entrega a un titular excluyendo a los demás, y por ende, para el cumplimiento de su objetivo, requieren la afectación expresa del espacio territorial que comprenden al uso en que ellas consisten. Por lo anterior, en el caso de las áreas protegidas (salvo los ecosistemas marinos vulnerables) y de los derechos de uso territorial, no basta el acto administrativo que los declara como tales, sino que a él debe acompañarse un acto de afectación territorial que se dicta en un procedimiento separado, siendo la categoría utilizada la destinación, conforme a lo previsto en las disposiciones de las concesiones marítimas[17].

En cambio, en el caso de las concesiones de acuicultura el título concesional incluye la autorización de la actividad propiamente tal (aprobación del proyecto técnico), todo lo cual sigue un mismo procedimiento que culmina con el otorgamiento de la concesión respectiva.

13 "*Artículo N°589: Se llaman bienes nacionales aquellos cuyo dominio pertenece a la nación toda.*
Si además su uso pertenece a todos los habitantes de la nación, como el de calles, plazas, puentes y caminos, el mar adyacente y sus playas, se llaman bienes nacionales de uso público o bienes públicos.
Los bienes nacionales cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes, se llaman bienes del Estado o bienes fiscales."

14 Conforme al artículo N°6º inciso 2º del DL 1939 de 1977, Normas sobre adquisición, administración y disposición de bienes del Estado *"…no podrán enajenarse a ningún título los terrenos de playa fiscales, dentro de una faja de 80 metros* de ancho medidos desde la línea de más alta marea de la costa *del litoral, los cuales sólo serán susceptibles de actos de administración por parte de la citada Subsecretaría del Ministerio de Defensa Nacional y sujetos a las restricciones establecidas en este artículo."*

15 Artículos 1º y 2º del DFL 340, de 1960, del Ministerio de Hacienda, sobre concesiones marítimas.

16 Este es un término utilizado en materia de pesquerías. En dicho ámbito, se distinguen los recursos de propiedad común que son de libre acceso, esto es, respecto de los cuales no existen restricciones para su extracción o aprovechamiento. En cambio, con la denominación de derechos de uso territorial se alude a la concesión de un derecho de uso exclusivo de un lugar, por ejemplo, para la instalación de una balsa jaula para cultivo (Christy, 1983). Por ende, los derechos de uso territorial corresponden al abandono de la propiedad común para entrar en el ámbito de las asignaciones. Ostrom aludía a los recursos de uso común entendidos como "…un sistema de recursos naturales o hechos por el hombre que es lo suficientemente grande como para volver costoso (pero no imposible) excluir a destinatarios potenciales de los beneficios de su uso" (Ostrom, 1990).

17 Conforme al artículo 3º del DFL 340, de 1960, del Ministerio de Hacienda, antes citado, son concesiones marítimas, las que se otorgan sobre bienes nacionales de uso público o bienes fiscales cuyo control, fiscalización y supervigilancia corresponde al Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina, cualquiera que sea el uso a que se destine la concesión y el lugar en que se encuentren ubicados lo bienes.

Preferencias de uso en materia de pesca

La actividad extractiva comprende la pesca industrial y artesanal. La pesca artesanal puede ser desarrollada con embarcaciones de hasta 18 metros de eslora y un armador artesanal no puede estar inscrito al mismo tiempo como armador industrial. De esta forma, la LGPA contempla una preferencia de uso respecto de una parte del mar territorial, la que se concreta en el ***área de reserva artesanal constituida por una franja de cinco millas marinas medidas desde las líneas de base normales***[18], a partir del límite norte de la República y hasta el paralelo 43º 25' 42" de latitud sur, y alrededor de las islas oceánicas. Asimismo, se reserva a la pesca artesanal el ejercicio de las actividades pesqueras extractivas en la playa de mar y en las aguas interiores[19] del país[20].

Esta preferencia de uso no constituye una categoría de afectación dado que se trata de una disposición que va a favor de todos quienes ejercen la pesca artesanal sin atribución de titularidad a individuo alguno, por lo cual solo constituye una exclusión de la pesca industrial en el área de reserva artesanal. De esta forma, no está excluida la navegación en dicha área ni el ejercicio de otro tipo de actividades, ni siquiera la entrega a otros en términos exclusivos a través de categorías de afectación y solo se excluye el ejercicio de la actividad pesquera extractiva industrial. En dicha institución podemos ver, entonces, una preferencia basada en la desventaja a que se vería enfrentada la pesca artesanal al momento de ejercer su actividad debiendo competir con un mayor poder de pesca. Se trata de una preferencia basada en evitar la interferencia entre actividades pesqueras. Sin embargo, la misma LGPA contempla una excepción, lo que se ha denominado perforación y que consiste en que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura puede autorizar, a través del procedimiento previsto en la LGPA, la actividad pesquera industrial sobre los recursos sardina española y anchoveta dentro del área de reserva artesanal, específicamente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta; y sobre los recursos camarón naylon, langostino amarillo, langostino colorado, gamba, sardina española y anchoveta en la región de Coquimbo. No procede la perforación sobre aguas interiores que se mantiene como un área de reserva artesanal. Estas perforaciones se han mantenido en la LGPA pese a las modificaciones que esta última ha sufrido aunque se han ido restringiendo en cuanto a las regiones susceptibles de su aplicación. En cualquier caso y atendida su excepcionalidad, recientemente la Corte Suprema ha cuestionado su aplicación constante en el tiempo[21].

Por su parte, respecto de la actividad pesquera artesanal también es posible encontrar una preferencia de uso. Así, la primera milla marina del área de reserva artesanal, entre el límite norte de la República y hasta el paralelo 43º 25' 42" de latitud sur, con exclusión de las aguas interiores, queda reservada para el desarrollo de actividades pesqueras extractivas de embarcaciones de una eslora inferior a 12 metros[22]. En este caso la LGPA también contempla la posibilidad de excepcionar la preferencia pero fundado en uno de dos supuestos[23]: que no exista actividad pesquera artesanal efectuada por embarcaciones de eslora inferior a 12 metros, esto es, no exista actividad de las naves beneficiadas con la preferencia; o bien, en caso de existir tal actividad, sea posible el desarrollo de la actividad pesquera artesanal por embarcaciones de eslora mayor a 12 metros sin que interfieran con la actividad pesquera existente en el área. En ningún caso podrán autorizarse actividades pesqueras artesanales que afecten el fondo marino y los ecosistemas de los peces de roca.

Esta preferencia debemos relacionarla con el artículo N°5º de la LGPA que protege la primera milla marina del mar territorial hasta el paralelo 41º 28' 6" de latitud sur y en las aguas interiores, de actividades pesqueras extractivas, prohibiendo la actividad con artes, aparejos y otros implementos de pesca, que afecten el fondo marino. En efecto, si bien en principio la preferencia radica la posibilidad de autorizar la actividad de naves de eslora de 12 metros de eslora y superior a los supuestos de no interferencia con la actividad de las embarcaciones de menos de 12 metros de eslora, en ningún caso ello será procedente, aun cumpliéndose dichos supuestos, en la medida que tal autorización pueda llevar a afectar el fondo marino. En este caso, puede apreciarse un fin prioritario conforme a los objetivos de la LGPA como es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos[24].

Como puede apreciarse, ninguna de las preferencias de uso que hemos expuesto implican afectación de áreas del borde costero a un titular determinado, sino que dicen relación con la exclusión de interferencia entre distintos usuarios que ejercen una misma actividad, en este caso, extractiva de recursos hidrobiológicos. Tales categorías, no involucran a otros usuarios ajenos a la

18 *"Línea de base normal: línea de bajamar de la costa del territorio continental e insular de la República. En los lugares en que la costa tenga profundas aberturas y escotaduras, o en los que haya una franja de islas o a lo largo de la costa situada en su proximidad inmediata, podrá adoptarse, de conformidad al Derecho Internacional, como método para trazar la línea de base desde la que ha de medirse el mar territorial, el de líneas de base rectas que unan los puntos apropiados."* Artículo N°2 numeral 23) de la LGPA.
19 *"Aguas interiores: son aquellas situadas al interior de la línea de base del mar territorial".* Artículo N°2 numeral 4) de la LGPA.
20 Incisos 1º y 2º del artículo N°47 de la LGPA.
21 Sentencia de la Corte Suprema de 1 de abril de 2021, rol Nº71.883-2020.
22 Artículo N°47 bis de la LGPA.
23 Sometido al procedimiento que contempla la LGPA en el mismo artículo N°47 bis.
24 Artículo N°1 B de la LGPA.

actividad extractiva. Por esta razón, no requieren para asegurar el cumplimiento de su objetivo que se dicte una categoría de afectación puesto que no existe un titular beneficiario específico, sino que lo son todos quienes ejercen la actividad preferente.

Áreas marinas protegidas

En este acápite solo nos referiremos a las categorías contempladas específicamente en la LGPA, sin perjuicio que existen otros tipos de áreas protegidas que incluyen espacios acuáticos.

Los parques marinos, son áreas específicas y delimitadas destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat. En ellos no puede efectuarse ningún tipo de actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación, investigación o estudio[25]. En la actualidad existen diez parques marinos declarados que alcanzan 85.752.211 hectáreas[26].

Por su parte, la reserva marina es un área de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo. En estas áreas solo pueden efectuarse actividades extractivas por periodos transitorios previa resolución fundada de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura[27]. En la actualidad existen cinco reservas marinas declaradas que alcanzan 8.612,61 hectáreas[28].

Los parques y las reservas marinas quedan bajo la tuición del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, debe contar con un plan general de administración cuya elaboración es responsabilidad del mismo Servicio y de la Subsecretaría de Pesca y acuicultura, y la demás regulación de tales áreas se somete al reglamento de parques y reservas marinas[29].

En ambos casos, no basta la sola declaración del área propiamente tal para que el Servicio pueda ejercer la tuición de la misma, puesto que ello requiere que el órgano administrador del borde costero (Ministerio de Defensa Nacional) se lo otorgue en destinación, en los casos que ellos proceda. Solo a partir de dicho momento se ejercen efectivamente las facultades de administración sobre el área. En el tiempo intermedio (que va desde la declaración y la destinación) solo rige la función propia de los órganos fiscalizadores de la LGPA: Armada y Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura[30].

Agregamos a este análisis el caso del ecosistema marino vulnerable dado que su definición sugiere que se trata de áreas que requerirían un nivel alto de protección. En efecto, de acuerdo a la definición legal, el ecosistema marino vulnerable constituye una unidad natural conformada por estructuras geológicas frágiles, poblaciones o comunidades de invertebrados de baja productividad biológica, que ante perturbaciones antrópicas son de lenta o escasa recuperación, tales como en montes submarinos, fuentes hidrotermales, formaciones coralinas de agua fría o cañones submarinos[31].

La LGPA contempla que, en virtud del principio precautorio, en el caso de los montes submarinos (categoría que como se ha visto, cumple con la condición de tratarse de un ecosistema marino vulnerable), no se permitirá la pesca de fondo, a menos que exista una investigación científica realizada de acuerdo al protocolo y reglamento respectivo, que demuestre que la pesca no genera efectos adversos sobre los ecosistemas marinos vulnerables presentes en el área. Tales estudios deben ser sometidos al procedimiento de información ***pública***[32]. En este último caso, se elabora una nómina de recursos hidrobiológicos cuyas pesquerías califiquen como pesca de fondo, de modo que se aplica un régimen especial a las actividades extractivas que se desarrollen en tales pesquerías, lo que importa fundamentalmente, el deber de informar previamente al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura el ejercicio de la actividad, la utilización de equipos de detección, el sometimiento a un protocolo de operación en ecosistemas marinos vulnerables, la presencia de un observador científico en las operaciones de pesca que se realicen y, en caso de hallazgos de elementos propios de estos ecosistemas, suspensión de las operaciones.

Como puede apreciarse no existe en este caso, la declaración de un área protegida propiamente tal pese a que como resultado del hallazgo perfectamente ello

25 Artículo N°3 letra d) de la LGPA.
26 Fuente: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Parques marinos Motu Motiro Hiva, Nazca Desventuradas, Mar de Juan Fernández, Montes Submarinos Crusoe y Selkirk, el Arenal, el Palillo, Lobería Selkirk, Tierra Blanca, Francisco Coloane e Isla Diego Ramírez-Paso Drake.
27 Artículo N°2 numeral 42) de la LGPA.
28 Fuente: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Reservas marinas La Rinconada, Isla Chañaral, Islas Choros y Damas, Pullinque y Putemún.
29 Establecido por D.S. Nº238, de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
30 Artículo N°122 de la LGPA.
31 Artículo N°2 numeral 68) de la LGPA.
32 Artículo N°5 incisos 4º y final de la LGPA.

podría ser procedente, y solo existe una prohibición de pesca de fondo, la que igualmente podría autorizarse bajo el supuesto del cumplimiento de las condiciones antes indicadas. Esto es algo al menos discutible puesto que si por principio precautorio la propia ley ya declara la fragilidad de los montes submarinos y de los ecosistemas marinos vulnerables en términos generales, deja igualmente abierta la puerta a la actividad extractiva que el mismo legislador estima perniciosa como es la pesca de fondo. De este modo, no se declara un área protegida y esta categoría solo implica una prohibición de un tipo de actividad extractiva y solo bajo determinadas hipótesis.

Derechos de uso territorial

Para efectos del presente apartado, he denominado derechos de uso territorial a la entrega en exclusiva a un titular de un espacio del borde costero para realizar en él determinados usos, sin que dicha entrega se realice directamente por el órgano administrador sino mediando la intervención de otro órgano público.

Tratándose de espacios del borde costero bajo la administración del Ministerio de Defensa Nacional, la entrega se concreta a través de una destinación que otorga el mencionado Ministerio al órgano público y luego se contempla un convenio de uso o un acto administrativo mediante el cual el órgano beneficiario de la destinación entrega el área al titular para su uso exclusivo. Por otra parte, esa entrega debe fundarse en un objeto determinado y es allí donde aparecen diversas categorías que amparan determinados usos y que son aprobados mediante un instrumento denominado plan, sea plan de manejo o plan de administración. De esta forma existen dos ámbitos que requieren algún tipo de acto de autorización: i) ***título para la ocupación del espacio el que siempre se origina en un acto del Ministerio de Defensa Nacional por tratarse del administrador del borde costero y,*** ii) acto de aprobación de un plan de manejo o de administración, en que el órgano que lo emite dependerá del tipo de actividad de que se trate.

Conforme a lo señalado, me referiré a las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB), en adelante, ***áreas de manejo***; a los espacios costeros marinos de pueblos originarios (ECMPO), en adelante, espacios costeros; a las caletas pesqueras y a los permisos especiales de colecta. Finalmente, me referiré a la categoría de la servidumbre que aparece en algunas disposiciones de la LGPA y solo para diferenciarlas de las otras determinando su alcance.

Área de manejo

El área de manejo se considera una medida de administración que consiste en la asignación de áreas determinadas a organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas para el manejo y explotación de los recursos bentónicos[33] presentes en ella, conforme a un plan de manejo, pudiendo realizarse también acuicultura en ella hasta por el 40% del total del área. El único titular posible de estas **áreas de manejo** son las organizaciones de pescadores artesanales previéndose la posibilidad de una administración conjunta por más de una organización[34]. En la actualidad existen 827 áreas de manejo declaradas a nivel nacional a enero de 2021 por un total de 124.105,51 hectáreas[35].

El **área de manejo** se puede declarar en espacios de la reserva artesanal y en aguas terrestres, aunque no existen en la actualidad áreas de manejo en estas últimas. Es importante destacar que como se trata de espacios dentro del área de reserva artesanal, no se comprenden terrenos de playa, ni playa sino el fondo marino y, en el caso de comprender actividades de acuicultura, comprende porciones de agua y fondo de mar. Excepcionalmente, si el plan de manejo comprende recursos hidrobiológicos que se encuentren en la playa de mar, se otorga su explotación exclusiva a la organización de pescadores artesanales titular del área de manejo colindante[36], sin que ello implique la entrega del espacio involucrado en esa explotación exclusiva.

El **área de manejo** se declara por decreto del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, pero es asignada a la organización de pescadores artesanales mediante la aprobación del plan de manejo. Sin embargo, esta asignación no se traduce en la posibilidad de explotación exclusiva a partir de dicho momento sino una vez que se ha otorgado la destinación del área al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura por parte del Ministerio de

33 Asociados al fondo marino y que constituyen bancos naturales. Comprenden los invertebrados bentónicos y las algas de acuerdo al artículo N°3 letra a) del reglamento de áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos establecido por D.S. Nº355, de 1995 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
34 Artículo N°55 A y siguientes de la LGPA.
35 Fuente: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
36 Artículo N°55 D inciso final.

Defensa Nacional y aquel ha celebrado un convenio de uso con la organización. Solo a partir de dicho momento la organización puede iniciar la explotación exclusiva de los recursos bentónicos del área. Es importante destacar que, si bien la ley indica que el convenio de uso es de carácter indefinido, no lo indica respecto de la destinación, acto que valida la existencia del convenio de uso.

Espacio costero marino

El espacio costero marino, tiene un objetivo distinto. Cuando el régimen de áreas de manejo ya se había asentado por espacio de diez años, las comunidades indígenas lafkenches reclamaban la omisión en que había incurrido la LGPA al momento de prever las áreas de manejo con un sentido netamente extractivo, desconociendo el uso ancestral que dichas comunidades habían hecho del borde costero, desplazándolos de algunas de sus áreas tradicionales a través de la entrega en exclusiva de áreas de manejo. Así las cosas, es como se elabora y aprueba la ley N°20.249 sobre espacio costero marino de pueblos originarios. El espacio costero marino tiene por objetivo resguardar el uso consuetudinario de dichos espacios, a fin de mantener las tradiciones y el uso de los recursos naturales por parte de las comunidades vinculadas al borde costero[37]. Dicha categoría es un espacio marino delimitado, cuya administración es entregada a comunidades indígenas o asociaciones de ellas, cuyos integrantes han ejercido el uso consuetudinario de dicho espacio[38].

En este caso, la destinación se otorga a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y luego de la aprobación del plan de administración que presenta la comunidad o asociación de comunidades indígenas asignataria, se celebra el convenio de uso que habilita el ejercicio de los derechos de uso en el área[39]. Actualmente existen 10 áreas con destinación vigente, lo que corresponde a 55.544,06 hectáreas[40]. Es importante destacar que en este caso el supuesto que funda la entrega es que la comunidad o asociación de comunidades indígenas acredita un uso consuetudinario[41] del área que solicitan como espacio costero y, dicho uso consuetudinario puede haber comprendido los más diversos usos pesqueros, religiosos, recreativos, medicinales, entre otros. Esto marca una diferencia sustantiva con las otras categorías porque no resulta relevante el tipo de uso, sino que efectivamente la comunidad indígena respectiva pueda acreditar su relación con el espacio solicitado.

En términos limitados, esta categoría se funda en el respeto de la cosmovisión indígena y su relación con su territorio. Afirmo que es en términos limitados, porque el espacio costero impone una necesaria delimitación territorial que permita su coexistencia con las legítimas aspiraciones de los demás integrantes de las comunidades costeras. Y precisamente es así como surge recientemente un mecanismo específico para reconocer la relación que los pescadores artesanales tienen con sus caletas pesqueras, a las que se reconoce un objetivo más amplio que solo constituir el espacio complementario necesario de su actividad pesquera.

Caletas pesqueras

La ley explicita que la caleta pesquera artesanal o caleta constituye la unidad productiva, económica, social y cultural ubicada en un área geográfica delimitada, en la que se desarrollan labores propias de la actividad pesquera artesanal y otras relacionadas directa o indirectamente con aquella[42]. En este caso, las asignatarias de las caletas son organizaciones de pescadores artesanales y se utiliza el mismo mecanismo al que aludimos con las áreas de manejo y los espacios costeros: el Ministerio de Defensa Nacional o Ministerio de Bienes Nacionales otorga la destinación al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, quien entrega a la organización la caleta a través de un convenio de uso, previa aprobación de un plan de administración. En este caso, participa también el Ministerio de Bienes Nacionales atendido que pueden incluirse en la caleta bienes fiscales. Asimismo, se asignará para su uso y goce la infraestructura portuaria construida en apoyo de la pesca artesanal, donde tendrá entonces participación la Dirección de Obras Portuarias.

37 Artículo N°3 de la ley 20.249.
38 Artículo N°2 letra e) de la ley 20.249.
39 Artículo N°12 de la ley 20.249.
40 Fuente: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
41 Conforme al artículo N°6 inciso 2º se entiende por uso consuetudinario las prácticas o conductas realizadas por la generalidad de los integrantes de la asociación de comunidades o comunidad, según corresponda, de manera habitual y que sean reconocidas colectivamente como manifestaciones de su cultura.
42 Artículo N°1 de la ley 21.027.

La concurrencia de diversos órganos a la gestión de esta categoría queda plasmada en la comisión intersectorial que prevé la ley para la aprobación del plan de administración de la caleta, la cual está integrada por el Director Regional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura que la preside, el Director Zonal de Pesca dependiente de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, un representante del Seremi de Economía y un representante de la Dirección de Obras Portuarias, pudiendo además integrarla con derecho a voz el Capitán de Puerto respectivo[43]. En una clara omisión incurre la ley al no contemplar a un representante del Ministerio de Bienes Nacionales, al menos en los casos en que dicho Ministerio deba otorgar la destinación de bienes fiscales para la caleta.

Es importante destacar que en este caso es amplia la gama de usos que puede otorgarse a los bienes incluidos en la caleta incluyendo las labores vinculadas con el desarrollo de las actividades pesqueras extractivas y de transformación, de pesca recreativa y de acuicultura de pequeña escala y otras actividades productivas, comerciales, culturales o de apoyo, relacionadas directa o indirectamente con las anteriores, como turismo, puestos de venta de recursos hidrobiológicos y artesanía local, gastronomía y estacionamientos, o similares todo lo cual deberá estar contenido en el plan de administración[44].

En este caso, a diferencia de lo que ocurre con las categorías anteriores, la ley contempla situaciones previas de reconocimiento de las caletas pesqueras, ya que se indica que se otorgará la destinación para las caletas reconocidas al 31 de diciembre de 2014 en el D.S. Nº240, de 1998 del Ministerio de Defensa Nacional-Subsecretaría de Marina. Por su parte, en las disposiciones transitorias 3º y 4º de la ley, se contempla que las organizaciones que cuentan con concesiones marítimas o las tuvieran en trámite para sus caletas, puedan traspasarse al régimen de la ley N°21.027. Así las cosas, y dado lo reciente de la entrada en vigencia de esta ley, a marzo de 2021, 24 caletas pesqueras cuentan con la destinación y de ellas 5 cuentan con sus planes de administración y convenios de uso firmados[45].

Permisos especiales de colecta

Una categoría de reciente creación por ley N°21.183 que modificó la LGPA incorporó a esta última los permisos especiales de colecta. Ésta, otorga el derecho de uso y goce de porciones de mar y fondo para la instalación de colectores de semillas[46] y donde el titular puede ser cualquier persona natural o jurídica, solo previéndose ciertas preferencias a favor de algunos titulares específicos en la disposición segunda transitoria y que favorece a quienes han realizado históricamente la colecta de semillas en la región de Los Lagos. En este caso, cambia un poco el mecanismo descrito hasta acá para la entrega de derechos de uso y goce en el borde costero, dado que lo que se otorga en destinación a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura son espacios delimitados como áreas de colecta las que previamente han sido sometidas a un procedimiento de consulta y validación a través del procedimiento previsto en la misma ley[47]. Una vez entregada la destinación a la Subsecretaría, esta procede a identificar polígonos al interior de áreas de colecta (coloquialmente podríamos hablar de un "loteo"), los que luego serán sometidos a un proceso de postulación. La Subsecretaría procederá a otorgar permisos especiales de colecta a quienes se adjudiquen los polígonos.

Esta categoría de reciente creación está en etapa de implementación, pues a la fecha no se han decretado aún las áreas de colecta, presupuesto base de la identificación de polígonos y el posterior llamado público a postulación. Es importante destacar que esta categoría viene a llenar un vacío que existía puesto que si bien la LGPA reconocía la actividad de colecta de semillas no existía un título específico para la ocupación espacial en el borde costero que requiere y, por ende, luego de obtener la autorización de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, las personas debían obtener un permiso de escasa importancia para instalar los colectores en la columna de agua. Tales permisos tienen duración máxima de un año, incorporando incertidumbre al ejercicio de dicha actividad.

La última categoría a la que me referiré es la servidumbre. La LGPA contempla la referencia a dos servidumbres en el artículo N°74 de la LGPA a favor de quienes realizan la actividad de la acuicultura. La primera de ellas se constituye por el solo ministerio de la ley, junto con la concesión de acuicultura de porción de agua y fondo, cuyo objeto es permitir extender los elementos de flotación y soporte de las estructuras y su fijación. La segunda disposición otorga a los titulares de autorizaciones de acuicultura los mismos derechos que otorga el Código de Aguas a los titulares de derechos de aprovechamiento, para constituir las servidumbres necesarias para el desarrollo de sus actividades. Este último caso es de nula aplicación, puesto que la categoría de la autorización de acuicultura solo permanece formalmente en el

43 Artículo N°10 de la ley 21.027.
44 Artículo N°4 de la ley 21.027.
45 Fuente: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
46 En Chile lo más común es la colecta de semillas de choritos o de mitílidos en general, particularmente en la región de Los Lagos.
47 Artículo N°75 quáter de la LGPA.

texto de la LGPA ya que fue eliminada por la ley 20.434, no habiéndose dictado el nuevo refundido en que se ordenaba eliminarla del texto de la ley. Asimismo, se eliminó la posibilidad de hacer acuicultura en ríos y lagos no navegables que era el supuesto en el cual procedía la categoría de la autorización de acuicultura[48].

La servidumbre vinculada a la concesión de acuicultura no requiere acto administrativo alguno porque pasa a ser uno de los efectos del acto concesional y como tal, se extinguirá junto con este último.

Concesiones de acuicultura

Como ya se dijo en el marco conceptual, la concesión de acuicultura otorga derechos de uso y goce sobre bienes del borde costero para el ejercicio de la actividad de acuicultura. Dicha concesión debe ser otorgada en áreas apropiadas para la acuicultura, las que han sido determinadas previamente por el Ministerio de Defensa Nacional, previos estudios técnicos de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, conforme al procedimiento previsto en el artículo N°67 de la LGPA.

La concesión de acuicultura se otorga por el Ministerio de Defensa Nacional a través de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, previa aprobación de un proyecto técnico por parte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. A tales efectos, debe efectuarse previamente la evaluación ambiental del proyecto, lo que se realiza sectorialmente o a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, dependiendo de las características del proyecto a ejecutar (especie hidrobiológica involucrada, sistema de producción, superficie a utilizar y volumen de producción)[49].

Cualquier persona natural o jurídica puede obtener una concesión de acuicultura y a marzo de 2021 existen 3.234 concesiones de acuicultura por un total de 32.634 hectáreas a nivel nacional, de las cuales 583 corresponden a algas (2.614 hectáreas), 1.239 a moluscos (14.297 hectáreas), 1.411 a peces correspondiendo en más de un 99% a salmones (15.701 hectáreas) y una concesión de erizo (22 hectáreas)[50].

La acuicultura es una actividad que comprende diversas etapas las que no necesariamente se desarrollan solo en concesiones de acuicultura. Así por ejemplo, la acuicultura de mitílidos requiere la colecta de semillas y, como vimos, ello hoy se podrá realizar a través de permisos especiales de colecta. En el caso de la salmonicultura el ciclo es mucho más amplio, partiendo en centros en tierra (pisciculturas las que solo requieren registrarse ante el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y someterse a la evaluación ambiental que corresponda, pero no requieren concesión), siguiendo en lagos o estuarios y culminando con la etapa de engorda en mar. Asimismo, la cadena logística incluye centros de faenamiento y centros de acopio en bienes nacionales de uso público para los cuales la ley no previó la concesión de acuicultura sino derechamente la concesión marítima. De este modo, estos dos últimos tipos de centros obtienen la autorización de su actividad de parte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y luego deben obtener la concesión marítima respectiva[51]. En consecuencia, esta última categoría de afectación también se presenta en el ámbito de la acuicultura.

48 Antes de la ley N°21.091 se otorgaban autorizaciones de acuicultura a las pisciculturas pese a tratarse de centros que se encuentran en terrenos privados y, por ende, no requieren un título que valide su ocupación espacial. Dicha ley se eliminó la exigencia de contar con autorización de acuicultura para las pisciculturas, por ende, en la actualidad solo permanecen las autorizaciones que se otorgaron antes de esa ley a dichos establecimientos.

49 Artículo N°14 bis del D.S. Nº290, de 1993, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción y artículo 3º letra n) del D.S. Nº40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

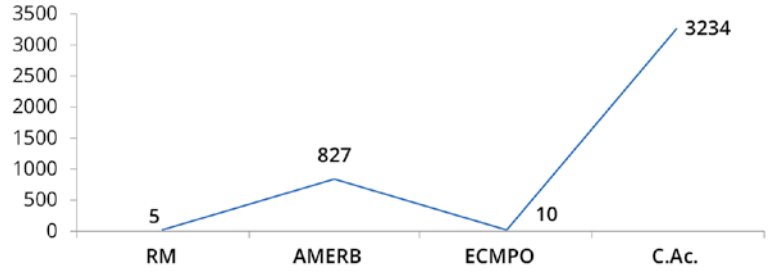
50 Fuente: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

51 Artículo N°90 bis de la LGPA.

Conflictos de uso

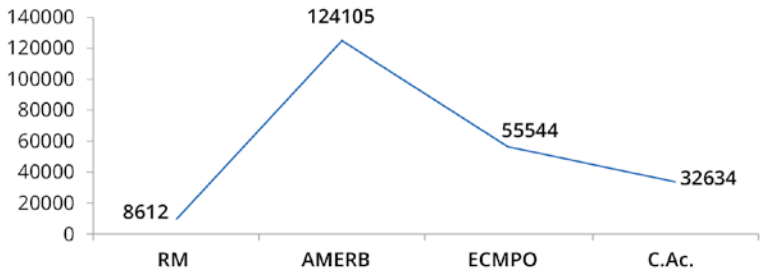
En este acápite repasaré los principales conflictos que han ido surgiendo con ocasión de la normativa de pesca y acuicultura, sin pretensiones de ser exhaustiva sino simplemente delineando la complejidad, profundidad y urgencia de prever una salida institucional que se construya sobre un modelo de gobernanza compartido, transparente y único. A tales efectos, y dado que se despliegan en el borde costero, es bueno establecer una comparación en términos del número de actos de otorgamiento (Figura N°1) y las hectáreas otorgadas (Figura N°2) en reservas marinas, áreas de manejo, espacios costeros marinos de pueblos originarios y concesiones de acuicultura.

Figura N°1.
Número de áreas otorgadas



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°2.
Número de hectáreas otorgadas



Fuente: Elaboración propia.

Puede apreciarse, por ejemplo, que en 10 espacios costeros de pueblos originarios se han otorgado más hectáreas que en las 3.234 concesiones de acuicultura y que de esta comparación el mayor número de títulos y hectáreas otorgadas están representadas por las áreas de manejo. Sin embargo, cabe recordar que en 10 parques marinos el número de hectáreas excede en mucho esta comparación porque ellos corresponden a 85.752.211 hectáreas, pero dado que existen parques marinos en el borde costero y otros de carácter oceánico no los incluimos en esta gráfica por no encontrarse todos en la misma condición en materia de potenciales conflictos en el borde costero.

Ya entrando en el tema de este apartado, en primer lugar, es evidente que existen conflictos derivados del diverso régimen a que están sometidas las distintas categorías, tanto en lo que dice relación con el procedimiento de otorgamiento como por los derechos otorgados. Asimismo, los conflictos surgen de las externalidades negativas que provocan ciertas actividades y la incompatibilidad de usos en un mismo espacio.

Desde el punto de vista del procedimiento de otorgamiento, el espacio costero al igual que las otras categorías que requieren afectación de un espacio de borde costero, no tiene una limitación espacial

en cuanto a lo que pueda ser solicitado, pero cuenta con una preferencia que importa que cualquier otra solicitud de afectación que se encuentre en trámite sobre la misma área deberá ser suspendida en tanto se emite el pronunciamiento acerca de si existe o no el uso consuetudinario[52] que, como dijimos, es el supuesto del otorgamiento del espacio costero marino a la comunidad o asociación de comunidades indígenas.

Lo anterior asociado a la dilación histórica que ha tenido la Administración del Estado que, contra el texto expreso de la ley, ha demorado años y no un mes en la emisión de dicho pronunciamiento, ha importado la paralización del trámite de solicitudes de todo tipo, no solo en el ámbito de la pesca y acuicultura. A esto se agrega el pronunciamiento de la Contraloría General de la República según la cual la suspensión de trámite alcanza también a toda solicitud de renovación de un acto de afectación como sería la renovación de una concesión marítima o destinación, lo que incluye áreas de manejo, caletas pesqueras u otras[53], lo que amplía el ámbito de situaciones que pueden ser alcanzadas por la suspensión.

En la misma línea, un fallo de la Corte Suprema[54] en recurso de protección interpuesto por una comunidad indígena indica que la preferencia del espacio costero también se aplica en el caso del cambio de régimen de una caleta pesquera desde la concesión marítima a la ley N°21.027, pese a que el artículo N°3 transitorio de dicha ley no da margen de discrecionalidad al no prever la posibilidad de otorgar el área involucrada en la caleta a quien no sea el titular de la concesión marítima y, por ende, la destinación y el convenio de uso deben ir imperativamente a favor de los pescadores artesanales titulares de la concesión marítima original. De esta forma, este es un conflicto de carácter normativo que no considero bien resuelto, al menos en este último caso puesto que el texto expreso del artículo N°3 transitorio de la ley N°21.027 es explícito en el sentido ya indicado.

En cuanto a conflictos derivados de los derechos que se otorgan, gráfica resulta la situación de las áreas de manejo y la pesca recreativa. Como se señaló en el apartado pertinente, el área de manejo tiene por objetivo la explotación de un banco natural de recursos bentónicos, por ende, mientras no se desarrolle la actividad de acuicultura en ella, lo que se otorga es el uso y goce del fondo marino donde se encuentra dicho banco natural. Sin embargo, debido a que la extracción ilegal de recursos bentónicos desde las áreas de manejo lamentablemente es una práctica extendida, es frecuente el conflicto que surge entre los pescadores artesanales con los pescadores recreativos, particularmente quienes desarrollan caza submarina o buceo, porque los primeros presumen el interés de los segundos por extraer los recursos de sus áreas. Esto ha sido objeto de recursos de protección donde los pescadores recreativos buscan el resguardo de su derecho a ejercer su actividad[55]. Si bien el reglamento de áreas de manejo aborda la pesca extractiva de peces dentro de las áreas de manejo, lo hace refiriéndose a la actividad extractiva no recreativa, por lo cual, el conflicto al que nos referimos permanece abierto sin solución normativa.

En cuanto a las externalidades negativas de ciertas actividades, paradigmática resulta la situación de la salmonicultura, dado que se trata de una actividad de producción intensiva que utiliza espacios de borde costero, en ocasiones, particularmente frágiles o con un alto valor ecosistémico reconocido. La crisis sanitaria del período 2007-2010 derivó en problemas económicos, ambientales y sociales que obligaron a la Autoridad a mejorar y fortalecer la regulación y el control de la industria (Ibieta et al., 2011). Sin embargo, ello no ha sido suficiente para evitar serios problemas de la actividad. Así por ejemplo, el escape de salmones y las mortalidades masivas por eventos de floraciones algales nocivas, incrementan la preocupación y el rechazo de las comunidades aledañas y de las organizaciones ambientalistas. El caso del vertimiento de 6.000 toneladas de mortalidades de salmones, a 60 millas mar adentro, en el año 2016, ante un evento de floración algal nociva sin precedentes en la región de Los Lagos, que provocó una mortalidad de 40.000 toneladas, llevó a la interposición de recursos de protección, así como al inicio de acciones jurisdiccionales de carácter ambiental y penal. Si bien todas las acciones fueron rechazadas, en el año 2018 la Corte Suprema emitió una sentencia en un recurso de protección ordenando a los órganos del Estado la adopción de una serie de medidas que previeran y evitaran eventos como el descrito, así como instó a los diversos órganos del Estado a actuar con la debida coordinación[56]. Si bien es absolutamente razonable exigir la mejora de los sistemas de alerta, así como de la normativa y demás instrumentos para abordar estos eventos, claramente el recurso de protección de garantías constitucionales está diseñado como una acción cautelar y no constituye la vía idónea para que el órgano jurisdiccional se pronuncie sobre un hecho que estaba con creces superado a la fecha de la sentencia.

En cuanto a la incompatibilidad de usos en una misma área, son múltiples y entre diversos usuarios. En su origen, la zonificación del borde costero de Aysén apareció como una reacción a la gran cantidad de solicitudes de concesiones de acuicultura de salmones en un momento que la industria había ampliado sus proyecciones de crecimiento a dicha región. Por esto, los demás actores

52 Artículo N°10 de la ley N°20.249.
53 Dictamen Nº25.840, de 2019, de la Contraloría General de la República.
54 Sentencia de la Corte de Apelaciones de Valparaíso de 28 de septiembre de 2020 rol Nº25.254-2020, confirmada por la Corte Suprema de 20 de octubre de 2020 rol Nº125.676-2020.
55 Recursos de protección ante la Corte de Apelaciones de Santiago, roles Nº661-2019 y Nº97.414-2020.
56 Sentencia de la Corte Suprema de 22 de mayo de 2018, rol 34.594-2017.

del borde costero como el sector turismo, la pesca artesanal y los movimientos y ONGs ambientalistas, así como amplios sectores de la comunidad local plantearon una fuerte oposición a su llegada (Fuentes, 2014). Por su parte, la creación de un área protegida, no solo las de la LGPA sino cualquiera de las que existen en el ordenamiento jurídico, puede impedir el ejercicio de la actividad de acuicultura o de otras actividades productivas si es que ellas resultan incompatibles con el objeto de protección de aquella, como sería la creación de un parque nacional o parque marino. Así por ejemplo, la creación del parque nacional Kawésqar[57] previó que el espacio marítimo que lo complementa quedara bajo la categoría de una reserva nacional, pues ello permitiría mantener la actividad de acuicultura que se preveía en el área, fórmula que mantiene igualmente un fuerte rechazo en actores de la zona. Asimismo, en materia de propuestas de nuevas áreas apropiadas para la acuicultura aparecen rechazos de la actividad para ciertas provincias, por ejemplo, en la provincia de Última Esperanza se rechazaron las 19 propuestas presentadas[58]. Por su parte, aparecen progresivamente los conflictos de uso con los polígonos de colecta de semillas, verificándose el rechazo de las propuestas de áreas de colecta presentadas en cinco de seis comunas en la región de Magallanes y de cuatro propuestas en la región de Los Lagos[59], no obstante tratarse en este último caso, de lugares donde históricamente se ha realizado la actividad.

Esta breve sinopsis permite afirmar que si bien la Política Nacional de Uso del Borde Costero con sus Comisiones Regionales de Uso del Borde Costero tuvieron la vocación de conciliar adecuadamente los diversos usos del borde costero, la dispersión normativa (que acá solo hemos graficado desde la perspectiva de la normativa de pesca y acuicultura) y de competencias entre diversos órganos, sin un marco de gobernanza que permita y promueva un diálogo fluido que considere las diversas variables biológicas, ambientales, económicas, sociales y culturales, han impedido que el objetivo de integración y compatibilidad de usos en el borde costero se logre eficazmente.

Elementos a considerar en una futura Ley de Costas

El ordenamiento territorial de la zona costera plantea dificultades particulares, por corresponder a una entidad espacial con características propias, vinculadas a la interacción de procesos situados en la interface entre la geósfera, atmósfera e hidrósfera, presentando características ambientales de fragilidad y vulnerabilidad, siendo un espacio muy atractivo para diversas actividades humanas (Andrade et al., 2008). De esta manera, la costa chilena ha experimentado en las últimas décadas profundas transformaciones socio-territoriales derivadas de procesos de antropización intensos, que han causado efectos tales como la amplia exposición de vidas humanas y bienes materiales a amenazas naturales recurrentes, y el deterioro de ecosistemas marino-costeros, entre los más relevantes (Martínez et al., 2019). Así las cosas, los ecosistemas acuáticos se han ido degradando como consecuencia de actividades humanas, afectando su capacidad de proveer servicios claves para el hombre, incluyendo alimento (Defeo, 2015).

La pesca y la acuicultura no han estado ajenas a estos fenómenos, ni escapan tampoco a los efectos que ha traído el cambio climático, pues eventos conocidos presentan efectos cada vez de mayor extensión e intensidad, como floraciones algales nocivas. De hecho, se afirma que es posible predecir, en ciertos casos, las repercusiones generales en los sistemas marinos y acuáticos producidas por los cambios en gran escala relacionados con la temperatura, el régimen de vientos y la acidificación (Barange et al., 2012). A estos riesgos debe agregarse que no resulta indiferente los sectores donde se desarrollan las actividades de pesca y acuicultura, puesto que ellas dependen de la disponibilidad de los recursos hidrobiológicos a extraer y de los servicios logísticos a los cuales se debe acceder para el normal ejercicio de la actividad. De allí la existencia de las diversas categorías de asignación de uso en exclusividad que repasamos a lo largo de este capítulo.

Como se pudo apreciar en la revisión de la normativa de pesca y de acuicultura, esta última recoge diversos objetivos a ser resguardados con las asignaciones de área que ella promueve, con usuarios con distintas características y derechos asignados con un variado alcance. Si a esto se agrega que todas las categorías se someten a diversos procedimientos, claramente encontramos contradicciones en el proceso de toma de decisiones que más que resolverlas tienden a profundizarlas y, en muchos casos, a resolverlas bajo el mecanismo de la judicialización. En efecto, en la medida que una actividad es autorizada a nivel sectorial pero luego se ve impedida u obstaculizada por la concurrencia de otro tipo de objetivos estatales, nacionales o locales, se produce un estado de incertidumbre que no va en beneficio de intereses públicos ni privados. Así ocurre

57 Establecido por D.S. Nº6, de 2019, del Ministerio de Bienes Nacionales.
58 Sesión de 20 de diciembre de 2015 de la Comisión Regional de Uso del Borde Costero de la región de Magallanes y Antártica Chilena.
59 Sesión del 31 de marzo de 2021 de la Comisión Regional de Uso del Borde Costero de la región de Magallanes y Antártica Chilena y sesión de 12 de noviembre de 2020 de la Comisión Regional de Uso del Borde Costero de la región de Los Lagos.

por ejemplo en los casos de suspensión impuesta por el espacio costero marino.

En este contexto es necesario considerar que la normativa pesquera y de acuicultura en su estructura fundamental rige desde 1991 y se ha ido actualizando en el tiempo, introduciéndose en el año 2013 los principios precautorio y ecosistémico en su interpretación y aplicación[60]. Si bien puede estimarse que la consagración de dichos principios es reciente, constituyen mandatos a la autoridad pesquera a la hora de adoptar decisiones facilitando el diálogo con otros sectores e intereses en la óptica de avanzar hacia un manejo integrado en la zona costera. Particular importancia reviste el enfoque ecosistémico puesto que un sistema de gobernanza que lo incorpore deberá considerar los elementos ecológicos, institucionales, sociales y económicos asociados a la actividad pesquera o de acuicultura, y sus interacciones, para el proceso de toma de decisiones. Ello demanda alto nivel de información y participación de todos los actores relevantes.

La zona costera requiere una nueva institucionalidad que permita coordinar las políticas de los diversos sectores, entre ellos el de pesca y acuicultura, con la protección medio ambiental y el resguardo de las formas de vida de las comunidades costeras. En este sentido, se requiere un procedimiento en que se pueda apreciar y ponderar las diversas iniciativas que se proyectan sobre la zona costera, de modo de integrar adecuadamente los elementos ambientales, sociales, económicos y culturales que son determinantes a la hora de pronunciarse sobre posibles conflictos de uso.

Si bien se ha planteado a la zonificación como el instrumento para lograr dicho manejo integrado, la fragmentación normativa, la diversidad de competencias por sectores y por territorio nacional, regional y local, los diversos intereses planteados en términos absolutos, no ha permitido cristalizar en resultados completamente exitosos. A esto se agrega que muchas veces las decisiones de la autoridad sectorial ignoran la forma de vida de las comunidades costeras prescindiendo de adoptar medidas para no afectarlas. De allí lo relevante de la participación de los actores locales, no solo a nivel de entrega de información sino también de deliberación que aporte con sus necesidades y experiencia a todo el proceso.

De esta manera, el esquema de gobernanza que sustente un proceso de zonificación debe contemplar potestades vinculantes para su diseño e implementación, con intervención reglada de la autoridad sectorial técnica, con participación informada y efectiva de la comunidad local y transparencia en todo el proceso. Sin embargo, ello no es suficiente. El sistema de gobernanza a ser diseñado requiere asentarse de una premisa básica: el desarrollo sostenible que guíe la búsqueda de los consensos y de la conciliación de usos en un marco de manejo integrado, con respeto por el medio ambiente, en consideración a la equidad social intergeneracional y orientado al desarrollo para el bienestar social. En efecto, con el desarrollo sostenible se pretende conjugar el desarrollo económico y social en coherencia con el resguardo del medio ambiente para las generaciones presentes y futuras.

Así, la exclusión de usos o la determinación de situaciones de incompatibilidad absoluta debe ser excepcional, y en los casos en que se determine la necesidad de un mayor nivel de protección de cierta área dedicada a un uso que se estima mayormente impactante, deberán elevarse las exigencias de prevención y mitigación. Asimismo, en las decisiones que deban ser adoptadas debe considerarse las formas de vida de las comunidades costeras y la manera como los cambios de uso las impactarán.

Solo en la medida que se avance en la conciliación de intereses y no en el sometimiento de unos sobre otros, se podrá lograr en un verdadero manejo integrado donde puedan superarse los innumerables conflictos de uso que se han presenciado a la fecha. Esto supone la concurrencia de los actores con una nueva comprensión acerca de sus derechos, particularmente de propiedad, ante un bien que es escaso, apetecido, de enorme riqueza y común como es gran parte de la zona costera.

Todo lo dicho nos lleva a la necesidad de consagrar una metodología específica para la zonificación (Martínez et al., 2019) que en mi concepto debe contar con los elementos ya descritos, y una nueva institucionalidad que la lleve adelante, integrando procedimientos y categorías en base a las cuales se autorizan las diversas actividades. En efecto, como se vio en la revisión de la normativa de pesca y acuicultura, existen diversos procedimientos que no se justifican ante el mismo objetivo, que es otorgar un espacio de la zona costera en asignación exclusiva para el ejercicio de una actividad.

Una vez levantado un instrumento de zonificación que oriente y determine específicamente los usos y sus posibilidades de emplazamiento, el procedimiento de asignación en los casos que ella sea necesaria, debería simplificarse a fin de evitar las excesivas dilaciones que se presentan en la actualidad. Si lo que se busca es el desarrollo sostenible que conlleva el bienestar social, dicho bienestar no puede ser postergado por trámites innecesarios y gravosos para quienes requieren una asignación.

A tales efectos resulta necesario preguntarse no solo acerca del órgano que debe tener la competencia para asignar espacios de la zona costera sino también sobre los recursos con que cuenta para hacerlo eficientemente. En el proyecto de ley boletín 8467-12, actualmente en trámite, se traspasa la competencia de administración del borde costero al Ministerio de Bienes Nacionales. Sin embargo, no queda claro si tal Ministerio contará

60 Artículo N°1º B de la LGPA.

con los cuadros técnicos y administrativos, recursos tecnológicos y demás para llevar adelante una tarea tan relevante como amplia.

Un cambio institucional de gran envergadura como el que traería aparejado una nueva ley de costas, necesariamente debe contemplar un esquema de transitoriedad que permita generar el puente necesario entre la realidad presente y la futura. Solo en un esquema cuidadosamente pensado puede conseguirse el necesario orden gradual de traspaso de un régimen a otro, particularmente cuando hay derechos involucrados. En efecto, en cuanto a los derechos otorgados, particularmente en materia de pesca y acuicultura y bajo cualquiera de las categorías revisadas, debe considerarse que ellos cuentan con la certeza jurídica que hoy les otorga el ordenamiento jurídico en base a la cual se han adoptado decisiones que no pueden ser desconocidas de un momento a otro. Así, las situaciones jurídicas consolidadas por efecto del propio ordenamiento jurídico requieren necesariamente la previsión de un régimen transitorio que permita reconducir gradualmente el ejercicio de esos derechos a los objetivos que sean trazados a partir de la nueva ley de costas.

Reflexión final

La zona costera, que abarca un ámbito territorial más amplio que el concepto jurídico de borde costero, está expuesta a la presión de diversos usos y actividades lo que ha contribuido a la degradación de una serie de recursos naturales presentes en ella, a la amenaza de eventos naturales que generan un fuerte impacto en su configuración y en las comunidades costeras, todo ello adicionado a la preocupante certeza de que se están produciendo alteraciones en las condiciones ambientales determinadas por el cambio climático, los que repercutirán, sin duda, en las actividades humanas dependientes de la zona costera.

En este proceso de cambio será muy relevante la determinación de un marco conceptual en el que la zona costera sea un espacio de manejo integrado de los diversos usos en dicho espacio, orientado por los principios de desarrollo sostenible y con respeto a la forma de vida de las comunidades costeras.

La nueva ley de costas deberá prever una institucionalidad que cuente con el personal, medios materiales, tecnológicos y demás requeridos para abordar el manejo integrado de la zona costera. Deberá prever, asimismo, una normativa que contemple instrumentos que permitan superar los problemas derivados de la inorgánica, parcial y sucesiva legislación existente en la actualidad proveniente de diversos sectores y en los distintos niveles del territorio, evitando la excesiva judicialización de los conflictos por propiciar un sistema de gobernanza que funciona adecuadamente.

En una futura ley de costas es importante establecer la forma de conciliar los diversos intereses y de resolver los conflictos de uso que ha acarreado la normativa pesquera y de acuicultura, la que contempla categorías de afectación de espacios de la zona costera con diverso contenido y objetivo, generando superposiciones y situaciones contradictorias con otras categorías y usos.

El sistema de gobernanza debería incorporar el enfoque ecosistémico en cuanto estrategia que incluye los elementos ecológicos, institucionales, sociales y económicos asociados a la actividad pesquera o de acuicultura, y sus interacciones, para el proceso de toma de decisiones. En cualquier caso, esto demanda un alto nivel de información y participación de todos los actores relevantes.

Finalmente, la nueva ley de costas debería contemplar la necesaria gradualidad para generar un ordenado y transparente tránsito hacia la nueva normativa que se dicte.

Referencias bibliográficas

ANDRADE, B., ARENAS, F., y GUIJÓN, R. Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. Revista de Geografía Norte Grande (Santiago), 2008, Nº41, p. 23-48.

BARANGE, M., y PERRY, I. Repercusiones físicas y ecológicas del cambio climático en la pesca de captura marina y continental y en la acuicultura, en Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. En: COCHRANE, K, DE YOUNG, C., SOTO, D. & BAHRI, T. (ed). FAO (Roma), 2012, p. 7-118.

CHRISTY, F. Derechos de uso territorial en las pesquerías marítimas. Definiciones y condiciones. FAO. Doc. Tec. Pesca, 1983.

DEFEO, O. Enfoque ecosistémico pesquero. Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala en América Latina. FAO, 2015.

DE SILVA, S. y SOTO, D. El cambio climático y la acuicultura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación, en Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. En: COCHRANE, K, DE YOUNG, C., SOTO, D., & BAHRI, T. (ed). FAO, 2012, p. 169-236.

FUENTES, J. Evolución del régimen ambiental de la acuicultura en Chile. Revista de Derecho de la Pontifica Universidad Católica de Valparaíso, 2014, p. 441-477.

GALLOPÍN, G. Sostenibilidad y desarrollo sostenible. Un enfoque sistémico. CEPAL, 2003.

IBIETA, P., TAPIA, V., VENEGAS, C., HAUSDORF, M., & TAKLE, H. Chilean Salmon Farming on the Horizon of Sustainability: Review of the Development of a Highly Intensive Production, the ISA Crisis and Implemented Actions to Reconstruct a More Sustainable Aquaculture Industry. Aquaculture and the Environment - A Shared Destiny, SLADONJA, B. (Ed.), InTech, 2011, p. 215-246.

LÓPEZ, C., LÓPEZ-HERNÁNDEZ, C., y PENICHE, E. Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. Horizonte sanitario, 2005, Vol.4, Nº2.

MARTÍNEZ, C., ARENAS, F., BERGAMINI, K., y URREA, J. Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. CIGIDEN, 2019.

MOLINA, M., y NEGRETE, J. Microzonificaciones de borde costero en la región de Los Lagos chile: experiencias de participación de actores en el proceso de planificación territorial para el desarrollo local. Revista Geografía Valparaíso, 2016, Nº56, p. 142-159.

MOLINET, C., NIKLITSCHEK, E., COPER, S., DÍAZ, M., DÍAZ, P., FUENTEALBA, M., & MARTICORENA, F. Challenges for coastal zoning and sustainable development in the northern Patagonian fjords (Aysén, Chile). Latin American Journal of Aquatic Research, 2014, Vol. 42, Nº1, p. 18-29.

OSTROM, E. El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva, 2000.

RAMÍREZ, A., SÁNCHEZ, J., y GARCÍA, A. El desarrollo sustentable: interpretación y análisis. Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle, 2004, Vol. 6, Nº21, p. 55-59.

5.6.

La pesca artesanal en la encrucijada de un nuevo ordenamiento territorial: Alcances de la implementación de la Ley de Caletas en el Golfo de Arauco

Artisanal fishing at the cros sroads of a new territorial order: Scope of the implementation of the Caletas Law in the Gulf of Arauco

Valesca Montes[1], Camilo Veas[2] y Daniel Carrillo[3]

RESUMEN

Las zonas litorales, y particularmente los territorios pesquero artesanales, hoy más que antes, parecieran experimentar un mayor nivel de presión y dinamismo. Ya no son exclusivamente las diversas actividades económicas las que confluyen, sino que se adiciona también un aumento en el interés de ordenar, planificar y reformar las interrelaciones costeras. De esta manera, en el presente capítulo, se analizaron a modo de contexto algunos aspectos considerados importantes de la pesca artesanal a nivel nacional, específicamente aquellos relacionados con la dimensión socio cultural y territorial del sector, así como también las interpretaciones a través de las intervenciones del Estado. Posteriormente se desarrolló una revisión y descripción de los principales alcances territoriales de la denominada Ley de Caletas Pesqueras (LCP), para finalmente examinar desde una perspectiva territorial y de la gobernanza, cuáles son los principales desafíos de la implementación de un marco normativo de esta naturaleza. Para esto, se tomó como caso de estudio el Golfo de Arauco en la Región del Biobío, específicamente Caleta Llico. Dichos territorios, reconocidos por una vocación sociocultural ligada al mar, conviven además con un importante desarrollo industrial y elementos de alto valor para la biodiversidad. Los principales aprendizajes, dieron cuenta de la necesidad de contar con una óptica capaz de diagnosticar y considerar la dimensión territorial a la hora de pensar el trabajo a escala local y que sea coherente con una visión nacional de respeto hacia el medio ambiente y las personas. Se vislumbra además, la importancia de los procesos de acompañamiento y participación que promuevan la transparencia como eje fundamental para reducir incertidumbres y aumentar las probabilidades de éxito.

Palabras clave: pesca artesanal, ordenamiento territorial, Ley de Caletas.

ABSTRACT

Coastal areas and particularly the artisanal fishing territories, today more than before, are experiencing a higher level of pressure and dynamism, not only through different economic activities but also through an increased amount of interest in regulating, planning and reforming the coastal interrelationships. In this chapter, some of the aspects of artisanal fishing considered to be important on a national level were analyzed, specifically those related to the socio-cultural and territorial dimension of the sector, as well as the interpretations of the regulatory framework through the interventions of the State. Subsequently, a review and a description of the main territorial scope of the so-called “Ley de CaletasPesqueras” (LCP) was undertaken, in order to examine from a territorial and governance perspective, what the main challenges for implementing a regulatory framework of this kind are. For this purpose, the Gulf of Arauco in the Bio Bio region, specifically the fishing community of Llico, was used as a case study. These territories, recognized for their socio-cultural vocation linked to the sea, also coexist with an important industrial development as well as elements of high value for biodiversity. The main lessons learned identify the need to have a perspective that is capable of diagnosing and considering the territorial dimension and that is also consistent with a national vision of respect towards the environment and people when developing activities on a local level. The importance of having accompanying participative processes that promote transparency also became apparent as a fundamental principle to reduce uncertainty and increase the likelihood of success.

Key words: artisanal fishing, land use planning, Caletas Law.

1 WorldWildlifeFund, WWF Chile.
2 Centro Interdisciplinario de Estudio de Territorios Litorales y Rurales, CIET-LR.
3 World Wildlife Fund, WWF Chile.

Definición, alcances y características de la pesca artesanal en Chile

La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA en adelante) N°21.287 señala en el Art. 2° 28 respecto de la definición de pesca artesanal:

> "actividad pesquera extractiva realizada por personas naturales que, en forma personal, directa y habitual, trabajan como pescadores artesanales inscritos en el Registro Pesquero Artesanal, con o sin el empleo de una embarcación artesanal. Sin perjuicio de lo anterior, se considerará también como pesca artesanal la actividad pesquera extractiva realizada por personas jurídicas que estén compuestas exclusivamente por personas naturales inscritas como pescadores artesanales en los términos establecidos en esta ley. Esta excepción será aplicable sólo a armadores y a organizaciones de pescadores artesanales…"

En este sentido, las estadísticas entregadas por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (en adelante, SERNAPESCA) en el Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura 2020, señalan que el Registro Pesquero Artesanal (en adelante, RAE) está conformado por 93.743 personas inscritas, de las cuales el 24% corresponde a mujeres y 76% a hombres. Los registros, además, señalan que se encuentran constituidas 1.694 organizaciones artesanales distribuidas en 461[4] caletas pesqueras artesanales. Mientras que el desembarque total alcanzó 1.414.382(t) correspondientes principalmente a algas, peces, moluscos y crustáceos, siendo la Región del Biobío la que presenta el mayor volumen con 506.578(t). A estos datos, se suma además la presencia de una extensa y diversa flota de embarcaciones a lo largo de toda la costa, la cual se encuentra definida precisamente en la LGPA[5].

Lo anterior describe en términos bastante estructurales la actividad pesquera artesanal, pero se debe entender que la pesca artesanal, en la práctica, implica una dimensión más amplia, se debe comprender desde lo cultural y atender a su particular dinamismo, donde existen movimientos o traslados desde y hacia otras actividades. Esto implica, por otro lado, asimilar que a lo largo del país podemos visualizar grandes diferencias. Por ejemplo, habitualmente surge en las discusiones a distintas escalas la necesidad de redefinir la pesca artesanal, ya que a criterio de muchos no es comparable bajo una misma categoría la embarcación que utiliza un buzo a remo con una lancha de 18 metros de eslora dedicada a actividades de pesca pelágica.

Entonces, por una parte tenemos una definición de pesca artesanal que no necesariamente responde a los matices que puede otorgar el territorio en el que se desarrolla la actividad, ni tampoco considera cómo se permea por el entorno, ni reconoce una serie de roles que se desempeñan a la par de la pesca. A ello se suman las grandes brechas identificadas en términos de las dimensiones de las embarcaciones, lo cual se traduce no solamente en el poder de pesca sino que también en el capital con el cual cuenta cada pescador o pescadora y los ingresos que pudiera recibir en sus temporadas de pesca. Lo anterior resulta trascendental al momento de elaborar políticas públicas orientadas al sector o mecanismos de ayuda, los cuales suelen ser transversales, comunes y estandarizados, por lo que no necesariamente atenderán a las necesidades -diversas de norte a sur- particulares de cada caleta, organización o comunidad.

El lado B de la pesca: Su historia ancestral, la importancia cultural, la conformación societal y la diversidad de actividades conexas

Chile puede considerarse un país afortunado al poseer un extenso mar que alcanza los 8 mil km de costas -incluyendo sus territorios insulares-, el cual nos provee de una gran diversidad de recursos hidrobiológicos que tienen hoy en día múltiples usos, que van desde lo medicinal a la cosmética, pasando por el consumo humano directo y la industria de reducción -harina y aceite de pescado-, entre otros.

La pesca artesanal es una de las actividades productivas y de subsistencia que se realiza a lo largo del borde costero chileno y también, en forma menos visible, en lagos y ríos. Esta actividad tiene su origen en tiempos ancestrales, desde la pesca, caza y recolección de orilla que realizaban los pueblos originarios y antepasados, hasta la modernización de la actividad

4 Ley N° 21.027-2017 Regula el desarrollo integral y armónico de caletas pesqueras a nivel nacional, Artículo 1° señala "*La caleta artesanal o caleta constituye la unidad productiva, económica, social y cultural ubicada en un área geográfica delimitada, en la que se desarrollan labores propias de la actividad pesquera artesanal y otras relacionadas directa o indirectamente con aquella".*

5 La LGPA señala -en relación a las embarcaciones- en su artículo 1° letra C número 14 que la embarcación pesquera artesanal o embarcación artesanal es *"aquella explotada por un armador artesanal e inscrita en el Registro Pesquero Artesanal, de una eslora máxima no superior a 18 metros y 80 metros cúbicos de capacidad de bodega, garantizando la seguridad y el que no haya aumento del esfuerzo pesquero. No obstante lo anterior, única y exclusivamente para embarcaciones pesqueras artesanales, se excluirán del volumen total del arqueo bruto aquellos espacios cerrados destinados única y exclusivamente a la habitabilidad y bienestar de la dotación, es decir, cocina, comedor, camarotes, puente, baños y salas de descanso y que no excedan de un máximo de 50 metros cúbicos y de un francobordo mínimo de 200 milímetros a lo largo de toda la eslora, que dé garantías de seguridad y navegabilidad".*

como se ve en la actualidad. Incluso, muchas de las prácticas ancestrales se mantienen al día de hoy. Por ejemplo, la trashumancia caracteriza a la zona norte de Chile, donde personas aprovechan la temporalidad para el pastoreo del ganado y, dependiendo de las condiciones, para realizar actividades costeras como la recolección de algas, lo que incluso ha sido estudiado desde la genética en caleta Huelén, en la desembocadura del río Loa. Allí se identifica la existencia de "*una estrategia de trashumancia estacional, establecida para todas las épocas del desarrollo cultural del Norte de Chile (Baker & Bell, 1982; Escobar & Bell, 1982; Hidalgo, 1978; Núñez, 1978, 1980, 1981; Núñez et al., 1976), (que) deberá ser considerada junto con la evidencia arqueológica disponible para evaluar la intensidad del flujo génico entre localidades y el efecto migratorio de rango medio dentro y entre regiones"*. Si bien se han podido evidenciar ciertas transformaciones con el tiempo, la esencia se mantiene en otras áreas geográficas, como el caso de la Región del Biobío, donde pescadores y pescadoras señalan que las condiciones climáticas adversas les obligan a transitar entre la pesca y el sector maderero o la agricultura de pequeña escala; la misma situación ocurre en el sur de Chile, donde se alterna entre la pesca y la industria acuícola.

Otro ejemplo de actividades ancestrales aún vigentes, lo encontramos en la pesca a caballo en la Provincia de Arauco, actividad de subsistencia que realizan pescadores y comunidades indígenas. En concreto, consiste en ingresar cerca de 50 metros mar adentro montando un caballo, el cual lleva una red, al tiempo que otro caballo y su jinete quedan en la playa donde se sostiene el otro extremo de la red. Ambos forman algo similar a una alargada red de tenis. El caballo que se encuentra en el mar comienza a trasladarse horizontalmente al igual que el caballo que está en la playa y a su paso van pescando lo que el mar entregue. Otras personas suelen esperar en la playa para dar vuelta los *calones* (palo redondo que sirve para extender las redes) y echar las redes hacia dentro.

En la vereda opuesta a una pesca de subsistencia, nos encontramos con una industria pesquera considerada como una de las actividades más importantes del país, que en su mejor momento llegó a exportar desde 30.000 a 430.000 toneladas, lo que se traduce en 100 millones de dólares en 1990 y 1.600 millones en 2004 (FAO 2005-2021). La modernización de la pesca también influenció la necesidad de organización de las y los pescadores artesanales, lo cual además responde a la evolución normativa, para intentar ordenar de alguna manera el sector. Esto último surge debido a que históricamente las políticas públicas estuvieron orientadas al fortalecimiento de un modelo extractivista exportador de materia prima. Mientras esto sucedía, la llamada "carrera olímpica"[6] por la extracción comenzaba a tener las primeras consecuencias en cuanto a la disminución de la disponibilidad de recursos.

La modernización y administración de las pesquerías influye en la generación de dinámicas que tienen relación con las formas de organización del sector artesanal. Predomina la formalización bajo sindicatos, lo que le permite a los sujetos artesanales un mayor nivel de gestión sobre la actividad, traduciéndose en un sistema de administración interna para el manejo de fondos financieros en casos puntuales y/o de emergencia, transformándose en una plataforma autogestionada de soporte socioeconómico. Esta figura, además, permite el acceso a recursos para financiar proyectos. En menor medida, es posible encontrar grupos cooperados o confederaciones. No obstante, se reconoce la existencia de tres grandes conglomerados que agrupan a la mayoría de los y las pescadoras: Confederación Nacional de Pescadores Artesanales de Chile (CONAPACH), Confederación Nacional de Federaciones de Pescadores Artesanales de Chile (CONFEPACH) y Consejo Nacional de Defensa de la Pesca Artesanal de Chile (CONDEPP), mientras que en los últimos dos años ha emergido con fuerza la Corporación Nacional de Mujeres de la Pesca Artesanal de Chile Red Nacional.

En el sector, no solo existen tensiones entre las organizaciones por cuestiones de poder, sino que éstas se hacen más evidentes cuando se trata del rango de embarcaciones definidas como artesanales, desde botes de 3 metros de eslora hasta embarcaciones de 18 metros de eslora, estas últimas con un evidente poder de autonomía superior a un bote a remos. Entonces, cuando pensamos en las embarcaciones artesanales, no sólo corresponde al imaginario del bote a remo, sino que también incluye a quienes más bien podrían pertenecer a una categoría de semi-industrial. Por esta razón es que también se producen asimetrías de poder dentro del propio sector, donde el capital y capacidad de pesca otorgan mayor poder de negociación y "peso"en la fracción artesanal.

6 La FAO (2007) describe la carrera olímpica de la siguiente forma: *"cada embarcación se apresura para capturar la mayor cantidad posible del recurso antes del agotamiento de la cuota, a fin de llevarse la mayor porción posible de la misma. En segundo lugar, la «carrera olímpica» induce a los propietarios de la flota a dotar a sus embarcaciones con la mayor tecnología de captura posible, a fin de ejercer el mayor esfuerzo pesquero que pueda alcanzar, y maximizar de esta manera el índice de captura por unidad de tiempo".*

Hacia dónde avanza hoy la pesca: Instrumentos de financiamiento, políticas públicas y asimetrías de poder del sector artesanal

En el año 2017 se aprobó la creación del Instituto de Desarrollo Sustentable para la Pesca Artesanal (en adelante, INDESPA), en la búsqueda de mejorar la capacidad productiva y/o comercial del sector pesquero artesanal y de la acuicultura a pequeña escala, donde se han centralizado todos los instrumentos financieros disponibles para apoyar al sector. Al 2021, se ha logrado estructurar el equipo y se han hecho públicas las estrategias que han diseñado para implementar dicha institucionalidad. Sin embargo, con la llegada del Covid-19 los recursos públicos se han limitado para cubrir necesidades inmediatas. Cabe mencionar que existen grandes expectativas sobre el INDESPA, incluso llegando a ser proyectado como el INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario) de la pesca, esto dada la importancia en términos de recursos financieros que el Estado destina al sector agropecuario y la agricultura a pequeña escala, en lo específico. Si bien en el caso de la pesca aún es incierto el impacto que generará en el sector, ya se vislumbran ciertos cambios como la destinación de fondos con enfoque de género.

Las asimetrías cualitativas y cuantitativas identificadas en el sector artesanal han evidenciado brechas en los instrumentos financieros para la mejora de la actividad pesquera artesanal, ya que habitualmente obedecen a estrategias que dependen de la administración de turno y no siempre se condicen con las necesidades particulares de cada territorio. En muchas ocasiones, también, implican barreras adicionales, como el apalancamiento de fondos que deben asegurar las organizaciones de pescadores y pescadoras artesanales, para obtener financiamiento público. Esto también muestra que no todas las organizaciones cuentan con las capacidades humanas suficientes para desarrollar proyectos, como por ejemplo, caletas tradicionales o insertas en zonas urbanas que tienen apoyo permanente o semipermanente de universidades o institutos de investigación, a diferencia de otras donde se acentúan las brechas de lenguaje y de conectividad, indispensables hoy para acceder a recursos financieros públicos. De esta manera, surge la necesidad de construir herramientas apropiadas para avanzar desde la base de las dinámicas sociecológicas hacia los instrumentos de planificación y gestión en concreto, procurando convertir a estos últimos en planes que constituyan modelaciones representativas de la diversidad biocultural litoral (Ther-Ríos et al., 2020) para de esta manera contribuir al diseño de estrategias apropiadas que atiendan las complejas relaciones socioambientales producidas en la gestión de recursos naturales.

No obstante lo anterior, se puede observar la disponibilidad de instrumentos financieros y de planificación orientados a mejorar las condiciones de la pesca artesanal y contribuir, además, a la planificación de sus territorios y, por ende, del borde costero. Sin embargo, es necesario mencionar que estos instrumentos tienen como objetivo prioritario la generación de "polos de negocio", relegando a un segundo o tercer plano el valor cultural y social de la pesca artesanal y el aporte a sus territorios y entorno. Aquí es donde se encuentra la Ley de Caletas Pesqueras (LCP) N°21027/2017, que regula el desarrollo integral y armónico de las caletas pesqueras a nivel nacional, donde el Estado entrega la administración de los espacios a las organizaciones de pescadores y pescadoras. En términos de desafíos, la LCP tendrá que develar si efectivamente logrará reducir las brechas y mejorar las condiciones del sector artesanal y de acuicultura a pequeña escala frente a la escasez de recursos, pasando por la resolución de posibles conflictos con otros sectores en cuanto a la planificación del borde costero.

Enfoque de género y actividades conexas: Una punta angular para definir la pesca artesanal

La lucha por la búsqueda de igualdad y equidad en muchos aspectos entre hombres y mujeres tiene una larga historia, lo que ha logrado hitos tan importantes como el acceso a la educación y el derecho a voto. Sin embargo, aún es posible encontrar situaciones disímiles, fuertemente marcadas por razones culturales, donde todavía se busca avanzar hacia el reconocimiento de la mujer como sujeto de derecho. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) señala que las mujeres realizan 2,5 veces más trabajo informal que los hombres. Sin ir más lejos, al enfocarnos en América Latina, la desigualdad se vislumbra en muchos aspectos de la vida, desde el no reconocimiento de las labores del hogar como trabajo (es un trabajo no remunerado) a la presencia de la brecha salarial, la que en Chile llega al 21,1% (es decir las mujeres ganan 21,1% menos que los hombres por desarrollar el mismo trabajo o en cargos iguales). Esta es una de las brechas más altas de la región, considerando que el promedio de los países que componen la OCDE es de 14,3% (OCDE, 2020).

En el sector pesquero en Chile, principalmente el pesquero artesanal, se refleja una situación similar a otros países de Latinoamérica. El Mapa de Género del Sector Pesquero Chileno (2019)[7] elaborado por SUBPESCA y SERNAPESCA, señala que, de un total de

7 Mapa de Género del Sector Pesquero Chileno https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-108024_recurso_1.pdf

91.436 personas registradas formalmente en el Registro Pesquero Artesanal, 22.063 corresponde a mujeres. Sin embargo, la realidad en las caletas artesanales sugiere que la cifra puede ser mucho más alta, y eso tiene que ver con una serie de actividades informales que realizan las mujeres en estos lugares. Estas actividades informales se denominan actividades conexas y reúnen todas aquellas acciones vinculadas a la pesca, muchas de ellas históricas, pero que no son reconocidas legalmente y que pueden tener relación con la pre-captura, post-captura, procesamiento y comercialización de recursos y/o productos, como por ejemplo las charqueadoras de pescado, remendadoras de redes, encarnadoras, ahumadoras, fileteadoras, entre muchas otras. El sector se caracteriza por un sesgo en la participación e integración del enfoque de género, donde no existe pleno reconocimiento del rol y el valor de la mujer en la pesca y donde muchas de ellas, además, ejercen actividades estrechamente vinculadas con la actividad extractiva, desde la informalidad.

Este reconocimiento no sólo importa como un derecho que le concede dignidad a las miles de mujeres que trabajan en la pesca, además implica acceso a financiamiento público y a relevar a la mujer en espacios de toma de decisión y de poder. Esto último resulta decisivo cuando se trata de la LCP, ya que resulta crucial la consideración de las mujeres que forman parte de comunidades de la caleta artesanal, las que cuentan con su RPA y también quienes realizan otras actividades que aún no están reconocidas legalmente.

Lo anterior es un ejercicio fundamental para avanzar en la equidad e igualdad en el mar; de esta manera, Álvarez et al. (2017) plantea que *"la participación de la mujer en la actividad sindical, ha comenzado a visibilizarse contemporáneamente, dejando atrás su caracterización como complemento del trabajo realizado por hombres".* Por esta razón se crea la Confederación Nacional de Mujeres de la Pesca en Chile Red Nacional, quienes pretenden impulsar políticas públicas orientadas a eliminar las brechas de género y dignificar a la mujer de mar.

La necesidad de avanzar hacia el reconocimiento de la mujer en el sector pesquero artesanal se concreta mediante la aprobación del proyecto que modifica la LGPA[8], para "*establecer una cuota de género en la integración de los órganos y el registro pesquero artesanal que ella regula, y adecua definiciones a un lenguaje inclusivo*", donde además se avanza en el reconocimiento de las actividades conexas a la pesca artesanal que entre otras cosas, les permite acceder a beneficios de financiamiento público. Este avance en materia normativa, sienta las bases para reducir las brechas de género en el sector pesquero a distintas escalas y avanzar en materia de equidad e igualdad de género, asegurando el acceso (mediante cuotas de género) a espacios de toma de decisión como el Consejo Nacional de Pesca hasta el uso de lenguaje inclusivo con el fin de eliminar toda discriminación arbitraria por razones de género.

Hacia una visión territorial de la pesca artesanal: Los alcances de la LCP

El contexto territorial de la pesca artesanal

Uno de los componentes más identitarios de las costas de nuestro país es, probablemente, la presencia de asentamientos humanos enfocados en la extracción de recursos del mar o las también llamadas *Caletas Artesanales*. Relevante es clarificar, además, que al igual que nuestra extensa costa, las caletas muestran una alta heterogeneidad en sus características sociales, económicas y ambientales, pasando desde asentamientos temporales dedicados a la recolección de algas, a grandes puertos artesanales con flotas de embarcaciones que se aventuran largas distancias mar adentro. Así, la *Caleta Artesanal* aparece como un nodo en el paisaje, compartiendo atributos de ecosistemas terrestres y marinos, es decir, responde al desarrollo de las políticas públicas e instrumentos de planificación (no en la totalidad de las oportunidades) presentes a nivel comunal, regional y/o nacional, pero a su vez se ve fuertemente influenciada por las medidas administrativas aplicadas en el mar, además de los propios ciclos naturales de los ecosistemas.

En términos más concretos, dentro de las 461[9] Caletas Artesanales presentes en Chile se desarrollan actividades diversas, algunas asociadas directamente a los recursos del mar, tales como la extracción de peces mediante diversas artes, la recolección de algas, el cultivo de recursos bentónicos, entre otros, mientras que de manera indirecta, encontramos el desarrollo de la gastronomía, el turismo recreativo, el turismo de intereses especiales (asociado por ejemplo al avistamiento de cetáceos o aves marinas), la comercialización de subproductos y el procesamiento de materias primas. Todas estas actividades, asociadas a la dimensión pesquero artesanal, conviven e interactúan complementariamente con otros usos asociados a grandes sectores económicos (por ejemplo

8 Oficio N°16.672 para solicitar aprobación al TC https://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=12702-34
9 D.S. N°98-2018 Reglamento que Regula los Títulos I y III de la Ley N°21.027 Sobre el Desarrollo Integral y Armónico de Caletas Pesqueras a Nivel Nacional y Fija Normas para su Declaración y Asignación https://www.subpesca.cl/portal/615/articles-104711_documento.pdf

puertos, termoeléctricas, plantas de proceso) o bien con usos ancestrales y culturales por parte de los pueblos originarios (Saavedra & Macías, 2012).

En este contexto diverso y dinámico, se devela una problemática que no es menor y que dice relación con la ocupación irregular y la consiguiente apropiación de los territorios (Caletas Artesanales) por parte de las comunidades costeras, para el desarrollo de sus actividades económicas y de subsistencia (Bezamat& Moris, 2019). Siendo este un escenario muy recurrente en el país, y que además de traer problemas asociados a la planificación, limita las capacidades de desarrollo a largo plazo de los propios asentamientos, es que durante el año 2017 el Estado de Chilepromulgó la Ley Nº21.027-2017 que regula el desarrollo integral y armónico de caletas pesqueras a nivel nacional (LCP). Dicho marco normativo, cambia la figura de administración de los terrenos en donde se emplazan actualmente las caletas artesanales, permitiendo agilizar procesos administrativos bajo el amparo de una institucionalidad más pertinente y con más competencia en temas de pesca artesanal.

Principales componentes de la Ley 20.017

La LCP es un cuerpo normativo que tal como lo señala su nombre, busca generar un desarrollo armónico e integral del sector pesquero artesanal, mediante una utilización del territorio basado en garantías y deberes amparados en acuerdos formales y medibles. Cabe señalar que la aplicación de la LCP está depositada en su reglamento[9], el cual tiene por objetivo propiciar que las organizaciones de pescadores y pescadoras artesanales, puedan optar a la administración de su caleta mediante un acuerdo sostenido con SERNAPESCA. En términos específicos, el procedimiento de destinación (Figura N°1) considera la entrega de los bienes nacionales de uso público, o bienes fiscales, que estén comprendidos en el emplazamiento de la caleta pesquero artesanal que corresponda. Esta destinación, a cargo de SERNAPESCA, está sujeta de igual forma al cumplimiento de ciertas condiciones administrativas y materiales que permitan y propicien el desarrollo de actividades asociadas directa o indirectamente a la pesca artesanal[10].

Figura N°1.
Principales aspectos de la aplicación de la LCP en un territorio pesquero artesanal

Fuente: SERNAPESCA.

10 Ley N°21.027-2017, artículo 30.

Tal como se aprecia en la Figura N°1, la institución responsable es SERNAPESCA, previo informe de las Fuerzas Armadas de Chile, por ende, desde una perspectiva técnica existe mayor pertinencia en el proceso de acompañamiento y supervisión de los acuerdos con las organizaciones artesanales. Por otra parte, la temporalidad de la destinación cambia de 5 años promedio a 30 años, lo que permite pensar un proceso de más largo plazo en términos de planificación e inversión. En lo relativo al proceso de seguimiento, con el régimen de concesiones marítimas, el Plan de Administración se encontraba sujeto a la existencia de infraestructura fiscal realizada por la Dirección de Obras Portuarias (DOP), mientras que en el caso de no existir dicha infraestructura, solo se solicitaba un Plan de Gestión. Esto cambia con la normativa de la LCP, ya que el Plan de Administración es un requisito fundamental para la solicitud de asignación. Por último, y quizás uno de los aspectos más atractivos de los alcances de la LCP, es la posibilidad que ofrece de generar articulaciones territoriales, lo que si bien no está restringido en el régimen de concesiones marítimas, no promueve abiertamente el desarrollo armónico de la actividad entre múltiples actores. De esta manera, un desarrollo armónico e integral, se puede construir mediante acuerdos de los actores del territorio, proyectos colectivos y resolución de conflictos basados en la participación.

Dentro de las actividades que la LCP pretende promover, se pueden establecer dos categorías: aquellas de vinculación directa con la pesca artesanal, en donde encontramos la extracción de peces, crustáceos y recursos bentónicos, y su transformación, así como la pesca recreativa, la recolección de algas y la acuicultura de pequeña escala. Mientras, de manera indirecta se sitúa el turismo, los puestos de venta de recursos hidrobiológicos, los puestos de venta de recursos de artesanía local, actividades gastronómicas, estacionamientos, abastecimiento de combustible (administradas por los asignatarios), entre otras que se consideren complementarias.

En consideración del contexto antes planteado, es que aspectos como la destinación a largo plazo (30 años), con un plan de trabajo a futuro bien definido (Plan de Administración y Plan Estratégico de Desarrollo) y con una institución con pertinencia pesquera como contraparte, se posicionan como garantías de un otorgamiento de título basado en un derecho real, consistente en usar y aprovechar un área geográfica determinada por parte de las organizaciones de pescadores y pescadoras artesanales (SUBPESCA, 2017). A su vez, este tipo de medidas se pueden transformar en una oportunidad para hacer frente a los efectos socioeconómicos que las crisis de las pesquerías han generado sobre las comunidades costeras y sus medios de subsistencia (WWF, 2020a).

Implicancias y desafíos de la implementación de la LCP: El caso del Golfo de Arauco en la Región del Biobío

El Golfo de Arauco en su dimensión pesquero artesanal [11]

El Golfo de Arauco está ubicado en la Provincia de Arauco, Región del Biobío, donde una de las actividades más importantes se relaciona con la pesca artesanal: de norte a sur se emplazan las caletas Laraquete, Arauco, Tubul, Llico y Lavapié.

Figura N°2.
Ubicación geográfica de caleta Llico y contexto del Golfo de Arauco

Fuente: https://www.instagram.com/franveasiluciencia/

Tal como se aprecia en la figura, además del sector artesanal e industrial, en el Golfo conviven otros procesos asociados por ejemplo a áreas ricas en biodiversidad como humedales y formaciones dunares. Esto, en contraposición a un sector forestal con una fuerte presencia sobre gran parte del paisaje de la zona. Dichos elementos, que solo son una muestra de todas las actividades presentes, intentan dar el contexto de relaciones al que se enfrenta la pesca artesanal cuando, de pensar estrategias integradas con el territorio se trata. En términos pesqueros, según SERNAPESCA 2019, la Región del Biobío es la más importante en cuanto a extracción de recursos pesqueros. Al 2019 el total desembarcado correspondió a 991.857 toneladas, donde la actividad extractiva de peces pelágicos como la anchoveta, jurel y sardina común representan los

11 Los datos utilizados en esta sección corresponden a la información oficial entregada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) y su Unidad de Gestión Territorial para el 31 de marzo del 2021.

principales recursos extraídos, el desembarque total de peces fue de 919.193 toneladas, respectivamente. Del total desembarcado en toneladas, 496.439 fueron extraídas por el subsector artesanal de las cuales, 13.707 corresponde a algas, 11.240 a moluscos, 2.174 a crustáceos, 297 definidas como otras especies y 469.021 a peces.

Las caletas pesqueras artesanales del Golfo de Arauco se caracterizan por una alta representatividad de la actividad de recolección y extracción de recursos bentónicos. Así, la necesidad de gestionar y ordenar la extracción de éstos permite la creación del Comité de Manejo del Golfo de Arauco mediante RES EX. N°3445[12], el cual diseñó un plan de manejo en el año 2014, con una última actualización el año 2019 mediante RES. EX. N°2078[13] y se aplica para los recursos huepo (*Ensis macha*), taquilla (*Muliniaedulis*) y navajuela (*Tagelusdombeii*); el que incluye también a los puertos Norte y Sur de Isla Santa María. El plan de manejo según la LGPA Artículo 2° número 33) consiste en un *"compendio de normas y conjunto de acciones que permiten administrar una pesquería basados en el conocimiento actualizado de los aspectos biopesquero, económico y social que se tenga de ella".* En este sentido, los y las pescadoras de las caletas del Golfo de Arauco deben definir de qué manera buscan gestionar los recursos bentónicos ante lo cual también tienen responsabilidad en la generación de información sobre el estado de los recursos para que les permita tomar las mejores decisiones. Durante el 2020, según el Informe de Desembarque del Plan de Manejo del Golfo de Arauco, se desembarcaron 788.441 toneladas de huepo o navaja de mar, 1.639.238 toneladas de navajuela y 443.280 toneladas de taquilla.

Implementación de la LCP: El caso de Caleta Llico

El proceso de implementación de la LCP, presenta diversos dinamismos en los distintos territorios del país, ya que además de depender de la voluntad de las organizaciones artesanales de adentrarse en este proceso o mantenerse en los regímenes de existencia previa[14], está sujeto fuertemente a una dimensión organizacional. Es decir, factores como el grado de coordinación y acuerdo existente al interior de una organización artesanal, o entre varias organizaciones, además de la discusión de una visión común, serán aspectos claves para que el proceso se pueda llevar adelante. En este sentido, y en base a la experiencia de colaboración que WWF Chile y CIET-LR vienen desarrollando hace 3 años en la Provincia de Arauco, en materia de Gobernanza Pesquero Artesanal, se decidió comenzar un trabajo de participación para la implementación de la LCP en la Caleta Llico.

Caleta Llico, ubicada en la Provincia de Arauco, es un asentamiento de carácter rural que alberga a cerca de 160 pescadores/as formalmente inscritos/as (SERNAPESCA, 2019), en donde el 63% corresponde a hombres y el 37% a mujeres. Entre las actividades desarrolladas, predomina la categoría de recolector/a de orilla, seguido de pescadores/as artesanales y buzo/a mariscador/a. Complementariamente, se contabilizan 32 embarcaciones artesanales. En términos organizacionales, los registros dan cuenta de 128 personas distribuidas en 8 organizaciones, entre sindicatos, agrupaciones y cooperativas.

Entre los principales recursos extraídos en la caleta se encuentran especies bentónicas como navajuela (*Tagelusdombeii*), huepo (*Ensis macha*), cholga (*Aulacomyaatra*), piure (*Pyura chilensis*) y choro zapato (*Choromytiluschorus*). En la familia de los peces, en tanto, destaca la corvina (*Cilusgilberti*), pejegallo (*Callorhynchuscallorhynchus*) y congrio dorado (*Genypterusblacodes)*. Además, la principal organización administra un estacionamiento, lo que se complementa con la oferta gastronómica circundante a la caleta, la cual no depende de las organizaciones.

Dado este contexto, la pesca artesanal significa en Caleta Llico el sustento de decenas de familias de manera directa e indirecta. Así, la implementación de la LCP, representa una oportunidad de mejorar las condiciones laborales mediante proyectos de equipamiento e infraestructura, llevar a cabo una actividad más armónica y sustentable con el medio ambiente, explorar nuevas áreas de trabajo más inclusivas en términos de género, así como también estratégicas frente a los procesos climáticos.

Para entender el proceso e historia de la LCP en el contexto de Caleta Llico, presentaremos los principales hitos con sus objetivos y alcances al marco normativo (CuadroN°1), siempre desde la perspectiva de una Gobernanza Pesquero Artesanal, que entiende cualquier acción de índole organizacional con una perspectiva de análisis territorial más amplia. Cabe señalar que este proceso fue desarrollado en el marco de un proyecto de colaboración entre instituciones locales y externas, tomando como referencia metodologías participativas y focalizando el trabajo con el *Sindicato de Trabajadores Independientes (STI) de la Pesca Artesanal, Buzos Mariscadores Caleta Llico,* quienes agrupan y representan a todas las restantes organizaciones existentes en la caleta.

12 Resolución Exenta 3445 https://www.subpesca.cl/portal/616/articles-93887_RES_EX_2445_2012.pdf
13 Resolución Exenta 2078 https://www.subpesca.cl/portal/616/articles-104495_documento.pdf
14 Decreto con Fuerza de Ley N°340 sobre concesiones marítimas.

CuadroN°1.
Principales hitos temporales del proceso de implementación de la LCP

HITO	OBJETIVO (S)	ALCANCES LCP
	AVANCES ACTUALES	
Jornadas de presentación de LCP	-Sensibilizar los conceptos claves y alcances del marco normativo. -Resolver dudas respecto a los deberes y derechos de las organizaciones artesanales.	-Determinación de ingresar al proceso de LCP.
Jornadas de definición de Ejes de Acción	-Identificación de principales brechas y problemáticas. -Construcción de mecanismos de resolución de problemáticas. -Identificación de los principales actores / instituciones consideradas relevantes para la participación.	-Definición de los principales componentes del Plan de Administración. -Determinación de aspectos generales para elaboración del Plan Estratégico de Desarrollo.
Jornadas de zonificación colectiva actual y proyectada	-Identificación de las principales áreas formales e informales utilizadas por la organización artesanal a través de instancias de participación.	-Definición del área geográfica solicitada a destinación.
Solicitud de destinación	-Definir un proyecto colectivo del área en cuestión, pudiendo desarrollar de manera expedita los anhelos y necesidades que los propios pescadores definan.	-Solicitud geográfica de destinación.
	AVANCES PROYECTADOS	
Revisión y ajuste Plan de Administración	-Declarar los mecanismos específicos mediante los cuales se administra el espacio correspondiente a la caleta artesanal. -Establecer los mecanismos para la resolución de conflictos y gestión de riesgos.	-Presentación y aprobación del Plan de Administración según lo señalado en el Reglamento que Regula los Títulos I y III de la Ley N°21.027, Título III completo.
Plan Estratégico de Desarrollo	-Definir una estrategia a largo plazo para la administración del área geográfica correspondiente a la caleta artesanal.	-Presentación y aprobación del Plan Estratégico de Desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

En consideración del trabajo realizado, se desprenden dos grandes áreas de resultados. La primera, referida a los alcances de la zonificación, y la segunda, a los ejes de acción.

a) *Zonificación*
La organización artesanal identificó tres zonas de referencia. Un área correspondiente a la destinación actual en donde realizan gran parte de sus actividades en tierra, entre ellas los desembarques y disposición de embarcaciones. Otra área de balneario, destinada a la recreación turística y, por último, una línea referencial que establece el límite entre la zona de varado y el fondeadero. Respecto a la zonificación proyectada, esta última establece la destinación de un área multipropósito para la instalación de servicios gastronómicos, un galpón y/o sala de reuniones, además de la reconstrucción de un museo, que resultó destruido luego del tsunami del año 2010. Complementariamente, se identifica la necesidad de solicitar una nueva área de fondeadero en la zona sur de la caleta (dadas sus condiciones de resguardo) y un nuevo espacio recreacional que pueda ser administrado por la organización artesanal (estacionamiento y comercio).

b) *Ejes de acción*
En términos de ejes de acción, surgieron de las jornadas de trabajo cuatro grandes ejes. El primero, vinculado a la creación de un mercado marino que les permita procesar y comercializar sus productos a mejor precio, debido a una falta de espacio e infraestructura para dichos fines. El segundo eje, referido a la dimensión turística, que dice relación con la construcción de un museo marino que permita seguir potenciando a la caleta en ese ámbito. El tercer eje, se vincula con mejoras en el actual sistema de alcantarillado, el cual declaran no es suficiente y presenta problemas de sobrecarga. Por último, el cuarto eje referido a temas de gestión, plantea la necesidad de atender de mejor forma el manejo y retiro de residuos, tanto domiciliarios como específicos de la actividad pesquera.

Así, observando los alcances establecidos tanto en materia de zonificación como de ejes de acción, se puede establecer que las actividades proyectadas por el sindicato requieren de una coordinación entre múltiples actores. La creación de espacios vinculados al turismo, supondrán necesaria e idealmente, un proceso de diálogo con el municipio, con los oferentes actuales de servicios gastronómicos, con el servicio de salud en caso que corresponda, además de la Armada, entre otros. Por

otra parte, la instalación de plantas de proceso para la generación de valor agregado, conllevará un proceso de discusión, por ejemplo, con INDESPA para su potencial financiamiento, además de las evaluaciones de mercado correspondientes para asegurar una sostenibilidad económica a futuro.

De esta manera, las discusiones que surgen en torno a la implementación de la LCP, se transforman en un faro que ilumina una serie de otras relaciones e instancias que pueden ser atendidas desde la óptica de la gobernanza pesquero artesanal, marco de referencia que discutiremos a continuación.

a) *El rol de una gobernanza pesquero artesanal en la implementación de la LCP*

Respecto a la gobernanza pesquero artesanal, si bien para definirla podríamos decir que está fuertemente influenciada por las dinámicas presentes en los territorios pesquero artesanales, así como también por debates teóricos en torno a la gobernanza territorial, consideramos relevante tomar algunos alcances del concepto de gobernanza oceánica, el cual según Suárez de Vivero et al. (2008) puede ser entendida como:

> *Un conjunto de reglas, prácticas e instituciones que interactúan a todos los niveles para proporcionar equidad y sostenibilidad en la asignación y gestión de los recursos y espacios oceánicos (Mann Borgese, Bailet, 2001), es decir, un peculiar sistema de "gobierno" en el que tendrían cabida reglas formales e informales, antiguas y nuevas estructuras de poder (instituciones estatales y otros actores sociales: ONGs ambientalistas, empresas de explotación de recursos marinos, trabajadores del mar,…), eficiencia y equidad en la gestión de los recursos, y mecanismos de resolución de conflictos en cuanto al acceso al océano, especialmente teniendo en cuenta que los problemas son más agudos en un ámbito en el que los actores son interdependientes (Friedheim, 1999: 748).*

En base a esto, y considerando algunas referencias del trabajo de Chiaet al. (2016), además de la experiencia del trabajo de campo (WWF, 2020b), definiremos a la gobernanza pesquero artesanal como:

> *el (los) proceso(s) de concertación y coordinación que buscan una mayor y mejor participación (inclusión) de los actores locales, regionales, nacionales a la definición de objetivos comunes, estrategias, acciones y a la implementación de soluciones a los problemas identificados y priorizados de manera concertada. La gobernanza de la pesca artesanal (GPA) implica desarrollar y elaborar, dispositivos e instrumentos de coordinación entre actores institucionales regionales y nacionales y de concertación/coordinación entre actores locales tanto de la pesca como de otras actividades. Así, su objetivo central es elaborar de manera transparente, estrategias de desarrollo y de gestión de la actividad y de los recursos, asegurando sustentabilidad y participación.*

Ahora, cuando pensamos en el escenario de las caletas artesanales distribuidas a lo largo de la costa de Chile, y cómo las distintas dinámicas presentes en los territorios pesqueros artesanales pueden avanzar hacia una gobernanza efectiva, pareciera ser que una oportunidad real es la implementación de la LCP. Sin embargo, actualmente se desconoce de manera precisa cuáles han sido los procesos organizacionales que han orientado las destinaciones ya efectuadas, y por tanto, cuál o cuáles son los aprendizajes obtenidos hasta el momento.

En términos de cifras, a marzo de 2021, según datos de SERNAPESCA, son 96 las caletas que han decidido solicitar la destinación bajo la LCP 21.027, de las cuales 24 cuentan con el otorgamiento del decreto de destinación. A su vez, de dicho universo de caletas, solo 5 han finalizado el proceso obteniendo el convenio de uso, siendo éstas Caleta Camarones (Región de Arica y Parinacota), Chañaral de Aceituno (Región de Atacama), Pichidangui (Región de Coquimbo) y Pichipelluco y Mar Brava de Polocue (Región de Los Lagos).

Considerando los avances en la implementación de la LCP, las experiencias obtenidas por las instituciones públicas vinculadas, además del trabajo que WWF Chile y CIET-LR han llevado a cabo en la Provincia de Arauco, se considera relevante proponer algunos principios que la gobernanza pesquero artesanal puede aportar al proceso de implementación de la Ley de Caletas.

El rol de los gobiernos locales

Avanzar en la implementación adecuada y con impactos reales de las políticas públicas a un nivel local, es un ejercicio que requiere de una coordinación, además de un accionar, desde múltiples ámbitos. Así, cuando se gestan estrategias de desarrollo a nivel de caleta en el sector pesquero artesanal y se definen los procesos de seguimiento y continuación, más que finalizarse el rol de los servicios públicos sectoriales (en este caso SERNAPESCA), se abre un entramado de trabajos que deben estar orientados al acompañamiento, la co-evaluación, el reajuste y, en caso de ser necesario, de adaptación. En dicho proceso, los gobiernos locales, y más específicamente para el caso de Chile, los municipios costeros, surgen como un actor clave por diversas razones. La más importante es su presencia permanente y vinculación con el territorio, siendo los principales gestores de diversas dinámicas y muchas veces los interlocutores entre las medidas centrales y las organizaciones de base.

De manera complementaria, respecto a las interconexiones presentes a niveles locales y/o regionales, es relevante mencionar también a los Gobiernos Provinciales y Regionales, y en donde se gestan e implementan políticas públicas con énfasis territorial de acuerdo a las necesidades regionales como una manera de descentralizar las políticas públicas. Estos actores son fundamentales en el proceso de la LCP, pues desde aquí se deben articular estrategias para que las caletas alcancen las condiciones mínimas que habiliten el cumplimiento de, por ejemplo, los Planes Estratégicos de Desarrollo. De manera precisa, urge que la institucionalidad pesquera pueda avanzar en acuerdos formales de colaboración con los municipios costeros y gobernaciones, generando modelos de co-gestión, orientando las políticas centrales en base a las necesidades locales, y más importante aún, comprenda las dinámicas y problemáticas reales de las comunidades, para desde ahí co-construir alternativas de desarrollo basadas en la sustentabilidad de los ecosistemas y la inclusión de todas y todos.

Acompañamiento y participación continua

Uno de los grandes desafíos en materia de ejecución de programas, estrategias y proyectos provenientes del sector público orientados al sector pesquero artesanal, tiene relación con la incorporación de procesos de acompañamiento que aseguren participación continua de los diversos actores. Así, la participación y representación de las bases, contribuye a la generación de transparencia y confianza, estimulando espacios de aprendizaje más allá del cumplimiento de un objetivo en particular.

Por otro lado, existe una necesidad latente de construir espacios de intercambio de experiencias y conocimientos, donde la utilización de lenguajes comunes se torna clave para el entendimiento de las partes y así lograr conectar el conocimiento empírico con el lenguaje técnico y científico. Esto permite reducir las asimetrías de información y de poder que se generan en los distintos espacios a distintas escalas.

Actualmente, se carece de una mirada local territorial en la forma de implementar los instrumentos públicos, por lo cual muchas de las necesidades de acompañamiento no son consideradas, de esta manera las organizaciones y/o dirigencias de pescadores y pescadoras artesanales buscan soporte en instituciones académicas en cuestiones que parecieran ser básicas, como el llenado de formularios, hasta la elaboración e implementación de proyectos. En el caso de la LCP y su reglamento, se evidencia un lenguaje complejo similar al que tienen la mayoría de los cuerpos normativos, esto puede significar una dificultad para muchas organizaciones al momento de manifestar intención de acceder a la LCP. En este sentido, el acompañamiento es fundamental para asegurar un proceso transparente y participativo que entregue herramientas sólidas a las organizaciones para que el proyecto que decidan para su caleta sea viable en el tiempo y que esto incorpore además estrategias que sean flexibles, es decir, que obedezcan a un proyecto sustentable en el largo plazo, pero que permitan adaptarse a un entorno y a una actividad altamente dinámica.

Consideración del entorno territorial

Considerar la dimensión territorial a través de la interacción de múltiples actividades desarrolladas en el entorno, tanto económicas, culturales y sociales, resulta fundamental a la hora de asegurar efectividad en la construcción de estrategias e intervenciones en los territorios. De esta manera, los alcances de la LCP deben lograr situarse en los distintos contextos, de manera de poder adaptarse a las posibilidades y problemáticas que los diferentes escenarios presentan.

Así, el territorio, entendido como una construcción social basada en múltiples interrelaciones horizontales y verticales (Santos, 1997), de un conjunto de actores que le dan identidad, se encuentra en un proceso continuo de mutación y transformación que hace cambiar el paisaje, pero también a las identidades de quienes lo habitan (Raffestin, 1999; Veas&Chia, 2016). Es por esto que la implementación de una LCP de estas características requiere tener márgenes de adaptabilidad, no solo sujetos a los procesos de participación durante su implementación, sino que además en una fase previa de diseño. Es decir, su reglamento debe ser suficientemente moldeable para adaptarse a las distintas realidades que representan las más de 400 caletas distribuidas a lo largo de nuestro país. En este sentido, pensar que los procesos de coordinación entre múltiples actores, se darán con la misma fluidez en una caleta urbana, ubicada en una conurbación con alta conectividad, que en una caleta rural aislada, puede ser un error relevante a la hora de lograr alcanzar el desarrollo integral y sustentable a nivel nacional.

La realidad organizacional de las caletas

Con la promulgación de la Ley de Pesca en 1907, no sólo ocurre un cambio en la forma en que los y las pescadoras acceden a los recursos naturales sino que también *"cambia radicalmente las prácticas de la pesca artesanal y la relación del hombre con el mar en las primeras décadas del siglo XX, ya que más allá del cambio de paradigma, lo que se transforma son las dinámicas del hombre con el mar en sus diferentes dimensiones, ya sean económicas, sociales, culturales y funcionales"* (Camus et al., 2020). Esto se manifiesta como una forma de hacer frente al control estatal en relación al acceso a los recursos pesqueros y también la regulación de las prácticas pesqueras. Las formas de organización del sector artesanal evolucionaron en la medida en que la cohesión se hizo necesaria para formar un frente político que representara las diversas necesidades y demandas del sector artesanal, es así que luego de una larga historia sindical del sector, se crean organizaciones que buscan la representatividad del mismo, tales como la CONAPACH (1990), CONFEPACH (1998), CONDEPP (2012), hasta la actual Corporación Nacional de Mujeres de la Pesca Artesanal de Chile Red Nacional (2019).

Por otro lado, a nivel de caleta es posible encontrar diversas formas de organización y niveles de cohesión, donde suele ser la más recurrente la conformación de sindicatos, federaciones y, en menor medida, cooperativas. El rol de estas formas de organización va desde la administración propia de la caleta, el acceso a recursos para el financiamiento de proyectos colectivos, hasta el de representación política en diversos espacios de discusión y toma de decisiones. Es necesario precisar que no existe incentivo ni herramientas para el fortalecimiento de las organizaciones, es decir de la gobernanza interna, y en general obedece a las habilidades que pueden tener las y los pescadoras que componen la comunidad.

Por referenciar un ejemplo, el caso concreto de Caleta Llico, en la Provincia de Arauco, podría considerarse positivo la implementación de la LCP en la generación de asociatividad y cohesión. Si bien se posiciona como una caleta pequeña, de carácter rural y alejada de grandes urbanizaciones, ha sido capaz de articular distintos instrumentos de financiamiento para la obtención de mejoras en su infraestructura interna. Además, en términos de gobernanza, ha construido un trabajo colaborativo con la institucionalidad pesquera local y el nivel municipal, permitiendo establecer confianzas y estrategias de cooperación. Actualmente, las y los pescadores artesanales de caleta Llico, han logrado ingresar la solicitud de destinación de su caleta a través de la LCP, hito que les permitirá a futuro pensar una estrategia a largo plazo.

En base a esta experiencia, pareciera ser que evaluar y diagnosticar la realidad organizacional del sector pesquero artesanal podría ser de vital ayuda para mejorar la experiencia de implementación de la LCP. Es decir, entender la cohesión de los integrantes de la organización, la representatividad de las dirigencias, y los mecanismos de resolución de conflictos y de participación, son pistas y aprendizajes claves para pensar en implementar una gobernanza pesquero artesanal que asegure un desarrollo a largo plazo con perspectiva de sustentabilidad y equidad de género.

Reflexión final

Hay numerosos aspectos que se han descrito y analizado a lo largo del texto, en los cuales se hace referencia a las oportunidades que ofrece la implementación de la LCP, así como también sus desafíos para una aplicación exitosa. Sin embargo, al contrastar dichos alcances con la realidad multidimensional del sector artesanal, pareciera ser que hay ciertas consideraciones a las cuales se debe atender en el futuro, que deben ser tratadas de manera transversal y ante las cuales una Ley de Costas, por ejemplo, podría dar relativa solvencia.

Se debe comprender entonces, que el borde costero está expuesto a grandes presiones, donde los intereses son diversos, desde la actividad pesquera extractiva, el turismo y la minería, por mencionar algunos; y donde, en términos generales se carece de espacios o de instrumentos que permitan un ordenamiento capaz de equilibrar los intereses económicos, culturales y medioambientales. Entonces, pareciera ser urgente contar con mecanismos que puedan evaluar y/o definir cuáles son los usos prioritarios que se le puede dar a las zonas litorales, minimizando las probabilidades de que una actividad tenga un efecto negativo sobre la otra.

Así, la generación de un proyecto de largo plazo, que considere las posibilidades tanto organizacionales como geográficas de los territorios, es un ejercicio que requiere de tiempo y de canales transparentes y dinámicos, tanto de diálogo como de participación. En este sentido, lograr que las organizaciones se empoderen y visualicen las oportunidades que el marco normativo de LCP les ofrece, y cuenten con el conocimiento suficiente para tomar una decisión informada, es un aspecto clave a la hora de evitar la generación de falsas expectativas, que luego podrían acrecentar la crisis de confianza que experimentan hoy en día las instituciones públicas.

En una interfaz territorial más local, se debe precisar que uno de los objetivos de la LCP, si no el más importante, es apostar por un desarrollo integral y sustentable del sector pesquero artesanal, con un claro foco en el desarrollo económico de las caletas, donde las organizaciones serán los responsables de la gestión de los espacios. Para esto, la generación de acuerdos entre las propias organizaciones territoriales para definir planes de acción y estrategias colectivas de desarrollo es un hito de suma relevancia y que si no es tratado con adecuada prudencia puede significar problemas de legitimidad, tanto de las instituciones, como del propio marco normativo, en el mediano y largo plazo. Para esto, pensar en procesos de intervención territorial previos, que permita identificar cuáles son las principales brechas y/o necesidades, y de acompañamientos, durante y posterior al proceso resulta fundamental. Además, los procesos de coordinación no solo deben estar anclados al nivel organizacional artesanal, sino que deben considerar también las relaciones con otras instituciones y/o actores no vinculados directamente a la pesca, tales como Municipios, Gobernaciones Provinciales, Gobiernos Regionales, empresas privadas, juntas de vecinos, entre otras, pero que a distintas escalas y profundidad interactúan con el sector pesquero artesanal.

De esta manera, lo que se propone establecer, es la necesidad de una Gobernanza Pesquero Artesanal, desde una perspectiva tanto horizontal como vertical, en donde se co-definan mecanismos pre-establecidos de participación, con alcances vinculantes y posibles de ser adaptados. De esa forma, los proyectos e iniciativas que surjan desde el sector artesanal y sus organizaciones, podrán desarrollarse bajo un proceso participativo y co-construido, que sea coherente con las actividades no pesqueras existentes en su entorno, salvaguardando sus valores ambientales y culturales, pero también, teniendo la capacidad de integrar a otros actores.

Como se ha podido apreciar, hay innumerables procesos de coordinación territorial a nivel multiescalar, en los cuales una LCP pareciera no tener los alcances y atribuciones esperadas, por ende establecer un marco normativo macroescalar para las zonas costeras, como lo sería una *Ley de Costas,* surge como una oportunidad para definir una grilla consensuada de acción en los territorios pesquero artesanales, velando por la protección del medio ambiente, la soberanía alimentaria y un desarrollo integral de todas y todos.

Agradecimientos

Los autores quisieran hacer un especial agradecimiento, en primer lugar, a los y las pescadoras artesanales de Caleta Llico, por su constante disposición de participar de las instancias de discusión y reflexión en torno a la Ley de Caletas Pesqueras. A los funcionarios de SERNAPESCA, por su voluntad de entregar la información necesaria para este trabajo. A Francisca Veas Carvacho, por el diseño de las dos figuras contenidas en este capítulo y a Mariann Breu por su colaboración en la redacción del abstract y revisión general del documento.

Referencias Bibliográficas

ÁLVAREZ, M., STUARDO, G., COLLAO, D., y GAJARDO, C. La visualización femenina en la pesca artesanal: transformaciones culturales en el sur de Chile. Polis (Santiago), 2017, Vol. 16, N°46, p. 175-191.

BEZAMAT, S., y MORIS, R. Fortalecimiento de la resiliencia en comunidades de pescadores artesanales mediante el uso de enfoques de Medios de Vida Sostenibles y de Riesgos. En HIDALGO, R., MARTÍNEZ, C., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, F., RANGEL-BUITRAGO, N., y CONTRERAS-LÓPEZ, M. (EDS.). La zona costera en Chile: Adaptación y planificación para la resiliencia. Santiago: Ediciones UC, 2019.

CAMUS, P., y ARIAS, M. Pescadores artesanales y prácticas pesqueras a inicios del siglo XX. Entre el control estatal y la libertad de pesca. Estudios atacameños, 2020, Vol. 64, p. 109-125.

CHIA, E., REY-VALETTE, H., MICHEL, L., SOULARD, Ch., NOUGARÈDES, MATHÉ, S., BARBE, MAUREL, P., JARRIGE, F., y GUIHENEUF, P-Y. Proposición metodológica para el análisis de la gobernanza territorial a partir de la experiencia francesa. Revista Geográfica de Valparaíso, 2016, Nº53, p. 23-46.

FAO. Visión general del sector acuícola nacional - Chile. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_chile/es, 2005-2021.

FAO. Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe, N°461. Roma: FAO Documento Técnico de Pesca, 2007.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y DEL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE). La búsqueda de la igualdad de género: una batalla cuesta arriba. Disponible en: https://www1.compareyourcountry.org/gender-equality/en/0/214/datatable, 2020.

RAFFESTIN, C. Paysages construits et territorialités, Convegno Internazionale Disegnare paesaggi construiti, DIPRA. Turín: Politecnico di Torino, 1999.

SAAVEDRA, G., y MACÍAS, A. Tradición e innovación en las comunidades de pesca artesanal del Sur de Chile: Hacia un enfoque reflexivo del desarrollo endógeno. Revista de Antropología Iberoamericana, 2012, Vol. 7, N°1, p. 33-63.

SAAVEDRA, G. La pesca artesanal en las encrucijadas de la modernización. Usos, apropiaciones y conflictos en el borde costero del Sur de Chile. Revista Andaluza de Antropología, 2013, N°4, p. 79-102.

SANTOS, M. Técnica, Espago, Tempo. Globalizagao e meio tecnico-cientifico infbrmacional. Sao Paulo: Editora Hucitec, 1997.

SERNAPESCA. Anuario estadístico de pesca y acuicultura año 2019. Disponible en: http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/anuarios-estadisticos-de-pesca-y-acuicultura, 2019.

SUÁREZ, J. L., RODRIGUEZ, J. C., y FLORIDO, D. La gobernanza en la pesca: de lo ecológico a lo ético, de lo local a lo global. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales, 2008, Vol. XII, N°278.

SUBPESCA. Evaluación de la aplicación de la propuesta de Ley de Administración de Caletas en los centros de desembarques artesanales a nivel nacional. Santiago: SUBPESCA, 2017.

THER-RÍOS, F., SALINAS-VILCHES, P., GAJARDO-GÁLVEZ, G., GAJARDO-CORTÉS, C., CWBALLOS-CARDONA, M., VALDERRAMA-BRAVO, J., CURSACH, J.A., y HIDALGO-GARRIDO, C. Complejidad territorial en caletas de pescadores artesanales de Chiloé (Chile): aportes para el manejo costero, Estudios atacameños Arqueología y Antropología Surandinas, 2020, Nº65, p. 105-124.

VEAS, C., y CHIA, E. Aprendizajes de la utilización de los SIG en los procesos de construcción de gobernanza territorial: El caso de la re-introducción de la producción de quinua en la Región del Libertador Bernardo O´Higgins. Revista Geográfica de Valparaíso, 2016, Nº53, p. 106-120.

WWF Chile. Informe paquete de medidas socioeconómicas para pesquería de merluza común. Santiago: WWF, 2020a.

WWF Chile. Estimación del costo de implementación del Modelo de Gobernanza propuesto por WWF en la Provincia de Arauco, Región del Biobío, Chile. Santiago: WWF, 2020b.

Capítulo VI

La protección de los ecosistemas marino-costeros

6.1.

Las áreas marinas protegidas de Chile: avances y grandes desafíos

Marine protected areas of Chile: advances and challenges

Miriam Fernández[1], Montserrat Rodríguez[2], Sergio A. Navarrete[3]

RESUMEN

Los océanos están sujetos a importantes, diversas y crecientes fuentes de impacto humano, tanto directos (e.g., pesca) como difusos (e.g., cambio climático). Las **Á**reas Marinas Protegidas (AMP) son una de las herramientas utilizadas para disminuir los impactos directos además de preservar la biodiversidad y la resiliencia de los servicios ecosistémicos. Pero la evidencia reciente sugiere que también pueden jugar un rol en mitigación de impactos difusos y promover adaptación al cambio climático en los océanos. Chile ha realizado avances significativos en establecer AMP en la última década, posicionándose entre los 5 países que han asignado la mayor fracción de la zona económica exclusiva a áreas marinas protegidas. Diferentes instrumentos de protección se han utilizado en Chile continental y en Islas Oceánicas, lo que ha tenido impactos positivos en la designación de las áreas, pero también impone dificultades en el desarrollo de la normativa y legislación adecuada. Aunque los avances en designación de AMP son promisorios, la distribución de las mismas varía enormemente entre ecorregiones marinas de Chile. Así, mientras un alto porcentaje de la superficie de algunas ecorregiones está designada bajo alguna figura de protección, las ecorregiones más impactadas de nuestro mar muestran muy poca superficie destinada como áreas marinas protegidas. Además, hay un gran retraso en efectivizar la protección putativa de las AMPs, desarrollando e implementando planes de manejo, lo que puede requerir una reestructuración de reparticiones del Estado. Por lo tanto, los desafíos para proteger el mar costero de Chile siguen siendo enormes, pero ahora las AMPs existentes proveen una hoja de ruta que, aunque imperfecta, podría guiar la conservación marina, transitando desde la designación a la implementación de áreas marinas protegidas.

Palabras clave: conservación, ecorregiones, áreas de manejo.

ABSTRACT

Oceans are subject to important, diverse, and growing sources of human impacts, both direct (e.g., fishing) and indirect (e.g., climate change). Marine protected areas (MPAs) are a useful tool in minimizing direct impacts, preserving biodiversity and promoting ecosystem resilience. However, recent evidence suggests that MPAs may also play a role in mitigation and adaptation to climate change. Chile has shown significant progress in establishing MPAs in the last decade, and it is one of the five countries in the world that exhibits the largest fraction of its exclusive economic zone designated as a MPA. A variety of protection instruments have been utilized in continental Chile. Although the diversity of instruments has offered flexibility to create MAPs, difficulties in adequate legislative development have arisen. Nevertheless, the advances in MPA designation are clearly promising. The distribution of MPAs varies widely between marine ecoregions and needs to be evaluated. While some ecoregions have a high percentage of their surfaces designated as a MPA, others present a very minor percentage of their surfaces under protection status. Furthermore, there is a substantial lag in the putative protection of MPAs and the development and implementation of management plans, which may require a restructuring of state distributions. Therefore, the challenges to protect the Chilean coastal sea continue to be enormous, but existing MPAs have paved a road -although imperfect- that may guide marine conservation, transitioning from designation to implementation of MPAs.

Key words: conservation, ecoregions, management areas.

1 Estación Costera de Investigaciones Marinas ECIM, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas; Millennium Nucleus NUTME, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

2 Estación Costera de Investigaciones Marinas ECIM, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

3 Estación Costera de Investigaciones Marinas ECIM, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas; Millennium Nucleus NUTME; Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad, CAPES, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Introducción

Las **Á**reas Marinas Protegidas (AMPs) son unas de las herramientas utilizadas tanto para preservar la biodiversidad como para proveer resiliencia o fomentar los servicios que prestan los ecosistemas marinos al ser humano. Su rol como instrumento de manejo espacial para especies explotadas, así como también para mitigar y promover adaptación al cambio climático en los océanos, han sido discutidos ampliamente en la última década (Mellin et al., 2016; Roberts et al., 2017; O'Leary et al., 2018). Los beneficios de las áreas marinas protegidas en variados aspectos de la vida en los océanos son innegables pues han sido ampliamente demostrados tanto en estudios científicos teóricos, como en innumerables estudios empíricos en prácticamente todas las costas del mundo, incluyendo Chile (Lester et al., 2009; Babcock et al., 2010; Navarrete et al., 2010; Gelcich et al., 2012; Roberts et al., 2017). Los beneficios, así como también algunos de sus problemas o limitaciones, están asociados primariamente al nivel de protección que se otorga a ese sector de mar (Lester y Halpern, 2008; Grorud-Colvert et al., 2021). Para entender esto, es importante explicar que, en la literatura mundial, el concepto de AMPs se refiere a sectores del mar, generalmente pero no siempre de fondo marino y con borde de playa, que están sujetos a alguna medida de restricción de uso, lo que no siempre es la prohibición total de extracción (pesca). Aunque este concepto amplio de AMP está siendo cuestionado en su rol de conservación de la biodiversidad (Grorud-Colvert et al., 2021) aquí nos referiremos a AMPs como aquellos sectores de mar que han sido "protegidos" con el objetivo último de conservación, y que pueden incluir desde prohibición total de actividades humanas a explotación controlada. En Chile existen diferentes figuras legales para este amplio rango de niveles de protección, que incluyen Parques Marinos, Reservas Marinas, Santuarios de la Naturaleza y Áreas Marinas Protegidas de Múltiples Usos. A pesar de que existe evidencia de que las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs) en Chile pueden también contribuir a algunos objetivos de conservación (Gelcich et al., 2012; Fernández et al., 2021) no son consideras aquí como figuras de protección de la biodiversidad.

Estudios comparativos a nivel global muestran mayores beneficios de la protección estricta (i.e. donde se prohíbe totalmente la extracción), evidenciado en aumento de densidad y biomasa de poblaciones de especies explotadas al interior de áreas totalmente protegidas ("no-take"; Lester et al., 2009; Grorud-Colvert et al., 2021). Sin embargo, la efectividad de estas áreas depende de varios factores, incluyendo su tamaño, antigüedad, grado de aislamiento y especialmente que tan bien se mantiene la prohibición de pesca (Edgar et al., 2014). Por lo tanto, el análisis sobre efectos o beneficios de las áreas no-take a escala global está fuertemente influenciado por estos factores que influyen sobre la efectividad, como también por la disponibilidad de información respecto a la efectividad de las medidas de exclusión de pesca ya que muchos programas de monitoreo se centran solamente en un subconjunto de objetos de conservación. El ingreso ilegal o "caza furtiva" al interior de las reservas marinas es un problema que ocurre en mayor o menor grado en todas las costas del mundo y, en algunos casos, las AMPs totalmente protegidas no son más que una estructura administrativa sin protección alguna. La diversidad de situaciones y la inclusión de información de AMPs que no son realmente mantenidas como reservas han ocultado los verdaderos beneficios de contar con áreas de exclusión de extracción. Por su parte, la literatura también reporta de manera concordante que las áreas parcialmente protegidas, i.e. en donde se permiten algunas actividades de extracción, pero de manera regulada, muestran mejores rendimientos en variables biológicas relevantes que áreas no protegidas, demostrando que generalmente estas áreas de protección mejoran el estado de conservación por sobre áreas de libre acceso (Lester y Halpern, 2008; Gelcich et al., 2012; Friedlander et al., 2013). Así, aunque el efecto de las AMPs es variable, existe acuerdo entre expertos que estas medidas de protección espacial conllevan una mejora en el estado conservación de la mayoría de las especies, y a sostener mejores indicadores de salud del ecosistema costero.

En muchos casos, los beneficios de las áreas marinas protegidas pueden observarse y ser muy aparentes aún fuera de sus límites (Roberts et al., 2001; Gell et al., 2003; Halpern et al., 2009; Russ y Alcala, 2011). Esto se explica por el "efecto rebalse", que se utiliza para describir el desplazamiento de adultos de una o más especies hacia zonas explotadas adyacentes (e.g., Castilla et al., 2007; Russ y Alcala, 2011) o por la provisión de huevos y larvas desde zonas protegidas hacia afuera, que potencialmente permitiría el repoblamiento de zonas explotadas (Manríquez y Castilla, 2001; Blanco et al., 2017). El fenómeno de rebalse es visualmente aparente en la mayoría de las AMP de tipo del mundo ya que botes de pescadores y buzos se instalan a pescar en los bordes de estas áreas, como sucede en el área marina costera protegida de Las Cruces. Además, es posible cuantificar este efecto "rebalse" en muchas especies de baja dispersión, como por ejemplo macroalgas, las que pueden recolonizar afuera de la reserva desde las poblaciones ya recuperadas y abundantes en el interior, como se ha mostrado en la reserva marina de Las Cruces para el cochayuyo (*Durvillaea antarctiva*) (e.g., Castilla y Bustamante, 1989; Castilla et al., 2007). Pero para muchas otras especies, el impacto o beneficio de las AMPs más allá de sus límites es muy difícil de demostrar con datos por cuanto la reproducción de la mayoría de la mayoría de las especies explotadas de peces e invertebrados ocurre a través de estados dispersivos larvales microscópicos o de muy pequeño tamaño, los que nadan o bien son arrastrados por corrientes fuera de los límites de la reserva (Harrison et al., 2012; Le Port et al., 2017). La distancia a las que se dispersan desde su origen es muy variable y depende de un conjunto de condiciones hidrodinámicas (e.g. corrientes, frentes) y atributos biológicos de las fases

larvales de las especies, en especial, la duración del periodo de desarrollo larval. Este fenómeno de dispersión larval desde AMPs, el que establece patrones de conectividad con otras áreas de la costa, explotadas o no explotadas, y determina la dinámica y la persistencia de poblaciones, es objeto de intensos estudios teóricos, oceanográficos y empíricos, tanto en la ciencia de las AMPs como en manejo de pesquerías bentónicas (Botsford y Hasting, 2001; Botsford et al., 2003; Fogarty y Botsford, 2007; Gaines et al., 2010; Aiken y Navarrete, 2011; Garavelli et al., 2014). Como ilustramos en otro capítulo de este libro, la configuración espacial de las AMPs a lo largo de un sector de costa tiene entonces enormes implicancias sobre la efectividad de las AMP tanto para proteger especies en peligro (e.g., especies raras en abundancia o geográficamente), para suplementar pesquerías de especies sobreexplotadas (Ospina et al., 2018; Blanco et al., 2019), como para poder brindar refugio efectivo contra cambios climáticos.

Las necesidades de articular mecanismos alternativos para el manejo y conservación del océano, sumado a los beneficios que entregan las AMPs, han sido dos importantes motores en la creación de áreas marinas protegida en el mundo, potenciados por acuerdos internacionales para proteger el 10% del océano para el año 2020 (Convention of Biological Diversity, 2004; 2010). Chile es uno de los países que han asumido este compromiso internacional, y ha superado con creces esa meta. Actualmente, Chile está entre los cinco países del mundo con mayor superficie designada bajo alguna figura de protección marina. Es importante, sin embargo, que como en muchos otros países del mundo, la designación de un sector de océano como AMPs ha seguido criterios que distan mucho de la ciencia de la AMPs o de cualquier otra información científica relacionada a conectividad de poblaciones. Además, y como discutimos más adelante, la creación o afectación de un área como zona protegida no tendrá mayores impactos en la conservación de los ecosistemas costeros u oceánicos chilenos sino hasta que se logren estructurar planes de administración y gobernanza efectivas. En este capítulo describimos los avances en conservación marina en Chile a través de la designación de AMPs y los grandes desafíos pendientes, dando cuenta de la evolución temporal en el número y superficie designada en áreas marinas protegidas en Chile, la distribución de la protección entre la zona costera, y oceánica como también entre las diferentes ecorregiones marinas de Chile, y el avance en la implementación de las áreas marinas protegidas.

Las áreas marinas protegidas de Chile

Chile cuenta con diferentes instrumentos para la conservación del mar: los Santuarios de la Naturaleza, las Reservas Marinas, las Áreas Marinas Protegidas de Múltiples Usos y los Parques Marinos (Cuadro N°1). Por definición, los parques marinos son la figura más estricta de protección (totalmente protegidos o "no-take), y están dirigidos a la preservación de la biodiversidad (Categoría IUCN 1a). El resto de las figuras de protección permiten actividades humanas, y pueden tener como objetivo la protección de hitos geológicos o geográficos, especies, hábitats o paisajes (Cuadro N°1). Todas estas figuras han sido utilizadas en Chile para establecer áreas protegidas marinas. Actualmente, la administración y fiscalización de estas figuras de protección recaen en diferentes agencias y distintos ministerios: la Subsecretaria de Pesca del Ministerio de Economía, la Subsecretaria para las Fuerzas Armadas del Ministerio de Defensa, la Dirección de Áreas Protegidas del Ministerio de Medio Ambiente, el Consejo de Monumentos Nacionales del Ministerio de las Culturas Artes y Patrimonio.

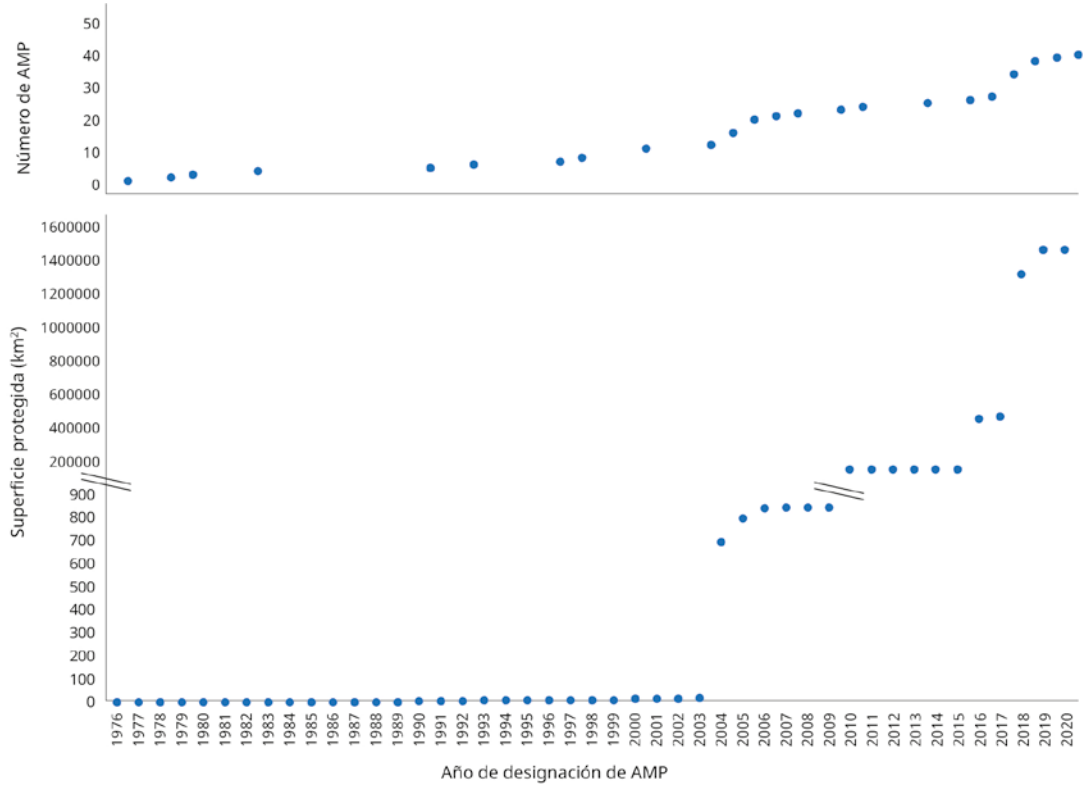
Cuadro N°1.
Instrumentos legales para otorgar protección del mar o ecosistemas marinos existentes en Chile, junto al nivel de protección que confieren según categorías de la International Union for Conservation of Nature (IUCN)

Instrumento legal	Descripción	Categoría IUCN
Santuario de la Naturaleza	Sitios terrestres o marinos que ofrecen posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que poseen formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.	III: dirigido a proteger hitos geográficos o geológicos IV: dirigido a proteger o manejar hábitats y especies
Reserva Marina	Áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo.	IV: dirigido a proteger o manejar hábitats y especies
Áreas Marinas Protegidas de Múltiples Usos	Área de protección de porciones de agua y fondo marino, rocas, playas, terrenos de playas fiscales, flora, fauna y recursos históricos o culturales. Este tipo de figura se usa a nivel mundial para conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir los conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación, permitiendo el desarrollo de actividades comerciales y recreativas.	V: dirigido a la protección de paisajes [ecosistema] regulando los usos
Parque Marino	Áreas destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat. En ellos, no se puede realizar ninguna actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación, investigación o estudio.	Ia: dirigido a la protección estricta de la biodiversidad, controlando el impacto de actividades humanas para asegurar los valores de conservación

Fuente: Elaboración propia.

El avance en la designación de las AMP en Chile muestra dos claros quiebres, uno a partir del 2004 y otro en el 2015 (Figura N°1).

Figura N°1.
Evolución temporal del número de áreas marina protegidas (AMP) y de la superficie designada bajo protección en la zona económica exclusiva de Chile



Fuente: Elaboración propia.

Entre 1976, cuando se crea el primer Santuario de la Naturaleza para proteger el mar en la zona de Salas y Gómez, y el año 2003, se crearon en total 12 áreas marinas protegidas en el país, mayoritariamente Santuarios de la Naturaleza de pequeño tamaño, por lo que la superficie total designada como protegida era inferior a 20 km^2. Entre 2003 y 2015 se duplicó la cantidad de AMPs, y aumentó la superficie designada como protegida a 151.087 km^2 (Figura N°1). En este período prevalecieron las figuras de Área Marina Protegida de Múltiples Usos y Reserva Marina, aunque también se crearon tres Santuarios de la Naturaleza y dos Parques Marinos. El gran salto en número, pero sobre todo en superficie total designada como protegida en la zona económica exclusiva de Chile ocurrió a partir del 2016 (Figura N°1), acercándose actualmente a 1.500.000 km^2. Durante este último período prevalecen las figuras de Parques Marinos y Áreas Marinas Protegidas de Múltiples usos, aunque también se crearon dos Santuarios de la Naturaleza.

El notorio aumento de superficie designada bajo figuras de protección se relaciona con una clara tendencia hacia un aumento en el tamaño de las áreas marinas designadas en el tiempo. Las áreas designadas antes del año 2000 tienen un tamaño promedio de 1,55 km^2, aumentando a un tamaño promedio de 21.548 km^2 en la década del 2000 a 2010. Mientras que el tamaño promedio de las AMP designadas en la última década es de 182.524 km^2. A pesar de la tendencia reciente hacia la creación de áreas marinas protegidas de gran tamaño, aún prevalecen las pequeñas: 23 áreas marinas protegidas designadas (57%) cubren superficies inferiores a 10 km^2 a través de diferentes instrumentos (santuarios de la naturaleza, parques marinos y áreas marinas protegidas de múltiples usos). La mayoría de estas AMP de pequeño tamaño son Santuarios de la Naturaleza creados por una diversidad de motivaciones. En el otro extremo de tamaño están las áreas que cubren extensiones mayores a 1.000 km^2. Ocho AMP caen esta categoría y cinco de ellas están en la categoría reconocida como grandes áreas marinas protegidas de más de 100.000 km^2. Estas grandes AMP han sido designadas bajo dos figuras de protección distintas: parques marinos con prohibición de extracción, y áreas marinas protegidas de múltiples usos en la cuales se pueden regular distintas actividades, incluyendo o no la existencia de una zona de prohibición de pesca en su interior. Estas enormes diferencias entre las superficies protegidas y en accesibilidad imponen grandes desafíos en los modelos de administración, mecanismos de fiscalización y en los programas de monitoreo necesarios para la evaluación de su efectividad.

Actualmente, 1.498.337 km^2 se encuentran designados bajo alguna figura de protección en Chile, distribuidos en 40 AMP (Tabla 2).

Cuadro N°2.
Lista de áreas marinas protegidas de Chile, indicando año de designación, tipo de figura legal de protección y superficie protegida

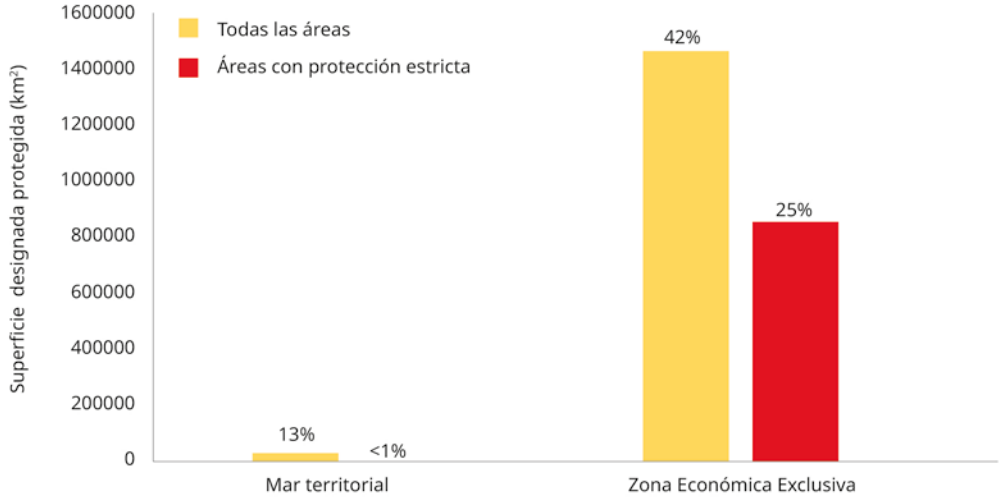
Área Marina Protegida	Año de designación	Tipo de figura legal de protección	Superficie protegida (km^2)
Isla de Sala y Gómez e islotes adyacentes a la Isla de Pascua	1976	Santuario de la Naturaleza	2,3726
Islote Pájaro Niños	1978	Santuario de la Naturaleza	0,0617
Isla de Cachagua	1979	Santuario de la Naturaleza	0,627
Islote o Peñón de Peña Blanca y las formaciones rocosas de la Punta de Peña Blanca	1982	Santuario de la Naturaleza	0,0208
Roca oceánica	1990	Santuario de la Naturaleza	0,0087
Islotes Lobería y Lobería Iglesia de Piedra de Cobquecura	1992	Santuario de la Naturaleza	2,5
Estero Quitralco	1996	Santuario de la Naturaleza	1,76
Bahía Moreno - La Rinconada	1997	Reserva Marina	3,3996
Coral Nui Nui	2000	Área Marina Costera Protegida	0,146852
Hanga Oteo	2000	Área Marina Costera Protegida	3,480018
Motu Tautara	2000	Área Marina Costera Protegida	0,107677
Fiordo Comau- San Ignacio de Huinay	2003	Área Marina Costera Protegida	4,145511
Pullinque	2004	Reserva Marina	2,4356
Putemún	2004	Reserva Marina	7,531
Francisco Coloane	2004	Área Marina Costera Protegida	653,49898
Francisco Coloane	2004	Parque Marino	15,630526
Isla Chañaral	2005	Reserva Marina	26,9563

Área Marina Protegida	Año de designación	Tipo de figura legal de protección	Superficie protegida (km²)
Islas Choros Damas	2005	Reserva Marina	37,7832
Las Cruces	2005	Área Marina Costera Protegida	0,178045
Punta Morro - Desembocadura río Copiapó - Isla grande de Atacama	2005	Área Marina Costera Protegida	39,9352
Lafken Mapu Lahual	2006	Área Marina Costera Protegida	44,6375
Rocas de Constitución	2007	Santuario de la Naturaleza	1,084
Humedal de la Desembocadura del Rio Lluta	2009	Santuario de la Naturaleza	0,3064
Motu Motiro Hiva	2010	Parque Marino	150000
Bosque de Calabacillo de Navidad	2013	Santuario de la Naturaleza	0,11113
Pitipalena-Añihue	2015	Área Marina Costera Protegida	238,62
Nazca-Desventuradas	2016	Parque Marino	300035
Isla Kaikué-Lagartija	2017	Santuario de la Naturaleza	0,0075
El Arenal	2017	Parque Marino	0,44
El Palillo	2017	Parque Marino	0,04
Lobería Selkirk	2017	Parque Marino	2,58
Montes submarinos Crusoe y Selkirk	2017	Parque Marino	1078
Tierra Blanca	2017	Parque Marino	0,39
Mar de Juan Fernández	2017	Área Marina Costera Protegida	12582
Rapa Nui	2018	Área Marina Costera Protegida	579368
Seno Almirantazgo	2018	Área Marina Costera Protegida	764
Tortel	2018	Área Marina Costera Protegida	6702,1
Mar de Juan Fernández	2018	Parque Marino	264442,8
Islas Diego Ramírez-Paso Drake	2019	Parque Marino	144390
Bahía Lomas	2020	Santuario de la Naturaleza	589,46

Fuente: Elaboración propia.

Además, se han designado dos sitios Ramsar (617 km²) y una Reserva de la Biosfera (48.842 km²) que incluyen zonas en el océano. Sin embargo, estas designaciones no tienen figuras legales nacionales asociadas. La gran superficie cubierta por las AMP existentes corresponde a un 41% de la zona económica exclusiva, posicionando a Chile como uno de los 5 países del mundo con mayor fracción del mar bajo algún estatus de protección. Sin embargo, se observa un fuerte desbalance en la superficie de AMPs ubicadas en el Mar Territorial Chileno (zona costera dentro de las 12 millas náuticas) y las ubicadas en la zona económica exclusiva (ZEE; hasta las 200 millas náuticas). Mientras un total de 1.470.125 km² de la zona económica exclusiva (ZEE) se encuentra bajo alguna figura de protección legal, es decir el 42% (Figura N°2), solo el 13% del Mar Territorial se encuentra designado como protegido por alguna de las figuras de protección legal existentes (28.212 km²; Figura N°2). El liderazgo de Chile en la designación de las AMP aumenta si se consideran exclusivamente aquellas con protección estricta (no-take). En total, Chile ha designado 857.563 km² bajo protección estricta (23%). Pero en este caso el desbalance geográfico entre el Mar Territorial y la ZEE oceánica se agiganta, con un 25% de la ZEE designada bajo protección estricta, mientras que menos de 1% del Mar territorial tiene ese nivel de protección (Figura N°2).

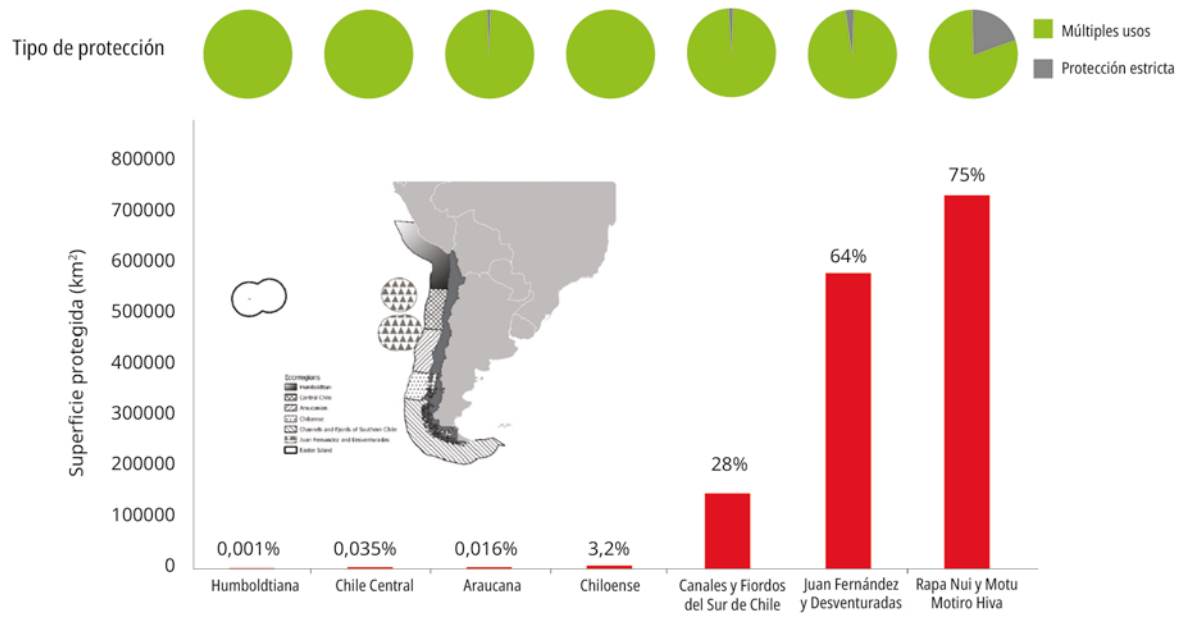
Figura N°2.
Superficie designada bajo protección en el Mar Territorial y en la Zona Económica Exclusiva de Chile, incluyendo áreas protegidas en general y áreas de protección estrictas (no permiten usos humanos; Categoría 1a IUCN). Los porcentajes indican la fracción del mar bajo figuras de protección en cada caso



Fuente: Elaboración propia.

Si bien la fracción de la ZEE designada bajo figuras de protección marina es sustancial, su distribución entre ecorregiones no es homogénea (Figura N°3). Para este análisis se siguió la clasificación de provincias y ecorregiones biogeográficas propuesta por Spalding et al. (2007). En Chile continental la fracción de la ZEE designada bajo alguna figura de protección oscila entre 0.001 y 3,2% en la mayoría de las ecorregiones (Humboldtiana, Chile Central, Araucana y Chiloense), con la excepción de la ecorregión más austral (Canales y Fiordos) en donde se alcanza un 28% bajo un estatus de protección. En contraste, la fracción de mar bajo estatus de protección en alguna modalidad de AMPs en islas oceánicas supera el 64%. Claramente, hay una concentración de superficie designada bajo alguna figura de protección en las ecorregiones más despobladas del país, donde los conflictos de uso de los ecosistemas marinos son menores. Este patrón sigue una tendencia global que muestra una disociación entre la distribución de la diversidad e intensidad de las amenazas sobre ecosistemas marinos y la distribución de las áreas marinas protegidas lo que lleva a la paradoja de que los ecosistemas más amenazados y bajo mayores fuentes de estrés antrópico son los menos protegidos a nivel global (Kuempel et al., 2019). En Chile continental, todas las actividades antrópicas que amenazan los ecosistemas costeros han aumentado explosivamente en la última década y seguirán aumentando en los próximos años, incluyendo las actividades extractivas de recursos del mar, el tráfico marítimo, así como las fuentes de estrés sobre el océano costero que se originan en tierra, tales como efluentes de ríos, la construcción de murallas, muelles y puertos, la eliminación de lagunas costeras, los proyectos inmobiliarios, el desecho de contaminantes, desechos domésticos, etc. Peor aún, en Chile se observa un nivel de protección potencial más estricto (e.g., Parques Marinos) en las ecorregiones menos amenazadas, en comparación con las ecorregiones Humboldtiana, Chile Central, Araucana y Chiloense donde mayoritariamente se han establecido AMPs que permiten múltiples usos y que en la práctica pueden diferenciarse, ahora y en el futuro, muy poco del actual "business as usual" (Figura N°3). Este patrón de distribución de las AMPs muestra entonces importantes urgencias en acciones de conservación dirigidas a la creación de AMPs en algunas ecorregiones, a pesar de que Chile haya superado ampliamente la meta internacional comprometida en superficie asignada a AMP. Ciertamente, los compromisos internacionales de conservación marina son más amplios, e incluyen otros objetivos, como: 1) proteger diversos ecosistemas, en vez de concentrar esfuerzos en unos pocos de ellos; 2) brindar protección efectiva; y 3) mantener la conectividad entre poblaciones y ecosistemas (Meta 11 AICHI).

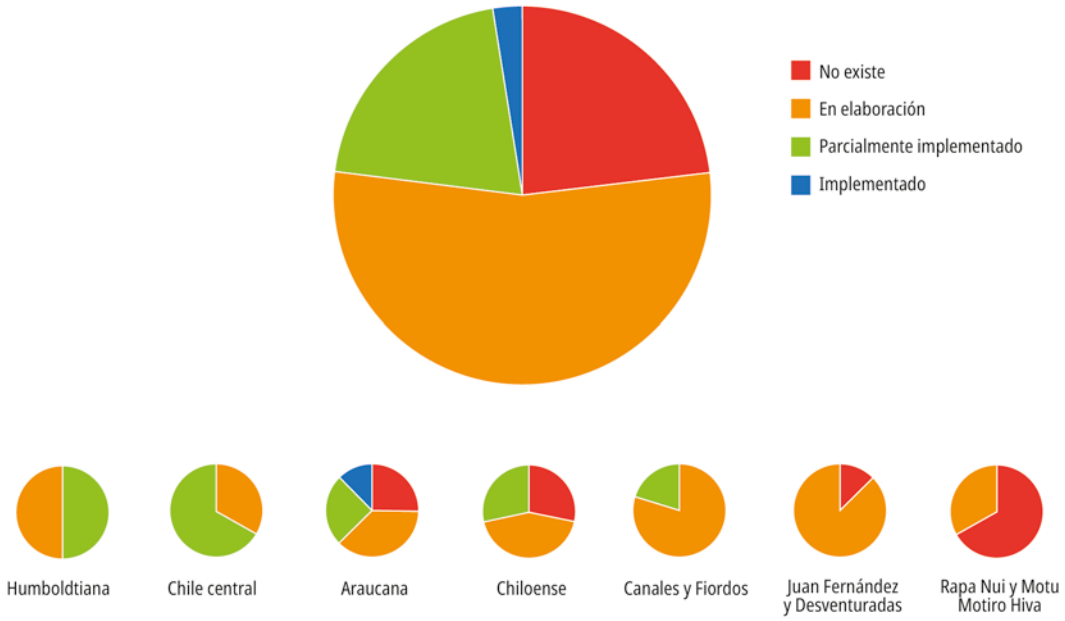
Figura N°3.
Superficie designada bajo protección por ecorregión de Chile. Los porcentajes indican la fracción del mar bajo figuras de protección en cada caso. Los círculos en la zona superior muestran la fracción bajo figuras de protección estricta o que permiten múltiples usos



Fuente: Elaboración propia.

La efectividad de la protección mediante AMPs es un tema complejo de abordar ya que requiere el análisis de diversas variables para las cuales aún se carece de información. En lo más esencial, cualquier evaluación de efectividad requiere de la definición de objetos de conservación de cada AMP y de programas de monitoreo de la biodiversidad, los que se materializan en una Plan General de Administración y Manejo (PGAM). En Chile estamos lejos de lograr la evaluación de efectividad de la protección conferida por las AMP. Sin embargo, estudios en curso permiten evaluar el tránsito desde la designación a la administración efectiva de las áreas marinas protegidas. Estos estudios fueron realizados utilizando la encuesta METT (Management Effectiveness Tracking Tool), la que fue aplicada a los encargados de cada área marina protegida de Chile. Una de las preguntas de dicha encuesta se relaciona con el estado de avance de los planes de administración y manejo, y presenta cuatro posibles respuestas (Figura N°4). Los resultados muestran que actualmente, menos de un cuarto de las áreas marinas protegidas de Chile tienen un plan de administración y manejo, y en la mayoría de estos casos solo se ha implementado parcialmente (Figura N°4). Es decir, más del 75% de las AMP designadas de Chile no cuentan aún con un plan de administración y manejo. En el 54% de las AMP designadas se está elaborando actualmente un plan de administración y manejo, para el resto no se ha iniciado el proceso para generar un plan de administración y manejo. Esto muestra un preocupante nivel de desacople entre los avances en designación y la protección efectiva.

Figura N°4.
Avance en la implementación de las áreas marinas protegidas de Chile, medida en el estado del plan de administración y manejo. Se muestra el patrón global y por ecorregión marina de Chile



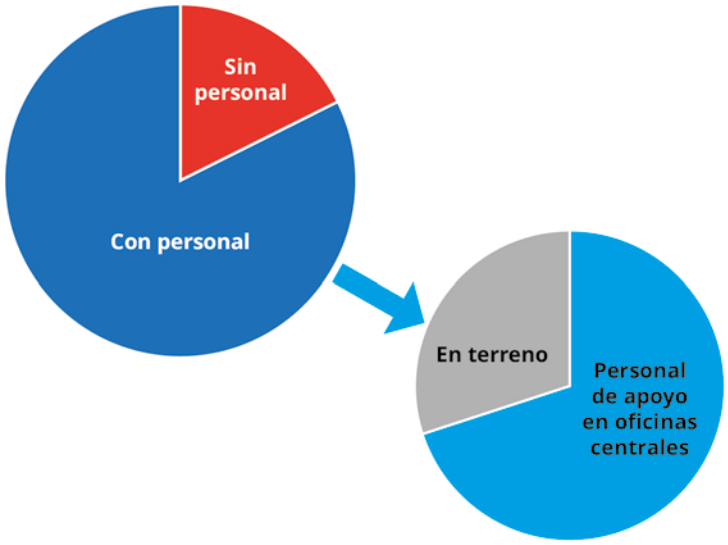
Fuente: Elaboración propia.

Las ecorregiones Humboldtiana y de Chile Central muestran una mayor fracción de áreas marinas protegidas con plan de administración y manejo en proceso de implementación, pero hay que recordar que son las que muestran menos área designada bajo figuras de protección. En el resto de las ecorregiones de Chile continental se observan entre un 20 y un 37% de las AMP con planes de administración y manejo parcial o totalmente implementados. En áreas oceánicas no existen planes de administración y manejo en implementación o implementados. En el caso de Juan Fernández, las áreas marinas protegidas fueron creadas recientemente (la antigüedad promedio de las áreas marinas protegidas es 3.8 años), lo que explica que aún estén en proceso de generar planes de administración y manejo. De hecho, se destaca que la mayoría de ellas estén en proceso de elaboración considerando el corto tiempo transcurrido desde su designación. En el caso de Rapa Nui el proceso está más retrasado, a pesar de que la antigüedad promedio de las áreas marinas protegidas es mayor (20.3 años). Sin embargo, la antigüedad promedio de las AMP de Rapa Nui está fuertemente influenciada por el Santuario más antiguo de Chile decretado en 1976, y tres áreas marinas protegidas de múltiples usos creadas en el año 2000, para los cuales aún no existe ningún avance en los planes de administración y manejo. Actualmente, los planes de administración y manejo de las dos grandes áreas marinas protegidas designadas en Rapa Nui (el Parque Marino Motu Motiro Hiva y el Área Marina Protegida de Múltiples Usos Rapa Nui) están en elaboración. El menor avance en la implementación de planes de manejo se observa en Parques Marinos, aunque es importante mencionar que con la excepción Francisco Coloane (17 años) y Motu Motiro Hiva (10 años desde su designación), los restantes son muy recientes (menos de 3 de antigüedad). La antigüedad media de los parques marinos es de 5,8 años. En el otro extremo se ubican las Reservas Marinas, con un 60% de las mismas con planes de administración y manejo parcialmente implementados. Aunque esta figura de protección es la que muestra el mayor nivel de avance en la implementación de planes de manejo, es importante mencionar que las Reservas tienen entre 16 y 24 años. Es importante también resaltar que las Reservas Marinas en general tienen objetivos de conservación más acotados, lo que podría simplificar la elaboración de los planes de administración y manejo. Los Santuarios de la Naturaleza muestran un bajo nivel de avance en sus planes de administración y manejo: solo el 36% tiene planes implementados total o parcialmente a pesar de contar con una antigüedad media de 23.8 años. Las Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples usos se comenzaron a implementar en el año 2000, y solo un 15% de ellas tienen planes de administración y manejo implementado (la mayoría parcialmente implementado).

La existencia de un plan de administración y manejo es un avance hacia la efectividad, pero es importante considerar que son muchos los elementos que deben

conjugarse para la protección efectiva: personal, gobernanza y fiscalización efectiva, programas de monitoreo de las variables biológicas relevantes y su financiamiento, entre otros. Actualmente, un 82% de las AMP tienen alguna persona responsable, pero solo el 30% cuentan con personal en terreno (es decir, en la zona donde se encuentra el AMP; Figura N°5). En la mayoría de los casos el personal asociado a las áreas marinas protegidas es administrativo y se encuentra trabajando en oficinas centrales de Santiago o en regiones. La mayoría de las AMP no cuenta con infraestructura o equipamiento para su vigilancia (e.g., embarcaciones).

Figura N°5.
Fracción de las áreas marinas protegidas con personal, y dentro de las que cuentan con personal, se diferencian entre quienes están en el área marina protegida y quienes trabajan a distancia



Fuente: Elaboración propia.

Reflexión final

Chile muestra avances significativos en la designación de áreas marinas protegidas en el océano costero, lo que ha cambiado mucho el panorama nacional respecto de las necesidades de conservación discutidas por científicos pioneros hace más de 40 años atrás (Castilla, 1976; 1986; 1996). El avance se hace evidente en la evolución temporal tanto del número de AMPs como en la superficie de fondo de mar que es incluida bajo algún estatus de protección. La situación actual no solamente es un avance respecto a lo que teníamos en Chile hace pocas décadas, sino que también supera la tendencia mundial en designación de AMPs: en los últimos 20 años la superficie marina bajo figuras de protección en el mundo aumentó del 0.1 al 7% (Sala et al., 2018). En Chile, aumentó del 0.0003% a más del 40% en el mismo lapso de tiempo. Chile además se posiciona como el país con mayor fracción de su EEZ bajo figuras de protección estricta. Estos aspectos son muy positivos y aquí primero resaltamos los beneficios directos y potenciales de este esquema de designación AMPs. Luego discutimos las principales limitaciones, las cuales deben superarse con bastante urgencia para que el sistema de AMPs se pueda utilizar como elemento central en la conservación efectiva y que promueva sustentabilidad al uso antrópico de estos ecosistemas. Finalmente, discutimos los grandes vacíos que aún deben superarse para transitar desde la designación de las AMPs a la implementación de éstas como instrumentos de conservación efectiva.

Centrándonos en primer lugar en los aspectos positivos del avance en conservación marina, no hay dudas de que el panorama actual de AMPs de Chile ha cambiado significativamente y que junto a otras normativas y legislación (e.g., contaminación y extracción de recursos, decreto ley 90, creación de Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos) el país ahora cuenta con una rúbrica sobre la cual se puede comenzar a pensar en conservación y sostenibilidad de los valiosos servicios ecosistémicos que brinda el océano costero y oceánico. La sola designación de una AMP a través de un decreto de afectación tiene al menos dos efectos importantes. En primer lugar, aunque en muchos casos la designación de AMP no cambia en nada el escenario "business as usual", esta afectación permite restringir y regular actividades futuras que pueden ser muy destructivas. Por ejemplo, la afectación de fondo marino por una AMP impide que ese sector de mar pueda destinarse a acuicultura intensiva (industrial), o a la disposición de desechos domésticos (emisarios), etc. Este es un efecto positivo no menor considerando el acelerado desarrollo de actividades antrópicas extractivas y desreguladas que se desarrollan en el océano costero del país amparadas por una legislación insuficiente y anacrónica para la evaluación de sus impactos ambientales. Lamentablemente, la designación de una AMP, aunque incluya el borde costero, no permite ningún tipo de regulación de las actividades antrópicas que se desarrollan en el ecosistema costero inmediatamente adyacente, como por ejemplo, el desarrollo inmobiliario y todo lo que ello implica. La desconexión artificial entre el ecosistema marino, desde la playa hacia el mar, y el ecosistema costero desde la línea de marea alta hacia tierra, es una de las grandes limitaciones e importantes desafíos que debemos enfrentar al momento de evaluar la viabilidad de largo plazo de las AMP. En segundo lugar, la designación de las AMPs y su divulgación entrega un potente mensaje a los ciudadanos: que este mar de todos los comunes y su biodiversidad también necesita de medidas de protección. La ausencia de propiedad privada desde la marea alta hasta las 200 millas del territorio marítimo implica que el mar y toda su biodiversidad son de todos los ciudadanos. Este potente concepto debe también asociarse con el concepto de responsabilidad ambiental individual de todos los ciudadanos, y la designación y divulgación de las AMPs cumplen un rol central en esta transformación cultural, similar al que han ejercido los grandes parques nacionales en ecosistemas terrestres. Sin embargo, este mensaje está aun pobremente explotado.

Mientras que la designación de AMPs en el país representa un avance muy significativo en conservación, es muy importante subsanar algunas de las grandes debilidades en los criterios usados para su designación en ciertas zonas en particular. En primer lugar y como mostramos aquí, la representación de las ecorregiones marinas, con distintos conjuntos de especies y hábitats distintivos, en el sistema de AMP es extremadamente desigual y ha generado un fuerte nivel de desbalance entre zonas costeras y oceánicas, y entre ecorregiones. Estudios recientes permiten observar que Chile muestra el más fuerte desbalance en la designación de AMP entre zonas costeras y oceánicas comparado con los 5 países que lideran la designación de AMPs en el mundo (Fernández et al., 2021). También muestra un patrón opuesto al observado en otros países de la región (Argentina, Perú, y Uruguay) que han priorizado acciones de conservación en la impactada zona costera (Fernández et al., 2021). Chile ha seguido una aproximación hacia la protección de los ecosistemas más aislados, y no necesariamente más amenazados (Kuempel et al., 2019). Avanzar hacia la protección de los ecosistemas más usados y amenazados es uno de los desafíos pendientes y urgentes.

El análisis de ecorregiones muestra que Chile ha seguido una estrategia para evitar abordar las zonas más amenazadas y con mayor potencial de conflictos de uso, tal como otros países del mundo (Kuempel et al., 2019). Análisis globales muestran que las zonas con menor nivel de amenazas concentran 6 veces mayor superficie protegida, y particularmente protección estricta, que las zonas más amenazadas (Kuempel et al., 2019). Por lo mismo, el problema de representatividad en los sistemas de áreas protegidas es global (Visconti et al., 2019). Este es un criterio muy peligroso para la ubicación de las AMP ya que más del 60% de las ecorregiones del mundo tiene cobertura inadecuada en la red de áreas protegidas marinas y terrestres (Butchart et al., 2015). En Chile,

mientras las ecorregiones marinas ubicadas en las zonas más remotas muestran en promedio el 64% de la superficie designada bajo alguna figura de protección, la fracción designada bajo área marina protegida en las ecorregiones donde se concentra la población humana y los usos del borde costero es menor al 3%. La situación actual es el resultado de una estrategia guiada por alcanzar metas internacionales fuertemente sesgadas a porcentajes, sin abordar objetivos de representatividad y sin analizar las amenazas de los diferentes ecosistemas. A pesar de que más del 40% de la EEZ se encuentra designada como protegida, las ecorregiones Humboldtiana, Chile central, Araucana y Chiloense requieren importantes esfuerzos de conservación. Para avanzar hacia la protección del mar, su biodiversidad y ecosistemas se hace urgente un plan nacional que establezca criterios para llenar vacíos de conservación no cubiertos en las AMPs y abordar las zonas donde se concentra la mayor diversidad de amenazas y estresores (Kareiva et al., 2008; Kuempel et al., 2019). Se requiere perfeccionar lo antes posible la hoja de ruta para establecer áreas protegidas en las zonas más amenazadas del país, idealmente incluyendo criterios científicos de conectividad y posiblemente integrando Áreas de Explotación y Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) como parte de un sistema de AMP flexible pero robusto.

En segundo lugar, debemos reconocer que la decisión de designar un sector de mar como AMP muy rara vez está basado en información científica y esa ha sido la situación en Chile. La ubicación de las AMP en Chile ha seguido más bien criterios de oportunidad y confluencia de factores sociales, voluntad política, presencia de organismos carismáticos, generalmente mamíferos, características del sistema terrestre y no el marino, e incluso, prioridades de ONG internacionales. Aunque la experiencia internacional muestra que la implementación de una AMP en un sector cualquiera de mar generalmente conlleva una mejora local en múltiples indicadores de conservación, como discutimos en otro capítulo de este libro, la abundante ciencia de áreas protegidas nos muestra que esto no garantiza ni la viabilidad de largo plazo (persistencia) de especies raras o amenazadas, ni la protección efectiva de especies explotadas, ni la contribución de las AMP a las pesquerías. Las comparativamente altas capacidades de dispersión de la mayoría de los organismos marinos, las que superan las escalas de las AMPs, generan dependencias espaciales de mucho mayor escala que en un sistema de áreas protegidas terrestres. La consecuencia de esto lleva a la paradoja de que la ubicación de una AMP en un lugar 'equivocado' puede impedir la conservación efectiva en el largo plazo, aunque se prohíba totalmente su extracción. La inclusión del criterio de 'conectividad' en la meta 11 del acuerdo AICHI es un reconocimiento de este problema y de la necesidad de incluir información sobre dispersión de especies e hidrografía al momento de ubicar AMPs. Considerando que los criterios que se han seguido para la designación de AMPs en Chile y el mundo, sorprende poco que existan cuestionamientos sobre su impacto en fortalecer o robustecer las pesquerías en general, y las artesanales en particular. Este efecto positivo, tan necesario en Chile, depende estrictamente de estos patrones de conectividad entre sectores del mar costero.

La situación impone un desafío muy grande para nuestros esfuerzos de conservación en Chile ya que no solamente debiéramos considerar la designación e implementación de AMP de exclusión de pesca, sino que también garanticen conectividad. En este sentido hay grandes oportunidades si se incluyen una mayor diversidad de aproximaciones, como Áreas de Manejo para Recursos Bentónicos o Espacios Costeros para Pueblos Originarios (Hiriart-Bertrand et al., 2020; Fernández et al., 2021). Las AMERB han sido propuestas como instrumentos complementarios de conservación (Gelcich et al., 2012). Sin embargo, se requiere un cambio de foco en los objetos y objetivos de estos instrumentos para integrarlos a un sistema de AMP (Grorud-Colvert et al., 2021). Se requeriría un cambio de énfasis en las AMERBs para incluir (a) conservación de la biodiversidad, en contraste con áreas de manejo centradas únicamente en especies recurso, (b) incentivos para mantener niveles de protección de otras especies y cumplir las normas autogeneradas de largo plazo. Estos instrumentos podrían ser un gran aporte a la conectividad de áreas con algún nivel de protección a lo largo de la costa de Chile (Ospina et al., 2018; Blanco et al., 2019).

La sola designación de un sector de mar como AMP es solamente el primer paso en el largo camino a un sistema de AMP que brinde protección efectiva a la biodiversidad marina. Globalmente, el foco de avanzar en la superficie protegida está cambiando hacia el nivel de protección confieren las áreas designadas, y más importante aún, cuan avanzada está su implementación (Grorud-Colvert et al., 2021). Estudios recientes realizados en Chile reportaron que solo el 20% de las AMP declaran contar con planes de administración y manejo, y que ninguna de ellas cuenta con planes de manejo efectivo según los protocolos de IUCN (Petit et al., 2018). Nuestros estudios realizados durante 2020 no cambian sustancialmente: 23 % de las AMP declaradas cuentan con planes de manejo implementados parcial o totalmente. Aunque a nivel global el nivel de implementación de AMPs también avanza más lento que la designación, el desfase es menor que el observado en nuestro país. Se ha estimado que la fracción del océano con áreas marinas protegidas implementadas está en el orden del 3.6% (Lubchenco y Grorud-Colvert, 2015; Sala et al., 2018): un 50% menor que la fracción del océano con áreas marinas protegidas designadas (IUCN y UNEP-WCMC, 2020). Considerando la superficie designada y el nivel de avance en los planes de administración y manejo de Chile emanados de las encuestas METT realizadas en el 2020, podemos concluir que solo el 0.06% de la superficie marina protegida de Chile esta implementada parcial o totalmente. Así la superficie marina designada protegida no cuenta aún con planes de manejo: 99%. Es un desafío además diseñar un sistema de protección

que aborde diferentes mecanismos para la fiscalización de pequeñas y grandes áreas, e integre adecuadamente comunidades locales muy diversas. Lamentablemente, se carece de información científica que releve los cambios en variables biológicas relevantes en el tiempo para las áreas marinas protegidas designadas en Chile, lo que impide evaluar los beneficios de las mismas.

En Chile la velocidad en la designación de áreas marinas protegidas superó ampliamente las capacidades de implementarlas. Para avanzar hacia la protección del mar, su biodiversidad y ecosistemas se requiere implementar de manera urgente planes de monitoreo y administración de esta vasta red de áreas marinas protegidas ya designadas. Un plan que acelere los retrasados planes de administración y manejo y una gobernanza que permita asignar recursos públicos y privados para la contratación de personal y el desarrollo de la infraestructura adecuada para la fiscalización, el monitoreo, y el desarrollo de programas de educación es una deuda país, pero también un deber incumplido para con el resto de la humanidad. Desde 2010, cuando Chile reformó su institucionalidad ambiental, sigue pendiente compromiso crear un Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas. El proyecto que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas fue aprobado en el Senado en 2018 y sigue en tramitación. Pero resulta evidente que esta nueva institucionalidad, si se aprueba algún día, no será suficiente para proveer resiliencia a una red de AMP tan diversa y extensa geográficamente, sin una estructura de gobernanza interministerial. En esta estructura se debería avanzar con máxima urgencia. El Estado de Chile no cuenta hoy en día con una repartición con entrenamiento en ecosistemas marinos y con una red operativa para desplegarse en terreno en las distintas AMPs. Sernapesca no tiene actualmente las capacidades de enfrentar este desafío en adición a las labores que ya desempeña en la supervisión de la pesca industrial y artesanal. Por otra parte, el Ministerio de Medio Ambiente no tiene capacidad fiscalizadora para efectivizar la administración de las Áreas Marinas Protegidas de Múltiples Usos. Al contrario de otros países de la región, Chile no cuenta con una repartición civil con capacidades operativas amplias en el océano que permita la vigilancia y asegure el cumplimiento de medidas regulatorias en las AMPs. La única entidad del Estado con capacidades operativas efectivas en el mar es la Armada de Chile. Es evidente entonces la necesidad de una coordinación inter-ministerial para brindar gobernanza nueva y efectiva a las AMP, y sustentar los programas de monitoreo y evaluación de su efectividad. Es una prioridad país contar con la institucionalidad adecuada, visionaria, financiada, para la protección efectiva del océano en general y del postergado mar costero en particular.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con apoyo de FONDECYT Nº1171603 y The Pew Charitable Trusts.

Referencias Nibliográficas

AIKEN, C., & NAVARRETE, S. Environmental fluctuations and asymmetrical dispersal: generalized stability theory for studying metapopulation persistence and marine protected areas. Marine Ecology Progress Series, 2011, N°428, p. 77-88.

BABCOCK, R.C., SHEARS, N.T., ALCALA, A.C., BARRETT N.S., EDGAR, G.J, LAFFERTY, K.D., MCCLANAHAN, T.R., & RUSS, G.R. Decadal trends in marine reserves reveal differential rates of change in direct and indirect effects. Proceeding of the National Academy of Science, 2010, N°107, p. 18256-18261.

BLANCO, M., OSPINA, A., GONZÁLEZ, C., & FERNÁNDEZ, M. Egg production patterns of two invertebrate species in rocky subtidal areas under different fishing regimes along the coast of central Chile. PlosOne, 2017, N°12, p. e0176758. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176758

BLANCO, M., OSPINA, A., NAVARRETE, S., & FERNÁNDEZ, M. Influence of larval traits on dispersal and connectivity patterns of two exploited marine invertebrates in central Chile. Marine Ecology Progress Series, 2019, N°612, p. 43-64.

BOTSFORD, L.W., HASTINGS, A., & GAINES, S.D. Dependence of sustainability on the configuration of marine reserves and larval dispersal distance. Ecology Letters, 2001, N°4, p. 144-150.

BOTSFORD, L., MICHELI, F., & HASTINGS, A. Principles for the design of marine reserves. Ecological Applications, 2003, N°13, p. S25-S31.

BUTCHART, S.H.M., CLARKE, M., SMITH, R.J., SYKES, R.E., SCHARLEMANN, J.P.W., HARFOOT, M., BUCHANAN, G.M., ANGULO, A., BALMFORD, A., BERTZKY, B., BROOKS, T.M, CARPENTER, K.E., COMEROS-RAYNAL, M.T., CORNEL, J., FICETOLA, G.F., FISHPOO, L.D.C., FULLER, R.A., GELDMANN, J., HARWELL, H., HILTON-TAYLOR, C., HOFFMANN, M., JOOLIA, A., JOPPA, L., KINGSTON, N., MAY, I., MILAM, A., POLIDORO, B., RALPH, G., RICHMAN, N., RONDININI, C., SEGAN, D.B., SKOLNIK, B., SPALDING, M.D., STUART, S.N., SYMES, A., TAYLOR, J., VISCONTI, P., WATSON, J.E.M., WOOD, L., & BURGESS, N.D. Shortfalls and solutions for meeting national and global conservation area targets. Conservation Letters, 2015, N°8, p. 329-337. DOI: 10.1111/conl.12158

CASTILLA, J.C. Parques y Reservas Marinas Chilena: necesidad de creación, probables localizaciones y criterios básicos. Medio Ambiente (Chile), 1976, N°2, p. 70-80.

CASTILLA, J.C. ¿Sigue existiendo la necesidad de establecer Parques y Reservas Marinas en Chile? Ambiente y Desarrollo (Chile), 1986, N°2, p. 53-63.

CASTILLA, J.C. La futura Red Chilena de Parques y Reservas Marinas y los conceptos de conservación, preservación y manejo en la legislación nacional. Revista Chilena de Historia Natural, 1996, N°69, p. 253-270.

CASTILLA, J.C, CAMPO, M.A., & BUSTAMANTE, R.H. Recovery of Durvillaea antarctica (Durvilleales) inside and outside Las Cruces Marine Reserve, Chile. Ecological Applications, 2007, N° 17, p. 1511-1522.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. Secretariat of the Convention on Biological Diversity: technical advice on the establishment and management of a national system of marine and coastal protected areas. Technical Series, 2004, N°13. CBD, Montreal.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. COP Decision X/2. Strategic plan for biodiversity 2011–2020, 2010, Available at: http://www.cbd.int/decision/cop/?id=12268

EDGAR, G., STUART-SMITH, R.D., WILLIS, T.J., KININMONTH, S., BAKER, S.C., BANKS, S. BARRETT, N., BECERRO, M., BERNARD, A.T., BERKHOUT, J., BUXTON, C., CAMPBELL, S., COOPER, A., DAVEY, M., EDGAR, S., FÖSTERRA, G., GALVÁN, D.E., IRIGOYEN, A.J., KUSHNER, D.J., MOURA, R., PARNELL, P.E., SHEARS, N.T., SOLER, G., STRAIN, E., & THOMSON, R. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. Nature, 2014, N°506, p. 216-220. DOI: http://dx.doi.org/10.1038/nature13022

FERNÁNDEZ, M., RODRIGUEZ, M., GELCICH, S., HIRIART-BERTRAND, L., & CASTILLA, J.C. Advances and challenges in marine conservation in Chile: a regional and global comparison. Aquatic Conservation, 2021. DOI: 10.1002/aqc.3570

FOGARTY, M.J., & BOTSFORD, L.W. Population connectivity and spatial management of marine fisheries. Oceanography, 2007, N°20, p. 112-123.

FRIEDLANDER, A., SHACKEROFF, A., & KITTINGER, J. Customary marine resource knowledge and use in contemporary Hawaiian. Pacific Science, 2013, N°67, p. 441-460.

GAINES, S., WHITE, C., CARR, M., & PALUMBI, S. Designing marine reserve networks for both conservation and fisheries management. Proceeding of the National Academy of Science USA, 2010, Vol. 107, N43°, p. 18286-18293.

GARAVELLI, L., KAPLAN, D.M., COLAS, F., STOTZ, W., YANNICELLI, B., y LETT, C. Identifying appropriate spatial scales for marine conservation and management using a larval dispersal model: the case of Concholepas concholepas (loco) in Chile. Progress in Oceanography, 2014, N°124, p. 42-53.

GELCICH, S., FERNÁNDEZ, M., GODOY, N., CÁNEPA, C., PRADO, L., & CASTILLA, J.C. Territorial user rights for fisheries as ancillary instruments for marine coastal conservation in Chile. Conservation Biology, 2012, N°26, p. 1005-1015.

GELL, F.R., & ROBERTS, C.M. Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. Trends in Ecology and Evolution, 2003, N°18, p. 448-455.

GRORUD-COLVERT, K., SULLIVAN-STACK, J., ROBERTS, C., CONSTANT, V. HORTA E COSTA, B., PIKE, E., KINGSTON, K., LAFFOLEY, D., SALA, E., CLAUDET, J., FRIEDLANDER, A., GILL, D., LESTER, S., DAY, D., GONÇALVES, E., AHMADIA, G., RAND, M., VILLAGOMEZ, A., BAN, N., GURNEY, G., SPALDING, A., BENNETT, N., BRIGGS, J., MORGAN, L., MOFFITT, R., DEGUIGNET, M., PIKITCH, E., DARLING, E., JESSEN, S., HAMEED, S., DI CARLO, G., GUIDETTI, P., HARRIS, J., TORRE, J., KIZILKAYA, Z., AGARDY, T., CURY, P., SHAH, N., SACK, K., CAO, L., FERNÁNDEZ, M., & LUBCHENCO, J. The MPA Guide: a framework to achieve global goals for the ocean. Science, 2021, (accepted).

HALPERN, B.S., LESTER, S.E., & KELLNER, J.B. Spillover from marine reserves and the replenishment of fished stocks. Environmental Conservation, 2009, N°36, p. 268-276.

HARRISON, H., WILLIAMSON, D., EVANS, R., ALMANY, G., THORROD, S., RUSS, G., FELDHEIM, K., HERWERDEN, L., PLANES, S., SRINIVASAN, M., BUREMEN, M., & JONES, G. Larval Export from Marine Reserves and the Recruitment Benefit for Fish and Fisheries. Current Biology, 2012, N°22, p. 1023-1028.

HIRIART-BERTRAND, L., SILVA, J.A., & GELCICH, S. Challenges and opportunities of implementing the marine and coastal areas for indigenous peoples policy in Chile. Ocean and Coastal Management, 2020, N°193, p. 105233.

IUCN & UNEP-WCMC. The World Database on Protected Areas (WDPA) [On-line], [February/2020]. Cambridge, UK: UNEP-WCMC, 2020. Available at: www.protectedplanet.net

KAREIVA, P., CHANG, A., & MARVIER, M. Developing and conservation goals in World Bank projects. Science, 2008, N°321, p. 1638-1639.

KUEMPEL, C., JONES, K., WATSON, J., y POSSINGHAM, H. Quantifying biases in marine-protected-area placement relative to abatable threats. Conservation Biology, 2019. DOI: 10.1111/cobi.13340

LESTER, S., & HALPERN, B. Biological responses in marine no-take reserves versus partially protected areas. Marine Ecology Progress Series, 2008, N°367, p. 49-56.

LESTER, S., HALPERN, B., GRORUD-COLVERT, K., LUBCHENCO, J., RUTTENBERG, B., GAINES, S., AIRAME, S., & WARNER, R. Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. Marine Ecology Progress Series, 2009, N°384, p. 33-46.

LUBCHENCO, J., & GRORUD-COLVERT, K. Making waves: The science and politics of ocean protection. Science, 2015, N°350, p. 382-383.

MANRÍQUEZ, P.H., & CASTILLA, J.C. Significance of marine protected areas in central Chile as seeding grounds for the gastropod Concholepas concholepas. Marine Ecology Progress Series 2001, N° 215, p. 201-211.

MELLIN, C., MACNEIL, M.A., CHEAL, A.J., EMSLIE, M.J., & CALEY, M.J. Marine protected areas increase resilience among coral reef communities. *Ecology Letters*, 2016, N°*19, p. 629-637. DOI:*10.1111/ele.12598

NAVARRETE, S., GELCICH, S., & CASTILLA, JC. Long-term monitoring of coastal ecosystems at Las Cruces, Chile: defining baselines to build ecological literacy in a world of change. Revista Chilena de Historia Natural, 2010, N°83, p. 143-157.

O'LEARY, B., BAN, N., FERNÁNDEZ, M., FRIEDLANDER, A., GARCÍA-BORBOROGLU, P., GOLBUU, Y., GUIDETTI, P., HARRIS, J., HAWKINS, J., LANGLOIS, T., MCCAULEY, D., PIKITCH, E., RICHMOND R., & ROBERTS, C. Addressing criticisms of large-scale marine protected areas. BioScience, 2018, N°68, p. 359-370. DOI: https://doi.org/10.1093/biosci/biy021

OSPINA-ALVAREZ, A., WEIDBERG, N., AIKEN, C., & NAVARRETE S.N. Larval transport in the upwelling ecosystem of central Chile: The effects of vertical migration, developmental time and coastal topography on recruitment. Progress in Oceanography, 2018, N°168, p. 82-99.

PETIT, I., CAMPOY, A., HEVIA, M., GAYMER, C., & SQUEO, F. Protected areas in Chile: are we managing them? Revista Chilena de Historia Natural, 2018, N° 91, p. 1, doi: 10.1186/s40693-018-0071-z.

LE PORT, A., MONTGOMERY J.C., SMITH, A.N.H, CROUCHER, A.E., MCLEOD, I.M. y LAVERY, S.D. Temperate marine protected area provides recruitment subsidies to local fisheries. Proceeding of royal society B., 2017, N°284, p. 1865. DOI: https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1300

ROBERTS, C.M., BOHNSACK, J.A., GELL, F.R., HAWKINS, J.P., & GOODRIDGE, R. Effects of marine reserves on adjacent fisheries. Science, 2001, N°294, p. 1920-1923.

ROBERTS, C., O'LEARY, B.C., MCCAULEY, D.J., CURY, M.P., DUARTE, C.M., LUBCHENCO, J., PAULY, D., SAEZ-ARROYO, A., SUMAILA, U.R., WILSON, R., WORM, B., & CASTILLA, J.C. Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2017, N°114, p. 6167-6175.

RUSS, G.R., & ALCALA, A.C. Enhanced biodiversity beyond marine reserve boundaries: The cup spillith over. Ecological Applications 2011, N°21, p. 241-250. DOI:10.1890/09-1197.1

SALA, E., LUBCHENCO, J., GRORUD-COLVET, K., NOVELLI, C., ROBERTS, C., & SUMAILA, R. Assessing real progress towards effective ocean protection. Marine Policy, 2018, N°91, p. 11-13.

SPALDING, M.D., FOX, H.E., ALLEN, G.R., DAVIDSON, N., FERDAÑA, Z.A., FINLAYSON, M., HALPERN, B., JORGE, M.A., LOMBANA, A., LOURIE, S.A., MARTIN, K.D., MCMANUS, E., MOLNAR, J., RECCHIA, C.A., & ROBERTSON, J. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. BioScience, 2007, N°57, p. 573-583. DOI: https://doi.org/10.1641/B570707

VISCONTI, P., BUTCHART, S., BROOK, T., LANGHAMMER, O., MAMEWICK, D., VERGARA, S., YANOSKY, A., & WATSON, J.E. Protected area targets post-2020. Science, 2019, N°364, p. 239-241.

6.2.

La inaplicación de la ley de navegación en demandas por daño ambiental marino: luces, sombras y matices

The non-application of navigation law to marine environmental damage lawsuits: clarity, obscurity and nuance

Pedro Harris Moya[1]

RESUMEN

Recientemente, la jurisprudencia ha interpretado la prevalencia de la responsabilidad por daño ambiental por sobre el régimen de la ley de navegación. Esta interpretación permite aspectos favorables para la protección ambiental. Sin embargo, también presenta limitaciones. Finalmente, ciertos aspectos de esta prevalencia deben matizarse, para conseguir una adecuada interpretación de los diferentes regímenes de responsabilidad.

Palabras clave: responsabilidad, daño ambiental marino, contaminación ambiental, contaminación por hidrocarburos.

ABSTRACT

Recently, the Supreme Court has interpreted the prevalence of liability for environmental damage over the navigation law regime. Certain aspects of this interpretation may prove favorable for the environmental protection. However, it is also subject to limitations. Finally, certain aspects of this prevalence should be considered from a nuanced perspective to offer a satisfactory interpretation of the different liability regimes.

Key words: liability, marine environmental damage, environmental pollution, oil pollution.

1 Profesor de Derecho administrativo, Universidad Autónoma de Chile, Santiago, Chile. Dirección postal: Av. Pedro de Valdivia Nº641, Providencia, Santiago de Chile. Correo electrónico: pedro.harris@uautonoma.cl.

Introducción

Aunque ha sido tradicionalmente aceptado por los autores que un mismo hecho pueda generar distintos tipos de responsabilidades, la naturaleza de cada una de ellas no siempre ha sido consensuada. Esta dificultad, que se aprecia en diferentes ámbitos, se observa también en la generación de daños ambientales marinos. El daño ambiental marino puede ser objeto de un régimen jurídico variable, según diferentes factores. Uno de ellos es el agente que provoca la generación del hecho dañoso. Si éste corresponde al vertimiento de hidrocarburos u otras sustancias nocivas de naves o artefactos navales, la legislación nacional prevé un régimen especial, establecido, principalmente, en el Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación[2].

El tratarse de un régimen consagrado en una legislación especial, con relación al régimen general de responsabilidad por daño ambiental, ha permitido, por largo tiempo, que su aplicación fuera preferida por los autores, con relación a la Ley 19.300, Bases Generales del Medio Ambiente[3], por aplicación de su art. 51 inc. 2º, conforme al cual "las normas sobre responsabilidad por daño al medio ambiente contenidas en leyes especiales prevalecerán sobre las de la presente ley". Posteriormente, el que dicha prevalencia pudiera dejar sin efecto la aplicación de una reparación material, llevaría a rechazar la aplicabilidad preferente del Decreto Ley 2.222, por sobre el régimen de responsabilidad de la Ley 19.300 (Bermúdez, 2007).

Esta posición ha sido asumida por la jurisprudencia desde la Sentencia I. Municipalidad de Quintero con ENAP Refinerías, ocasión en la cual la Corte Suprema afirmará que "[] no existe en la Ley de Navegación una especialidad normativa que aborde la reparación material del daño al medio ambiente, puesto que sólo busca indemnizar los daños que sufrieron las personas directamente afectadas. Así entonces, la responsabilidad que regula las normas de la Ley de Navegación es especial respecto de la responsabilidad civil extracontractual del Código Civil y, por ende, tornará en incompetentes a los juzgados de letras en lo civil del lugar donde se produjo el daño para conocer de tales causas, pero no desplaza a la responsabilidad por el daño ambiental que prevé la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente"[4].

A partir de entonces, la lectura del art. 51 inc. 2º de la Ley 19.300 (que establece la prevalencia de regímenes de responsabilidad por daño ambiental) ha sido reinterpretada en su alcance. Debido a que no existiría otra ley que prevea la reparación material del daño ambiental, ninguna legislación podría prevalecer sobre las disposiciones de la Ley 19.300 que, pese a su carácter básico, unificaría todo régimen de reparación de daños ambientales en torno a ella. Así las cosas, deberá concluirse que la Ley de Navegación, de aplicarse, sólo sería aplicable luego de una sentencia condenatoria de daño ambiental, que se regiría por la Ley 19.300, lo que sucedería también ante el régimen de daño aeronáutico[5], nuclear[6], agrícola[7] o en materia de desechos[8].

El orden de articulación de legislaciones, defendido por esta interpretación, sería por tanto el siguiente: el demandante de un daño ambiental al medio marino, causado por el vertimiento de hidrocarburos u otras sustancias nocivas, deberá accionar contra del autor del daño ante Tribunales Ambientales (mas no ante aquellos previstos en el Decreto Ley 2.222), invocando el régimen de reparación de la Ley 19.300 (no siendo en rigor aplicables las disposiciones de la Ley de Navegación, pese a la claridad de su artículo 1, que permitiría concluir en un sentido opuesto[9]). En caso de obtenerse una sentencia favorable, que condene a la reparación material del daño, procedería la reparación del perjuicio civil provocado por aquél, siendo éste regulado por el régimen previsto por el Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación[10].

Seguir esta lectura supone efectos ciertos sobre la

2 En especial, en función del Título IX del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, denominado "De la contaminación".
3 Véase, entre otros: Valenzuela (1996: 131 y ss.); Corral (1996: 143 y ss.); Barros (2006: 799-780); Delgado (2012: 56).
4 Rol: 37179-2015. Sobre esta aplicación: Femenías (2017: 295 y ss.).
5 Arts. 155 y siguientes del Código Aeronáutico.
6 Arts. 49 y siguientes de la Ley 18.302, de Seguridad Nuclear.
7 Arts. 8 y 36 del Decreto Ley 3557, Ley sobre Protección Agrícola.
8 Art. 43 de la Ley 20.920, Ley marco sobre la gestión de residuos. Véase: Pinochet (2017: 143).
9 Conforme al art. 1 del Decreto Ley 2.222: "Todas las actividades concernientes a la navegación o relacionadas con ella, se regirán por la presente ley, cuyas disposiciones prevalecerán sobre cualquier norma vigente en esta materia".
10 La interpretación inicial, antes de la introducción del art. 46 de la Ley 20.600 (que supedita la acción civil a una condena de reparación ambiental), era diversa. Véase: Vidal (2007: 120): "La víctima de un daño civil que proviene de un daño ambiental, puede ejercitar ambas acciones conjunta o separadamente; o conformarse con el ejercicio de la acción ordinaria por el daño civil, dejando de lado el de la acción ambiental. La víctima decide según sea suconveniencia, lo que no quiere decir que la protección al medio ambiente quede sujeta a la opción que tome el dañado civilmente, puesto que la titularidad de la acción ambiental es más amplia, recayendo además en el Estado, que la ejerce a través del Consejo de Defensa del Estado; y en las Municipalidades, a requerimientos de las personas que puedan verse afectadas por la causación de un daño ambiental (artículo 54 Ley Nº19.300)". Esta interpretación ha cambiado con la Ley 20.600. Véase en tal sentido: Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental de 2015, rol: D-2-2013, c. 3º: "quien haya sufrido un perjuicio o daño en su persona o patrimonio, que se origina con motivo de una acción dañosa al medio ambiente, debe entablar primero una demanda de reparación del daño ambiental y, según el resultado de esta última, iniciar luego en sede civil la vía indemnizatoria de acuerdo al procedimiento establecido al efecto en el citado artículo 46 de la Ley N°20.600".Esta posición también ha sido sostenida por la doctrina: Guzmán (2012: 184) y Tisné (2014: 343).

resiliencia en el ámbito costero[11]. Como se verá, al consagrar un régimen de reparación material, la funcionalidad de la Ley 19.300 pareciera favorecer la concreción de este concepto. Sin embargo, al establecer un régimen estricto u objetivo, entre otros muchos aspectos, el Decreto Ley 2.222, que establece la Ley de Navegación, conserva una utilidad cierta para facilitar la acreditación de la responsabilidad (sin la cual ninguna reparación sería posible). Lo anterior influye, al menos, en tres de las cuatro grandes categorías de contaminación identificadas por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (Parra, 2021), esto es, de buques, vertimientos marinos y actividades desarrolladas en tierra, las que son también comprendidas por este régimen[12].

El carácter reiterado de la prevalencia de la responsabilidad de la Ley 19.300 (que ha sido reafirmada recientemente por la Corte Suprema[13]), obliga a volver sobre el carácter favorable o no de tal solución frente al régimen de daños ambientales marinos. Aunque ciertamente esta interpretación tiene la finalidad de obtener un restablecimiento eficaz del medio ambiente dañado, sufre de diferentes limitaciones que podrían reducir la efectividad de la responsabilización del agente causante del daño en cuestión, debiendo también precisarse su alcance real. La inaplicación de la Ley de Navegación frente al daño ambiental marino supone por ello una lectura con luces (1), pero también con sombras (2) y, por cierto, matices (3).

Las luces de la inaplicación de la Ley de Navegación

Afirmar la sustitución del régimen de responsabilidad consagrado en el Decreto Ley 2.222, Ley de Navegación, en favor de la aplicación de los arts. 51 y siguientes de la Ley 19.300, Bases Generales del Medio Ambiente, supone diferentes aspectos positivos para el restablecimiento del medio ambiente. Contrario a lo que podría pensarse, estos no se manifiestan únicamente en un aspecto específico del régimen aplicable, sino a lo largo de todo el proceso de demanda por daño ambiental. En efecto, las luces de la interpretación de la regla de prevalencia del art. 51 inc. 2º de la Ley 19.300 se aprecian tanto antes de iniciar un proceso judicial por daño ambiental (A), como durante su tramitación (B) y en la sentencia (C).

11 Si se entiende la resiliencia como la capacidad de un sistema de absorber una perturbación y organizarse nuevamente (Walker et al., 2004), la responsabilidad por daño ambiental surge en la medida que el medio ambiente costero no parezca propiciar un restablecimiento aceptable para quienes pueden ser afectados por él. Al ser impuesta a través de una condena en contra del autor del daño causado (ya sea porque éste persistirá largo tiempo, ya porque lo hará de manera indefinida) se trata de un mecanismo en principio represivo. Sin embargo, genera importantes efectos preventivos, al estimular comportamientos que eviten originar dichos resultados.

12 El art. 147 del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, hace aplicable ciertas disposiciones a las "instalaciones terrestres que produzcan daños al medio ambiente marino por vertimiento o derrame de sustancias contaminantes". No se contemplan expresamente, por el contrario, las actividades desarrolladas en fondos marinos, que corresponde a una cuarta categoría de contaminación, conforme a la posición señalada anteriormente.

13 Sentencia de Corte Suprema de 2019, rol: 13177-2018.

La iniciación de la demanda

Como todo proceso, una demanda de reparación requiere precisar quiénes se encuentran legitimados activamente para comenzar su tramitación. Ante la carencia de personificación de los componentes ambientales (Camproux, 2009: 89 y ss.), el proceso deberá ser iniciado por personas que detenten una posición jurídica habilitante para ejercer la acción. La regulación del Decreto 2.222, Ley de Navegación, y aquella contenida en la Ley 19.300, Bases Generales del Medio Ambiente, se caracterizan por consagrar dos técnicas diversas sobre la materia. Mientras que la primera legislación establece una legitimación activa propia de la responsabilidad civil extracontractual, la segunda se distancia (y extiende) dicha solución.

En efecto, la adopción de un régimen especial de responsabilidad frente a daños ambientales fue motivado, entre otras razones, para superar las limitaciones que podría suponer la aplicación de los conceptos tradicionales de la responsabilidad civil extracontractual que, para precisar quiénes son legitimados activos para ejercer una acción de reparación, suelen requerir una titularidad de derechos en ocasiones inexistentes frente a los componentes ambientales, que pueden seguir un régimen incompatible con ello (Bermúdez, 2007: 225-226). Tal es la situación del medio ambiente marino. En la Ley de Navegación, la naturaleza del espacio, y de las naves y artefactos, justifica la legitimación activa del Estado y de particulares.

Esto cambia si se analiza la regulación de la responsabilidad de la Ley 19.300. Aunque los legitimados activos para iniciar las demandas de responsabilidad por daño ambiental han sido enumerados por ley, ellos no se restringen a la intervención del Estado (por intermedio de la representación del Consejo de Defensa del Estado). Junto con él, dicha legislación consagra también la intervención de órganos, como las municipalidades, estableciéndose que cualquier persona puede solicitarle la interposición de una acción de reparación[14]. Si bien no se asimila a una acción popular (Tisné, 2014: 336; Delgado, 2012: 64), sino a un interés en un procedimiento administrativo[15], tal solicitud podrá comprometer la responsabilidad del órgano[16].

Por cierto, en el ambiente marino el que cualquier particular pueda ejercer esta solicitud al municipio respectivo tendría poca efectividad si éste no pudiera accionar respecto de hechos acaecidos en la zona costera. El que la jurisprudencia interprete ampliamente la legitimación activa, en favor delas municipalidades (que, pese a los términos de la ley[17], no sólo son competentes para ejercer acciones respecto de hechos "acaecidos" en la misma comuna, sino también de aquellos ocurridos en su exterior, en la medida que les afecte), acrecienta por cierto la utilidad de esta solicitud, así como la legitimación activa que la propia municipalidad tendría, la que ha sido reconocida sobre daños ocurridos en bienes nacionales ajenos a su gestión[18].

Por último, notemos que ciertas legitimaciones activas de la Ley 19.300, Bases Generales del Medio Ambiente, han sufrido una notoria extensión en la jurisprudencia, que la aleja de la lectura inicial de la doctrina, en rigor, coincidente con aquella que supone la aplicación del Decreto 2.222 (Barros, 2006: 810)[19]. En diferentes ocasiones, los tribunales han reconocido que la referencia a las personas afectadas del art. 54 de la Ley 19.300 se separa del perjuicio civil (requerido por la Ley de Navegación) y, en general, por todo régimen de responsabilidad civil extracontractual, al no suponer una afectación patrimonial, sino propiamente ambiental[20], lo que ha tenido como resultado la intervención de organizaciones no gubernamentales[21].

14 Art. 54 de la Ley 19.300: "Son titulares de la acción ambiental señalada en el artículo anterior, y con el solo objeto de obtener la reparación del medio ambiente dañado, las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que hayan sufrido el daño o perjuicio, las municipalidades, por los hechos acaecidos en sus respectivas comunas, y el Estado, por intermedio del Consejo de Defensa del Estado. Deducida demanda por alguno de los titulares señalados, no podrán interponerla los restantes, lo que no obsta a su derecho a intervenir como terceros. Para los efectos del artículo 23 del Código de Procedimiento Civil, se presume que las municipalidades y el Estado tienen interés actual en los resultados del juicio".

15 Art. 21 de la Ley 19.880: "Artículo 21. Interesados. Se consideran interesados en el procedimiento administrativo:
1. Quienes lo promuevan como titulares de derechos o intereses individuales o colectivos.
2. Los que, sin haber iniciado el procedimiento, tengan derechos que puedan resultar afectados por la decisión que en el mismo se adopte.
3. Aquéllos cuyos intereses, individuales o colectivos, puedan resultar afectados por la resolución y se apersonen en el procedimiento en tanto no haya recaído resolución definitiva".

16 Conforme al art. 54 inc. final de la Ley 19.300: "La falta de pronunciamiento de la municipalidad en el término indicado la hará solidariamente responsable de los perjuicios que el hecho denunciado ocasionare al afectado".

17 Art. 54 de la Ley 19.300.

18 Sentencia del Tercer Tribunal Ambiental de 2017, rol: D-17-2016, c. 7º y siguientes.

19 Sobre las distintas interpretaciones posibles, véase: Vidal (2007: 131-132).

20 Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental de 2015, rol: D-2-2013.

21 Véase: Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental de 2015, rol: D-2-2013. Respecto de esta forma de intervención: Tisné (2016: 227 y ss.).

La tramitación del proceso

Un segundo aspecto positivo de la aplicación de la Ley 19.300, frente al daño ambiental marino causado por hidrocarburos, se aprecia con relación al proceso frente al daño ambiental. El régimen de responsabilidad del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, exceptúa las reglas generales de competencia judicial del Código de Procedimiento Civil. Conforme al art. 153 del Decreto Ley 2.222: "[] un ministro de la Corte de Apelaciones que tenga competencia respecto del lugar en que los hechos de la causa hayan acaecido, conocerá en primera instancia"[22]. Por su parte, el art. 162 del mismo cuerpo legal consagra la competencia de la Corte de Apelaciones de Valparaíso para conocer en segunda instancia.

Aunque diferentes aspectos de la Ley de Navegación favorecen un conocimiento especializado (como la asesoría de un perito naval, durante toda la tramitación de la causa[23]), parece razonable que la tramitación de procesos por daño ambiental marino sea competencia de los tribunales especializados, con independencia del agente contaminante. Por un lado, ello sustituye el carácter unipersonal del tribunal de primera instancia de la Ley de Navegación, por una composición colegiada[24]. Por otra parte, el carácter especializado del peritaje se atenúapor la composición especializada de los Tribunales Ambientales, pudiendo estimarse que el rol de aquel y de este son complementarios, como en la mayor parte de estas causas.

Con relación a otros aspectos procesales, las diferencias de los regímenes podrían limitarse. En principio, la Ley de Navegación y la Ley 20.600 guardan cierta similitud. Un elemento característico es la amplitud de los medios probatorios admitidos y su valoración procesal. Ambas legislaciones extienden los medios de prueba más allá de aquellos referidos en el art. 341 del Código de Procedimiento Civil. Como resultado de ello, su apreciación no atiende a las reglas de prueba tasada del procedimiento civil ordinario. Por un lado, la Ley de Navegación establece un régimen probatorio "en conciencia" de la prueba rendida en la causa[25] y, por el otro, la Ley 20.600 hace aplicable en dicho ámbito las reglas de la sana crítica[26].

Tal proximidad de tramitación, sin embargo, no oculta ciertas diferencias sensibles. Pese a las críticas de que ha sido objeto el proceso de la Ley 20.600, que crea los Tribunales Ambientales (Méndez, 2018), sus disposiciones consagran diferentes elementos que agilizan los procesos (como las reglas de tramitación en la interposición de excepciones dilatorias[27]), especializan el conocimiento de los tribunales sobre la controversia (como ocurre frente a la institución del *amicus curiae*, sólo contemplada en la Ley 20.600, que crea los Tribunales Ambientales[28]) y facilitan también la comprobación de los hechos (como la posibilidad de asumir, vía cargo fiscal, peritajes que no pueden ser soportados por alguna de las partes procesales[29]).

La sentencia de condena

Por último, un tercer aspecto favorable de la aplicación prevalente de la Ley 19.300, con relación al Decreto Ley 2.222, Ley de Navegación (y que justifica, por lo demás, dicha sustitución en doctrina) corresponde a la consecuencia que se sigue de una condena de responsabilidad. Inicialmente, esta sustitución fue prevista frente al limitado efecto que supondrían los regímenes especiales de responsabilidad en materia ambiental para restablecer el medio ambiente. En efecto, las reglas legales de tales regímenes consagran formas de indemnización. Si los montos no son destinados por el actor en favor de la reparación material, subsistiría el daño ambiental, pese a la reparación de los perjuicios (Bermúdez, 2007: 224).

En principio, esta situación puede derivarse de la aplicación de la Ley de Navegación. Aunque la legitimación activa del Estado en estas demandas permita que dichas sumas se destinen a las arcas fiscales, nada asegura que, producido un daño ambiental, los montos indemnizatorios obtenidos por él se dirijan a una reparación material del medio marino. De hecho,

22 Sin embargo, conforme al art. 161 del Decreto Ley 2.222:"Cuando la materia disputada, en los casos a que se refiere el artículo 153, sea susceptible de apreciación pecuniaria, y el monto de la suma demandada no exceda de ciento veinte unidades tributarias, las acciones que por ese artículo se conceden podrán también intentarse en primera instancia ante el tribunal ordinario que tenga competencia territorial respecto del lugar en que los hechos de la causa hayan acaecido, aplicándose a la tramitación del juicio las restantes normas de este título, excepto los artículos 158 y 159".
23 Art. 158 de la Ley de Navegación.
24 Art. 2 de la Ley 20.600.
25 Art. 157 letra c) del Decreto Ley 2.222.
26 Art. 35 de la Ley 20.600, que crea los Tribunales Ambientales. La asimilación de los referidos sistemas probatorio "en conciencia" y de "sana crítica" ha sido largamente discutida, pudiendo afirmarse en rigor que ellos sólo se aproximan en razón de prescindir de una valoración estrictamente tasada. Véase: Salas (1993: 117 y ss.).
27 Art. 34 de la Ley 20.600.
28 Art. 19 de la Ley 20.600.
29 Art. 42 de la Ley 20.600.

la aplicación de las reglas generales que rigen tales procesos permite constatar que ello no es así, siendo observado por los autores ya hace largo tiempo (Vidal, 2007:135). Dicha orientación, de tener lugar, es probable que aparezca únicamente en fases anteriores a la dictación de una sentencia y, en especial, con ocasión de la fase conciliatoria de estos procesos.

Puede notarse por consiguiente el contraste con la aplicación de la Ley 19.300. Como es sabido, desde su modificación por parte de la Ley 20.417, se impide que la reparación del daño tenga un contenido indemnizatorio, inicialmente afirmado por ciertas sentencias[30]. Sin perjuicio que la Ley 20.600, que crea los Tribunales Ambientales, consagre reglas especiales sobre la indemnidad de la acción de reparación del daño ambiental[31], ratifica dicha limitación su art. 33, al disponer que en la demanda de reparación "sólo se podrá pedir la declaración de haberse producido daño ambiental por culpa o dolo del demandado y la condena de éste a repararlo materialmente de conformidad con lo dispuesto en el artículo 53 de la ley Nº 19.300"[32].

Así entendida, la demanda de reparación civil únicamente sería procedente en los términos del art. 46 de la Ley 20.600, esto es, una vez "establecida en la sentencia del Tribunal Ambiental" lo que, lógicamente, haría suponer el ejercicio previo de la primera acción. Así, sólo luego de obtenida la reparación material del daño ambiental podría accederse a la aplicación de la Ley de Navegación, permitiéndose alcanzar una reparación integral, ya no del daño ambiental, sino de los perjuicios civiles que éste hubiera ocasionado. Aunque no parece posible negar que esta articulación de regímenes ha tenido por finalidad obtener una reparación efectiva del ambiente, ciertas limitantes (o sombras) dificultan en rigor tal resultado.

Las sombras de la inaplicación de la Ley de Navegación

Afirmar la prevalencia de la responsabilidad ambiental de la Ley 19.300, por sobre el régimen del Decreto Ley 2.222, supone aspectos favorables a la reparación del daño ambiental. Sin embargo, para llegar a tal resultado, el demandante deberá acreditar cada uno de los elementos que comprometen la responsabilidad del demandado. Es en este ámbito en que la solución adoptada puede presentar múltiples aspectos desfavorables a una condena en responsabilidad (o sombras). Aunque la reparación de la Ley 19.300 sea adaptada a tales daños, las condiciones de su responsabilidad no lo son, al imponerse exigencias que modifican el régimen del Decreto Ley 2.222, referidas al daño (A), la culpa (B) y la causalidad (C). La dificultad se acrecienta pues, al no obtenerse una condena de reparación ambiental, la interpretación tradicional excluye también aquella civil, según el art. 46 de la Ley 20.600[33].

La acreditación del daño

En un régimen de responsabilidad, el daño aparece como el presupuesto más evidente de su compromiso. La acreditación de este elemento suele suponer distintas dificultades, según la naturaleza de la responsabilidad de que se trate. En materia de contaminación por hidrocarburos, una de las características del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, es limitarlas en beneficio del actor y, con ello, de la reparación que pudiere tener lugar. Utilizando una terminología que se distancia del resto de sus disposiciones (al ser propiamente ambiental), el art. 144 Nº5 de la Ley de Navegación "presume que el derrame o vertimiento de sustancias contaminantes del medio ambiente marino produce daño ecológico"[34].

30 Sentencia de Corte Suprema de 2010, rol: 5027-2008.

31 Conforme al art. 44 de la Ley 20.600: "La acción de reparación ambiental no podrá ser objeto de transacción o cualquier otro tipo de acuerdo que exima al autor de implementar medidas de reparación ambiental del daño causado".

32 Esta circunstancia debe entenderse en relación con el régimen de limitación de responsabilidad del Decreto Ley 2.222. No obstante, esta limitación se establece dentro de los límites de su art. 145. Por ello, "[s]i el siniestro ha sido causado por falta o culpa del propietario, naviero u operador, perderá el derecho a la limitación de responsabilidad".

33 Véase nota 10.

34 Véase: Sentencia de Corte Suprema de 2014, rol: 14209-2013, c.13º: "En razón de la ubicación del precepto y de su claro tenor literal, se colige que la presunción mencionada es aplicable en materia de responsabilidad indemnizatoria y que no es propia de la infraccional o sancionatoria". Posteriormente se agrega que: "en razón de que el tribunal de la causa dio aplicación al concepto de daño por contaminación que contempla el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños causados por la Contaminación de Aguas de Mar por Hidrocarburos, de 1969, modificado por el Protocolo de 1992, la referencia que efectúa el fallo al concepto de daño ambiental previsto en el artículo 2° letra c) de la Ley N°19.300, no aplicable al caso concreto, constituye un error" (c. 17º), sin perjuicio que en el caso concreto no tuviera aptitud de anular la sentencia.

La diferencia parece en principio evidente por contraste con el régimen de la Ley 19.300, Bases Generales del Medio Ambiente. A diferencia de otros daños, como ocurre frente a aquellos morales[35], la jurisprudencia no ha sido favorable a la presunción de daños ambientales[36], requiriendo que el demandante acredite este elemento de la responsabilidad en el proceso[37]. Más aun, dicha acreditación está sujeta a una prueba que eleva las condiciones de aquellas exigibles en la responsabilidad extracontractual civil, en general. Aunque el legislador de la Ley 19.300 siguió una definición civil de daño(Pizarro, 2008: 394[38]), se alejó de ella al imponer, como exigencia, un carácter significativo para obtener su reparación[39].

Si bien esta formulación del daño suele justificarse en doctrina, puede estimarse que impone una agravación frente a aquel aceptado en el régimen de la Ley de Navegación. Primero, pues mientras que la Ley 19.300 define el daño como una "pérdida, disminución, detrimento o menoscabo", la Ley de Navegación omite la formulación de una noción, permitiendo un mayor grado de liberalidad en su formulación conceptual. Y, en segundo lugar, pues deberá también reunirse el requisito de significancia que la misma disposición establece. Ambas condiciones unidas parecen explicar que dicho elemento sea la mayor limitación que se presenta actualmente a las condenas de reparación de daños ambientales (Dussaubat, 2016: 197).

El rigor que supone acreditar el carácter significativo del daño no ha sido ajeno a controversias ambientales, relativas a daños al medio ambiente marino. De hecho, así se aprecia de la misma controversia en que la jurisprudencia ha aceptado variar la interpretación del art. 51 inc. 2º de la Ley 19.300, a favor de una prevalencia condicionada por la reparación material del daño. La aplicación de esta legislación, por parte del Segundo Tribunal Ambiental[40], llevaría a desechar la demanda al no acreditarse el carácter significativo del daño[41], siendo tal solución revertida sólo ante la Corte Suprema[42], aunque sin extrapolar la regla de presunción del "daño ecológico" de la Ley de Navegación, a favor de dicha acreditación.

La exigibilidad de la culpa

Un segundo aspecto desfavorable de la aplicación prevalente de la Ley 19.300, por sobre el Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, es aún más evidente que el anterior, y se refiere a la caracterización de este último régimen, calificado en doctrina como una responsabilidad por riesgo u objetiva, al prescindir de la culpa o dolo del autor para responsabilizarlo. El beneficio en favor del demandante, en la acreditación de su responsabilidad, es manifiesta. Este sólo deberá probar los restantes elemento de la responsabilidad extracontractual civil, a saber: el hecho generador, el daño y la causalidad entre ambos. Realizado ello, éste será responsable, aún en evento de caso fortuito o fuerza mayor.

Por cierto, dichos aspectos contrastan con la responsabilidad de la Ley 19.300, que consagra un régimen subjetivo. Conforme a ello, el demandante no sólo deberá probar el daño (ausente de acreditación frente a la aplicación de la Ley de Navegación), sino también su carácter significativo y la culpa o el dolo del autor. En actividades de contaminación marítima, dicha acreditación podrá suponer las críticas tradicionales a la aplicación de regímenes subjetivos de responsabilidad en ámbitos técnicos, que desequilibran la actividad del demandante en el proceso, lo que, conforme a la interpretación del art. 51 inc. 2º de la Ley 19.300, será común a otros ámbitos, como en materia aeronáutica, nuclear, desechos y por uso de pesticidas agrícolas[43].

Una cuestión asociada a ello será determinar el grado de culpa requerida para comprometer la responsabilidad por daño ambiental marino causado por vertimiento de hidrocarburos. Aunque la doctrina civilista no acepta

35 Véase: Sentencia de Corte Suprema de 2013, rol: 7171-2010, c. 11º.

36 Sin embargo, la entidad de una infracción puede revelar el carácter significativo de la afectación. Véase: Sentencia del Segundo Tribunal de 2014, rol: D-6-2013, c. 42º: "los daños ambientales pueden acreditarse por la sola entidad de la conducta dañosa, o bien por aquello en que recaen". Posteriormente agrega (c. 53º): "[] que el sólo hecho de que la actividad extractiva realizada por el demandado sea de aquellas que deben ser evaluadas a través de un EIA, como consecuencia de haber alcanzado dimensiones de producción que superan los límites establecidos en la regulación vigente, haciendo necesaria su evaluación, permite presumir fundadamente que la afectación al hábitat de especies declaradas en peligro, es de carácter significativa".

37 Véase: Sentencia del Tercer Tribunal Ambiental de 2017, rol: D-17-2016.

38 A propósito de la definición tradicional de daño civil propuesta por Alessandri. Véase: Alessandri (2005: 153).

39 Conforme al art. 2 letra s) de la Ley 19.300, la reparación del daño ambiental es definida, para todos los efectos legales, como "la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas".

40 Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental de 2018, rol: D-13-2014.

41 Una apreciación crítica de esta sentencia ha sido afirmada por la exigencia de dicho carácter, sin perjuicio del análisis "meramente cuantitativo de la afectación del derrame a ciertos componentes ambientales" (Parra, 2021).

42 Sentencia de Corte Suprema de 2019, rol: 13177-2018.

43 Véase: arts. 155 y siguientes del Código Aeronáutico; arts. 49 y siguientes de la Ley 18.302, de Seguridad Nuclear; art. 43 de la Ley 20.920, Ley marco sobre la gestión de residuos; arts. 8 y 36 del Decreto Ley 3557, Ley sobre Protección Agrícola.

en general la gradación de la culpa extracontractual (Abeliuk, 2001: 202)[44], dicha gradación sí ha sido aceptada frente a la responsabilidad por daño ambiental, distinguiendo diferentes grados de culpa en conformidad al cuidado que requieren los elementos del ambiente sobre los cuales el daño hubiera recaído[45]. La aplicación de este criterio puede suponer limitaciones en el medio marino, con excepción de casos en que el daño recaiga sobre componentes de flora y fauna amenazada o, en su caso, representativa.

Esta agravación de las condiciones requeridas para acreditar la responsabilidad por daño ambiental, sólo parecen limitarse por una interpretación extensa del supuesto de exoneración de tal prueba, en beneficio del demandante, que podrá ocurrir frente a la vulneración de instrumentos de gestión ambiental, consagrados en la Ley 19.300 u otras leyes o reglamentaciones. Aunque este supuesto permite presumir la responsabilidad[46], debe considerarse que dicha presunción no podrá asimilarse al régimen de la Ley de Navegación, no sólo por la ausencia de traspaso del riesgo por caso fortuito o fuerza mayor, sino y sobre todo, por la aceptación de la posibilidad del demandado de probar en contra(Bermúdez, 2007: 231).

La prueba de la causalidad

En fin, un tercer aspecto desfavorable de la aplicación de la responsabilidad de la Ley 19.300, frente a un daño ambiental marino causado por hidrocarburos, es menos evidente que los anteriores y deriva de las reglas de solidaridad. Como es sabido, el Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, establece la responsabilidad solidaria entre diferentes intervinientes, con ocasión de la generación de estos daños al medio marino. Las reglas favorables a esta extensión de la responsabilidad son consagradas en distintas reglas, esto es, tanto con ocasión de accidentes marítimos (art. 132 inc. final), como de contaminación (art. 144 Nº1).

En particular, esta última disposición señala que, en este ámbito, "[] la responsabilidad por los daños (…) afectará solidariamente al dueño, armador u operador a cualquier título de la nave, naves o artefacto naval que produzcan el derrame o descarga. Cuando se produzcan derrames o descargas provenientes de dos o más naves, que causen daños a raíz de los mismos hechos, y fuere procedente la responsabilidad, ésta será solidaria entre todos los dueños, armadores u operadores a cualquier título de todas las naves de donde provengan aquellos, salvo en los casos de colisión en que sea razonablemente posible prorratear la responsabilidad".

Es sabido que el régimen de responsabilidad de la Ley 19.300 carece de una disposición especial, referida a la responsabilidad solidaria. La jurisprudencia, sin embargo, admite su procedencia, como resultado de la remisión general de su art. 51 inc. final a las disposiciones del Título XXXV del Libro IV del Código Civil. Conforme a dicha remisión, la responsabilidad solidaria regiría también en materia de contaminación marina por hidrocarburos, por aplicación del art. 2317 del Código Civil[47]. No obstante ello, esta disposición no parece alcanzara las relaciones entre el dueño, armador y operador, si se considera que el hecho generador de la responsabilidad no será necesariamente "cometido" por todos ellos.

El resultado de esta divergencia podrá no sólo afectar a las consecuencias de la responsabilidad, sino también a sus causas. Como es sabido, la obligación solidaria acoge más fácilmente una causalidad equivalente, favorable al surgimiento de la responsabilidad, por contraste con la obligación mancomunada, en general vinculadas con una causalidad adecuada (Belrhali-Bernard, 2011), la que supone mayores exigencias en la acreditación de este elemento. A las limitaciones ya referidas de prueba de daño (y también su carácter significativo), culpa y dolo eventual, deberá por tanto agregarse este requisito adicional que, al igual que los anteriores, deberá concurrir para poder dar lugar al efecto de reparación material del daño, lo que obliga a distinguir (y por tanto, matizar) los alcances de tal prevalencia.

44 Véase también en materia ambiental: Fernández (2013: 169) y Astorga (2014: 442).
45 Sentencia de Corte Suprema de 2013, rol: 3579-2012.
46 Art. 52 de la Ley 19.300.
47 Entre otras, véase Sentencia de Corte Suprema de 2014, rol: 15996-2013.

Los matices de la inaplicación de la Ley de Navegación

Pese a los alcances del art. 51 inc. 2º de la Ley 19.300, no parece posible concluir que su extensión pueda evitar todo conocimiento directo de una demanda de reparación ambiental por aplicación del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación: 1). Al mismo tiempo, es claro que, conforme a la jurisprudencia, existirán casos en que los Tribunales Ambientales aún podrían conocer dicha acción, excluyendo la competencia de todo otro;2). En fin, cabe considerar también la dificultad de precisar qué tribunal deberá conocer de la acción civil por vertimiento de hidrocarburos consecutiva a la condena de daño ambiental marino; y 3). En rigor, estos aspectos dificultan apreciar el alcance real de la jurisprudencia ya referida.

La reparación ambiental conforme al Decreto Ley 2.222

La posición negatoria de toda demanda de "responsabilidad por daño ambiental" conforme al Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, no parece admisible. La interpretación de la prevalencia de la responsabilidad ambiental se limita al conocimiento de acciones de reparación de daño ambiental en aplicación de los arts. 51 y siguientes de la Ley 19.300. Entre una situación y otra existen diferentes hipótesis que permitirán que el daño ambiental origine una acción que será excluida de la competencia de los Tribunales Ambientales. Esto puede suceder, ya porque el daño no es significativo, ya porque lo es y existen planes de reparación satisfactoriamente ejecutados o un cumplimiento de ciertos regímenes.

La primera hipótesis, referida al carácter no significativo del daño ambiental, no es exclusiva de la articulación de la Ley 19.300 y el Decreto Ley 2.222. Ella tiene lugar cada vez que deben determinarse las acciones que se derivan de un daño ambiental. Aquella acción de reparación sólo deriva de un daño que reúna las condiciones de significancia requeridas por el art. 2 letra e) de la Ley 19.300. De no ser así, el daño en cuestión sólo dará origen a acciones civiles para la reparación de los perjuicios que aquél hubiere ocasionado. De causarse un daño no significativo al medio marino, mediante el vertimiento de hidrocarburos, la aplicación del Decreto Ley 2.222 permitirá obtener su reparación civil, conforme a su propio régimen.

La segunda hipótesis, relativa a la existencia de planes de reparación de daños ambientales, es el resultado de la aplicación del art. 53 inc. 2º de la Ley 19.300. Conforme a dicha disposición: "[n] procederá la acción para obtener la reparación del medio ambiente dañado cuando quien cometió el daño ejecutó satisfactoriamente un plan de reparación aprobado por la Superintendencia del Medio Ambiente". Ya que esta regla sólo se refiere a la acción reparatoria del medio ambiente, aquella de naturaleza civil (que en estricto rigor, también podría suponer una reparación material, si el demandante destina a tales efectos las sumas) procedería, siendo aquella consagrada por el Decreto Ley 2.222, que establece la Ley de Navegación.

La tercera hipótesis, sobre el cumplimiento de ciertos regímenes de protección ambiental, tampoco debe descartarse. Este es el supuesto del art. 55 de la Ley 19.300 que, frente a ciertos planes o regulaciones especiales de emergencia, impide la procedencia de la acción de reparación ambiental, dejando sin embargo intacta la aplicación de la acción indemnizatoria civil. Si un daño ambiental marino por hidrocarburos fuere originado en este supuesto, al igual que en los casos anteriores, la aplicación de la responsabilidad por daño ambiental de la Ley 19.300, cedería por la aplicación del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, retornándose de esta forma a la regla que ha sido reinterpretada por la jurisprudencia.

La reparación civil, ¿conforme a la Ley 19.300?

Asimismo, un segundo matiz debe ser apreciado en la aplicación de la reparación de perjuicios civiles consecutivos a una demanda de reparación del daño ambiental (que corresponde, en rigor, al orden de prevalencia implícitamente establecido en la jurisprudencia, para determinar la aplicabilidad del Decreto Ley 2.222 frente a la Ley 19.300)[48]. Dicho régimen de reparación deriva de una regla en especial controversial (Plumer, 2013: 306-307), consagrada en el art. 46 de la Ley 20.600, que crea los Tribunales Ambientales, que supedita la procedencia de la acción civil, no sólo a la existencia de una sentencia condenatoria por daño ambiental, sino también a aspectos procesales consagrados en ella.

Si el régimen del Decreto Ley 2.222 supone la aplicación de un régimen civil destinado a reparar ciertos perjuicios derivados del daño ambiental, parece evidente que su aplicabilidad coincida con el ámbito de aplicabilidad consagrado por el art. 46 de la Ley 20.600, que crea los Tribunales Ambientales. Sin embargo, no es necesario ir lejos para observar la dificultad de articular esta disposición con el régimen del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación. La primera dificultad es orgánica y se refiere al tribunal competente. Mientras dicho decreto altera la competencia judicial en favor de un ministro de la Corte de Apelaciones del lugar en que se hubiere originado el hecho dañoso (que, en rigor, podrá ser una localidad distinta a aquella en la cual se manifestaría el daño), aquella otorga facultades en favor del juzgado de letras en lo civil con competencia en el lugar donde se produjo el daño[49].

Lo mismo ocurre con las características del procedimiento. Tanto el Decreto Ley 2.222 como la Ley 20.600 consagran procedimientos especiales que difieren en su ritualidad y trámites, como también en su régimen recursivo[50]. Aunque estos aspectos podrían resolverse de otorgarle prevalencia al régimen especial de indemnización civil (que consistirá en aplicar la Ley de Navegación), resultarán inaplicable en sede civil ciertas disposiciones favorables a la reparación del daño, como el art. 46 inc. 3º de la Ley 20.600. Conforme a dicha disposición, el tribunal civil, "al resolver sobre la indemnización de perjuicios se basará en el daño ambiental y la relación causal entre éste y la acción del ofensor establecidas por el Tribunal Ambiental".

En principio, todo lo anterior demuestra que el art. 46 de la ley 20.600 no tuvo por objeto regular ciertos supuestos de responsabilidad especial, ya regulados por ley, como es el caso de la responsabilidad por daño ambiental marino causado por vertimiento por hidrocarburos, conforme al Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación. Paralelamente, también permite observar que la articulación de regímenes especiales de responsabilidad en materia ambiental (que, aunque incorporan a la Ley de Navegación, se extienden más allá de ella) no fue concebida en la forma en que ha sido interpretado el art. 51 inc. 2º de la Ley 19.300 en la jurisprudencia que, hasta hoy, no ha precisado cómo deberán resolverse estos problemas de articulación.

La reparación ambiental y civil: litis pendencia y cosa juzgada

Por último, no existiendo ninguna de las hipótesis antes referidas, parece evidente que la posición de la jurisprudencia resultará favorable a la reparación del daño ambiental marino, causado por hidrocarburos, a partir de la aplicación de la responsabilidad de la Ley 19.300, obligando con ello a reinterpretar el alcance de diferentes disposiciones, sustantivas y procesales, no siendo siempre aspectos sencillos de resolver. Probablemente uno de ellos sea el alcance que podría tener este giro de la jurisprudencia, el cual no parece afectar sólo a litigios futuros, sino también a los pendientes e incluso ya resueltos por parte de los tribunales.

La situación relativa a los juicios pendientes carece en rigor de una solución expresa. El Decreto Ley 2.222 y la Ley 19.300 adoptan soluciones diversas en cada caso. Mientras que aquel requiere la acumulación de causas[51], esta última le otorga preferencia a la primera acción de reparación interpuesta, debiendo los restantes interesados intervenir como terceros coadyuvantes en el proceso[52]. Sin embargo, ninguno de estos cuerpos legales resuelve la problemática de la tramitación de juicios de responsabilidad por leyes especiales antes del giro jurisprudencial, de entenderse ahora que para tramitarlos sería necesaria una sentencia condenatoria de responsabilidad por daño ambiental, en conformidad con el art. 46 de la Ley 20.600.

La dificultad mayor, sin embargo, no se origina respecto de causas pendientes, sino de aquellas que hubieren finalizado por aplicación de una reparación civil, conforme al Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de

48 Guzmán (2012: 184) y Tisné (2014: 343).

49 Art. 153 del Decreto Ley 2.222 y art. 46 de la Ley 20.600.

50 Véase: art. 162 del Decreto Ley 2.222 y art. 26 de la Ley 20.600.

51 Art. 160 del Decreto Ley 2.222.

52 Art. 18 Nº2 de la Ley 20.600.

Navegación. La distinción de finalidades introducida por la jurisprudencia lleva a concluir que dichas sentencias no producen cosa juzgada respecto de demandas de reparación ambiental[53]. Los autores de daños conforme a la aplicación de aquel régimen podrán aún ser legitimados pasivos de una demanda de reparación de daño ambiental, conforme a la Ley 19.300, considerando las diferencias significativas que existen en el régimen de prescripción de esta última, tanto en cuanto al tiempo, como también a su *dies a quo*[54].

Conclusiones

La posición doctrinal que define a la responsabilidad por daño ambiental conforme al régimen de reparación aplicable ha tenido manifestaciones frente al daño ambiental marino, causado por el vertimiento de hidrocarburos. Esta ha permitido reinterpretar la regla de prevalencia del art. 51 inc. 2º de la Ley 19.300, conforme a la cual "las normas sobre responsabilidad por daño al medio ambiente contenidas en leyes especiales prevalecerán sobre las de la presente ley". Debido a que el régimen de responsabilidad del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación, no establece una reparación material del daño ambiental (sino su indemnización), éste no supondría una aplicación prevalente por sobre el régimen de responsabilidad de la Ley 19.300 que, temporalmente, deberá aplicarse antes que el anterior.

No parece discutible que dicha interpretación suponga diferentes luces en la reparación de daños ambientales. Aunque ella ha sido ideada para conseguir un efecto de reparación material (por la sustitución de un régimen eventualmente indemnizatorio del daño por otro reparador, en los términos del art. 2 letra s de la Ley 19.300), sus beneficios se extienden a aspectos procesales. Por un lado, existirían otros legitimados activos para demandar la responsabilidad, distinto del Estado, como las municipalidades, pudiendo intervenir organizaciones civiles con el sólo interés de la protección ambiental, conforme al estado de la jurisprudencia. Por el otro, se alcanzaría una mejor especialización de los tribunales, en base a su competencia, sin perjuicio de la aplicación del proceso específico de reparación.

No obstante, existen también sombras, asociadas a la dificultad de acreditar la responsabilidad de la Ley 19.300, por contraste con el régimen del Decreto Ley 2.222, que facilita la responsabilización del autor con relación a la prueba del daño, la culpa y causalidad. Frente al daño, se abandona la presunción de la ley de navegación, por la acreditación de un daño significativo; ante la culpa, se exigirá su prueba, pese a que la Ley de Navegación prescinda de ella. En fin, con relación a la causa, resulta difícil admitir una relación de equivalencia (sino de estricta adecuación), al ser ella propia de una responsabilidad solidaria que, en rigor, parece excederla sola aplicación del art. 2317 del Código Civil. La dificultad no sólo afectaría a la reparación ambiental, sino también a aquella civil, por la interpretación del art. 46 de la Ley 20.600, que requeriría de aquélla para acceder a ésta[55].

Por todo lo anterior, deben matizarse ciertas posiciones. La responsabilidad por daño ambiental de la Ley 19.300 no puede prevalecer en toda circunstancia sobre la responsabilidad de la Ley de Navegación. Esto ocurrirá en múltiples casos en que, sin reunirse las condiciones de la responsabilidad ambiental, deban indemnizarse perjuicios civiles asociado a un vertimiento de hidrocarburos en el mar. Asimismo, la Ley de Navegación podrá prevalecer frente a una reparación civil, posterior a una sentencia condenatoria por daño ambiental, donde la articulación del Decreto Ley 2.222 y el art. 46 de la Ley 20.600 no es clara. En fin, cabe considerar que, aunque tal solución haya sido ideada hacia el futuro, afecta a litigios en tramitación o ya concluidos por aplicación de la Ley de Navegación, caso en el cual la jurisprudencia parece rechazar los efectos de litis pendencia y cosa juzgada, lo que lleva, en este último caso, a la posibilidad de reabrir ciertas controversias.

53 Véase: Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental de 2020, rol: D-39-2017, c. 20º y siguientes.

54 Conforme al art. 146 inc. 5º del Decreto Ley 2.222, que consagra la Ley de Navegación: "Los derechos a indemnizaciones y las obligaciones que nazcan de lo preceptuado en este párrafo, prescribirán en tres años, contados desde la fecha en que se produjo el daño o se realizaron los actos que dan acción de reembolso. Sin embargo, no podrá interponerse acción alguna después de seis años contados desde la fecha del siniestro. Cuando el siniestro consista en una serie de acontecimientos, el plazo de seis años se computará desde la fecha inicial del más antiguo". En cambio, la Ley 19.300 extiende tanto el plazo como el momento de inicio de su cómputo. Art. 63: "La acción ambiental y las acciones civiles emanadas del daño ambiental prescribirán en el plazo de cinco años, contado desde la manifestación evidente del daño". Sin perjuicio de la dificultad de determinar cuándo tal manifestación es evidente, una corriente jurisprudencial interpreta la imprescriptibilidad de estos daños en tanto su manifestación no hubiere cesado. Véase: Sentencia de Corte Suprema de 2010, rol: 7749-2008.

55 Véase nota 10.

Referencias Bibliográficas

ABELIUK, R. Las obligaciones, tomo 1, cuarta edición. Santiago: Editorial Jurídica de Chile, 2001.

ALESSANDRI, A. De la responsabilidad extracontractual en el derecho civil chileno: Titulo 35 del Libro IV del Código Civil. Santiago: Editorial Jurídica de Chile, 2005.

ASTORGA, E. Derecho ambiental chileno: parte general, cuarta edición. Santiago: Thomson Reuters, 2014.

BARROS, E. Tratado de responsabilidad extracontractual. Santiago: Editorial Jurídica de Chile, 2006.

BELRHALI-BERNARD, H. Quand l'obligation in solidum des coauteurs progresse en droit administratif. Actualité juridique du droit administratif, 2011, p. 116-119.

BERMÚDEZ, J. Fundamentos de derecho ambiental. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso, 2007.

CAMPROUX, M. P. Conséquences de la nature juridique de la biodiversité sur la réparation du dommage. En WIEDERKEHR, G. De code en code.Paris: Dalloz, 2009, p. 89-98.

CORRAL, H. Daño ambiental y responsabilidad civil del empresariado. Revista chilena de derecho, 1996, Vol. 23, Nº1, p. 143-177.

DELGADO, V. La responsabilidad civil extracontractual por el daño ambiental causado en la construcción u operación de las carreteras. Revista de Derecho (Valdivia), 2012, Vol. 25, Nº1, p. 47-76.

DUSSAUBAT, J. Daño ambiental y el fracaso de la reparación voluntaria: diagnóstico y propuestas. Revista de Derecho Ambiental, 2016, Nº6, p. 178-204.

FEMENÍAS, J. Los daños ambientales como única categoría jurídica cuya reparación regula la Ley N° 19.300. Revista Chilena de Derecho, 2017, Vol. 44, Nº1, p. 295-304.

FERNÁNDEZ, P. Manual de Derecho ambiental chileno, tercera edición. Santiago: Editorial Jurídica de Chile, 2013.

GUZMÁN, R. Derecho ambiental chileno – Principios, Instituciones, Instrumentos de Gestión. Santiago: Planeta Sostenible, 2012.

MÉNDEZ, P. La precariedad del contencioso ambiental. Ius et Praxis, 2018, Vol. 24, Nº 3, p. 525-552.

PARRA, R. Protección del medio marino. En ASTORGA. E. & COSTA, E. Manual de Derecho Ambiental – Parte especial. Santiago: Legal Publishing, 2021.

PINOCHET, M. Responsabilidad ambiental en Chile - Análisis basado en la regulación comunitaria y española. M+A Revista Electrónica de Medioambiente, 2017, Vol. 18, Nº2, p. 137-161.

PIZARRO, C. La responsabilidad por daño ambiental en perspectiva civil. En MANTILLA, E. & PIZARRO, C. Estudios de derecho privado en homenaje al profesor Christian Larroumet. Bogotá: Universidad del Rosario, 2008, p. 387-400.

PLUMER, M. C. Los tribunales ambientales: se completa la reforma a la institucionalidad ambiental. Anuario de Derecho Público - Universidad Diego Portales, 2013, Nº1, p. 297-315.

SALAS, J. La apreciación de la prueba en conciencia y conforme a las reglas de la sana crítica – Una polémica revivida. Revista de Derecho (Concepción), 1993, Nº193, p. 117-125.

TISNÉ, J. Las organizaciones ciudadanas como representantes de intereses colectivos ambientales - Reconocimiento a través de la jurisprudencia chilena. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2016, Nº46, p. 227-252.

TISNÉ, J. Los intereses comprometidos en el daño ambiental - Comentario al nuevo procedimiento por daño ambiental de la Ley N°20.600. Revista de Derecho Universidad Católica del Norte, 2014, Vol. 21, Nº1, p. 323-351.

VALENZUELA, R. Responsabilidad por daño ambiental - Régimen vigente en Chile. En BRAÑES, R. La responsabilidad por el daño ambiental. México:PNUMA-ORPALC, 1996, p. 131-168.

VIDAL, A. Las acciones civiles derivadas del daño ambiental en la Ley Nº19.300. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007, Nº29, p. 119-140.

WALKER, B., HOLLING, C. S. CARPENTER, S. & KINZIG, A. Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems. Ecology and Society, 2004, Vol. 9, Nº 2, p. 5.

6.3.

La protección de humedales en la costa de Chile

The protection of wetlands on the coast of Chile

Carolina Rojas Quezada[1], Kay Bergamini Ladrón de Guevara[2], Melissa Mallega Acevedo[3], Caroline Stamm[4]

RESUMEN

La pérdida de humedales costeros se ha acelerado desde el siglo XX en el mundo y en Chile. La costa, altamente vulnerable al cambio climático, es una zona de gran productividad, afectada por procesos de antropización, como la urbanización litoral y la turistificación, en la cual los humedales están experimentando rápidas dinámicas de cambio, con impactos negativos para la protección frente a marejadas y tsunamis, los servicios ecosistémicos y las rutas migratorias de las aves. Nuevas regulaciones e iniciativas de protección han sido aprobadas en Chile recientemente, como la Ley de humedales urbanos, el Plan Nacional de Protección de Humedales y el Derecho Real de Conservación para proteger, conservar y recuperar humedales, sumándose a instrumentos más antiguos como, por ejemplo, los Santuarios de la Naturaleza de la Ley sobre Monumentos Nacionales. El objetivo de este capítulo es hacer una revisión y reflexión sobre los recientes avances en la protección de humedales costeros en Chile, a través de los diversos instrumentos ambientales vigentes. A partir de una revisión de la situación de conservación de los humedales costeros chilenos, y de las leyes y regulaciones ambientales nacionales, se demuestra que las superficies de humedales costeros protegidos son todavía reducidas, pero que ha habido un avance considerable estos últimos años bajo el impulso de instrumentos de protección de los humedales en general, aunque no exista actualmente un instrumento específico para los humedales costeros. No obstante, a pesar de los avances, el país tiene todavía una serie de desafíos importantes para lograr una protección efectiva y coordinada de los humedales costeros en materia de conservación, de planificación territorial, de evaluación ambiental, de participación ciudadana, de fiscalización y de cambio climático.

Palabras clave: humedales costeros, leyes, costa, cambio climático, desafíos.

ABSTRACT

In Chile and in the world, the loss of coastal wetlands has accelerated since the beginning of the 20th century. The coast, highly vulnerable to climate change, is an area of great productivity, affected by anthropization processes, such as coastal urbanization and tourism, in which wetlands are experiencing rapid dynamics of change that have negatively impacted measures to protect ecosystem services, migratory bird flyways, and mitigate the effects of storm surges and tsunamis. Chile has recently passed new regulations and protection initiatives, such as the Urban Wetlands Law, the National Plan for Protecting Wetlands, and the Real Conservation Rights Act to protect, conserve, and recover wetlands. These initiatives have complemented older instruments, such as the Natural Sanctuaries measure, regulated by the National Monuments Law. The objective of this chapter is to review and reflect on recent developments in the protection of coastal wetlands in Chile through the various environmental instruments in force. Based on a review of the situation of Chilean coastal wetlands and national environmental laws and regulations, the paper demonstrates that protected coastal wetlands still constitute a limited geographical area, although general wetland protection instruments have driven considerable progress in recent years, even without any specific instrument for protecting coastal wetlands. Despite its progress, the country still faces a series of important challenges in order to achieve an effective and coordinated protection of coastal wetlands in terms of conservation, territorial planning, environmental assessment, citizen participation, control, and climate change.

Key words: coastal wetlands, laws, coast, climate change, challenges.

1 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC, Centro de Desarrollo Urbanos Sustentable CEDEUS, Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS).

2 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC.

3 Fundación Humedal Nativo, Abogada Universidad de Chile.

4 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC, Centro de Estudios de Conflicto y Cohesión Social (COES).

Introducción

La situación mundial de los humedales es muy compleja, su pérdida acelerada en los últimos 100 años, indica que el 64% de estos ecosistemas ya ha desaparecido (Convención de Ramsar, 2018), siendo ecosistemas ecológicamente frágiles por las amenazas a las cuales están sometidos, lo que significa la pérdida de hábitat para diversas especies. Es importante recalcar, que los humedales son: "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Convención de Ramsar,1971). Es decir sistemas ecológicos saturados de agua de forma permanente o temporal. Dentro de esta definición califican los humedales costeros, cuya singularidad no solo radica en ubicarse en la costa, sino que presenta una cubeta o cauce somero, que recibe los aportes de los ríos y el mar y en algunos casos es posible encontrar una llanura de inundación lateral (Mitsch et al., 2009).

La pérdida mundial de humedales pudo comenzar en 1700 y ha sido más intensa para los humedales continentales que para los costeros, sin embargo, la pérdida de humedales costeros se acelera a partir del 1900 (Davidson, 2014). Estos cambios en superficie y degradación ambiental son relevantes entre otras razones por las rutas migratorias de aves que se han visto deterioradas por su desaparición, junto a disminución de sus poblaciones (Iknayan & Beissinger, 2018) y por los servicios ecosistémicos que proveen, sobre todos los relacionados a la protección de la costa de fenómenos como las marejadas, tsunamis y la erosión costera. De hecho, los humedales costeros en la costa nordeste de EE.UU. permitieron ahorrar 625 millones de dólares en daños a la propiedad por efectos de la inundación ocasionada por la catástrofe del huracán Sandy en 2012 (Narayan et al., 2017). Además, ya se habían observado efectos positivos en la reducción de marejadas por los huracanes Katrina y Wilma de 2005 en Florida, EE.UU. (Krauss et al., 2009). Para el caso chileno, humedales costeros mitigaron los efectos del tsunami ocurrido por el 27 de febrero de 2010 (27F), por ejemplo en Talcahuano, la marisma Rocuant-Andalién por su capacidad de amortiguación redujo la altura de la inundación, amortiguando el efecto en las poblaciones inmediatas (Rojas et al., 2019), aunque también sufrieron modificaciones como el alzamiento de 1,4 metros en el humedal Tubul-Raqui, provocando cambios no solo morfológicos, sino sociales y ambientales que afectan la percepción de sus servicios ecosistémicos, siendo los más valorados los culturales y evidentemente el servicio de regulación (Rojas et al., 2017).

El problema de la protección de humedales costeros, radica en que la Costa es una zona de gran productividad mundial, por excelencia atractiva para el desarrollo de ciudades e infraestructura portuaria, por tanto no solo es afectada por amenazas de origen natural como tsunamis y erosión costera, sino que también por procesos de antropización como la urbanización en primera línea de costa, la industrialización, el desarrollo turístico masivo, extensivo y desregulado y la litoralización o incremento de las viviendas como segunda residencia; también las zonas costeras menos urbanizadas son afectadas por la acuicultura, la sobrepesca, especies exóticas invasoras, contaminación del agua entre otras alteraciones. Estos procesos afectan el funcionamiento ecológico no solo de los humedales, sino de una diversidad de ecosistemas como estuarios, manglares, áreas intermareales, cuerpos de agua, marismas y otras superficies artificiales. Por ejemplo, en la desembocadura del río Aconcagua en Concón, cuyo territorio está sujeto a todas las presiones mencionadas anteriormente, se determinó mediante un índice de sustentabilidad de la costa, que el 89% de la bahía de Concón presenta bajos y moderados niveles de sustentabilidad (Martínez et al., 2020). Además, entre las amenazas específicas para humedales costeros están: extracción ilegal de peces, huevos de aves, caza ilegal, extracción de algas, extracción de aguas, especies invasoras (flora y fauna), como salmónidos o la rana africana, *Xenopus laveis*, muy presente en la Reserva Nacional El Yali y en el Santuario de la Naturaleza Laguna El Peral y de diversas especies de flora acuática como el luchecillo, *Egeria densa*, perturbación de avifauna, perturbación de la avifauna costera por parte de vehículos de doble tracción (4x4) u otros entre otras amenazas (CONAF, 2010).

Por supuesto, sumemos la amenaza global del cambio climático, en especial para los humedales costeros de Chile central. Un reciente estudio del Ministerio de Medio Ambiente sobre cambio climático en las costas de Chile, basado en el análisis histórico del oleaje, el nivel medio del mar y la cota de inundación, no sólo proyecta la desaparición de playas por efecto de la erosión costera, sino que una disminución de caudales e incremento de marejadas, que afectan a los humedales costeros en cantidad y calidad de sus aguas, las comunidades de plantas y en el aumento de su salinidad (MMA, 2019a). A su vez, se ha detectado que 57 humedales costeros entre Valparaíso y Coquimbo redujeron sus espejos de agua por la sequía que afecta al país hace más de 10 años (Contreras-López et al., 2017).

Por lo mismo está creciendo el interés por protegerlos y aprovechar sus ventajas como soluciones basadas en la naturaleza para mitigar el efecto de desastres como las inundaciones costeras, marejadas y efectos del cambio climático, como el alzamiento del nivel del mar, que se agravan por el incremento de urbanizaciones en la costa y las canalizaciones. En este sentido en la reducción de daños reportada por Narayan et al. (2017) se observaron más perjuicios en áreas canalizadas o con modificaciones de sus flujos que zonas costeras sin intervención, junto con la reducción de emisiones de CO_2 actuando como sumideros de carbono (Rogers et al., 2019) esto también

ha hecho que sean considerados ecosistemas claves para mitigar el efecto del cambio climático y estén destacados en la norma de contribución nacionalmente determinada de Chile (NDC, 2020).

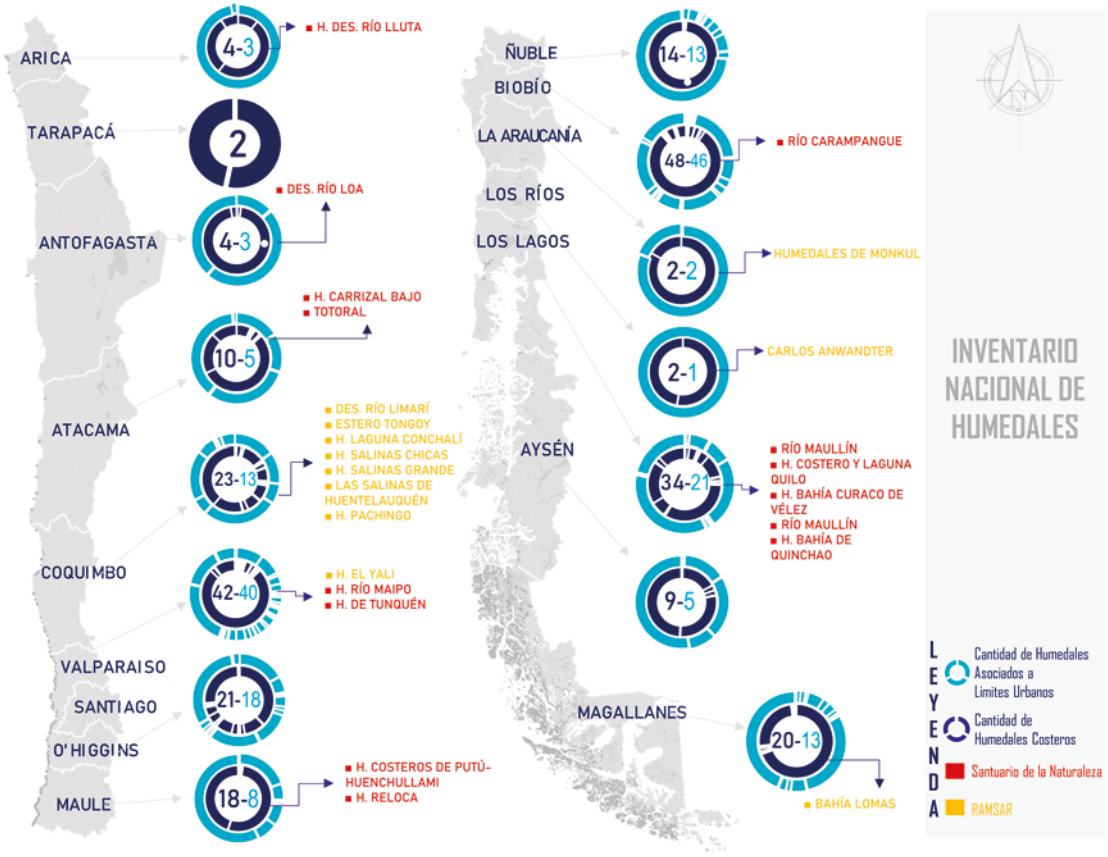
El objetivo de este capítulo es hacer una revisión y reflexión sobre los recientes avances en la protección de humedales costeros en el país, particularmente a través de instrumentos legales como la declaración de Santuarios de la Naturaleza y la posibilidad de que humedales costeros puedan ser delimitados y declarados por la reciente Ley de protección de humedales urbanos. Es importante recalcar que el reconocer a los humedales costeros como alternativas concretas para la reducción de efectos de desastres, no solo para los estuarios y/o zonas bajas de las cuencas, sino también en área altas y por ende de recursos para procesos de reconstrucción, pero eso deben ir de la mano de esfuerzos de conservación, como las que evaluaremos a continuación.

Situación de los humedales costeros en Chile y su protección

En Chile, existen alrededor de 40 mil humedales, que cubren aproximadamente un total de 5,6 millones de hectáreas, tanto urbanas como rurales, de los cuáles 2,6 millones están en áreas protegidas, principalmente en el extremo sur del país y el 40% restante no tiene ningún tipo de protección. Tan sólo solo 16 son sitios Ramsar, convenio internacional que Chile suscribió en 1981. En términos de humedales costeros, podemos inferir que al menos 1.251.653 millones de hectáreas de humedales son costeros (22,3%), esto cruzando la información del reciente inventario nacional de humedales (MMA, 2020), junto a la localización en el primer kilómetro de costa. A pesar de la complejidad en delimitarlos, por ser altamente dinámicos, sensibles a las estaciones del año y a los desastres como inundaciones y sequía, los más comunes en el territorio costero son los estuarios y las marismas (Figura 1). A su vez, el estudio sobre humedales costeros del Ministerio de Medio Ambiente sobre los impactos del cambio climático, determina que son 1.692 con mayor presencia en la región de Los Lagos y Bíobío (MMA, 2019b).

Los humedales costeros tienen representación en todas las regiones del país (Figura N°1), con evidentes diferencias en superficies. Sin embargo, respecto de su protección y conservación, podemos señalar que 8 ecosistemas han sido declarados sitios Ramsar, estos son la Desembocadura del Río Limarí (Coquimbo), Humedal Laguna Conchalí (Coquimbo), Humedal Salinas Chicas, Humedal Salinas Grande, Las Salinas de Huentelauquén, Humedal Pachingo parte de los humedales costeros de Bahía Tongoy, Humedal el Yali, Humedales de Monkul, Carlos Anwandter (Los Ríos) y Bahía Lomas (Magallanes).

Figura N°1.
Humedales Costeros de Chile, según Inventario Nacional de Humedales a 1 km de la línea de costa. En anaranjado se destacan los sitios Ramsar, azul los Santuarios de Naturaleza, y en calipso los humedales costeros dentro de límites urbanos



Fuente: Elaboración propia en base a Inventario Nacional de Humedales[5].

En los últimos 5 años, sobre todo a partir de 2018, ha aumentado la protección por la figura de área protegida "Santuario de la Naturaleza", debido al efecto del Plan Nacional de Protección de Humedales (PNPH) (2018-2022)[6] (Cuadro N°1), destacándose que en todo el país existen 18 humedales costeros declarados Santuarios de la Naturaleza, de los cuales 10 se han declarado en los últimos 3 años.

5 Inventario nacional de humedales: https://arcgis.mma.gob.cl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a79f6b535154991895f2bb2204b83bb&extent=-8007706.1083%2C-4019000.5424%2C-7934326.5611%2C-3982884.0466%2C102100

6 https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf

Cuadro N°1.
Humedales costeros declarados Santuarios de la Naturaleza en los últimos 3 años (Octubre, 2021)

Humedales costeros declarados Santuario de la Naturaleza			
Nombre Humedal	Región	Plan Nacional de Humedales 2018-2022	Año de declaración
Humedal desembocadura Río Lluta	Arica y Parinacota	x	2009
Desembocadura Río Loa	Antofagasta	x	2021
Humedal Carrizal Bajo	Atacama	x	2019
Totoral	Atacama	x	2020
Humedales de Tongoy	Coquimbo		2018
Laguna Conchalí	Coquimbo		2000
Humedal Río Maipo (desembocadura)	Valparaíso	x	2020
Humedal de Tunquén	Valparaíso	x	2014
Humedales costeros de Putú - Huenchullami	Maule		2017
Humedal Reloca	Maule		2005
Humedal Arauco Desembocadura Río Carampangue	Biobío	x	2020
Río Maullín	Los Lagos	x	2020
Humedal Costero y Laguna Quilo	Los Lagos	x	2021
Humedal Bahía Curaco de Vélez	Los Lagos	x	2021
Humedal Bahía de Quinchao	Los Lagos	x	2021
Bahía Lomas	Magallanes y la Antártica Chilena	x	2020

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, explicaremos las calificaciones e instrumentos de protección que tienen competencia en humedales costeros en la actualidad, profundizando en el nivel de protección que implican para conservación de humedales en zonas costeras en los últimos años, también se incluye la ley de protección de humedales urbanos, por su potencial aplicación en humedales costeros situados en ciudades, como ha sido el caso del humedal Playa Blanca en Iquique.

Balance de los instrumentos de protección vigentes para los humedales costeros

Ley de Patrimonio (Santuarios de la Naturaleza)- Plan Nacional de Protección de Humedales (PNPH)

La Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales de 1970 define la figura de área protegida "Santuarios de la Naturaleza", la cual es una de las principales utilizada para proteger humedales costeros chilenos. De acuerdo al artículo N°31 de esta Ley son santuarios de la naturaleza "todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuyas conservaciones sea de interés para la ciencia o para el Estado". La categoría Santuario de la Naturaleza permite proteger humedales ubicados en terrenos que sean privados o públicos. Lo interesante de esta figura es que la solicitud de declaración de un humedal como Santuario de la Naturaleza puede ser elevada por parte de cualquier persona natural o jurídica, por lo cual puede ser una herramienta para los colectivos (organizaciones) ambientalistas y ciudadanos organizados para proteger a los humedales costeros. Con este fin, se tiene que presentar al Ministerio de Medio Ambiente un expediente sobre el área que proteger, el cual tiene que ser acompañado de un informe del Consejo de Monumentos Nacionales, un organismo técnico del Estado que hoy depende del Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, y desde su creación en 1925, se encarga de la protección y tuición del patrimonio monumental. La decisión final es tomada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad del Ministerio de Medio Ambiente. Como lo indica la Ley N°17.288, una vez que se declare queda bajo custodia del Ministerio del Medio Ambiente, por lo cual es necesaria su autorización previa para iniciar en ellos trabajos de construcción o excavación, o el desarrollo de actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquier otra actividad que pudiera alterar su estado natural[7]. Si estos sitios están situados en terrenos particulares, sus dueños deberán velar por su debida protección, denunciando ante el Ministerio los daños que por causas ajenas a

7 Esta solicitud no siempre aplica. Más detalle ver Ordinario N°202099102718, de fecha 14 de Diciembre de 2020 del SEA actualmente vigente respecto de la interpretación que hace el servicio respecto de las áreas bajo protección oficial. Más detalles en: https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2020/11/13/of._d.e._sea_202099102647_-_actualiza_instructivo_ndeg130.844_de_2013.pdf.

su voluntad se hubieren producido en ellos. Para su implementación efectiva, los Santuarios de la Naturaleza deben contar con un Plan de Manejo.

El PNPH (2018-2022) es una iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente, la cual busca contribuir a detener la pérdida y degradación de los humedales chilenos. En esta primera etapa, el PNPH priorizó 40 humedales, de los cuales 10 son costeros. Dentro de la actividad principal que contempla el Plan, está la elaboración de solicitudes e informes para la creación de áreas protegidas. A cada uno de los humedales se le asocia una figura de protección, y en la mayoría de los casos (31/40), esa figura es la del Santuario de la Naturaleza.

Este PNPH cuenta con un considerable avance, en particular el 2020 con la declaración de humedales como Santuario de la Naturaleza (Humedal Río Lluta, Carrizal Bajo, Totoral, Río Huasco, Punta Teatinos, Río Limarí, Queule, Desembocadura Río Carampangue, Humedales Río Maullín y Bahía Lomas), destacando además que el humedal Desembocadura del Río Maipo no aparece en el documento de la primera etapa del plan (2018), siendo incluido en el 2019 y declarado el 2020. En el transcurso de 2021, se ha declarado a la desembocadura del Río Carampangue, Bahía Curaco de Vélez y Bahía de Quinchao.

Ley de Protección de Humedales Urbanos

La reciente ley Nº21.202 [8] de protección de humedales urbanos es una normativa, promulgada el 23 de enero de 2020 y que tiene como objetivo, crear y adecuar normas legales a fin de establecer instrumentos tanto ambientales como de planificación territorial para la efectiva protección de los humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del radio urbano, es decir las áreas con mayor presión. En primer lugar, en el artículo N°1 la ley incluye la definición y declaración de humedales urbanos como "todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea no exceda los 6 metros". Cómo es posible apreciar, el concepto es un concepto amplio, que incluye todos los tipos de humedales, que por cierto incluye a los humedales costeros que se encuentran en el perímetro urbano y periurbano y que se basa en el concepto de la Convención Internacional de Ramsar.

En este sentido el impacto territorial de la ley es relevante, ya que el 9,5% de los humedales reconocidos por el inventario nacional son urbanos y sólo 1,3% están protegidos como áreas protegidas (MMA, 2020). También la ley resuelve uno de los problemas claves, que es la delimitación de los ecosistemas, introduciendo tres criterios en su reglamento: la hidrología, la vegetación hidrófita y los suelos hídricos. Además, el reglamento de noviembre de 2020, establece los criterios mínimos para la sustentabilidad de los humedales urbanos, para el resguardo de sus características ecológicas y su funcionamiento, y la mantención del régimen hidrológico, tanto superficial como subterráneo, integrando las dimensiones sociales, económicas y ambientales.

En concreto, la declaración de humedal urbano para los efectos de la ley, la realiza el Ministerio de Ambiente, de oficio o luego de una solicitud de un municipio. A octubre de 2021, según el último reporte del Ministerio, ya se han decretado 29 humedales, ya sea por oficio del Ministerio o por solicitud Municipal. En junio de 2021, se decretó el primer humedal urbano marino de tipo intermareal de Playa Blanca de 133 hectáreas en Iquique, región de Tarapacá.

Otro aspecto relevante de la ley en su artículo N°2, es la obligación de todos los municipios del país de establecer ordenanzas de humedales, para así involucrar también al gobierno local en la protección de humedales y que esta no sea sólo realizada a nivel nacional con un efecto descentralizador. El tercer pilar de esta ley es el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), modificando la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente Nº19.300 e incorpora una nueva letra artículo N°10. Esto significa que se crea una nueva causal de ingreso al SEIA, por cualquier ejecución de obra o actividades que puedan significar una alteración física o química del humedal y que esto importe el relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie.

Finalmente, la ley impacta en la planificación territorial, que igualmente revisaremos más adelante. La ley establece por primera vez que se considere a los humedales dentro de la planificación a todo nivel. El artículo N°5 señala: "Todo instrumento de planificación territorial deberá incluir los humedales urbanos existentes en cada escala territorial en calidad de área de protección de valor natural, para efectos de establecer las condiciones bajo las que deberán otorgarse los permisos de urbanizaciones o construcciones que se desarrollen en ellos"[9].

8 Ley N°21.202, disponible en línea en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1141461>

9 Íbidem.

GEF Humedales Costeros

El proyecto del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés_ "Promoviendo la conservación y el manejo sostenible de los humedales costeros y sus cuencas aportantes, a través de la mejora en la gestión y planificación de los ecosistemas de borde costero de la zona centro sur de Chile, hotspot de biodiversidad", conocido como "GEF Humedales Costeros", liderado por el Ministerio de Medio Ambiente[10], busca la conservación y usos sostenibles de ambientes costeros bajo un enfoque de cuencas hidrográficas. Los humedales pilotos son cinco: la desembocadura del Río Elqui (Coquimbo), Humedal Mantagua (Valparaíso), Humedal de Cahuil (O´Higgins), humedal sitio prioritario Rocuant-Andalién (Biobío), y Humedal de Queule (Araucanía), se escogen por su estado de vulnerabilidad y su importancia radica la alta biodiversidad, en particular diversidad de hábitats para especies acuáticas y riparianas, y especies de aves migratorias. Además, tienen un carácter dinámico y gradientes que permiten una elevada heterogeneidad espacio-temporal. El objetivo del proyecto es mejorar el estado ecológico y de conservación de ecosistemas costeros del Centro-Sur de Chile de alto valor ecológico, incluyendo los humedales y sus cuencas adyacentes, integrándose al desarrollo local a través de su manejo sustentable, mejorando la gestión de los paisajes costeros, reduciendo las presiones a estos hábitats de diversas especies migratorias y con distintos problemas de conservación, y reduciendo las amenazas y presiones sobre las cuencas aportantes que soportan las actividades humanas de importancia local, también tiene un enfoque de restauración dada la degradación de los ecosistemas evaluados. La ley de humedales urbanos puede tener incidencia en dos humedales GEF como el del Río Elqui y el Rocuant-Andalién, cuya delimitación perfectamente podría presentarse en el expediente para el cambio de los respectivos instrumentos de planificación territorial.

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, ha experimentado cambios, sobre todo respecto a Ley de humedales urbanos, la cual estableció como forma de ingreso al SEIA en el artículo Nº10, la letra s). Lo interesante en relación con humedales costeros es que directamente hace mención a la "barra terminal" entre otros componentes de este tipo de ecosistemas. A la fecha de esta publicación ningún proyecto sobre un humedal costero ha ingresado por este literal, pero en la medida que los municipios implementen las declaratorias de humedales urbanos, podrán ser analizados con más detalle.

Sin duda este avance viene a subsanar evidencias reportadas en casos de humedales que no han prosperado por las formas previas de ingreso, por ejemplo el proyecto inmobiliario Punta Puertecillo, desarrollado en la Región de O'Higgins, en el cual luego de denuncias de la ciudadanía, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) llevó a cabo fiscalizaciones e inició un sancionatorio el año 2017 en contra de Inversiones Piriqüines Ltda. y a la Administradora Punta Puertecillo SpA en el expediente ROL D-091-2017. Luego de los descargos de las empresas, el pronunciamiento del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y de la SEREMI MINVU se determina que el proyecto no requiere ingresar al SEIA. En la actualidad el proyecto se ha seguido implementando mediante la venta de parcelas y la urbanización, que propagan el desarrollo de loteos en la costa, mientras que un grupo de ciudadanos ingresó una reclamación al Tercer Tribunal Ambiental (Rol R-202-2019), fallando este último a favor de las inmobiliarias, en relación de que el proyecto no debía ingresar al SEIA.

En el contexto anterior es importante mencionar que el SEIA es un instrumento de evaluación de proyectos de carácter netamente ambiental, aunque con alcances limitados de aplicación, por lo tanto, en la medida que los proyectos deban ingresar, los impactos ambientales que se estimen sobre humedales costeros pueden ser mitigados, reparados o compensados. Un ejemplo de esto es lo que ocurrió en el proyecto "Embalse Tricao", el cual se ha destacado por el desarrollo de una medida de mitigación la cual corresponde "a la creación de un humedal, el que se sitúa en el extremo norponiente del embalse, ubicado en la comuna de Santo Domingo, Región de Valparaíso, sobre el curso natural de la quebrada denominada localmente como quebrada Del Chincol" (SEA, 2013: 21) donde se destaca su aporte para la recuperación de biodiversidad, nidificación y realización de senderos para educación ambiental, el cual si bien no es un humedal costero propiamente tal por su origen antrópico, se ubica en zona costera. Otro caso similar de humedal costero y medidas tomadas en el contexto del SEIA es el de la Laguna Conchalí, en Los Vilos, región de Coquimbo, el cual en el marco de medidas de compensación se protege, convirtiéndose primero en Santuario de la Naturaleza (Decreto 41/2000 MINEDUC) y luego el año 2004 se transforma en un Sitio Ramsar, teniendo uno de los mayores niveles de protección legal (Möller Doepking, 2015). Actualmente es un humedal privado protegido y abierto para educación ambiental (Centro Andrónico Luksic Abaroa, 2021).

10 Más información ver https://gefhumedales.mma.gob.cl/

Instrumentos de Planificación Territorial

En relación con los ya mencionados "Instrumentos de Planificación Territorial" (IPT), la situación de los humedales costeros no tiene una definición específica y más bien existen diversas aplicaciones normativas que se han implementado, tanto con objetivos de protección como a su vez de afectación. En dicho contexto la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (MINVU, 2021) en general permitiría la protección de este tipo de ecosistemas a través de cuatro mecanismos de delimitación:

a) Zona de protección costera: definida en el art. 1.1.2 y que corresponde al área de 80 metros desde la línea de playa, que busca entre otros "asegurar el ecosistema de la zona costera y de prevenir y controlar su deterioro".
b) Áreas de riesgo: que se encuentra definida en el artículo 2.1.17, que permite que "zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos", sean identificadas en los IPT sobre las cuales se establecen limitaciones para la urbanización.
c) Áreas de protección de recursos de valor natural: según lo indicado en el artículo 2.1.18, que la define como "todas aquellas en que existan zonas o elementos naturales protegidos por el ordenamiento jurídico vigente, tales como: bordes costeros marítimos, lacustres o fluviales, parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales" en las cuales al igual que el anterior se definen condiciones de urbanización especiales y afines al objetivo de protección que se persiga.
d) Áreas Verde: que se menciona en el artículo N°2.1.31 y "se refiere a los parques, plazas y áreas libres destinadas a área verde".

No obstante, lo anterior "los humedales dentro de la ciudad han sido zonificados como áreas de expansión urbana, áreas verdes o zonas de riesgo, pero en ningún caso de conservación y/o protección" (Rojas, 2018). De hecho, parte de la superficie del humedal GEF Humedales Costeros en Rocuant-Andalién, cambiará de zona de valor natural en el nuevo Plan Metropolitano de Concepción a una zona de parque intercomunal.

Otra situación de conservación se refiere por ejemplo a los humedales de Cartagena y de la desembocadura del río Aconcagua en Concón, los cuales han sido declarados Reserva Natural Municipal (RENAMU), figura de protección ambiental local, regulada por la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, figura similar a la utilizada en el humedal Río Maipo en Santo Domingo, donde se estableció objeto de protección bajo una ordenanza municipal. Los instrumentos y ordenanzas municipales se articulan con los instrumentos de planificación territorial a escala local.

Es importante indicar que con la promulgación del Reglamento de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) (MMA, 2015) se ha fortalecido la identificación de estas zonas en los IPT, lo que a su vez se ha colocado como una de las metas asociada a la Estrategia Nacional de Biodiversidad (MMA, 2017: 82):

> *Al 2030, el 100% de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), Zonificación de Uso del Borde Costero y otros que se hayan sometido a EAE, habrán incorporado criterios y objetivos de conservación de las especies nativas y la calidad de sus hábitats, con énfasis en áreas rurales, ribereñas y costeras, a condición de que se hayan establecido las competencias legales que permitan la incorporación de los objetivos señalados en tales instrumentos.*

Una de las grandes problemáticas de los IPT es que estos solo aplican en zonas urbanas o intercomunales cuando corresponda, dejando gran parte de las localidades costeras en su mayoría rurales que no cuentan además con áreas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE) (analizadas a continuación) pendientes en protección, como es el caso del Humedal de Pichicuy en la Región de Valparaíso, analizado por (Muñoz-Lobos et al., 2020).

Sistema Nacional Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE)

El sistema nacional de áreas protegidas por el Estado (SNASPE), bajo supervisión de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) posee una superficie de 160.000 km^2 aproximadamente que equivalen al 20% del total del país (MMA, 2020). Es importante precisar que pese a lo importante de estas superficies "más del 80% de las áreas protegidas están situadas en las dos regiones más australes del país (Aysén y Magallanes) y comprenden grandes extensiones de hielo y roca" (CEPAL & OCDE, 2016: 82) para el caso de humedales por ejemplo destaca la zona marina en la Reserva Nacional Kawésqar en Magallanes. Respecto de los humedales en áreas protegidas Marquet et al. (2012) estiman que estos se encontrarán representados en cerca del 20%, "no obstante que este porcentaje aparece como alto y por sobre los umbrales recomendados por organismos internacionales, es necesario saber si se está protegiendo aquello que realmente es más importante en función de la conectividad que proveen, y de los procesos ecosistémicos que sustentan considerando el grado de amenaza a que están sometidos" (Marquet et al., 2012).

El Plan Nacional de Protección de Humedales (2018-2022) (MMA, 2018) como mencionamos propone figuras de conservación como santuarios y sitios prioritario, plantea un total de 2.244.080 hectáreas, mientras la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030 (MMA, 2017) indica que 106.078 hectáreas se ubican en un área bajo protección oficial que equivale aproximadamente un 8% de los humedales, cifra que se contradice con el Informe del Medio Ambiente (MMA, 2016) que indica que solo el 0,5% de los humedales estaría en áreas protegidas lo que corresponde al 2,7%[11]. No obstante, lo anterior, "hasta ahora los resultados muestran un bajo grado de representación de los ecosistemas acuáticos en el SNASPE a escala regional y nacional" (Centro de Análisis de Políticas Públicas, 2019: 232). Además, lo anterior es insuficiente, no solo porque no sensibiliza respecto de este tipo de ecosistema tan singular, sino que porque además el gran problema de los humedales bajo protección oficial es de gestión y financiamiento (Bergamini et al., 2020), situación sobre la que se debe avanzar para que no se sigan manifestando las amenazas detectadas por CONAF el año 2010, que incluyen entre otras la recolección ilegal de huevos de aves silvestre y su caza ilegal, extracción ilegal de algas o vegetales, perturbación de fauna por perros y gatos domésticos, contaminación por basura, entre otros.

Derecho Real de Conservación

El año 2016, se promulgó la ley N°20.930 que consagró en nuestro país el "Derecho Real de Conservación" (DRC). La moción parlamentaria fue presentada en el año 2008 y luego de 8 años de tramitación legislativa, finalmente vio la luz el 10 de junio del año 2016. El DRC, también conocido como "Derecho de Conservación" o "Derecho de Conservación Ambiental", de acuerdo al artículo N°1 del cuerpo normativo antes mencionado, es el derecho real que consiste en la facultad de conservar el patrimonio ambiental de un predio o de ciertos atributos o funciones de este. Esta ley añade una nueva atribución a la propiedad, la facultad que tiene el dueño de conservar. El dueño de un predio, además de usar, gozar y disponer de su propiedad, como señala el Código Civil, podrá también conservarla.

La iniciativa del Derecho Real de Conservación nace a partir del reconocimiento que no basta para la protección de la naturaleza el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y al contrario, deben impulsarse también instrumentos de conservación privada que habiliten la protección del patrimonio ambiental de parte no solo del Estado, sino también de los privados, entendiendo que el deber de protección de la naturaleza es un deber general que corresponde a todos los actores de la sociedad.

Entre los antecedentes que se señalaron en la presentación del proyecto de ley el año 2008, se mencionó que el objetivo era el fomento y desarrollo de la conservación privada y la protección ambiental12. Este instrumento privado es ampliamente usado en países como Estados Unidos, México y Costa Rica. En Estados Unidos, el DRC, denominado Conservation Easement es:

> *"entendido como un acuerdo voluntario voluntario realizado por el propietario de un área natural, que reviste interés ambiental y que justifica su conservación. El dueño de la propiedad restringe su uso total o parcial para proteger sitios de interés, por ejemplo, humedales, praderas naturales, especies animales o vegetales amenazadas, bosques, entre otros. El acuerdo si bien es voluntario crea un vínculo legal que previene usos del terreno en el presente y futuro. Además, la propiedad se mantiene a nombre del dueño del área de conservación, incluso este puede vivir dentro de su propiedad"[13].*

11 No obstante, lo anterior se precisa que no contempla los humedales de las islas oceánicas, las turberas, ni los mallines de la zona sur austral (regiones de Aysén y Magallanes).

12 Historia de la ley 20.930, Primer Informe de la Cámara de Diputados. Disponible en: https://www.bcn.cl/historiadelaley/nc/historia-de-la-ley/5077/

13 Informe de la Biblioteca del Congreso sobre "Derecho Real de Conservación: Explicación y mecanismos extranjeros equivalentes", p. 6.

En México, país con gran biodiversidad de fauna y flora también ha utilizado el DRC como mecanismo de protección privada de áreas de alto valor ambiental. Como señala un informe de la Biblioteca del Congreso, *"las áreas privadas sometidas voluntariamente a la conservación son incorporadas –de forma vinculante– a los instrumentos de ordenamiento territorial"*[14], lo cual resulta interesante puesto que hay una conexión inmediata entre la conservación ambiental privada y la planificación territorial haciendo completa sinergia.

En Costa Rica, se han desarrollado también figuras de protección privada, entre ellas Servidumbres Ambientales, que han sido útiles para alcanzar las altas metas de conservación de ese país. Este país, Costa Rica: *estableció un sistema especial de incentivos tributarios que incluyen exenciones impositivas para tierras de conservación, y un sistema de "pagos por servicios ambientales" que comprende más de 200.000 hectáreas y que proporciona, aproximadamente, US $50 por hectárea a los propietarios que preserven sus tierras en su estado natural"* [15].

En Chile, el instrumento del DRC ya ha sido utilizado para la conservación ambiental y aunque aún no hay un DRC vigente en el tema de humedales, claramente este puede ser utilizado para la protección, conservación y preservación de los humedales costeros, dado que no todos son bienes nacionales de uso público y tienen propietarios privados, por ejemplo el humedal de la desembocadura del Río Elqui.

Los desafíos para la conservación y restauración de humedales costeros en Chile

A pesar de los avances, el país tiene una serie de desafíos importantes para lograr una protección efectiva y coordinada de los humedales costeros. Algunas de estas temáticas que consideramos las agrupamos en: conservación, planificación territorial, evaluación ambiental, participación ciudadana, fiscalización y cambio climático.

Conservación

En conservación, el país se ha comprometido con la meta Aichi de proteger el 17% de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, en esta última los humedales tienen un enorme potencial. De hecho, las regiones que aún no cumplen meta son justamente las que concentran la mayor cantidad de población humana, de las con áreas costeras podemos destacar como Biobío, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins, Maule, Ñuble, La Araucanía y Los Ríos, lo que deja en evidencia la el peso de los territorios urbanizados en su déficit en conservación y de los cambios que podrían establecer girando hacia una planificación territorial más ecológica de paisaje, internacionalmente conocida como "landscape planning" (Tilton, 1995). A su vez, importante será la promulgación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) que pretende unificar la institucionalidad en las materias de biodiversidad y áreas protegidas y mejorar la gestión de las áreas protegidas del país (Boletín 9404-12).

14 ídem, p. 8.

15 ídem p. 9.

Planificación territorial

En planificación territorial, la posibilidad previa de declararlos áreas verdes y reservas naturales municipales es limitada en términos de protección, pero perfectamente se complementa con la mayor eficacia que podrá tener la declaración de humedales urbanos bajo la ley N°21.202. A medida que veamos más humedales urbanos de áreas costeras decretados se podrá evaluar el impacto de esta política pública en planificación territorial, a su vez los criterios de sustentabilidad permitirán ir cambiando la forma de hacer ciudades con la integración de estos ecosistemas. Sin embargo, aún quedan varios desafíos para la planificación territorial de la costa como un territorio complejo y dinámico, por ejemplo, las comunas que no cuentan con plan regulador comunal están a la deriva, también las superficies protegidas con frecuencia son reducidas en relación con el área completa del humedal y su área de influencia por el grado de intervención, en ese sentido es cada vez más necesario incorporar la restauración del paisaje en instrumentos territoriales. La Política Nacional de Uso del Borde Costero, del Ministerio de Defensa Nacional de 1994, considera la zonificación del borde costero, pero ha tenido varias limitaciones, por su carácter sectorial y no vinculante para todos los usuarios del borde costero, y por la definición limitada del borde costero (Andrade et al., 2008). Es así necesario revisar esta política para adecuarla a las modificaciones recientes en materia de planificación territorial y asegurar una visión de desarrollo sustentable, con un enfoque en la zona costera y a través de una nueva ley de costas (Martínez et al., 2019).

Finalmente, recordar que la planificación es netamente urbana en Chile por lo cual los humedales costeros ubicados en zonas rurales no están contemplados dentro de los planes reguladores, intercomunales y metropolitanos, y que además en su formulación no son flexibles y requieren de mucho tiempo, por lo cual no son instrumentos que se adapten a los cambios rápidos que afectan al medio ambiente.

Evaluación ambiental

En evaluación ambiental, un gran desafío son los loteos en áreas costeras rurales, Amstein (2016) identifica cuatro casos de judicialización y recursos de protección relacionados con proyectos de desarrollo inmobiliario que deberían haber ingresado al SEIA y no lo realizaron. Esto es quizás esto una de las mayores problemáticas para la zona costera, puesto que muchos de estos desarrollos inmobiliarios son en entornos con humedales, en los cuales no aplica ninguno de los literales de ingreso previamente señalados. No obstante, lo anterior, en la actualidad los proyectos que ingresan al SEIA como EIA y presentan potenciales afectaciones a humedales costeros son, en general, fuertemente rechazados por las comunidades. Ejemplo de lo anterior son en la Región de Valparaíso, el proyecto Maratué en XX (localidad), aprobado por la Comisión de Evaluación Regional mediante R.E. 19/2019, y que ha estado sujeta a distintas instancias de reclamación luego de esta decisión (Environmental Justice Atlas, 2021) o el proyecto Puerto Exterior San Antonio actualmente en evaluación, donde se realizaron 3.012 observaciones ciudadanas (Muñoz Castillo, 2021). A modo de síntesis es importante indicar entonces, que la situación más crítica está dada por los grandes proyectos de inversión que podrían estar afectando a humedales costeros, pero no ingresan al SEIA por que no existen categorías que los obliguen, y en aquellos casos que, si ingresan al SEIA y lo hacen por EIA, el manejo que realizan respecto de los intereses genuinos de la comunidad en su protección. Más allá de lo anterior, los ejemplos de la Laguna Conchalí o Embalse Tricao, son buenas experiencias de proyectos sometidos al SEIA que pueden colaborar no solo en la protección ambiental, sino que también en la mejora de las condiciones ecosistémicas y la educación ambiental.

Participación ciudadana

En participación ciudadana, existen actualmente varios conflictos socioambientales en relación con humedales costeros frente a amenazas, como es el caso por ejemplo del proyecto de Megapuerto en San Antonio, a proximidad inmediata del humedal del Río Maipo, o el proyecto de carretera dentro del humedal Angachilla en Valdivia (este último es además candidato para ser Santuario de la Naturaleza) o los proyectos inmobiliarios en el balneario de Los Molles, Valparaíso. Estos conflictos demuestran el interés y el rol de las comunidades en la protección de los humedales y plantean distintos desafíos. Los articulamos aquí en relación a dos preguntas: 1) cómo articular las demandas ciudadanas de protección de los humedales con los procesos institucionales; y 2) cómo integrar mejor a la ciudadanía y las comunidades en la gestión de los humedales costeros. En primer lugar, es incontestable que la ciudadanía ha jugado un rol muy importante en llamar la atención sobre la importancia de los humedales en Chile, y las amenazas que los ponen en peligro, a través de distintas movilizaciones ciudadanas a

lo largo de Chile, empezando por el caso emblemático de Valdivia y del humedal Río Cruces. Estos movimientos, conformados en red, han sido protagonistas en solicitar la protección a través de distintas figuras: tanto como Santuarios de la Naturaleza como dentro de los procesos de planificación territorial y ahora dentro del marco de la nueva ley de humedales urbanos. Aún queda pendiente facilitar estas iniciativas dentro de los marcos normativos y fortalecer los procesos de participación ciudadana en aquellos. Por ejemplo, si bien, un colectivo de ciudadanos puede iniciar una solicitud de declaración como Santuario de la Naturaleza, no lo puede hacer en el caso de los humedales urbanos. Otro ejemplo es el caso de la participación ciudadana en la elaboración de los planes reguladores. La ley general de urbanismo y construcción (LGUC) considera la obligación de incluir procesos de participación ciudadana cuando se elabore un plan regulador comunal, ésta es meramente informativa y consultiva. Además, en el caso de los metropolitanos, críticos en relación con los humedales, no era obligatorio incluir participación hasta 2018, con la ley N°21.078 sobre Transparencia del mercado del suelo e impuesto al aumento de valor por ampliación del límite urbano. Esta ley agrega una nueva etapa de formulación de la imagen objetivo del plan, la cual incluye actividades de información y consulta a la ciudadanía, para los planes reguladores comunales y metropolitanos. En segundo lugar, es también clave integrar a las organizaciones ciudadanas y de la sociedad civil en los mecanismos de gestión de los humedales, a través de mecanismos de gobernanza ambiental, una vez que los humedales estén protegidos. Eso permite hacer más efectivas las medidas de protección. En ese sentido, la figura del Santuario de la Naturaleza con su Plan de Manejo incluye mecanismos de gobernanza. Pero queda pendiente asegurar su funcionamiento y la inclusión de todos los actores pertinentes, así como modalidades de toma de decisión adecuadas.

Fiscalización y sanción

La fiscalización y sanción de infracciones en humedales es uno de los temas más relevante que se han presentado en el último tiempo con la creación de la Superintendencia del Medio Ambiente el año 2010 y los Tribunales Ambientales el año 2012. Desde el análisis institucional realizado por Bergamini et al. (2020) se detectan a 10 órganos de la administración del Estado con jurisdicción para conocer 15 tipos de denuncias de conductas o efectos con potenciales infracciones administrativas en humedales, de los cuales todos podrían producirse en aquellos de características costeras (Cuadro N°2). A la fecha no existe mucha información que permita vincular la situación de los humedales costeros y la de fiscalización y sanción específica.

Cuadro N°2.
Identificación conductas o efectos denunciables en Humedales y organismos públicos vinculados

Denuncia/Efecto	SAG	CONAF	DGA	DOH	DIRECTEMAR	SERNAPESCA	MUNICIPIO	SEREMI SALUD	SISS	SMA
Mortalidad y/o estrés de fauna silvestre asociada a humedales.	•									•
Caza de aves o fauna silvestre, Pesca ilegal.										
Pérdida de especies de flora propias de los humedales.	•	•								•
Cambio en cursos de agua.			•	•						•
Desaparición del Humedal.			•		•					•
Disminución de Superficie.										
Relleno de Humedales.										
Dragado de humedales, extracción de áridos.										
Aparición de Algas.					•	•				•
Presencia de Basura.							•	•		•
Pérdida de Calidad Paisajística (Área Protegida).		•								•
Aumento de Sedimentación.			•	•						•
Generación de Olores.								•		•
Cambios de Color en el Agua.			•		•				•	•
Contaminación/vertimiento de sustancias en agua.										

Fuente: Modificado de Bergamini et al., 2020.

Algunos casos actuales relevantes de destacar son las extracciones ilegales de árido en el litoral central, tales como aquella ocurrida en sector intermedio de la duna La Chépica, en la comuna de El Tabo (Expediente de la SMA ROL D-136-2020) o en explanada dunar de Tunquén, denominada La Ventana o Laguna Seca, en la Playa Grande de Tunquén, comuna de Algarrobo (Expediente de la SMA ROL D-027-2019, ambas en la Región de Valparaíso). En ambos casos, se detecta la disminución de las superficies de humedales producto de la extracción de áridos, pero además producto de la interrupción de los cauces para la construcción de caminos y las podas o cortas de vegetación realizadas en dichos sectores. En el caso del Humedal de Tunquén es aún más grave porque se constatan efectos en un santuario de la naturaleza. En ambos casos al cierre de esta publicación se encontraban en proceso sancionatorio abierto aún. Otros de los temas, altamente mediatizados de afectación y fiscalización de humedales costeros corresponde al ingreso de vehículos a estas zonas. La Orden Ministerial Nº2 de la Subsecretaría de Marina (1998), prohíbe el ingreso de vehículos a lugares como playas, dunas, humedales, ríos y lagos, la que de acuerdo a antecedentes periodístico ha llevado a cursar 36 infracciones en la comuna de Quinteros o 6 en San Antonio (Villalobos, 2019). En estos temas, los desafíos más inmediatos tienen relación con la dispersión de órganos de la administración del Estado que deben intervenir, y la totalidad de inspecciones que realizan de manera individual o coordinada para evitar las infracciones, así como la integración de la información sancionatoria de las distintas entidades públicas que permita comprender de manera más adecuado el fenómeno de incumplimientos normativos y las consecuencias de estos en humedales costeros.

En el cambio climático es importante reforzar el rol de los humedales como secuestradores de carbono atmosférico, además tienen la mayor densidad de carbón en el suelo, aunque su capacidad se reduce por las intervenciones humanas (Were et al., 2019) siendo especialmente sensibles a los cambios de usos de suelo (Zhang et al., 2015). Chile al suscribir el acuerdo de París, cuenta con una actualización de su NDC (2020), la cual reconoce a los humedales y turberas en la reducción de emisiones. En humedales propone al 2025 proteger al menos 20 humedales costeros como nuevas áreas protegidas y al 2030 al menos 10 más, completando 30, sin señalar cuáles y en qué regiones del país. Aunque pone más énfasis en turberas y en la identificación de estos ecosistemas. En este sentido un gran desafío es cuantificar información de captura de carbono de los humedales, sobre todo costeros en ambientes mediterráneos, a los cuáles por supuesto asegurar su existencia con protección y restauración para recuperar servicios ecosistémicos y potenciar sus capacidades de sumideros de carbono. En el caso de humedales urbanos en ciudades costeras, es clave transformarlos en soluciones basadas en la naturaleza, es decir soluciones híbridas que transiten de infraestructura gris a verde.

Reflexión final

A pesar que las superficies de humedales costeros protegidos son todavía reducidas en relación con el valor ambiental, ecológico y cultural que representan estos espacios, son reconocibles los avances que ha tenido el país en los últimos años en la protección de humedales en general y de los costeros indirectamente a través de estos. Lo anterior ha permitido para el caso de los costeros, que algunos logren protección como Santuarios de la Naturaleza y quedamos a la espera de ver que sucederá con aquellos en los que se ha presentado expediente en el marco de la ley de humedales urbanos para humedales costeros que estén total o parcialmente en límites urbanos, sometidos a regulación de instrumentos de planificación territorial. Existen además otros instrumentos ambientales y de planificación que permiten otorgar a los humedales costeros algún grado de protección. Quedan, sin embargo, desafíos a nivel normativo e institucional (evaluación ambiental, participación ciudadana, fiscalización ambiental), para fortalecer los instrumentos existentes y ponerlos en coherencia, situaciones que pudieron ser descritas en este capítulo. Además, en aquellos ya protegidos por ley, aún queda pendiente avances en su gestión efectiva, elaborando y luego implementando los planes de manejo respectivos.

El gran desafío es ir reconociendo las dinámicas de cambios que están experimentando los humedales costeros como la reducción de sus espejos de agua y impactos por la intensidad de las marejadas se requieren instrumentos complementarios como un reconocimiento de la zona costera como un área dinámica y compleja en un escenario climático inestable. Es esencial, por lo tanto, aplicar técnicas de teledetección, junto a criterios como la geomorfología, vegetación hidrófita, hidrología, la intrusión y biodiversidad, por ejemplo, para distinguir en la costa un ecosistema de marisma de un humedal palustre. El Ministerio de Medio Ambiente avanzó en una delimitación nacional en permanente actualización, entonces según el reciente inventario nacional, califican como humedales marinos y costeros. Los efectos relativos al cambio climático complejizan aún más la capacidad de delimitarlos con exactitud y la eficacia en el inventario nacional. El país avanzó el desarrollo de una NDC, reconociendo la contribución de los humedales en las emisiones netas, aunque con mayor énfasis a las turberas. Sin embargo, es necesario avanzar en evidencias y estimaciones de captura de humedales costeros mediterráneos a escala nacional. En este sentido, iniciativas como el GEF ha permitido actualizar el inventario nacional, e ir incluyendo el criterio de

restauración en la protección de humedales, sobre todo para recuperar humedales que sean declarado por la ley de humedales urbanos, cuya inspiración principal fue detener la pérdida de superficie por proyectos urbanos y sean integrados en la planificación territorial de la ciudad con planificación de paisaje y diseño sensible al agua.

El caso de la costa es particularmente complejo también por el escenario de la estructura de la propiedad privada, la debilidad en procesos de participación, la falta de recursos económicos para la gestión y de la ocurrencia de eventos extremos como terremotos, entre otros. En este contexto, se plantea la pregunta de ¿cómo hacer efectiva la protección, restauración y gestión considerando la particularidad de los humedales costeros?, los cuales por su funcionamiento ecológico son vulnerables a cambios biofísicos, producto de tsunamis y terremotos y presiones antrópicas. Una de los escenarios posibles es la futura presentación de una propuesta de "Ley de Costas" (Martínez et al., 2019) que permita ir más allá de la actual definición de borde costero, hoy entendido como una franja territorial, sin incorporar la complejidad de gestionar y proteger una franja que es dinámica con ecosistemas interrelacionados como playas, humedales, estuarios, bahías y humedales, evolucionando a zona costera favoreciendo la adaptación al cambio climático, el desarrollo sostenible y el ordenamiento territorial de su capacidad. También hay expectativas respecto de las discusiones de la Nueva Constitución que abordará la comisión sobre medio ambiente, derechos de la naturaleza, bienes naturales comunes y modelo económico, en especial sobre la crisis climática, el estatuto constitucional del agua y también del territorio marítimo,

Por último, en el marco del actual proceso constitucional chileno, se abren nuevas discusiones sobre la dimensión ecológica en la nueva carta magna, los derechos de la naturaleza, nuevos derechos ambientales y la definición de una nueva institucionalidad que podría implicar un cambio de paradigma y tener efectos positivos sobre el medio ambiente, incluyendo los humedales costeros.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con el apoyo de: 1) Proyecto FONDECYT Nº1190251; 2) Programa Iniciativa Científica Milenio Código ICN2019_015; 3) el Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible CODS por medio del proyecto "Humedales Urbanos en Latinoamérica: Una solución para ciudades sostenibles ODS 11"; y 4) el "Núcleo Planificación Integrada de Zonas Costeras e Islas (PIZIS)" del Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC. Agradecimientos a Antonia Belén Morán, estudiante de Geografía Universidad de Chile y a Tiara Rodríguez, Geógrafa de la Universidad de Concepción, por sus apoyos en la tabulación de datos y cartografía. A Felipe Paredes por su revisión y comentarios para mejorar la publicación.

Referencias Bibliográficas

ANDRADE, B., ARENAS, F., y GUIJÓN, R. Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. Revista de Geografía Norte Grande, 2008, N°41, p. 23-48. DOI: https://doi.org/10.4067/S0718-34022008000300002

AMSTEIN, S. Los Humedales y su Protección Jurídica en Chile. Universidad de Chile, 2016. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137833

BERGAMINI, K., MARTÍNEZ, C., MOLLENHAUER, K., PÉREZ, C., HERNÁNDEZ, J. A., & GUTIÉRREZ, P. Toolkit para la gestión y conservación de humedales: una propuesta de fortalecimiento a su actual institucionalidad. En: Propuestas para Chile. Concurso de Políticas Públicas, 2019 (pp. 255–288). Santiago de Chile: Ediciones UC, 2020. Disponible en: https://politicaspublicas.uc.cl/wp-content//uploads/2020/03/CAP-8.pdf

BCN. Ley No21.202 Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. Santiago, 2020.

BCN. Decreto 15, Reglamento de la Ley Nº21.202 Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. Santiago, 2020.

CONVENCIÓN RAMSAR. ¿Qué son los humedales? Documento N°1. Irán, 1971.

CONVENCIÓN RAMSAR. Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza), 2018.

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS. Informe país estado del medio ambiente en Chile 2018, 2019, Universidad de Chile. Disponible en: http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2019/12/Informe-pais-estado-del-medio-ambiente-en-chile-2018.pdf.

CENTRO ANDRÓNICO LUKSIC ABAROA. Laguna Conchalí. 2021. Disponible en: https://www.centrocala.cl/laguna-conchali/

OCDE. Evaluaciones del Desempeño Ambiental de Chile, Santiago de Chile, 2016.

CONAF. Convenio de eficiencia institucional 2010, 2010.

CONTRERAS-LÓPEZ, M., FIGUEROA-STERQUEL, R., SALCEDO-CASTRO, J., VERGARA-CORTES, H., ZULETA, C., BRAVO, V., PIÑONES, C., y CORTES-MOLINA, F. Vulnerabilidad de humedales y dunas litorales en Chile central. En: BOTELLO. A., VILLANUEVA. S., GUTIÉRREZ, J., Y ROJAS JL. (eds.). Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático (p. 227-246). Editorial Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) – Universidad Autónoma de Campeche (UAC), 2017.

DAVIDSON, N. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland. Marine and Freshwater Research, 2014, N°65, p. 934-941.

Environmental Justice Atlas. Proyecto inmobiliario “Maratué”, Valparaíso, Chile, 2021. Disponible en: https://ejatlas.org/conflict/proyecto-inmobiliario-maratue

IKNAYAN, K., y BEISSINGER, S. Collapse of a desert bird community over the past century driven by climate change, 2018, PNAS, N°115, p. 8597-8602.

KRAUSS, K., DOYLE, T., DOYLE, T., & SWARZENSKI, C. Water level observations in mangrove swamps during two hurricanes in Florida. Wetlands, 2009, N°29, p. 142-149.

NARAYAN, S., BECK, M. W., WILSON, P., THOMAS, C. J., GUERRERO, A., SHEPARD, C. C., REGUERO, B.G., FRANCO, G., INGRAM, J.C., & TRESPALACIOS, D. The Value of Coastal Wetlands for Flood Damage Reduction in the Northeastern USA. Scientific Reports, 2017, Vol. 7, N°1, p. 9463-9462.

NDC Chile. Actualización de Norma de Contribución Determinada a Nivel Nacional Chile. 2020. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf

MARQUET, P. A., ABADES, S., y BARRÍA, I. Distribución y conservación de humedales costeros: una perspectiva geográfica. En: A. FARIÑA, JOSÉ MIGUEL; CAMAÑO (Ed.), Humedales costeros de Chile (p. 1-19). Santiago de Chile: Ediciones UC, 2012.

MARTÍNEZ, C., ROJAS, C., ARENAS, F., HIDALGO, R., LÓPEZ, P., & QUENSE, J. A sustainability index for anthropized and urbanized coasts: the case of Concón Bay, central Chile. Applied Geography, 2020, Vol. 116, N°102166, p. 1-14.

MARTÍNEZ, C., ARENAS, F., BERGAMINI, K., y URREA, J. Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. 2019. Disponible en: https://www.cigiden.cl/wp-content/uploads/2019/10/PP_LeyBordeCostero_digital.pdf

MINEDUC. Decreto 41 Declara Santuario de la Naturaleza La Laguna de Conchalí, ubicada en la Comuna de Los Vilos, Provincia de Choapa, IV Región de Coquimbo.

MMA. Decreto 32: Aprueba Reglamento Para la Evaluación Ambiental Estratégica, 2015.

MMA. Informe del Estado del Medio Ambiente 2016. Ministerio del Medio Ambiente, 2016. Disponible en: https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/08/IEMA2016.pdf

MMA. Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030. Santiago de Chile: Ministerio del Medio Ambiente, 2017.

MMA. Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022, 2018. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf

MMA. Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile. Ministerio del Medio Ambiente, 2019a.

MMA. Volumen 6: Vulnerabilidad en humedales, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile". Documento preparado por: WINCKLER, P.; CONTRERAS-LÓPEZ, M.; VICUÑA, S.; LARRAGUIBEL, C.; MORA, J.; ESPARZA, C.; SALCEDO, J.; GELCICH, S.; FARIÑA, J. M.; MARTÍNEZ, C.; AGREDANO, R.; MELO, O.; BAMBACH, N.; MORALES, D., MARINKOVIC, C.; y PICA, A., 2019b, Santiago, Chile.

MMA.. Inventario Nacional de Humedales, 2020.

MINVU. Decreto 47: Fija nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. 2021.

MITSCH, W., GOSSELIN, J., ANDERSON, Ch., & ZHANG. L. Wetlands Ecosystem. John Wiley & Sons, Inc. United States.

MÖLLER DOEPKING, P. (2015). Protección legal de los humedales continentales de Chile. Disponible en: http://www.posadadelparque.cl/2014/wp-content/uploads/2015/01/Proteccion-legal-humedales-Patricia-Moller-CURSO-MAYO-2015-lili.pdf

MUÑOZ-LOBOS, C., VÁSQUEZ, A., y CORTÉS-DONOSO, E. El rol de los gobiernos locales en la gobernanza de protección de humedales. El caso del Humedal de Pichicuy, Chile. Revista Urbano, 2020, Vol. 20, N°1, p. 152-175. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.22320/07183607.2020.23.42.08

MUÑOZ CASTILLO, D. Más de 3 mil observaciones hizo la ciudadanía al proyecto de Puerto Exterior. El Líder, 2021, p. 3. Disponible en: Disponible en: https://www.litoralpress.cl/sitio/Prensa_Texto?LPKey=.J.Ck9.Cew1.Ko08f.Nx.Lspi.U.O.Q.Xy.Flo4.Swb.K4.M.Y9.M.%C3%9C0c6.P.I.%C3%96

PATAGUA, FUNDACIÓN LEGADO DE CHILE y PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. Ciudades sensibles al agua. Guía de drenaje Urbano Sostenible para la Macrozona Sur de Chile, 2021.

PLUMER, MC. Columna de opinión, El comienzo del fin del SEIA, El Mostrador, 2020. Disponible en: https://www.elmostrador.cl/destacado/2020/07/22/el-comienzo-del-fin-del-seia/

ROJAS, C. Desafíos en la Planificación Territorial: Humedales Urbanos una oportunidad de gestión y participación para ciudades más sustentables y resilientes. En: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (Ed.), La Vía Medio Ambiental. Desafíos y Proyecciones para un Chile Futuro, 2018, p. 191-201. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/MMA11mar.pdf

ROJAS, C., MUNIZAGA, J., ROJAS, O., MARTÍNEZ, C., & PINO, J. Urban development versus wetland loss in a coastal Latin American city: lessons for sustainable land use planning. Land Use Policy, 2019, N°80, p. 47-56.

ROJAS, O., ZAMORANO, M., SAEZ, K., ROJAS, C., VEGA, C., ARRIAGADA, L., & BASNOU, C. Social Perception of Ecosystem Services in a Coastal Wetland Post-Earthquake: A Case Study in Chile. Sustainability, 2017, N°9.

ROGERS, K., KELLEWAY, J., SAINTILAN, N., MEGONIGAL, P., ADAMS, J., HOLMQUIST, J.,LU, M., SCHILE-BEERS, L., ZAWADZKI, A., MAZUMDER, D., & WOODROFFE, C. Wetland carbon storage controlled by millennial-scale variation in relative sea-level rise. Nature, 2019, N°567, p. 91-95.

SEA. Medidas destacadas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago de Chile, 2013. Disponible en: https://sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/version_final_ingresada_a_imprenta.pdf

Subsecretaría de Marina. (1998). Orden Ministerial No2: Instruye sobre prohibición de ingreso y tránsito de vehículos en toda la costa del litoral de la República, sus playas, terrenos de playa, en ríos y lagos y demás bienes nacionales de competencia de este ministerio. Disponible en: https://www.ssffaa.cl/pdf_documentacion/cnubc/normativas_y_reglamentos/1_normativa/Orden_ministerial_2_15_enero_1998_Prohibe_acceso_de_vehiculos_a_las_playas_en_la_costa_del_litoral_de_Chile.pdf.pdf

TILTON, D. Integrating wetlands into planned landscapes, Landscape and Urban Planning, 1995, Vol. 32, N°3, p. 205-209.

VILLALOBOS, F. ¿Ingresar a la playa con vehículos? Conoce la orden ministerial y a qué multas te expones. 2019, EMOL. Disponible en: https://www.emol.com/noticias/Nacional/2019/02/18/938195/Ingresar-a-la-playa-con-vehiculos-Conoce-la-orden-ministerial-y-a-que-multas-te-expones.html

WERE, D., KANSIIME, F., FETAHI, T., COOPER, A., & JJUUKO, C. Carbon Sequestration by Wetlands: A Critical Review of Enhancement Measures for Climate Change Mitigation. Earth Systems and Environment, 2019, Vol. 3, N°2, p. 327-40.

ZHANG, M., HUANG, X., CHUAI, X., YANG, H., LAI, L., & TAN J. Impact of land use type conversion on carbon storage in terrestrial ecosystems of China: a spatial–temporal perspective. Scientific Reports, 2015, N°5, p. 10233.

Capítulo VII

El Ordenamiento Territorial en la costa de Chile

7.1.

Ordenamiento territorial en la costa de Chile: alcances, competencias y estado de situación

Land use planning on the coast of Chile: scope, competencies and state of affairs

Fernando Peña-Cortés[1], Juan Pablo Schuster[2], Pablo Arévalo-Valenzuela[3], Federico Arenas[4] y Luis Fuentes[5]

RESUMEN

El continuo y creciente uso de los espacios costeros, exige contar con marcos normativos claros respecto a su regulación y uso. En ese sentido, en Chile participan una serie de entidades públicas, con facultades en la regulación, uso y gestión de espacios y recursos costeros, abarcando gran parte del Ordenamiento Territorial que opera en la costa chilena. Por lo mismo, nos basamos en la información oficial de los organismos competentes en materia de planificación costera, identificando los "Instrumentos de Planificación Territorial" (IPT) como Planes Reguladores Intercomunales, Metropolitanos, Comunales y Regionales (PRI-PRM-PRC-PROT), entre otros que operan, para después revisar las "Zonas Sujetas a Protecciones Especiales" como Concesiones Marítimas y Concesiones Acuícolas, Zonificación Uso del Borde Costero (ZUBC), Espacios Costeros Marino de los Pueblos Originarios (ECMPO) y otros. Estos dan cuenta no solo del estado actual en las comunas costeras, sino que también devela la heterogeneidad, escasa articulación y perspectivas sectoriales entre instrumentos y zonificaciones en las costas de Chile, aspectos que deben ser considerados para una futura Ley de costas.

Palabras claves: Instrumentos de Planificación Territorial, zonificación, uso del suelo, zona costera.

ABSTRACT

The continuous and growing use of coastal spaces requires clear regulatory frameworks for their regulation and use. In this sense, a series of public entities participate in Chile, with powers in the regulation, use and management of coastal spaces and resources, covering a large part of the Territorial Planning that operates in the Chilean coast. Therefore, we rely on official information from the competent bodies in coastal planning, identifying the "Territorial Planning Instruments" (IPT) such as Intercommunal, Metropolitan, Communal and Regional Regulatory Plans (PRI-PRM-PRC-PROT), among others that operate, to then review the "Zones Subject to Special Protections" such as Maritime Concessions and Aquaculture Concessions, Zoning Use of the Coastal Edge (ZUBC), Marine Coastal Spaces of Indigenous Peoples (ECMPO) and others. These not only show the current state of affairs in coastal communities, but also reveal the heterogeneity, scarce articulation and sectorial perspectives between instruments and zoning in Chile's coasts, aspects that should be considered for a future Coastal Law.

Key words: Territorial Planning Instruments, zoning, land use, coastal zone.

1 Laboratorio de Planificación Territorial, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. Correo electrónico: fpena@uct.cl
2 Programa de Doctorado en Geografía, Universidad Autónoma de Barcelona. Correo electrónico: schusterjuanpablo@gmail.com
3 Laboratorio de Planificación Territorial, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. Correo electrónico: pabloarevalovalenzuela@gmail.com
4 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Correo electrónico: farenasv@uc.cl
5 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile. Correo electrónico: lfuentes@uc.cl

Introducción

En todo el mundo, la presión de uso del suelo en zonas costeras se ha multiplicado considerablemente en las últimas siete décadas, llegando a albergar casi siete veces más personas que a mediados del siglo XX (Barragán y De Andrés, 2015). Gran parte de la población humana mundial vive en la costa o cerca de ella, (Martínez et al., 2007), una muestra de esto es que veintiuna de las treinta tres megaciudades del mundo está en la costa, junto con una intensa y creciente concentración de actividades productivas (Pérez-Maqueo et al., 2013), lo que no solo se traduce en conflictos entre usos, sino además entre estos y las condiciones físico-naturales (Arenas et al., 2016), o condiciones geográficas de base.

El mercado y los intereses privados son factores que transforman especialmente las zonas costeras, caracterizadas por la interacción de procesos físicos y diversas actividades antrópicas, como grandes infraestructuras, el fenómeno de segunda vivienda, la construcción de barrios y condominios, una segregación socioespacial, entre otras (Hidalgo et al., 2014 y 2016). Estas actividades impactan ambientalmente, generando la fragmentación de ecosistemas costeros (Peña-Cortés et al., 2011; Molinet et al., 2014), de esta manera, estas condiciones fácilmente alterables implican un desafío para la planificación y gestión estratégica del territorio costero (Andrade et al., 2008 y 2010; Hidalgo et al., 2014). En Chile, la regulación de los usos del territorio está concebida principalmente en la Ley General de Urbanismo y Construcciones (D.F.L N°458 de 1976) y su Ordenanza (D.S N°47 de 1992) la que tiene previstos diversos Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), particularmente el Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU)[6]; Plan Regulador Intercomunal (PRI) o Metropolitano (PRM); Plan Regulador Comunal (PRC); planes y planos seccionales; y límite urbano. El Ordenamiento Territorial (OT) ha obedecido especialmente a nociones urbanísticas, situando su interés en usos del suelo urbanos, atendiendo ocasionalmente al rural y primando lo central por sobre lo local (Cordero, 2007; Rajevic, 2001). En este sentido, en materia urbanística, se establece el siguiente orden jerárquico normativo: a) Constitución Política de la República; b) Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC) y otras leyes relacionadas con el sector; c) Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC); d) Planes Reguladores Intercomunales o Metropolitanos; y e) Planes Reguladores Comunales.

En consecuencia, las leyes que se promulguen, reglamentos y ordenanzas locales, deben guardar sujeción a lo que señala la Constitución. Por ejemplo, tiene preeminencia la OGUC por sobre una ordenanza local de un PRC, como lo ha señalado la Contraloría General de la República (CGR, 2021). Los IPT están regulados en la LGUC y OGUC respecto a la "Planificación Urbana", conforme al artículo N°28 LGUC, estableciendo los siguientes niveles:

a) Planificación Urbana Nacional: corresponde al MINVU la planificación del desarrollo urbano nacional, elaborar la Política Nacional de Desarrollo Urbano y la OGUC (y proponer sus modificaciones) según el art. 29 de la LGUC.

b) Planificación Urbana Intercomunal: se realiza por medio del PRI o PRM, y "regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas, que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana" (Art. 34 LGUC).

c) Planificación Urbana Comunal: "Aquella que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo económico-social" (Art. N°41 LGUC). Se realiza a través del PRC, estableciendo la figura de límite urbano: "Se entenderá por límite urbano, para los efectos de la presente ley y de la Ley Orgánica de Municipalidades, la línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana que conforman los centros poblados, diferenciándolos del resto del área comunal" (Art. N°52 LGUC).

Cabe destacar que, la ley N°21.074 sobre fortalecimiento a la regionalización incorpora el nuevo instrumento denominado "Plan Regional de Ordenamiento Territorial" (PROT), derogando los Planes Regionales de Desarrollo Urbano. Además, cabe agregar la publicación de la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) con fecha de 5 julio de 2021, teniendo un horizonte temporal de 30 años plazo, quedando pendiente sólo la aprobación del Reglamento de los PROT establecido en el párrafo quinto del literal a) del art. N°17 incorporado por la ley N°21.074 para que puedan ser aprobados y entrar en vigencia conforme a la nueva ley. La PNOT busca integrar los instrumentos estratégicos y territoriales a nivel nacional, regional – incorporando las ZUBC- y en el ámbito comunal.

Los IPT se pueden distinguir entre carácter indicativo (no obligatorio), como los Planes Regionales de Desarrollo Urbano (PRDU), Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO), Zonas de Interés Turístico (ZOIT), entre otros, o vinculante correspondiente al PRI y PRC (Maturana et al., 2017), estos regulan un determinado ámbito, que puede ser suelo urbano y rural (PRI y PRM)[7], o solo urbano (PRC, planos y planes seccionales). En Chile, la regla general es que el suelo es rural, regulado principalmente por el art. N°55 de la LGUC, salvo que exista algún límite urbano o IPT que establezca los usos del suelo (Cordero, 2011). De manera similar, "el borde costero se encuentra sometido a la clasificación del suelo

6 Derogada por la Ley 21.074 Art.2 Nº3 de 2018.
7 Circular DDU 219 de 2009; 420 de 2019; 455 de 2021.

(…) urbano y rural, producto de la implementación del "límite urbano" (Art. N°52 de la LGUC)" (Riestra, 2013: 140).

En este trabajo se da cuenta de los instrumentos con que posee Chile para la gestión de la zona costera: 1) instrumentos de planificación territorial (PRC y PRI)[8]; 2) zonificación del borde costero; 3) sistemas de concesiones; 4) gestión de recursos costeros; y 5) figuras de protección de espacios protegidos (Martínez et al., 2019a). De esta forma, complementario al Ordenamiento Territorial (OT), se encuentran las categorías jurídicas de protección de determinadas áreas y ecosistemas (Hervé, 2011), por lo que debemos tener presente las normas sectoriales que inciden en el espacio geográfico, como las que establecen sistemas especiales de protección (reservas forestales, parques nacionales, reserva nacional, monumentos naturales, etc.) (Cordero, 2011).

Metodología

La búsqueda de información incluyó leyes y normas administrativas vinculadas con el estudio, disponibles en el portal de la Biblioteca del Congreso Nacional y boletines de proyectos de Ley, también se revisaron documentos científicos, tesis, policy paper y documentos de trabajo atingentes al tema. Para establecer las "comunas costeras", se seleccionó aquellas identificadas en las propuestas de Zonificaciones de Borde Costero a nivel regional. Para elaborar el estado de los Instrumentos de Planificación Territorial, se utilizó como base la información señalada por el MINVU (MINVU, 2021), datos que fueron actualizados consultando en cada comuna en forma directa o en los portales web de las respectivas comunas.

Para construir el estado del avance de las "Zonificaciones Costeras Regionales", se tomó como referencia la información disponible en la página web oficial de la Subsecretaría de las Fuerzas Armadas (SS.FF.AA.) (SS. FF.AA., 2021a), mientras el "Estado de situación de solicitudes ECMPO en trámite (2021)" se realizó en base a información disponible (Excel) en la página web (SUBPESCA, 2021a). Se analizaron las diferentes etapas en el proceso de tramitación, y se jerarquizaron cronológicamente de acuerdo a cada una de sus fases.

Normativas que regulan y administran el Borde Costero

El Borde Costero (BC) es el concepto instaurado en Chile en lugar de zona costera, este presenta un marco jurídico-administrativo fundamentado principalmente en leyes y normas como el D.L. Nº1939 de 1977 referido a las normas de administración y disposición de bienes del Estado, el D.F.L Nº340 de 1960 sobre Concesiones Marítimas, y el D.S. Nº475 de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional, que aprueba la Política Nacional de Uso del Borde Costero (PNUBC)[9] (Martínez et al., 2019a). Sin embargo, existen disposiciones dispersas en distintas normativas que hacen referencia al tratamiento de este espacio, otorgando competencias a diferentes organismos (Martínez et al., 2019a). En él, existe una multiplicidad de autoridades que ejercen competencias respecto de un mismo ámbito (Cordero, 2011), donde se encuentran normativas, y atribuciones de distinto orden, junto con textos legales y reglamentos que regulan el uso del suelo desde lo general hasta lo sectorial (Andrade et al., 2008).

De esta manera, las normativas orientadas a la protección y ordenamiento del BC parecen obedecer a una finalidad sectorial (Bravo et al., 2018), complejizando su gestión por los múltiples actores y funciones que se entremezclan en un esquema de planificación fraccionado (Maturana et al., 2017). Por otro lado, el litoral es considerado un bien nacional de uso público, pese a que el Estado ha asignado derechos privados sobre este recurso a escala y ritmo formidable, lo que ha pasado desapercibidos en los escritos relevantes a la fecha (Tecklin, 2015) (Cuadro N°1).

8 Y, también sus interpretaciones como la Circular DDU 227 de 2009.

9 Definido en la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de 1994: "aquella franja del territorio que comprende los terrenos de playa fiscales situados en el litoral, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República, que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina". https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=13662.

Cuadro N°1.
Instituciones que concentran las competencias y atribuciones en regulación, uso y gestión de la zona costera

Instituciones	Misión
Subsecretaria para las Fuerzas Armadas (SS. FF.AA.)	Colaborar con el Ministro de Defensa Nacional en la formulación de políticas y la gestión de los asuntos y procesos administrativos que el Ministerio de Defensa Nacional, instituciones dependientes y relacionadas y las Fuerzas Armadas requieran para el desarrollo de la fuerza y el cumplimiento de sus funciones.
Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA)	Regular y administrar la actividad pesquera y de acuicultura, a través de políticas, normas y medidas de administración, bajo un enfoque precautorio y ecosistémico que promueva la conservación y sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos para el desarrollo productivo del sector.
Ministerio de Medio Ambiente (MMA)	Liderar el desarrollo sustentable, a través de la generación de políticas públicas y regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana.
Ministerio de Bienes Nacionales (MBN)	Reconocer, administrar y gestionar el patrimonio fiscal de todos los chilenos y chilenas; mantener el catastro gráfico de la propiedad fiscal actualizado; elaborar, en coordinación con las demás entidades del Estado, las políticas destinadas al aprovechamiento e incorporación del territorio fiscal para ponerlo al servicio del desarrollo económico, social y cultural del país, con una mirada integral y en forma sustentable; y regularizar la pequeña propiedad raíz particular.
Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)	Organismo de la Armada de Chile, el cual cautela el cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales vigentes, para dar seguridad marítima, proteger la vida humana en el mar, zonas fluviales y lacustres; preservar el medio ambiente acuático y los recursos naturales marinos; ejercer la policía marítima y fiscalizar y regular las actividades que se desarrollan en el ámbito marítimo de su jurisdicción, con el propósito de contribuir al desarrollo marítimo de la nación.

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de páginas web oficiales.

En definitiva, el BC presenta diferentes formas legales de regulación, uso y gestión de espacios y recursos costeros, tales como figuras reglamentarias, cuerpos legales y derechos de usos de espacios costeros (Cuadro N°2).

De acuerdo con Precht et al. (2016) la multiplicidad de normativas y organismo implicados, permite realizar clasificaciones, considerando aspectos como sus esferas de acción, los organismos competentes y sus alcances. Los IPT persiguen una finalidad de Planificación o de Protección de Recursos Naturales (Precht et al., 2016), en virtud de nuestro estudio, nos centraremos en determinadas formas legales que tienen una mayor representatividad en la gestión costera.

Los primeros, los denominaremos *Instrumentos de Planificación Territorial Estrictos* (establecidos por la LGUC) agrupados en el Plan Regulador Intercomunal – Plan Regulador Metropolitano (PRI-PRM), Plan Regulador Comunal (PRC), y el "Uso de suelo rural: un análisis transversal", junto con el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Los segundos, son los referidos a *Zonificaciones Sujetas a Protecciones Especiales*: a) Concesiones Marítimas y Concesiones Acuícolas; b) Zonificación Uso del Borde Costero (ZUBC); c) Espacios Costeros Marino de los Pueblos Originarios (ECMPO); d) Áreas Marinas Protegidas (AMP) (Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiple Uso (AMCPMU), Santuario de la naturaleza, Parques Marinos y Reservas Marinas); y e) Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).

Cuadro N°2.
Instrumentos normativos que regulan la zona costera, clasificados en "Instrumentos de Planificación Territorial Estrictos" y "Zonificaciones Sujetas a Protecciones Especiales"

	Normativa	Instrumento	Condición legal	Ámbito territorial	Mecanismo regulatorio	Organismo encargado	Escala territorial
Instrumentos de Planificación Territorial Estrictos	**LGUC y OGUC**	PRDU	Indicativo	Urbano-Rural	Zonificación	SEREMI MINVU	Regional
	LGUC y OGUC	PRI-PRM*	Vinculante	Urbano-Rural (con limitaciones en el área rural)	Zonificación	SEREMI MINVU	Provincial – Regional
	LGUC y OGUC	PRC	Vinculante	Urbano	Zonificación	Municipalidad	Comunal
	LOCGAR	PROT	Vinculante**	Rural (zonas no comprendidas en la planificación urbanística)	Macrozonificación y condiciones de localización	GORE	Regional
Zonificaciones Sujetas a Protecciones Especiales	**DFL 340**	Concesiones Marítimas	Vinculante	Borde Costero, Mar territorial y ríos y lagos que son navegables por buques de más de 100 toneladas	Zonificación. Terrenos de playa, rocas, porciones de agua y fondo de mar, dentro y fuera de las bahías, ríos y lagos navegables por buques de más de 100 toneladas.	MDN, SS.FF.AA	Local
	LGPA	Concesiones Acuícolas	Derechos particulares	Aguas terrestres, aguas interiores y SS.FF.AA mar territorial, Zona Económica Exclusiva y en la Plataforma Continental	Zonificación. Áreas de playa de mar, terrenos de playa fiscales, porciones de agua y fondo, rocas y ríos navegables por buques de más de 100 toneladas, espacios que deben haber sido decretados como áreas aptas para el ejercicio de la acuicultura/	SERNAPESCA, SUBPESCA, SS.FF.AA.	Local
	DS 475/1994 PNUBC	PNUBC/ CNUBC/ ZUBC	Indicativo	Borde Costero	Macrozonificación/ Microzonificación	GORE, MDN, SS.FF.AA, SUBDERE, SUBPESCA, Ministerios de Planificación, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Transportes y Telecomunicaciones, Bienes Nacionales, de Medio Ambiente, Armada de Chile, SERNATUR, entre otros	Comunal - Regional
	Ley N 20.249/2008 y D.S N 134/2009.	ECMPO	Derechos particulares	Borde Costero, Mar territorial y ríos y lagos que son navegables por buques de más de 100 toneladas	Zonificación. Superficie necesaria para asegurar el ejercicio de los usos consuetudinarios que realizan las comunidades.	SUBPESCA, DIRECTEMAR, SS.FF.AA, CONADI y la CRUBC (con más de 15 integrantes regionales)	Local
	LGPA y Ley Nº 19.300	Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiple Uso (AMCP - MU)	Derechos particulares y/o Protegidas por el Estado. Modelo conjunto alianzas público – privadas.	Terrestre-Marítimo	Zonificación. Áreas de interés patrimonial histórico-cultural marino y costero de comunidades locales. espacio terrestre y/o marítimo, dedicado a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y/o recursos naturales y culturales.	SUBPESCA, SERNAPESCA, DIRECTEMAR, MMA y Comité Nacional de Áreas Marino-Costeras Protegidas.	Local
	La Ley 17.288/1970 y Ley N 20.417/2010 MMA	Santuario de la Naturaleza	Protección del Estado	Terrestre-Marino	Zonificación. Sitios con posibilidades especiales para estudios e investigaciones o con formaciones naturales de interés para la ciencia o el Estado.	Consejo de Monumentos Nacionales, MMA	Local
	LGPA, DS N 238/2004 y Ley N 20.417/2010 MMA	Parques Marinos	Protección del Estado	Áreas de Pesca (aguas terrestres, playa de mar, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la República y en las áreas adyacentes a esta última sobre las que exista o pueda llegar a existir jurisdicción nacional de acuerdo con las leyes y tratados internacionales).	Zonificación. Áreas destinada a preservar unidades ecológicas de alto interés para la ciencia y el patrimonio natural.	SUBPESCA, SS.FF.AA, SERNAPESCA y MMA	Local - Regional
	LGPA, DS N 238/2004 y Ley N 20.417/2010 MMA	Reservas Marinas	Protección del Estado	Áreas de Pesca (aguas terrestres, playa de mar, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la República y en las áreas adyacentes a esta última sobre las que exista o pueda llegar a existir jurisdicción nacional de acuerdo con las leyes y tratados internacionales).	Zonificación. Áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos para zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo.	SUBPESCA, SS.FF.AA, SERNAPESCA y MMA	Local - Regional
	LGPA y D.S. N 355/1995	Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)	Derechos particulares	Área de reserva para la pesca artesanal y en las aguas terrestres (ríos y lagos) del territorio nacional	Zonificación. Espacios destinados al manejo de recursos pesqueros artesanales, o sector determinado que teóricamente corresponde a un banco natural de recursos bentónicos. Playas de mar o hasta cinco millas marítimas mar adentro y las y las aguas interiores.	SUBPESCA, Consejo Zonal de Pesca respectivo, SS.FF.AA y SERNAPESCA.	Local - Regional

* El marco de la ley de nuevos gobiernos regionales, se pueden establecer nuevas áreas metropolitanas en las cuales existan dos o más comunas que involucren más de 250.000 habitantes, por lo que se podrían incorporar otras.

**El instrumento creado por la ley N°21.074 sobre fortalecimiento a la regionalización denominado "Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)" para que entre en vigor está sujeto a la aprobación de su respectivo reglamento. Fuente: Elaboración propia sobre la consulta y análisis de cada normativa.

Instrumentos de Planificación Territorial Estrictos

a) Plan Regulador Intercomunal – Plan Regulador Metropolitano (PRI-PRM)

Estos instrumentos corresponden al nivel intercomunal de planificación y regulan el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana (Precht et al., 2016). De acuerdo al art. N°34 de la LGUC: "La Planificación Urbana Intercomunal regulará el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana, a través de un Plan Regulador Intercomunal", denominado "Plan Regulador Metropolitano" cuando existen más de 500.000 habitantes. Existen tres de estos planes en el país: Santiago (34 comunas), Valparaíso (Valparaíso, Viña del Mar, Concón, entre otros) y Concepción (Concepción, Talcahuano, Penco, Hualqui, Coronel, Hualpén, entre otros) (Precht et al., 2016).

Debemos mencionar, las declaraciones de "Zonas de Protección Costera" en PRC y PRI, lo que permite establecer áreas con actividades de bajo impacto para el ambiente natural costero (Andrade et al., 2008), las cuales se superpone con la franja de 80 metros de competencia de la Subsecretaría de Marina, esta última encarga de administrar esta porción del territorio cuando el terreno adyacente a la playa de mar sea un bien nacional de uso público (Pinilla y Lobo, 2012).

Nuestro análisis sobre el estado de los PRI-PRM en las Comunas Costeras (Cuadro N°3) nos señala que 44 de las 106 de estas comunas costeras presentan PRI-PRM vigentes, específicamente en proceso de modificación 34 y 10 vigentes. Cabe mencionar que 31 comunas se encuentran en proceso de formulación, de esta manera un total de 67 comunas presentan algún tipo de iniciativa vinculada a desarrollar PRI-PRM.

No obstante, siete comunas contemplan dos instrumentos de este carácter, específicamente la comuna de Copiapó con el PRI Provincia Copiapó (en formulación), Huasco y Freirina con el PRI de la Provincia del Huasco (en formulación) superponiéndose con la "Actualización PRI Costero de Atacama" (Vigente en modificación). La comuna de Puchuncaví, por su parte, cuenta con el "PRI de Valparaíso - Satélite BC Norte" (Vigente en modificación) y el "PRM de Valparaíso" (Vigente en modificación), y la comuna de Litueche con Modificación PRI Lago Rapel (Vigente en modificación) y PRI de Borde costero (Vigente), en ambos casos los planes regulan sectores específicos de las comunas. Por su parte, las comunas de Colbún y San Clemente, integran el Plan Regulador Intercomunal Embalses Colbún-Machicura, y la primera también está en el Plan Regulador Intercomunal de Talca, mientras que la segunda lo hace en el Plan Regulador Intercomunal de Linares.

b) Plan Regulador Comunal (PRC)

La LGUC (Art. N°41), define: "El Plan Regulador como un instrumento constituido por un conjunto de normas sobre adecuadas condiciones de higiene y seguridad en los edificios y espacios urbanos, y de comodidad en la relación funcional entre las zonas habitacionales, de trabajo, equipamiento y esparcimiento. Sus disposiciones se refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de limites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos".

Elaborados a nivel municipal, deben ser informados a los vecinos y requieren el pronunciamiento de la SEREMI-MINVU (responsabilidad técnica) y aprobación del Consejo Regional (CORE) en los casos en los cuales no exista el PRI. El PRC constituye el principal instrumento de planificación a nivel comunal, sin embargo, su acción se limita al ámbito urbano (Precht et al., 2016). El PRC contiene las disposiciones sobre el uso de suelo o zonificación, fijación de límites urbanos, determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para expansión urbana y demás aspectos urbanísticos. De igual manera, establece la localización del equipamiento comunitario, jerarquización de la estructura vial, la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas (CEPAL, 2021).

Respecto del análisis del estado de los PRC en Comunas Costeras (Cuadro N°3), la gran mayoría de las comunas costeras cuentan con planes vigentes o con modificaciones. Específicamente, "Planes vigentes" identificamos un número de 45 y "Planes vigentes en modificación" fueron 38, sumando un total de 83. De las restantes 23 comunas, 20 cuentan con un "Límite urbano y/o Plan Seccional", de los cuales, 8 al parecer no pretender desarrollar el PRC, 12 están en formulación y tres (Maullín, Curaco de Vélez y Primavera) no cuentan con Límite urbano y/o Plan Seccional, sin embargo poseen PRC´s en desarrollo. Cabe señalar que la regulación del territorio definida básicamente en los PRC y PRI, no exige zonificaciones costeras, mientras que las concesiones marítimas pueden no considerar las condiciones de edificación y uso de suelo establecido por los planes reguladores (Martínez et al., 2019a), exponiendo una grave descoordinación en el proceso de planificación.

Cuadro N°3.
Estado de avance en Planes Reguladores Intercomunales, Metropolitanos y Comunales en las Comunas Costeras

			Plan Regulador Intercomunal y Metropolitano				Plan Regulador Comunal				
			Sin Plan		Estado Vigente		Sin Plan		Plan Vigente		
Regiones	N°	Comunas costeras	Sin Plan	En formulación	Plan vigente en modificación	Plan vigente	Sin Plan	Planes en formulación	Planes en modificación	Planes Vigentes	Limite urbano Plan seccional
Arica y Parinacota	1	Arica		•					•		
	2	Camarones	•				•				•
Tarapacá	3	Iquique		•					•		
	4	Huara		•					•		
Antofagasta	5	Antofagasta			•					•	
	6	Mejillones			•					•	
	7	Taltal			•					•	
	8	Tocopilla			•					•	
Atacama	9	Chañaral			•				•		
	10	Caldera			•					•	
				•							
	11	Copiapó			•				•		
				•							
	12	Huasco			•					•	
				•							
	13	Freirina			•					•	
				•							
Coquimbo	14	La Higuera				•				•	
	15	La Serena				•				•	
	16	Coquimbo				•				•	
	17	Ovalle			•					•	
	18	Canela		•				•			•
	19	Los Vilos		•					•		
Valparaíso	20	La Ligua			•				•		
	21	Papudo			•				•		
	22	Zapallar			•					•	
	23	Puchuncaví			•				•		
					•						
	24	Quintero			•				•		
	25	Concón			•				•		
	26	Viña del Mar			•					•	
	27	Valparaíso			•					•	
	28	Casa Blanca			•					•	
	29	Algarrobo			•				•		
	30	El Quisco			•				•		
	31	El Tabo			•					•	
	32	Cartagena			•				•		
	33	San Antonio			•					•	
	34	Santo Domingo	•						•		
Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	35	Navidad				•			•		
	36	Litueche				•			•		
						•					
	37	Pichilemu				•				•	
	38	Paredones				•				•	
Maule	39	Vichuquén		•						•	
	40	Licantén		•			•				•
	41	Curepto		•						•	
	42	Constitución	•							•	
	43	Chanco			•		•				•
	44	Pelluhue			•					•	
	45	Colbún		•						•	
						•					
	46	San Clemente		•						•	
						•					
Nuble	47	Cobquecura	•						•		
	48	Trehuaco	•				•				•
	49	Coelemu	•							•	

			Plan Regulador Intercomunal y Metropolitano				Plan Regulador Comunal				
			Sin Plan		Estado Vigente		Sin Plan		Plan Vigente		
Regiones	N°	Comunas costeras	Sin Plan	En formulación	Plan vigente en modificación	Plan vigente	Sin Plan	Planes en formulación	Planes en modificación	Planes Vigentes	Limite urbano Plan seccional
Biobío	50	Tome				•				•	
	51	Penco				•				•	
	52	Talcahuano				•			•		
	53	Hualpén				•			•		
	54	San Pedro de la Paz				•				•	
	55	Coronel				•			•		
	56	Lota				•				•	
	57	Arauco	•						•		
	58	Lebu	•							•	
	59	Los Álamos	•							•	
	60	Cañete	•						•		
	61	Tirúa	•							•	
Araucanía	62	Carahue	•							•	
	63	Saavedra	•							•	
	64	Teodoro Schmidt	•					•			•
	65	Toltén	•							•	
Los Ríos	66	Mariquina		•				•			•
	67	Valdivia		•					•		
	68	Corral		•					•		
	69	La Unión		•					•		
Los Lagos	70	San Juan de la Costa	•					•			•
	71	Rio Negro	•							•	
	72	Purranque	•						•		
	73	Fresia	•						•		
	74	Los Muermos	•					•			•
	75	Maullín	•					•			
	76	Calbuco	•						•		
	77	Puerto Montt		•						•	
	78	Puerto Varas		•					•		
	79	Cochamó	•							•	
	80	Ancud	•							•	
	81	Quemchi	•							•	
	82	Dalcahue		•				•			•
	83	Curaco de Vélez		•				•			
	84	Castro		•					•		
	85	Quinchao	•						•		
	86	Puqueldón	•					•			
	87	Chonchi		•					•		
	88	Queilén	•							•	
	89	Quellón	•							•	
	90	Hualaihué	•					•			•
	91	Chaitén	•					•			•
Aysén	92	Guaitécas	•				•				•
	93	Cisnes		•						•	
	94	Aysén		•						•	
	95	Chile Chico		•				•			•
	96	Tortel	•					•			•
Magallanes y la Antártica	97	Puerto Natales		•					•		
	98	Punta arenas		•					•		
	99	Río Verde		•				•			•
	100	Cabo de Hornos	•						•		
	101	Porvenir	•						•		
	102	Torres del Paine		•			•				•
	103	San Gregorio	•						•		
	104	Laguna Blanca	•				•				•
	105	Timaukel	•				•				•
	106	Primavera	•					•			

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida del MINVU (MINVU, 2021) y actualización en portal web de cada comuna.

c) Uso en el suelo rural

La clasificación general del suelo en Chile corresponde a una distinción entre suelo urbano (fijado por la línea imaginaria denominada "límite urbano" que considera áreas urbanas y de extensión urbana) y suelo rural, o "no urbano"10 (Jiménez et al., 2018). Su regulación se centra en la LGUC y la OGUC, teniendo como regla general el uso de suelo rural, ante la inexistencia de límite urbano o IPTs que definan un área urbana (Cordero, 2011) no existiendo un organismo público con competencia en la materia, sino que diversos que inciden directa o indirecta en el OT (Precht et al., 2016). Cabe distinguir, el territorio definido como urbano regulado por un IPT11, el territorio rural regulado por un IPT12 y territorio rural no planificado, que es la regla general (Precht et al., 2016) y donde centraremos nuestra atención. En base al artículo 55 de la LGUC, se prohíbe el emplazamiento de construcciones en zonas rurales –"fuera del límite urbano"-, existiendo algunas excepciones que no deben generar nuevos centros poblados, facultad de la SEREMI MINVU (DDU, 2021; Vicuña, 2014):

1) Construcciones necesarias para la explotación agrícolas del inmueble, para complementar actividades industriales, equipamiento a algún sector rural, habilitar un balneario o campamento turístico.

2) Viviendas del propietario y sus trabajadores.

3) Construcción de viviendas sociales que cuenten con los requisitos para obtener subsidio del Estado.

Destaca como excepción el inciso tercero del artículo N°116 de la LGUC, introducido por la ley N°20.493 y señala que "las construcciones destinadas a equipamiento de salud, educación, seguridad y culto, cuya carga de ocupación sea inferior a 1.000 personas, se entenderán siempre admitidas cuando se emplacen en el área rural". Además, el artículo N°2.1.29 último inciso de la OGUC establece que "las instalaciones o edificaciones de infraestructura en el área rural, requerirán las autorizaciones exigidas para las construcciones de equipamiento conforme al artículo N°55º de la LGUC". Adicionalmente, conforme al D.L 3.516 de 1980, se podrán subdividir en una superficie no inferior a 0,5 hectáreas los predios rústicos, manteniendo el carácter agrícola del inmueble, prohibiendo su subdivisión con fines urbanos o habitacionales (Ramírez, 2009). Estas son normas básicas del régimen del suelo rural sin perjuicio de que existen normas especiales, debiendo ser aplicables según sea la realidad territorial y normativa del caso (SNASPE, por ejemplo) (Cordero, 2011).

La construcción en áreas rurales se permite de manera excepcional, debiendo realizarse una evaluación por parte de los organismos competentes al caso y conforme al contexto territorial específico del lugar. Requiere además, cumplir con los permisos de edificación si aplica y debiendo en ningún caso, cambiar la condición o naturaleza rural del territorio (DDU, 2021). Distinto es el caso del emplazamiento de conjuntos habitacionales, casos que requieren de un Informe Favorable para construcciones ajenas a la agricultura en área rural, artículo N°55 de la LGU (ex cambio de uso de suelo) (Cavada, 2018). Esto, ya que cambia la naturaleza del suelo debiendo cumplir dicho trámite (y eventualmente a una evaluación ambiental). Por ejemplo, en la "bahía de Panguipulli", una inmobiliaria subdividió a través del DL 3.516, obteniendo permisos de edificación para enajenarlos con fines habitacionales, lo que se traduce en el abandono de los fines agrícolas del suelo y debiendo cumplir con lo señalado en el artículo mencionado y el respectivo informe (Inversiones Panguipulli SpA vs Contraloría Regional de Los Ríos, 2020).

Recientemente, el 5 de mayo de 2020, fue promulgada la Política Nacional de Desarrollo Rural (PNDR) cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida y aumentar las oportunidades de la población que habita en territorios rurales, generando las condiciones adecuadas para su desarrollo integral, a través de la adopción gradual, planificada y sostenida de un paradigma que concibe un accionar público con enfoque territorial e integrado en distintos niveles, y que propicia sinergias entre iniciativas públicas, privadas y de la sociedad civil (Orellana et al., 2020).

d) Plan Regional de Ordenamiento Territorial

La ley N°21.074 de Fortalecimiento de la Regionalización del país, instala la Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional (Ley N°19.175, LOCGAR), y establece el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (en adelante PROT). Según intereses y características físicas regionales, el PROT orienta el desarrollo de una región en un marco de opciones deseables y factibles (Peña-Cortés et al., 2019). De esta forma, guía con un carácter orientador y vinculante para el sector público, y establece una nueva forma de zonificar y cualificar el territorio, a través de condiciones de localización. La Ley N°21.074 de 2018 (Art. 1 Nº7) define el PROT "como un instrumento que orienta la utilización del territorio de la región para lograr su desarrollo sustentable a través de lineamientos estratégicos y una macro zonificación de dicho territorio". También establecerá condiciones para la localización de infraestructuras, localización de tratamiento sistemas

10 Art. 52, Ley General de Urbanismo y Construcciones.

11 El IPT establece el límite urbano, como aquella imaginaria que delimita las áreas urbanas (Art. N°52 LGUC) señalando el área rural como aquel territorio ubicado fuera del límite urbano (Art. N°1.1.2 OGUC), definiendo los usos de suelo definido como aquel "conjunto genérico de actividades que el Instrumento de Planificación Territorial admite o restringe en un área predial, para autorizar los destinos de las construcciones o instalaciones" (Art. N°1.1.2 OGUC).

12 Destacando principalmente la letra d) del art. N°2.1.7 OGUC en caso de que aplique el IPT para el ámbito rural: "Establecer los usos de suelo, para efectos de la aplicación del artículo N°55 de la LGUC".

de residuos y actividades productivas en zonas no comprendidas en la planificación urbanística, junto con la identificación de las áreas para su localización preferente.
En el marco de la zona costera, el PROT viene a contribuir en reconocer la zonificación efectuada por CRUBC (abordadas a continuación), al alero de los GORE. Los avances en la zonificación costera de las CRUBC, son insumos que requieren ser incorporados y apropiados por el PROT. Todas las regiones de Chile avanzaron con resultados disímiles en la elaboración de un instrumento PROT en el período 2012-2017, siendo instrumentos indicativos diferentes a los PROT incorporados por la ley N°21.074. En ese proceso de generación de capacidades que impulsó SUBDERE con cada GORE, las regiones de Tarapacá y Los Ríos son las que más avanzaron (Peña-Cortés et al., 2019).

Zonificaciones Sujetas a Protecciones Especiales

a) Concesiones Marítimas y Concesiones Acuícolas

Las Concesiones Marítimas (CC.MM) son reguladas por el D.F.L Nº340 de 1960 y el decreto N°2 de 2005, del Ministerio de Defensa Nacional (MDN), que establece el Reglamento sobre Concesiones Marítimas. Las CC.MM se otorgan sobre los bienes nacionales de uso público o bienes fiscales ubicados bajo el control, fiscalización y supervigilancia del MDN, esto es, respecto a toda la costa y mar territorial de la República, de los ríos y lagos que son navegables por buques sobre 100 toneladas (Art. N°2 y N°3 del D.F.L. N°340). Son otorgadas exclusivamente por la SS.FF.AA. (Pinilla y Lobo, 2012; Martínez et al., 2019a), disponiendo de facultades privativas para ser otorgadas, prorrogadas o renovadas (CGR, 2021). Las concesiones marítimas deben otorgarse cumpliendo con las exigencias contempladas en la ley, el reglamento y con compatibilidad a la PNUBC, siendo dicha facultad discrecional por parte de la autoridad (CGR, 2021a).

Las CC.MM constituyen una forma particular de utilizar el Borde Costero, permitiendo el uso específico de un espacio marítimo o su playa, el titular de la CC.MM debe tramitar los permisos y autorizaciones que sean pertinentes para cumplir con el objeto de la concesión (CGR, 2021). Sin embargo, pueden dar situaciones disímiles, como el caso del Lago Villarrica, en que obras náuticas construidas en el borde del lago, en un 94% emplazadas entre 2018 y abril de 2020, no cuentan con la concesión marítima que exige el DFL N°340 de 1960 (Gonzales, 2021).

Por otro lado, las Concesiones Acuícolas (CC.AA) son asignadas por la SUBPESCA, a través de la Ley General de Pesca y Acuicultura (L.G.P.A.) de 1991. Una concesión de acuicultura es el acto administrativo, mediante el cual, el Ministerio de Defensa Nacional otorga a una persona los derechos de uso y goce indefinidamente, sobre determinados bienes nacionales, para que realice actividades de acuicultura, sobre recursos hidrobiológicos (Ley N°18.892, de 1989 y sus modificaciones).

Las CC.AA son percibidas por sus instituciones (SUBPESCA, SS.FF.AA.) como derechos de propiedad costeros, orientadas hacia la demanda, por cuanto, la SUBPESCA tiene que responder a las solicitudes de privados (Tecklin, 2015). Puede recaer en áreas de playa de mar, terrenos de playa fiscales, porciones de agua y fondo, rocas, ríos y lagos navegables por buques de más de cien toneladas de registro grueso. Estos previamente deben haber sido decretados como áreas aptas para la acuicultura por el MDN (SUBPESCA, 2021). Para requerir una concesión, el solicitante debe proveer solo una mínima línea base de información, certificar la inexistencia de banco natural de recursos hidrobiológicos en el fondo y asegurar una distancia mínima de otras concesiones. Las concesiones fueron entregadas a perpetuidad (horizontes de largo plazo) y "susceptibles a todo negocio jurídico," es decir arrendables, heredables, y vendibles (Tecklin, 2015).

b) Zonificaciones de Uso del Borde Costero

La PNUBC crea la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero (CNUBC), institución encargada de la planificación y gestión del borde costero (Precht et al., 2016), modelo que se replica a nivel regional con la Comisión Regional de Uso del Borde Costero (CRUBC), medio formal para la coordinación intersectorial, permitiendo el desarrollo desde una perspectiva integral (Riestra, 2013), al estar constituida por más de 15 instituciones de diverso tipo (CAMPORT, 2019). Las CRUBC plantean propuestas preliminares de Zonificación de Uso del Borde Costero (macro y microzonificación), con el objetivo de proponer usos preferentes considerando factores geográficos, naturales, recursos existentes, planes de desarrollo, centros poblados y definiciones de uso establecidos por organismo competentes (SS.FF.AA, 2021b). El ámbito territorial de aplicación se denomina Terreno de playa, faja de terreno de propiedad fiscal sometida a control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa, de hasta 80 metros de ancho desde la línea de la playa de la costa del litoral (Andrade et al., 2008).

La Zonificación Uso del Borde Costero (ZUBC) es definida como el "Proceso de ordenamiento y planeamiento de los espacios que conforman el borde costero marino, lacustre y fluvial, que tiene por objeto establecer sus múltiples usos, expresados en usos preferentes o

excluyentes, graficados de acuerdo a los instructivos dictados por el Ministerio que identifiquen, entre otros aspectos, los límites de extensión, usos y las condiciones y restricciones para su administración, de acuerdo a los criterios de compatibilidad, conforme a DS Nº475 de 1994" (Reglamento de Concesiones Marítimas, 2018). No existe una metodología específica para el proceso de zonificación, por cuanto, las regiones han elaborado y desarrollado sus propuestas de usos apoyados de convenios internacionales y nacionales (Martínez et al., 2018; Martínez et al., 2019a), siendo propuestas cinco zonificaciones por la CNUBC: 1) Áreas Reservadas para el Estado; 2) Áreas para Instalaciones Portuarias; 3) Área para Industrias de Construcción y Reparación de Nave; 4) Áreas de Asentamiento Humanos y Caleta de Pescadores; y 5) Área para Actividades Industriales Económicas y de Desarrollo (Lira, 2001).

Para aplicar la ZUBC, el gobierno instruyó a todas las regiones del país realizar los respectivos estudios mediante el Oficio Circular Nº281 de 17 de febrero de 1997. Diversas regiones han trabajado este asunto, sin embargo, la zonificación regional (macrozonificación) y municipal (microzonificación) no es legalmente vinculante, quedando detenido el proceso de zonificación en gran parte del territorio nacional (Tecklin, 2015). En el Cuadro N°4, mostramos como gran parte de las regiones cuentan con avances de propuestas preliminares de ZUBC, salvo excepciones, como Aysén y Coquimbo, que tienen su zonificación aprobada por decreto supremo, sin contar con Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) dada la anterioridad del proceso a los marcos legales actuales. Hoy día, solo las regiones O'Higgins y de Los Ríos han aplicado adecuadamente la EAE encontrándose en etapas finales para contar con una Zonificación (MMA, 2021a), las demás regiones poseen propuestas preliminares, en proceso de Elaboración y Aprobadas con Modificación, siendo cinco y siete regiones respectivamente, y solo la región del Ñuble, en razón de su creciente creación no ha iniciado este proceso.

Cabe mencionar, que el año 2018 el Ministerio de Desarrollo Social indicó respecto a la pertinencia de realizar Consulta Indígena, en las regiones de la Araucanía, Los Lagos y Magallanes que no era procedente realizar este proceso, por tratase de un instrumento indicativo y por consiguiente, no susceptible de afectar directamente a los pueblos indígenas (Of. Ord. N°785 de fecha 07 de marzo de 2018).

Cuadro N°4.
Estado del avance de las Zonificaciones de Uso del Borde Costero Regionales

Regiones	No inicia	Elaboración	Aprobada en Modificación	Aprobada Decreto	Consulta EAE	Consulta Indígena
Arica y Parinacota		•			No inicia	No procede
Tarapacá			•		En proceso	En proceso
Antofagasta			•		En proceso	No procede
Atacama			•		En proceso	No procede
Coquimbo				•	En proceso	Sin información
Valparaíso			•		En proceso	No procede
O'Higgins			•		Finalizada	No procede
Maule		•			No inicia	No procede
Ñuble	•				No inicia	No inicia
Biobío			•		En proceso	En proceso
Araucanía			•		En proceso	No procede
Los Ríos		•			Finalizada	No procede
Los Lagos		•			En proceso	No procede
Aysén				•	En proceso	No procede
Magallanes y la Antártica		•			En proceso	No procede

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida del SS.FF.AA (SS.FF.AA, 2021a).

c) Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios

La Ley Nº20.249 publicada en el Diario Oficial el 18 de febrero de 2008 (denominada como Ley Lafkenche) y el Reglamento contenido en el Decreto Supremo Nº134 de 2009, establecen las destinaciones de Espacio Costero Marino para los Pueblos Originarios (ECMPO). Con el propósito de resguardar los usos consuetudinarios de comunidades indígenas asentadas en la zona costera (Araos et al., 2020), este mecanismo entrega la administración de un Espacio Costero Marítimo a las comunidades correspondientes, siempre que no existan derechos constituidos por terceros en dicha área y Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) verifique usos y costumbres alegados (Meza-Lopehandía, 2018). Esta ley en su artículo 3° señala: "Créase el espacio costero marino de pueblos originarios, cuyo objetivo será resguardar el uso consuetudinario de dichos espacios, a fin de mantener las tradiciones y el uso de los recursos naturales por parte de las comunidades

vinculadas al borde costero".

Su procedimiento de solicitud es complejo (Precht et al., 2016) interviniendo varios organismos de la Administración del Estado, destacando el MDN, CONADI, SUBPESCA, CRUBC, DIRECTERMAR, entre otras. Destacan dentro de la tramitación, la elaboración de un Plan de Administración y de uno de Manejo. Desde un punto de vista de gobernanza marino costero, incide el Plan de Administración ya que por medio de este deben organizarse los usos, respetando la normativa sectorial vigente y sus períodos, incluyendo terceros autorizados a realizar actividades, incorporando un reglamento que una forma de resolución de conflictos y cierta "accountability" en el sentido de elaborar informes periódicos cada dos años de las actividades realizadas. El plan es seguido por una comisión intersectorial que verifica su cumplimiento (Meza-Lopehandía, 2018).

Los ECMPOs se constituyen en herramientas específicas de manejo y conservación de los recursos y espacios marinos, destinados a los pueblos indígenas y el resguardo de sus modos de vida (Araos et al., 2020). Desde la entrada en vigor la ley ECMPO, se encuentran actualmente 94 solicitudes (SUBPESCA, 2021a), 40 realizadas entre 2009 y 2015, pasando de 57 realizadas entre 2016 y 2019, donde la región de Los Lagos concentra cerca del 70% de las solicitudes nacionales (Araos et al., 2020) (Cuadro N°5). Sin embargo, la tramitación de las ECMPO y sus plazos contenidos en la ley y reglamento distan de su cumplimiento formal, donde un proceso estimado en dos años de duración tarda sobre cuatro en promedio. A esto se agregan diversas causas de rechazo de solicitudes desde la CRBUC y CONADI, o por desistimiento entre otros (Cervantes, 2019).

Cuadro N°5.
Estado de situación solicitudes ECMPO en trámite (enero 2021)

Regiones	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	Cantidad Total
Arica y Parinacota																
Tarapacá																
Antofagasta																
Atacama				1												1
Coquimbo																
Valparaíso																
O'Higgins																
Maule																
Nuble																
Biobío				1	4	1						1	2			9
Araucanía					1				1						1	3
Los Ríos				1	1	1	1	1	1							6
Los Lagos	2	2	2	2	26	4	2		4	1	1	5	6	5	8	70
Aysén					2		1									3
Magallanes y la Antártica			1		1											2
Total	**2**	**2**	**3**	**5**	**35**	**6**	**4**	**1**	**6**	**1**	**1**	**6**	**8**	**5**	**9**	**94**

a) Elaboración de informe de sobreposición; b) En consulta a otras instituciones; c) Revisión carta respuesta sobreposición en DJ; d) Próximo envió a CONADI; e) En CONADI; f) En consulta a Comunidad; g) Rechazo recurso de reclamación/Falta Plan de Consulta; h) Rechazado IUC/Análisis División Jurídica; i) Próximo envió a CRUBC; j) Pronunciamiento CRUBC; k) Aprobado con modificaciones por CRUBC; l) En solicitud de destinación; m) Elaboración plano destinación; n) Sector decretado; o) Sector decretado/Convenio de uso.

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida del SUBPESCA (SUBPESCA, 2021a).

d) Áreas Marinas Costeras Protegidas

La Comisión Mundial de Áreas Protegidas establece en 1992 el sistema de categorías de manejo para áreas protegidas, indicando que las Áreas Marinas y Costeras Protegidas (AMCP) corresponden a la categoría VI de manejo, que se definen como "Áreas en donde predominan sistemas naturales poco modificados, donde se establece un sistema de manejo que asegure el mantenimiento de la diversidad biológica en el largo plazo, y provea un flujo de productos y servicios naturales necesarios para la comunidad" (de Andrade et al., 2010).En Chile existen cuatro tipos de Áreas Marinas Costeras Protegidas: los Parques marinos, las Reservas marinas, los Santuarios de la naturaleza y las Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCPMU) (SUBPESCA, 2021b). En 2004 con apoyo del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF por sus siglas en ingles), se desarrolla el proyecto "Conservación de la biodiversidad de importancia mundial a lo largo de la costa chilena", creando las primeras tres AMCPMU (Francisco Coloane, Punta Morro y Lafken Mapu Lahual) (Sierralta et al., 2011).

d.1 Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiple Uso (AMCP-MU)

La Ley 20.417 de 2010 que creó el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en su artículo 70 letra c) se indica que el MMA debe proponer las políticas, planes, programas, normas y supervigilar las AMCPMU áreas. Constituyéndose en una herramienta que surge para gestionar la protección, administración, mantención y restauración de los recursos naturales y culturales de las aguas marinas y costeras (de Andrade et al., 2010).

El MMA (MMA, 2021a) los define como "espacios que incluyen porciones de agua y fondo marino, rocas, playas y terrenos de playas fiscales, flora y fauna, recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado". Se utiliza para conservar la biodiversidad, proteger especies marinas en peligro, reducir conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación; y desarrollar actividades comerciales y recreativas.

Por otro lado, son entendidos como "áreas geográficas delimitadas puestas bajo protección oficial con el objeto de establecer una gestión ambiental integrada sobre la base de estudios e inventarios de sus recursos y una modalidad de conservación in situ de los ecosistemas y hábitat naturales, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación" (SUBPESCA, 2021b). Sus modelos de administración y gestión pueden ser: publica-publica, pública-privada, privada y actores locales y grupos organizados de la sociedad (co-manejo) (de Andrade et al., 2010). Según el registro nacional de Áreas Protegidas, existen 13 AMCP-MU (Cuadro N°6).

Cuadro N°6.
Registro Nacional de Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiple Uso (AMCP-MU)

Nº	Comuna	Nombre	Decreto	Año protección
1	Isla de Pascua	Coral Nui Nui	Decreto 547	2000
2	Hualaihué	Fiordo Comau- San Ignacio de Huinay	Decreto 357	2001
3	Punta Arenas	Francisco Coloane (AM)	Decreto 276	2003
4	Isla de Pascua	Hanga Oteo	Decreto 547	1999
5	Río Negro	Lafken Mapu Lahual	Decreto 517	2005
6	El Tabo	Las Cruces	Decreto 107	2005
7	Juan Fernández	Mar de Juan Fernández	Decreto 10	2017
8	Isla de Pascua	Motu Tautara	Decreto 547	1999
9	Cisnes	Pitipalena - Añihue	Decreto 13	2014
10	Caldera	Punta Morro - Desembocadura río Copiapó - Isla grande de Atacama	Decreto 360	2004
11	Rapa Nui	Rapa Nui	Decreto 10	2018
12	Timaukel	Seno Almirantazgo	DS 11	2018
13	Tortel	Tortel	Decreto 18	2018

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida del MMA (MMA, 2021b).

d.2 Santuario de la naturaleza

La Ley N°17.288 de 1970 sobre Monumentos Nacionales, modificada por la Ley N°20.417, establece las regulaciones para la creación de Santuarios de la Naturaleza, recomendados por el Consejo de Monumentos Nacionales y sancionados por el Ministerio de Educación, actualmente administrados por el MMA (Bertora, 2018). Los santuarios de la naturaleza corresponden a "aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado" (Art. N°31 de la Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales).

Esta normativa indica condiciones para autorizar trabajos de construcción o excavación, y denegar actividades que pudieran alterar su estado natural. El Consejo de Monumentos Nacionales, confecciona un informe sobre nuevas propuestas de Santuario, este lo envía al MMA, quien lo remite a pronunciamiento por parte del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, el ministerio es quien mantiene la custodia general de estas áreas (públicas o privadas) (Sierralta et al., 2011).

d.3 Parques Marinos

La L.G.P.A. creó dos figuras de protección de espacios marinos, parques y reservas marinas, los que no permiten grados de explotación o los permiten limitada y transitoriamente, sin la posibilidad de ser traspasados a particulares. Una vez constituidas estas figuras quedan bajo la tuición del Servicio Nacional de Pesca, mientras que el Reglamento sobre Parques Marinos promulgado por D.S. N°238 de 2004 del Ministerio de Economía, detalla el procedimiento de establecimiento, regula la tuición y su administración a través de los Planes Generales de Administración. Además, establece las actividades posibles de realizar de acuerdo a su nivel de protección.

Los parques marinos son espacios "destinados a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat" (Art. N°3 letra d) de la L.G.P.A. Todo parque contará con un Plan General de Administración, en ellos no podrá efectuarse ninguna actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación e investigación. Chile cuenta con diez Parques Marinos, estos son**:** 1) Motu Motiro Hiva; 2) Nazca-Desventuradas; 3) Montes Submarinos Crusoe y Selkirk; 4) Lobería Selkirk; 5) El Arenal; 6) Tierra Blanca; 7) El Palillo; 8) Mar de Juan Fernández; 9) Islas Diego Ramírez y Paso Drake; y 10) Francisco Coloane (Cuadro N°7) (SERNAPESCA, 2021c).

Cuadro N°7.
Registro Nacional de Parques Marinos en Chile

Tipo Protección	Nombre	Localidad	Región	Superficie	Año
Parque Marino	Motu Motiro Hiva	Islas Salas y Gómez	Valparaíso	150.000 km^2	2010
	Francisco Coloane	Isla Carlos III	Magallanes	1.506 ha	2003
	Nazca-Desventuradas	Islas San Ambrosio y San Félix	Valparaíso	300.035 km^2	2005
	Parque Marino "Montes Submarinos Crusoe y Selkirk"	Archipiélago de Juan Fernández	Valparaíso	1.078 km^2	2016
	Red de Parques Marinos: "Lobería Selkirk", "El Arenal", "Tierra Blanca" y "El Palillo"	Archipiélago de Juan Fernández	Valparaíso	3,45 km^2	2017
	Mar de Juan Fernández	Archipiélago de Juan Fernández	Valparaíso	262.000 km^2	2018
	Islas Diego Ramírez y Paso Drake	Archipiélago Diego Ramírez y el Paso Drake	Magallanes	144.390,6 km^2	2018

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida del SUBPESCA (SUBPESCA, 2021c).

d.4 Reservas Marinas

El artículo 3 letra d) de la L.G.P.A. define a las reservas marinas como "áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo". El Reglamento sobre Reservas Marinas (D.S. N°238 de 2004) establece procedimientos, regula la tuición y su administración a través de los Planes Generales de Administración, aquí sólo podrán efectuarse actividades según este plan, y sólo se autorizarán actividades con propósitos de observación, investigación y extractivas permitidas transitoriamente.

El Plan General de Administración regula y ordena la gobernanza de las Reservas Marinas, su protección y manejo de recursos hidrobiológicos, contiene programas de administración, investigación, manejo, vigilancia, entre otros. A la fecha, en el país se decretan cinco Reservas Marinas: "La Rinconada" en la Región de Antofagasta, que fue la primera en 1997, "Isla Chañaral" en la Región de Atacama, "Islas Choros y Damas" en la Región de Coquimbo y "Putemún" y "Pullinque", ambas en la Región de Los Lagos (Guía de Parques y Reservas Marinas, 2021) (Cuadro N°8).

Cuadro N°8.
Registro Nacional de Reservas Marinas en Chile

Tipo Protección	Nombre	Localidad	Región	Superficie en ha	Año
Reserva Marina	La Rinconada	La Rinconada	Antofagasta	331,61	1997
	Isla Chañaral	Isla Chañaral	Atacama	2.894	2005
	Islas Choros y Damas	Islas Choros y Damas	Coquimbo	3.863	2005
	Pullinque	Estero de Quetalmahue	Los Lagos	740	2003
	Putemún	Estero de Castro	Los Lagos	751	2003

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida del SUBPESCA (SUBPESCA, 2021c).

d.5 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos

La L.G.P.A. creó las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) estas son entregadas a organizaciones de pescadores artesanales para la explotación de estos recursos, lo que puede fortalecer las capacidades organizacionales de la pesca artesanal. El D.S. N°355 de 1995, Reglamento sobre AMERB, indica a esta categoría solo disponible para las organizaciones del sector artesanal.

La L.G.P.A. es el marco general del sector artesanal, industrial y acuícola, estos derechos de uso tienen niveles de autonomía muy distintos en el ejercicio. Así, la Salmonicultura se ha favorecido de una considerable porción del espacio costero y dotados de plena propiedad, la Pesca Artesanal cuenta una porción aún más amplia de espacio, aunque menos segura y condicionada (Tecklin, 2015), mientras que las comunidades indígenas evidencian avances considerables en derechos costeros, por ejemplo: el incremento en el número de solicitudes (Araos et al., 2020).

Estos espacios están destinados al manejo de recursos pesqueros artesanales, y cuentan con un sistema de co-manejo delegado de pesquerías basado en el derecho exclusivo a pescar ciertos recursos bentónicos dentro de un espacio costero limitado. Para asignar un área se debe realizar una solicitud, la que es revisada por diversas autoridades, si se aprueba el área es "destinada" al SERNAPESCA, el que puede en un contrato (renovables y revocables) por cuatro años con la organización de pesca para su manejo y explotación (Tecklin, 2015). Cabe mencionar, la ley N°21.027 de 2017, tiene por objetivo regular el desarrollo integral y armónico de las caletas pesqueras a nivel nacional y fijar las normas para su declaración y asignación. Implementando un nuevo régimen jurídico más beneficioso que el anterior, para las organizaciones de pescadores artesanales que desean administrar una caleta.

Reflexión final

La gestión de la zona costera ha tenido más en cuenta las necesidades de desarrollo que las de protección y conservación de los recursos y el ambiente (Barragán et al., 2005). El Estado maneja el territorio a través del fortalecimiento de la propiedad privada sobre los recursos naturales, mediante cuerpos legales que otorgan derechos de uso sobre el BC (regímenes de propiedad y/o concesiones a particulares). Sin embargo, aun cuando Chile ha demostrado iniciativas en normativas destinadas a la protección y ordenamiento de la zona costera, la institucionalidad no ha contemplado una política que permita su regulación permanente e integral, y que asegure superar el concepto de BC, que es extremadamente restrictivo. De esta forma, la administración para el uso del borde costero parece obedecer más a una finalidad sectorial, restringiendo una planificación adaptada a requerimientos ambientales y de conservación de los ecosistemas marinos (Bravo et al., 2018).

La CNUBC está encargada de aprobar propuestas de ZUBC. Sin embargo, se insertan en un contexto general de ordenamiento de espacios terrestres y marítimos, teniendo nulo efecto vinculante y escasa extensión territorial (Andrade et al., 2008). En esa línea, autores como Martínez et al. (2019a: 20) señalan que "el enorme traslape de atribuciones, la descoordinación entre funciones, y la gran cantidad de entidades públicas participantes en la gestión entorpecen los procesos y terminan generando zonificaciones costeras con poco poder de articulación y desfasadas temporalmente". Por otro lado, la jerarquía del PRI, PRC o del PROT referente a la ZUBC no es clara, no hay definiciones precisas sobre la interdependencia entre estos respecto a la ZUBC en el propio D.S N°475 ni en la ley LGUC (Orellana et al., 2020). En la práctica, las zonificaciones solo tienen un efecto práctico cuando se incorporan en un PRC, PRI o PRM, lo que no siempre sucede (Maturana et al., 2017).

En definitiva, encontramos un extenso conjunto de IPT´s elaborados para influir en la forma de ocupación del territorio y que, pese a su carácter normativo o indicativo, pueden entregar lineamientos en pro de un desarrollo sustentable (Maturana et al., 2017). Son diversas las críticas sobre la regulación de las áreas protegidas, se puede señalar la ausencia de un sistema integrado de áreas protegidas marinas y terrestres, la falta de integración entre los mecanismos jurídicos de protección ambiental y los instrumentos de planificación territorial, y la ausencia de recursos financieros suficientes (Hervé, 2011). En ese sentido, se reconoce el roce entre competencias de los organismos encargados de la gestión y/o planificación del borde costero y territorio terrestre colindante (Andrade et al., 2008).

Por último, podemos señalar que la zona costera cuenta con diversas maneras para establecer la regulación, uso y gestión de espacios y sus recursos. En nuestro análisis identificamos instrumentos y normativas relevantes como: Instrumentos de Planificación Territorial Estrictos (PRDU, PRI-PRM, PRC), Zonificaciones de Uso del Borde Costero (ZUBC), D.F.L. Nº340/1960 (CC.MM), la Ley General de Pesca y Acuicultura N°19.882 (CC.AA, AMCP y AMERB), la Ley Lafkenche N°20.249 (ECMPO), entre otros. A estos instrumentos y normativas se deben adicionar otras políticas y leyes que podrían traer algunos cambios en las formas de ocupación de la zona costera, como por ejemplo, la Ley de Humedales Urbanos (Ley 21.202).

Nuestro país ha experimentado constantes amenazas de riesgos de desastre y la modernización institucional y normativa ha llevado a incorporar de manera más explícita la variable de riesgo (Martínez et al., 2017). De esta forma, se plantea la necesidad de contar con una Ley de Costas para enfocar el desarrollo sostenible y los procesos adaptativos del cambio climático (Martínez et al., 2019a). Algunos principios orientadores para considerar son: el Enfoque de gestión integrada de áreas litorales (GIAL), el Principio de desarrollo sostenible, el Enfoque de cambio climático, el Reconocimiento de carácter público de las costas, la Reducción de riesgos de desastres, el Principio de justicia ambiental, el Principio participativo, el Principio precautorio y el Enfoque ecosistémico (Martínez et al., 2019b).

Los principios mencionados en el párrafo precedente, así como la necesidad de establecer mejores mecanismos de articulación entre los distintos instrumentos y enfoques existentes en el país, deben ser fortalecidos por la nueva Política Nacional de Ordenamiento del Territorio (PNOT), toda vez que sumada a las ya existentes políticas de desarrollo urbano y rural, pueden permitir a los Gobiernos Regionales y la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio (COMICIVYT), ejercer las responsabilidades establecidas por la ley N°21.074 y sobre todo, transformarse en la entidad responsable del tema del ordenamiento territorial en el país. Adicionalmente, la promulgación de la PNOT y en especial, la esperada aprobación del Reglamento de los PROT, permitirá la puesta en vigencia de estos últimos, resolviendo las ausencias que se han señalado en este trabajo respecto del espacio no regulado por la planificación urbana, instalando el carácter vinculante para ciertas definiciones y revalorizando, las zonificaciones costeras ya existentes.

Finalmente, para mejorar la planificación territorial en la costa de Chile, la futura Ley de Costas debiera incorporar algunos aspectos relevantes, entre ellos: a) ampliar el concepto de borde a zona costera y articularse con los IPT (Martínez et al., 2019a); b) promover usos relativos a la conservación (ECMPO, Pesca Artesanal, Áreas Protegidas); c) Promover el carácter público de la costa y su libre acceso; d) Incorporar el enfoque de cambio climático, gestión de riesgos de desastres y desarrollo sustentable; y, e) el reconocimiento de los saberes y particularidades culturales de cada espacio costero.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto FONDECYT 1181954: Escenarios Participativos para el Ordenamiento Territorial. Hacia la sustentabilidad del paisaje en las regiones de La Araucanía y Los Ríos y a la Beca Doctorado en el Extranjero ANID 2019/72180000.

Referencias Bibliográficas

ANDRADE, B., ARENAS, F., y GUIJÓN, R. Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. Revista de Geografía Norte Grande, 2008, N°41, p. 23-48.

ANDRADE, B., ARENAS F., y LAGOS, M. Incorporación de criterios de fragilidad ambiental y riesgo en la planificación territorial de la costa de Chile central. Revista de Geografía Norte Grande, 2010, N°45, p. 5-20.

ARENAS, F., MARTINEZ, C., & HIDALGO, R. The Real Estate Offer and the Urban Development as Factors of Vulnerability to Natural Hazards. The Case of the Concon Coast in Central Chile. Mededelingen der Zittingen/ Bulletin des Séances. Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer. 2016, Vol. 62, N°2, p. 263-282.

ARAOS, F., CATALÁN, E., ÁLVAREZ, R., NÚÑEZ, D., BRAÑAS, F., y RIQUELME, W. Espacios Costeros Marinos para Pueblos Originarios usos consuetudinarios y conservación marina. Anuario Antropológico, 2020, N°1, p. 46-68.

BARRAGÁN, J., CASTRO, C., & ALVARADO, C. Towards integrated coastal zone management in Chile. Coastal Management, 2005, Vol. 33, N° 1, p. 1-24.

BARRAGÁN, J., & DE ANDRÉS, M. Analysis and trends of the world's coastal cities and agglomerations. Ocean and Coastal Management, 2015, Vol. 114, p. 11-20.

BRAVO, R., DÍAZ, H., HERRERA, M., y LÓPEZ, E. Ecosistemas marinos y del borde costero. En Informe país, estado del medio ambiente en Chile. Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile. 2018, Vol. 6, p. 219-458.

BERTORA, C. Gestión colaborativa y participación ciudadana en la administración del Santuario de la Naturaleza "Bosque de Calabacillo" de Navidad. Revista de Estudios Ius Novum, 2018, Vol. 11, N°2, p. 38-58.

CAMPORT. Cámara Marítima y Portuaria de Chile. Administración del uso del borde costero. Documento de Análisis, 2019, p. 7.

CASTRO, C., ALVARADO, C., ANDRADE, R., DE LA MAZA, C., GUIJÓN, R., GODOY, C., LABBÉ, G., PEÑA, F., VIEJO, M., VILLABLANCA, R., ZAMORA, F., y URREA, J. Algunas orientaciones para el manejo costero integrado en Chile. En BARRAGÁN-MUÑOZ, J.M. (coord.). Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Propuestas para la acción. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, 2011, p. 159-170.

CAVADA, J. Cambio de uso de Suelo de la Ley General de Urbanismo y Construcción, Cambio de destino ante el SII, y Desafectación de terreno forestal ante CONAF. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2018, p. 9.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Observatorio Planificación. Disponible en: https://observatorioplanificacion.cepal.org/es

CERVANTES, J. Los Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios ECMPO como medida de conservación: análisis de casos en el golfo de Quetalmahue, Ancud. Proyecto de grado para optar al grado de Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza, Santiago, Universidad de Chile, 2019, p. 78.

CGR. Dictamen 032186N13. Disponible en: https://www.contraloria.cl/pdfbuscador/dictamenes/032186N13/html

CGR. Dictamen 031971N18. Disponible en: https://www.contraloria.cl/pdfbuscador/dictamenes/031971N18/html

CGR Dictamen N°10.016 del 2004. Disponible en: https://www.contraloria.cl/pdfbuscador/dictamenes/010016N04/html

CORDERO, E. El derecho urbanístico: los instrumentos de planificación territorial y el régimen jurídico de los bienes públicos. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007, N°29, p. 269-298.

CORDERO, E. Ordenamiento territorial, justicia ambiental y zonas costeras. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2011, Vol. 36, p. 209-249.

DDU. (18 de 03 de 2021). Circular DDU 417 de 2019. Disponible en: https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/06/DDU-417.pdf

DE ANDRADE, R., CABEZAS, A., CORNEJO, S., GODOY, C., MORENO M., y VILLABLANCA, R. Guía de modelos de administración y gestión participativa de Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCPMU). PNUD, Santiago, 2010, p. 28.

GONZÁLEZ, C. Contraloría: el 94% de las obras náuticas en el borde costero del Lago Villarrica no tienen concesión marítima. País Circular, págs. [consulta 21-01-2021]. Disponible en: https://www.paiscircular.cl/medio-ambiente/contraloria-detecta-que-el-94-de-las-obras-nauticas-en-el-borde-costero-del-lago-villarrica-no-tienen-concesion-maritima/.

GUÍA DE PARQUES Y RESERVAS MARINAS. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2021. p. 56. Disponible en: http://www.sernapesca.cl/manuales-publicaciones/guia-de-parques-y-reservas-marinas.

HERVÉ, D. Las causas del conflicto por la central termoeléctrica de Barrancones en Punta de Choros. Anuario de Derecho Público, 2011, N°1, p. 189-208.

HIDALGO, R., ARENAS, F., y SANTANA., D. ¿Utópolis o distópolis?: producción inmobiliaria y metropolización en el litoral central de Chile (1992-2012). Eure, 2016, Vol. 42, N°126, p. 27-54.

HIDALGO, R., SANTANA, D., y VILLAGRÁN, C. La producción inmobiliaria de segunda residencia en el borde costero del área metropolitana de Valparaíso (1992-2012): tipologías morfológicas en la comuna de Puchuncaví. Revista AUS, 2014, N°16, p. 52-58.

INVERSIONES PANGUIPULLI SPA VS CONTRALORÍA REGIONAL DE LOS RÍOS, 121759-2020 (Corte Suprema 5 de octubre de 2020).

JIMÉNEZ, V., CAMPESINO, A., HIDALGO, R., y ALVARADO, V. Normalización del modelo neoliberal de expansión residencial más allá del límite urbano en Chile y España. Eure, 2018, Vol. 44, N°132, p. 27-46.

LIRA, P. Política nacional de uso del borde costero: un análisis desde el punto de vista de su impacto en el ordenamiento del territorio. Urbano, 2001, p. 63-68.

MARTÍNEZ, M., INTRALAWAN, A., VÁZQUEZ, G., PÉREZ-MAQUEO, O., SUTTON, P., & LANDGRAVE, R. The coasts of our world: ecological, economic and social importance. Ecological Economics, 2007, Vol. 63, N°2-3, p. 254-272.

MARTÍNEZ, C., TAMBURINI, L., y MORIS, R. Gestión Del Riesgo, Descentralización Y Políticas Públicas: ¿Se Reduce El Riesgo De Desastres En Chile? En: Vial, C., y Hernández, J. (Ed) "¿Para qué Descentralizar? Centralismo y Políticas Públicas en Chile: Análisis y Evaluación por Sectores", Universidad Autónoma de Chile, Santiago de Chile, 2017.

MARTÍNEZ, C., ARENAS, F., BERGAMINI, K., y URREA, J. Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. Serie Policy Papers CIGIDE, 2019a, p. 24.

MARTÍNEZ, C., MARTÍNEZ, I., PAREDES, C., y CIENFUEGOS, R. ¿Por qué Chile necesita una Ley de Costas? Hacia nueva gobernanza de la costa para el siglo XXI, Serie Policy Papers CIGIDEN, 2019b.

MARTÍNEZ, G., FIGUEROA, R., y UGALDE, A. El rol de las universidades en el proceso de macro-zonificación del borde costero en la región de Valparaíso, Chile. Revista Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, 2018, p. 295-300.

MATURANA, F., FUENZALIDA, M., ARENAS, F., y HENRÍQUEZ, C. La planificación territorial en Chile y el proceso de descentralización. En VIAL, C. y HERNÁNDEZ, J. (eds.), ¿Para qué Descentralizar? Centralismo y políticas públicas en Chile. Análisis y evaluación por sectores, Santiago: ICHEM. 2017, p. 181-208.

MEZA-LOPEHANDÍA, M. La Ley Lafkenche: análisis y perspectivas a 10 años de su entrada en vigor. Asesoría técnica parlamentaria, documento elaborado para la Comisión de Vivienda, Desarrollo Urbano y Bienes Nacionales. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2018, p. 23.

MINVU. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Seguimiento IPT [consulta 05-08-2021]. Disponible en: http://seguimientoipt.minvu.cl/main.php

MMA. Ministerio del Medio Ambiente [consulta 19-01-2021a]. Disponible en: https://mma.gob.cl/regiones-iniciaran-procesos-de-zonificacion-del-borde-costero

MMA. Ministerio del Medio Ambiente [consulta 10-01-2021b]. Disponible en: http://bdrnap.mma.gob.cl/buscador-rnap/#/busqueda?p=11

MOLINET, C., NIKLITSCHEK, E., COPER, S., DÍAZ, M., A. DÍAZ, P., FUENTEALBA, M., & MARTICORENA, F. Challenges for coastal zoning and sustainable development in the northern Patagonian fjords (Aysén, Chile). Lat. Am. J. Aquat. Res., 2014, Vol. 42, N°1, p. 18-29.

ORELLANA, A., ARENAS, F., y MORENO, D. Ordenamiento territorial en Chile: Nuevo escenario para la gobernanza regional. Revista de Geografía Norte Grande, 2020, N°77, p. 31-49.

PEÑA-CORTÉS, F., PINCHEIRA-ULBRICH, J., FERNÁNDEZ-SOTO, E., ANDRADE, E., REBOLLEDO, G., y SALINAS, C. Ordenamiento Territorial en Chile: desafíos para incorporar la gestión integrada de zonas costeras. En HIDALGO, R., MARTÍNEZ, C., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, F., RANGEL, N., y CONTRERAS M. La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia, Santiago de Chile. Ediciones UC. 2019, p. 353-376.

PEÑA-CORTÉS, F., PINCHEIRA-ULBRICH, J., BERTRÉN, C., TAPIA, J., HAUENSTEIN, E., FERNANDEZ- SOTO, E., & ROZAS-VASQUEZ, D. A study of the geographic distribution of swamp forest in the coastal zone of the Araucanía Region, Chile. 2011. Appl. Geogr., Vol. 31, N° 2, p. 545-555.

PÉREZ-MAQUEO, O., MARTÍNEZ, M., LITHGOW, D., MENDOZA-GONZÁLEZ, G., FEAGIN, R., & GALLEGO-FERNÁNDEZ, J. The coasts and their costs. In MARTÍNEZ, M., GALLEGO-FERNANDEZ, J., & HESP, P. (Eds.), Coastal Dune Restoration, Springer, 2013, p. 289-304.

PRECHT, A., REYES, S., y SALAMANCA, C. El ordenamiento territorial de Chile. Ediciones UC. 2016, p. 197.

PINILLA, J., y LOBO, F. Normativa legal sobre uso del borde costero. Ciencia e Investigación Forestal INFOR Chile, 2012, Vol. 18, N°1, p. 93-99.

RAJEVIC, E. La planificación urbana en Chile. Revista de Derecho del Consejo de Defensa del Estado, 2001, N°3, p. 10.

RAMIREZ, G. El rol de la ciudad infiltrada en la reconfiguration de la periferia metropolitana de Santiago de Chile. Estudios Geográficos, 2009, Vol. 70, N°266, p. 205-229.

REGLAMENTO SOBRE CONCESIONES MARÍTIMAS. Armada de Chile, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR). Tercera Edición, 2018, p. 54.

RIESTRA, S. Justicia ambiental y planificación territorial del borde costero. En BERMÚDEZ, J. y HERVÉ, D. Justicia Ambiental, Derecho e Instrumento de Gestión del Espacio Marino Costero. LOM (Ed.), 2013, p. 127-158.

SIERRALTA, L., SERRANO, R., ROVIRA, J., y CORTÉS, C. Las áreas protegidas de Chile. Antecedentes, Institucionalidad, Estadísticas y Desafíos. Ministerio del Medio Ambiente Chile, 2011, p. 38.

SUBPESCA. Subsecretaria de Pesca y Acuicultura [consulta 22-01-2021a]. Disponible en: https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-propertyvalue-50834.html#collapse00

SUBPESCA. Subsecretaria de pesca y acuicultura [consulta 15-01-2021b]. Disponible en: https://www.subpesca.cl/portal/619/w3-article-79952.html

SUBPESCA. Subsecretaria de pesca y acuicultura [consulta 13-01-2021c]. Disponible en: http://www.sernapesca.cl/preguntas-frecuentes/parques-y-reservas-marinas

SS.FF.AA. Subsecretaria para las fuerzas armadas [consulta 10-01-2021a]. Disponible en: https://www.ssffaa.cl/asuntos-maritimos/zonificacion-del-borde-costero/estado-de-avance-programa-zonificacion-del-borde-costero/

SS.FF.AA. Subsecretaria para las fuerzas armadas [consulta 10-01-2021b]. Disponible en: https://www.ssffaa.cl/index.php/zonificacion-del-borde-costero

TECKLIN, D. La apropiación de la costa chilena: Ecología política de los derechos privados en torno al mayor recurso público del país. En PRIETO, M., BUSTOS, B., & BARTON, J. Ecología política en Chile: Naturaleza, propiedad, conocimiento y poder. Editorial Universitaria, Santiago, Chile, 2015, p. 121-142.

VICUÑA, M. El marco regulatorio en el contexto de la gestión empresarialista y la mercantilización del desarrollo urbano del Gran Santiago, Chile. Revista INVI, 2014, Vol. 28, N°78, p. 181-219.

7.2.

Desafíos en planificación territorial y resiliencia costera: el caso de la amenaza de tsunamis[1]

Challenges in land use planning and coastal resilience: the case of tsunami hazards

Magdalena Vicuña[2], Jorge León[3]

RESUMEN

Los instrumentos de planificación urbana y de ordenamiento territorial, a través de su capacidad de conducir el desarrollo de la morfología urbana, pueden incidir significativamente en la vulnerabilidad frente al riesgo de desastres de origen natural. Para indagar en esta relación, este capítulo analiza el caso de los planes reguladores comunales (PRC) de 12 ciudades expuestas a la amenaza de tsunamis en Chile. Con este objetivo, se examinan como los PRC inciden en las tres dimensiones componentes de la vulnerabilidad: exposición, susceptibilidad y capacidad de respuesta. Para ello se utiliza una metodología que, en entornos de Sistemas de información Geográfica (SIG), combina el análisis de las reglamentaciones incluidas en los PRC con la información de inundación por tsunami incluidas en las cartas CITSU del SHOA. Complementariamente, se desarrolla un modelo de evacuación por agentes que permite evaluar cómo la forma urbana condiciona la capacidad de respuesta de la población. Los resultados de esta investigación muestran que el riesgo por tsunami está todavía escasamente incorporado en los PRC, incluso después de eventos destructivos recientes en los años 2010 y 2015. Aún más, los PRC son excesivamente laxos en restringir densidades de ocupación en zonas altamente expuestas a la amenaza de tsunami (lo cual puede incrementar de forma significativa los tiempos de evacuación, como así lo demostramos) y también permiten el emplazamiento de infraestructura de importancia crítica en estas zonas.

Palabras clave: tsunamis, planes reguladores comunales, vulnerabilidad, forma urbana.

ABSTRACT

Regulatory and land use planning instruments can significantly influence vulnerability to the risk of natural disasters through their ability to conduct the urban form's development. This chapter addresses this relation by analyzing 12 cities exposed to the threat of tsunamis in Chile and their communal regulatory plans (CRP). We examine how CRPs affect the three-component dimensions of vulnerability: exposure, susceptibility, and response capacity. For this, we use a methodology that, through Geographic Information Systems (GIS), combines the analysis of regulations included in the CRPs with the information on flooding by tsunami provided by the SHOA's CITSU charts. In addition, we developed an evacuation model by agents, which evaluates how the urban form conditions the population's response capacity. Results show that tsunami risk is still poorly incorporated into CRPs, even after recent destructive events in 2010 and 2015. Furthermore, CRPs are excessively flexible in restricting occupancy densities in highly exposed areas to the threat of tsunami (which can significantly increase evacuation times, as we have shown). Also, CRPs allow for the emplacement of critical infrastructure in these areas.

Key words: tsunamis, land use planning, vulnerability, urban form.

1 Parte de los resultados aquí presentados, han sido publicados en los artículos León, J., Vicuña, M., Ogueda, A., Guzmán, S., Gubler, A., & Mokrani, C. (2021). From urban form analysis to metrics for enhancing tsunami evacuation: Lessons from twelve Chilean cities. International Journal of Disaster Risk Reduction, 58, 102215 y León, J., Vicuña, M., Guzmán, S. (2022). Urban form planning and tsunami risk vulnerability: analysis of 12 Chilean coastal cities. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. Por publicar.

2 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN).

3 Departamento de Arquitectura, Universidad Técnica Federico Santa María, Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN).

Introducción

La forma de las ciudades puede incidir significativamente en la vulnerabilidad frente al riesgo de desastres de origen natural (Nemec et al., 2014; León y March, 2016; Sharifi, 2019a; Sharifi 2019b). Las principales propiedades de la forma urbana que tendrían relación con la resiliencia de una ciudad como sistema material y espacial corresponden a: escala, estructura urbana, densidad, usos de suelo, espacios públicos abiertos y trama vial (Allan & Bryant, 2011; Yuwen et al., 2020). Estas propiedades morfológicas son el resultado, al menos parcial, de la aplicación sistemática y a diferentes escalas, de instrumentos de planificación urbana, los cuales definen, mediante la zonificación, densidades máximas para las nuevas edificaciones, con parámetros de habitantes o viviendas/hectárea, alturas máximas y coeficientes de constructibilidad. Estos instrumentos tienen la capacidad de promover mayor compacidad urbana en combinación con otras medidas como mixtura de usos, disponibilidad y accesibilidad a equipamientos, accesibilidad peatonal, y cercanía a centros de servicios. Pueden también evitar la localización de equipamientos e infraestructuras críticas, minimizar las zonas de uso residencial exclusivo en áreas expuestas a amenazas y definir áreas de riesgo con normas urbanísticas más restrictivas, evitando la consolidación de centros o nodos de alta centralidad en áreas propensas al riesgo (Sharifi, 2019). Los instrumentos de planificación definen también la vialidad estructurante de los nuevos crecimientos y también de la ciudad consolidada, promoviendo una mejor accesibilidad entre barrios y localidades urbanas y vías de evacuación (Villagra et al 2014). Por último, tienen la potestad para reservar áreas de protección y espacios públicos abiertos, para conformar un sistema de áreas verdes de diferentes escalas, en zonas seguras y conectadas con vías de evacuación (AUHS, 1997).

De esta manera, los instrumentos de planificación urbana y de ordenamiento territorial pueden optimizar el desarrollo de la forma urbana en áreas expuestas al riesgo (Burby et al., 2000; Zhang, 2010; Shrestha et al., 2018). Por lo tanto, es importante evaluar en qué medida y de qué manera estos instrumentos son capaces de conducir el desarrollo de las propiedades de la forma urbana que inciden en la vulnerabilidad, contribuyendo a la mitigación o aumento del riesgo ante desastres de origen natural.

Chile es un país altamente expuesto a la amenaza de tsunamis. La población que habita ciudades costeras corresponde a alrededor de 4,5 millones de personas, el 25,9% de la población nacional (INE, 2017b). De acuerdo con el Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU) del Instituto Nacional de Estadísticas, las 20 comunas más expuestas a esta amenaza concentran una población de aproximadamente 300.000 personas viviendo en zonas de inundación (INE, 2020), situación que se hace más crítica en verano producto de la ocupación de segundas viviendas y el aumento por población flotante (León et al., 2019).

En Chile, los instrumentos que abordan la planificación de dichas áreas urbanas corresponden a los planes reguladores metropolitanos, intercomunales, comunales y seccionales, dependiendo de la escala de aplicación. Estos son instrumentos de carácter vinculante y, por ley, los planes reguladores comunales (PRC) deben actualizarse cada 10 años. En el proceso de elaboración de los PRC se realiza un Estudio de Riesgos para definir "áreas de riesgo". Son cuatro los tipos de áreas de riesgo, los cuales dependen de la amenaza: 1) zonas potencialmente inundables por tsunamis y/o proximidad a depresiones de superficies (ríos, lagos, quebradas y cursos de agua); 2) zonas propensas a avalanchas, aluviones o erosiones acentuadas; 3) zonas con peligro por actividad volcánica o fallas geológicas; y 4) zonas con riesgos generados por actividad antrópica. En las áreas de riesgo se limita un determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres, definiéndose aquellas que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. En las zonas urbanizadas o urbanizables, las áreas de riesgo se superponen a la zonificación, es decir, las normas urbanísticas aplicables corresponden a las disposiciones de la zona sobre la cual se emplaza el área de riesgo. Ahora bien, estos estudios no incorporan la evaluación de la vulnerabilidad en sus múltiples variables, fundamentando normativamente las áreas de riesgo a partir de estudios focalizados principalmente en las amenazas (Martínez y Aránguiz, 2016).

El evento tsunamigénico del 27F puso en evidencia las carencias territoriales y normativas del país, específicamente en términos de planes reguladores, así como el déficit de insumos, mapas y registros vinculados al riesgo (Gobierno de Chile, 2014). Tras este hito, 66 comunas requirieron modificación, actualización o estudios de riesgo tras la aplicación de la Ley de Sismos y Catástrofes (MINVU, 2010), proceso por el cual se flexibilizan los plazos de respuestas y aprobación de proyectos parciales o anteproyectos de PRC elaborados por cada Municipalidad (Moris et al., 2017). En este sentido, el estado actual de los PRC difiere a lo largo del país. De las 346 comunas que componen el territorio nacional, 101 comunas presentan zonas costeras. De éstas, sólo 31 cuentan con un PRC actualizado, 44 están en proceso de modificación, 21 en proceso de formulación y 5 sin un PRC (Guzmán, 2021). Respecto a la antigüedad de estos instrumentos, las ciudades costeras mantienen un promedio de 17,11 años entre sus procesos de actualización, mientras que ciudades no costeras alcanzan los 13,97 años (MINVU, 2020).

Este artículo tiene por objetivo abordar cómo inciden los instrumentos de planificación chilenos en la vulnerabilidad frente al riesgo de tsunami. Para esto, nos basamos en el marco teórico definido por Birkmann et al. (2010), Cutter et al. (2008), Turner et al. (2003), UNISDR (2009) y Wisner, Gaillard y Kelman (2012), entre otros. En

este marco, el *riesgo* se define como la combinación de una *amenaza* externa y una *vulnerabilidad* interna. A su vez, esta última puede definirse como una interacción de factores de *exposición* (quién o qué está en riesgo), *susceptibilidad* (el grado en que el sistema u objeto de análisis puede ser afectado por las perturbaciones externas) y la *capacidad de respuesta o adaptación* (la habilidad del sistema para transformarse, evolucionar y acomodarse a esas perturbaciones). Por lo tanto, este trabajo se enfocará en analizar cómo los PRC inciden en el desarrollo de estos tres factores de vulnerabilidad.

A modo de hipótesis, planteamos que los PRC actualmente no constituyen instrumentos con la capacidad efectiva para incorporar y gestionar adecuadamente el riesgo de desastres, particularmente el riesgo asociado a la amenaza de tsunami. Esto, debido a su incapacidad de guiar un adecuado desarrollo de los factores de vulnerabilidad anteriormente nombrados. Esto conlleva un incremento sistemático de la misma, a medida que las ciudades crecen y se desarrollan en zonas expuestas. Por tanto, proponemos realizar un análisis de los PRC actualmente vigentes en las ciudades costeras chilenas más expuestas a inundación por tsunami, enfocándonos específicamente en cómo aquellos impactan en las tres dimensiones de la vulnerabilidad: exposición, susceptibilidad y capacidad de respuesta.

Metodología

Nuestro estudio fue desarrollado en su totalidad en sistemas de información geográfica (SIG). Para el análisis de la exposición y la susceptibilidad evaluamos una selección de 99 muestras del tejido urbano obtenidas de 12 áreas urbanas en la costa de Chile: Arica, Iquique, Antofagasta, Taltal, Caldera, Coquimbo-La Serena, Viña del Mar-Valparaíso, San Antonio, Constitución, Bahía de Concepción, Coronel y Lota (Cuadro N°1). Estas áreas concentran los mayores porcentajes de población residente expuestas a tsunamis (INE, 2020). Las muestras de tejido urbano se obtuvieron mediante la aplicación de la zonificación existente en los respectivos PRC dentro del área de inundación por tsunami, definida según las cartas de inundación del SHOA (SHOA, 2012). Este procedimiento llevó a la identificación preliminar de 213 zonas o muestras, de las cuales mantuvimos 99 para el análisis subsecuente: aquellas que admitían usos residenciales (según el PRC respectivo). Para el análisis de la dimensión de *exposición* en estas muestras, por un lado constatamos si el PRC establece la zona inundable como área de riesgo y, por otro, utilizamos el dato de la densidad de población (habitantes/hectárea) obtenido desde el censo 2017 (INE, 2018). La *susceptibilidad* de estas muestras, en tanto, fue evaluada a través de la cuantificación de la infraestructura crítica existente en ellas: establecimientos educacionales (enseñanza pre-escolar a media), centros de salud, instituciones de respuesta a las emergencias (bomberos, carabineros, policía de investigaciones) e instituciones gubernamentales (tanto de nivel comunal como regional). Esta información fue obtenida desde las bases de datos del Catálogo Nacional de Información Geoespacial (http://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/main/home.page) y del Observatorio de Ciudades de la Pontificia Universidad Católica de Chile (https://ideocuc-ocuc.hub.arcgis.com/).

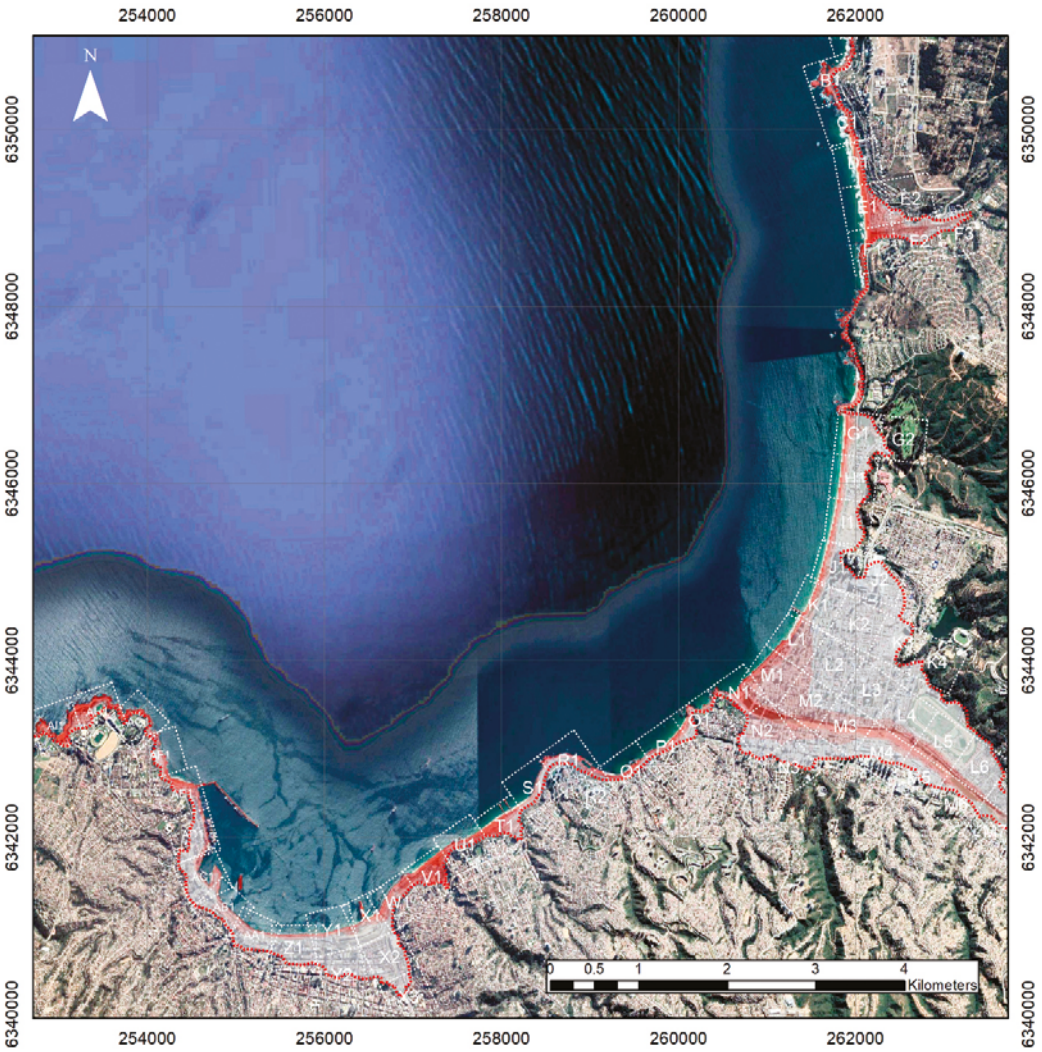
Cuadro N°1.
Síntesis de casos de estudio examinados. AR = Arica, IQ = Iquique, AN= Antofagasta, TL = Taltal, CA=Caldera, SE= Coquimbo-La Serena, VV= Viña del Mar-Valparaíso, SA= San Antonio, CN= Constitución, BC= Bahía de Concepción, CO= Coronel, LO= Lota.

	AR	IQ	AN	TL	CA	SE	VV	SA	CN	BC	CO	LO
Zona emplazamiento	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Central	Central	Central	Sur	Sur	Sur
Población total (2017)	221.364	191.468	361.873	13.317	17.662	448.784	630,903	91.350	46.068	290.889	116.262	43.535
Área urbana total (km2)	50,23	33,98	98,63	4,83	56,26	142,39	125,15	45,85	7,66	77,48	53,04	9,78
Año del ultimo tsunami destructivo registrado (según carta CITSU)	1877	1877	1877	1877	1922	1922	1730	1730	2010	2010	1835	1835
Porcentaje de población expuesta (CITSU, INE 2017) (%)	21,76	29,41	1,73	4,52	4,81	5,83	6,27	3,44	14,44	29,44	8,64	13,09
Porcentaje del área urbana expuesta a tsunami (CITSU) (%)	20,36	24,89	3,49	9,93	12,79	15,82	6,28	7,72	32,76	32,36	8,71	30,36
Año de promulgación PRC	2009	1981	2002	2012	2010	2019 - 2020	1980 - 1985	2006	1987	2006	2013	1983
Total de zonas de uso de suelo	17	28	15	6	9	15	27	10	7	60	14	5
Cantidad de zonas con uso residencial	10	15	7	3	4	9	13	6	2	18	8	4
Número de muestras urbanas modeladas	7	9	6	3	2	8	8	4	3	6	6	5

Fuente: Elaboración propia.

La dimensión de la *capacidad de respuesta* fue evaluada a través del impacto de la forma urbana en el potencial de evacuación. Para ello, se utilizaron las mismas áreas urbanas anteriormente mencionadas, aunque debido a las restricciones para la modelación computacional se utilizó estrategia diferente para "muestrear" el tejido urbano. En cada uno de los casos de estudio definimos las muestras como cuadrantes de 500x500 metros, ubicados de forma perpendicular a la costa (cubriendo toda la línea costera) y avanzando tierra adentro hasta abarcar toda el área inundable por tsunami de la ciudad, según la carta CITSU del SHOA (2012) (Figura N°1). Este procedimiento permitió obtener 571 muestras de los 12 casos de estudio, de las cuales descartamos 187 ya que, o bien no tenían edificaciones, o no había información censal disponible para ellas. Las 384 muestras restantes fueron analizadas a través de nueve parámetros de morfología urbana, los cuales identificamos a partir de su importancia para el potencial de evacuación: 1) densidad de población; 2) factor de ocupación de suelo; 3) factor de constructibilidad; 4) densidad de la red de calles (km/km^2); 5) permeabilidad de esta red (número de intersecciones viales en la muestra); 6) índice de conectividad (número de arcos/número de nodos en la rede vial); 7) largo total de la red de calles en la muestra (km); 8) número de puntos de salida desde a red hacia zonas de evacuación; y 9) promedio de las distancias geométricas entre los puntos centrales de los arcos de la red vial y estos puntos de salida. Finalmente, identificamos las 67 muestras más "representativas" de estos parámetros, cuyo potencial de evacuación (es decir, el tiempo necesario para evacuar a la población) fue evaluado con un modelo computacional integrado de inundación y evacuación, descrito en León et al. (2020).

Figura N°1.
Ejemplo de subdivisión en cuadrantes de 500x500 metros del área inundable por tsunami en las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar. Cada cuadrante se muestra con su código de identificación, donde las letras muestran el emplazamiento a lo largo de la costa y los números la ubicación al interior de ella



Fuente: Elaboración propia.

Con este modelo, cada una de las muestras fue testeada en el mismo emplazamiento genérico (un sector sin topografía relevante, ubicado al norte de la desembocadura del río Elqui en la costa de La Serena), afectadas por el mismo tsunami (un sismo con magnitud Mw 9.3, con parámetros calculados según la ley de escalamiento propuesta por Papazachos et al. (2004)). Evaluamos 4 escenarios de evacuación distintos: 1) todos los puntos de "salida" desde la red vial hacia zonas seguras estaban disponibles y se determinó una partida simultánea de todos los evacuados, sin presencia de un tsunami que los afectara (esto, para analizar un escenario donde los tiempos de evacuación estuvieran determinados exclusivamente por las características morfológicas de la muestra analizada); 2) similar al anterior, pero con sólo un punto de salida disponible (para evaluar el impacto de posibles derrumbes que bloquearan la red vial); 3) un escenario más "realista", con todos los puntos de salida disponibles, pero afectado por un tsunami que podría alcanzar a los evacuados, los cuales además tienen partidas demoradas, distribuidas aleatoriamente con una media t=8 min[4]; y 4) similar al anterior, pero con sólo un punto de salida disponible. Para cada uno de estos escenarios, además, se ejecutaron 10 simulaciones (para evaluar el impacto de factores estocásticos como el tiempo de partida y la ubicación inicial de cada evacuado). Los resultados del modelo integrado fueron objeto de un análisis regresivo multivariado, utilizando la metodología *random forest* (Breiman, 2001), donde las variables dependientes fueron los tiempos necesarios para evacuar el 65% y el 75% de la población de cada cuadrante (para los escenarios 1-2 y 3-4, respectivamente). Complementariamente, los resultados fueron analizados con la metodología estadística de valores SHAP, que permite explicar la importancia o impacto de una variable independiente sobre otra dependiente (Lundberg y Lee, 2017).

Resultados

El Cuadro N°2 sintetiza los resultados de nuestro análisis para las dimensiones de exposición y susceptibilidad. Nuestro análisis muestra, en primer lugar, que sólo un 24,24% de las 104 zonas inundables analizadas están definidas como "áreas de riesgo" en los PRC. Es decir, toda nueva obra construida en ellas debe contemplar acciones de mitigación. Sin embargo, estas acciones no comprenden criterios que promuevan minimizar la exposición a la inundación limitando la densidad de población. Tampoco coinciden necesariamente con la zona inundable definida por el SHOA. Por ejemplo, mientras en Antofagasta y Taltal la zona de inundación supera ampliamente el área de riesgo definida por el PRC, en Caldera y Coronel la situación es inversa, con áreas de riesgo que abarcan superficies muy superiores a la zona inundable.

Cuadro N°2.
Principales indicadores de exposición y vulnerabilidad para los PRC analizados

Ciudad	Exposición			Susceptibilidad	
	PRC incluye el riesgo por tsunami en áreas urbanas consolidadas	Correspondencia entre el área de riesgo or tsunami PRC y la zona de inundación en carta CITSU (%)	Relación entre densidad admitida por el PRC y densidad existente en zonas inundables	Porcentaje de infraestructuras críticas emplazadas en zonas de inundación (%)	Porcentaje de zonas PRC que admiten preferentemente infraestructura crítica en zonas inundables (%)
Arica	No	-	60,06	22,525	1,1
Iquique	No	-	4	61,525	5,7
Antofagasta	Sí	-37,98	6,57	31,85	40,1
Taltal	Sí	-39,59	1,83	25	0
Caldera	Sí	+55,97	39,66	0	0
La Serena Coquimbo	Sí	-4,4	15,4	14,675	0
Viña del Mar Valparaíso	No	-	8,8	35,8	8,9
San Antonio	No	-	9,5	48,075	0
Constitución	No	-	7,16	85,15	12,4
Bahía de Concepción	No	-	19,05	24,95	12,4
Coronel	Sí	+34,84	6,09	42,2	0,2
Lota	No	-	41,97	45,25	25,4

Fuente: Elaboración propia.

4 Para reflejar un escenario en que la gente tiende a esperar una alerta oficia de evacuación, según las experiencias de emergencias por tsunami en Iquique (2014), Coquimbo (2015) y Valparaíso (2017).

En promedio, el potencial de densificación para una edificación en la zona inundable de las 12 ciudades costeras analizadas corresponde a 7 veces la de su condición existente, aunque existen grandes diferencias entre casos de estudio. La brecha entre densidad existente y planificada es crítica en algunas áreas metropolitanas como Viña del Mar-Valparaíso y la Bahía de Concepción, cuyos PRC disponen densidades máximas que promedian los 1734 hab/ha y 1400 hab/ha, respectivamente, evidenciando altas potencialidades de densificación para acoger un modelo de verticalización intensiva mediante torres residenciales.

Por el contrario, el PRC de Iquique no ha restringido las normas de densidad tras el evento del 2014. Aunque un 29,41% de la población de Iquique se encuentra expuesta a tsunami, el PRC no establece norma de densidad máxima. Al igual que en Iquique, la densidad también es normada indirectamente en el PRC de Antofagasta, mediante el coeficiente de constructibilidad, alturas máximas de edificación (entre 5 a 20 pisos) y rasante de 80°. Ahora, en Antofagasta el porcentaje de población expuesta a inundación por tsunami es muy inferior (1,73%), razón por la cual la ciudad se ha enfocado en la definición de áreas de riesgo aluvional.

En el caso de la dimensión de susceptibilidad, es significativo el bajo porcentaje de zonas inundables planificadas preferentemente para equipamientos. Sin embargo, se constata una presencia importante de equipamientos críticos en zonas inundables: en tanto el 21,96% de los equipamientos críticos en las 12 ciudades analizadas se localiza en una zona inundable, el 79,8% de las 104 zonas analizadas contemplan algún equipamiento crítico localizado en zonas expuestas a inundación por tsunami. De éstas, solo un 20,2% coincide con áreas de riesgo designadas por el PRC. También es interesante destacar que la proyección de zonas preferentemente de equipamiento en relación con otros usos es relativamente baja. En ciudades menores (Taltal y Caldera), e intermedias (Arica, San Antonio y Coronel), los PRC no contemplan zonas preferentemente de equipamientos en zonas inundables. En La Serena-Coquimbo (en proceso de metropolización) tampoco se han planificado zonas que prioricen el equipamiento, sin embargo, destaca una alta proporción de uso residencial.

En el caso de la dimensión de capacidad de respuesta, el Cuadro N°3 sintetiza los resultados del modelo integrado inundación-evacuación para los 67 cuadrantes analizados. Además, la Figura N°2 muestra el análisis SHAP (Lundberg, 2020) de los resultados, indicando cómo las variables independientes (morfología urbana) inciden en las variables dependientes (los tiempos de evacuación), para los escenarios con y sin tsunami. Por último, el Cuadro N°4 ilustra un análisis de sensibilidad en el cual "perturbamos" los datos de entrada del modelo estadístico (es decir cada uno de los parámetros de morfología urbana sucesivamente, dejando inalterados el resto de ellos) en rangos incrementales de +25%, +50%, +75% y +100%. La tabla muestra el incremento promedio (porcentual y en término absoluto) de los tiempos de evacuación, para los escenarios con y sin tsunami.

Cuadro N°3.
Síntesis de los resultados del modelo integrado inundación-evacuación para los 67 cuadrantes analizados

Tipo de escenario	Sin tsunami (partida simultánea)		Con tsunami (partida demorada)	
Disponibilidad de puntos de salida	Todos los puntos están disponibles	Un punto está disponible	Todos los puntos están disponibles	Un punto está disponible
Porcentaje promedio de evacuados escapados (%)	100	100	99,42	99,36
Tiempo promedio para escape total (seg.)	493,6	592,8	1.671,1	1.735,6
Tiempo promedio de escape para el 75% de la población (seg.)	323,9	417,9	876,5	946,1
Tiempo promedio de escape para el 65% de la población (seg.)	282,6	369,2	787,5	855,4
Cuadrante con el máximo tiempo de evacuación total (seg.)	989	1.470	2.265	2.534
Cuadrante con el mínimo tiempo de evacuación total (seg.)	206	206	915	915

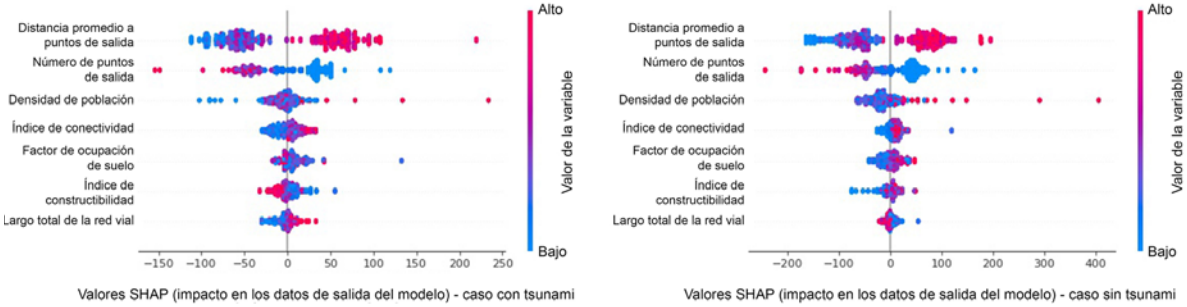
Fuente: Traducido de León et al. (2021).

Cuadro N°4.
Análisis de sensibilidad como resultado de la "perturbación" de los datos de entrada del modelo estadístico

Tipo de escenario	Parámetros de morfología urbana	Incrementos de parámetros de morfología urbana							
		+25%		+50%		+75%		+100%	
		Cambio promedio en los tiempos de evacuación (seg.)	Cambio promedio en los tiempos de evacuación (%)	Cambio promedio en los tiempos de evacuación (seg.)	Cambio promedio en los tiempos de evacuación (%)	Cambio promedio en los tiempos de evacuación (seg.)	Cambio promedio en los tiempos de evacuación (%)	Cambio promedio en los tiempos de evacuación (seg.)	Cambio promedio en los tiempos de evacuación (%)
Con tsunami	Distancia promedio a puntos de salida	+34.9	+4.2	+63.0	+7.5	+77.2	+9.2	+82.9	+9.9
	Número de puntos de salida	-0.5	-0.1	-5.0	-0.5	-26.0	-2.5	-26.5	-2.6
	Densidad de población	+8.6	+1.1	+16.1	+1.9	+18.3	+2.1	+20.6	+ 2.4
	Índice de constructibilidad	+2.0	+0.3	+2.0	+0.3	+4.7	+0.5	+5.5	+0.6
	Factor de ocupación de suelo	-2.9	-0.3	-4.0	-0.4	-4.6	-0.4	-5.0	-0.4
	Índice de conectividad	+11.8	+1.5	+15.0	+1.9	+15.0	+1.9	+15.1	+1.9
	Largo total de la red vial	+5.3	+0.6	+8.7	+1.0	+9.4	+1.1	+9.9	+1.2
Sin tsunami	Distancia promedio a puntos de salida	+51.3	+18.9	+96.3	+35.7	+119.5	+45.3	+128.8	+49.3
	Número de puntos de salida	-1.3	-0.3	-5.4	-1.1	-32.4	-7.6	-33.7	-7.8
	Densidad de población	+14.9	+4.78	+31.2	+8.5	+39.9	+10.8	+48.1	+13.1
	Índice de constructibilidad	+6.3	+1.7	+6.7	+1.9	+11.3	+2.8	+13.0	+3.4
	Factor de ocupación de suelo	-1.9	-0.1	-2.3	-0.2	-3.3	-0.2	-3.7	-0.3
	Índice de conectividad	+13.2	+6.9	+15.4	+7.8	+15.1	+7.7	+15.1	+7.7
	Largo total de la red vial	+8.4	+4.6	+14.2	+6.5	+13.0	+6.5	+14.6	+6.9

Fuente: Traducido de León et al. (2021).

Figura N°2.
Análisis de valores SHAP (impacto modelado de las variables independientes de morfología urbana sobre los tiempos de evacuación), para los escenarios con y sin tsunami



Fuente: Adaptado de León et al. (2021).

Discusión

En el caso de la dimensión de exposición podemos constatar que gran parte de las zonas expuestas presentan un potencial de densificación que permite aumentar significativamente la oferta de vivienda, particularmente, a través de un modelo de renovación urbana y urbanización basado en edificaciones en altura que acentúan la condición de riesgo. En las ciudades en proceso de metropolización la brecha entre densidad planificada y existente es menor que en las ciudades metropolitanas, sin embargo, el potencial de densificación sigue siendo importante. En este sentido, es notable cómo muchos de los PRC son excepcionalmente laxos en regular esta exposición a la amenaza. Las ciudades menores presentan indicadores más bajos de población expuesta y de densidad existente. Ahora, la brecha entre densidad existente y planificada es variable.

Por su parte, en términos de susceptibilidad, podemos señalar que, en términos históricos, los territorios costeros más planos han sido más fáciles de colonizar, urbanizar y construir, consolidándose en éstos los centros urbanos y las infraestructuras críticas. Las instituciones de gobierno corresponden a las infraestructuras críticas con mayor presencia en zonas de inundación por tsunami, en algunas ciudades incluso alcanzando el 100%. Estos equipamientos son atractores de personas y además pueden dificultar la respuesta gubernamental al desastre, en caso de resultar afectados. En segundo lugar, encontramos que los edificios asociados a instituciones de seguridad tienen importantes porcentajes de localización en zonas inundables. La tendencia predominante es que, en términos de porcentaje de edificios localizados en zonas inundables, los edificios de educación se encuentran en tercer lugar, y los edificios de salud en cuarto lugar.

En ciudades como Antofagasta y Lota, el PRC contempla un porcentaje importante de zonas que permiten preferentemente el uso equipamiento respecto del total de zonas expuestas a inundación, con un 40,1% y 25,4% respectivamente. Estas ciudades también presentan porcentajes de infraestructuras críticas expuestas a inundación relativamente altos, lo que indicaría que el PRC no estaría buscando revertir dichos grados de susceptibilidad.

Nuestro análisis de la dimensión de capacidad de respuesta muestra que son tres los parámetros de morfología los que tienen un impacto comparativamente alto en los tiempos de evacuación predichos por el modelo: la distancia promedio entre los segmentos de la red vial y los puntos de salida desde esta hacia zonas seguras; el número de puntos de salida disponibles; y la densidad de población de cada muestra urbana. En cuanto al rol de los PRC en la gestión de estos parámetros, éste es directo en el caso del último de ellos. Como se demostró en el análisis de la exposición, actualmente los instrumentos son excesivamente laxos en la aceptación de altas densidades de población en zonas inundables, lo cual podría llevar a extensiones significativas de los tiempos de evacuación. Más aún, la comparación entre escenarios de partidas "demoradas" y "simultáneas" muestra que los protocolos de evacuación (que abogan por una salida lo más inmediata posible de toda la población expuesta en caso de una emergencia) podrían inducir posibles congestiones de evacuados que ralenticen el acceso a zonas seguras.

En el caso de los otros dos parámetros de mayor importancia para la evacuación, el rol de los PRC es más limitado. Si bien este instrumento tiene la capacidad de sancionar la vialidad comunal (estableciendo por ejemplo ensanches o apertura de nuevas calles), la gran inercia del medio construido urbano hace difícil la implementación de cambio significativos en este aspecto. Sin embargo, pueden proponerse algunas estrategias de mejora. Aunque la red vial no puede modificar su emplazamiento (salvo en el caso de proyectos de relocalización, raramente implementados en la historia de Chile), los puntos de evacuación pueden "traerse" al interior de ésta mediante la implementación de la evacuación vertical hacia edificios en altura (esta opción es actualmente recomendada sólo como una segunda opción por ONEMI, en caso de que la evacuación horizontal no sea posible (ONEMI, 2014).

En cuanto a garantizar la disponibilidad de puntos de salida hacia zonas seguras (por ejemplo, contribuyendo a evitar el bloqueo de vías de escape por escombros o atochamientos vehiculares, los PRC cuentan con algunas herramientas. Por ejemplo, a través de la definición de declaratorias de utilidad pública para aperturas de calles o nuevas áreas verdes. Los planos seccionales de detalle pueden definir el espacio público priorizando anchos de aceras despejadas donde se prevén las rutas de evacuación peatonal. A su vez, pueden establecer limitaciones a la densidad y altura de las edificaciones en sectores específicos de la ciudad (por ejemplo, aquellos que contengan las rutas de evacuación principales), minimizando así la potencial generación de escombros en caso de un terremoto.

Sin embargo, a pesar de las mencionadas competencias que tienen los PRC y planos seccionales de detalle para definir parámetros que orienten un desarrollo urbano orientado a disminuir la vulnerabilidad ante amenazas, la inercia en la actualización y elaboración de estos instrumentos limita se real incidencia. Durante las últimas tres décadas, la legislación y reglamentación urbana en Chile ha avanzado en la definición del alcance de las normas urbanísticas establecidas por dichos instrumentos. No obstante, los PRC tienen una antigüedad promedio de 19 años, con un tiempo promedio de 7 años para su actualización (CNDU, 2019).

En la muestra estudiada, los PRC y sus modificaciones aprobadas en el periodo1980-2000 no contemplan áreas de riesgo por tsunami y permiten alcanzar densidades

más altas (promedio 800 hab/ha), sólo restringiendo la altura de la edificación mediante rasantes (70º-80º). En los periodos 2001-2010 y 2011-2020 se introduce más extensamente la norma de densidad máxima, aunque con valores todavía bastante superiores a las existentes. Es justamente en este último periodo cuando suceden los eventos tsunamigénicos de Constitución, Iquique y Coquimbo, lo que podría haber incidido en dichas modificaciones a los PRC. Por ejemplo, tras el tsunami del 2015, se actualizaron los PRC de las dos ciudades que conforman la conurbación La Serena-Coquimbo (2020 y 2019, respectivamente), con densidades que fluctúan en un rango de 300 a 800 hab/ha.

De esta manera, eventos sumamente dañinos, como el 27F/2010, no necesariamente detonan la necesaria actualización de los PRC. El aumento de los grados de exposición aquí descritos, no se condice con medidas que minimicen la susceptibilidad y promuevan una mayor capacidad de respuesta. Un caso crítico es la ciudad de Constitución, gravemente dañada por el evento del 2010, y con un PRC sumamente desactualizado (1987). En otros casos, como La Serena-Coquimbo, el PRC se actualiza incorporando áreas de riesgo; no obstante, las densidades admitidas en algunas zonas expuestas siguen siendo muy superiores a las existentes.

Reflexión final

Este trabajo constituye un primer análisis sistematizado de variables clave de la forma urbana, relacionados con la vulnerabilidad frente al riesgo, y en los que los instrumentos de planificación territorial cuentan con una capacidad potencial de incidir. La incorporación del riesgo de desastres es una medida relativamente reciente en la planificación urbana latinoamericana, y, a pesar de los importantes eventos tsunamigénicos ocurridos en la última década en Chile, hemos podido constatar que los PRC, en algunos casos, incluso podrían estar contribuyendo a aumentar la vulnerabilidad frente a desastres. Si bien este trabajo se ha enfocado en la amenaza de tsunami, es posible extender la interpretación de estos resultados a otras amenazas, en tanto constatamos un vacío significativo en la incorporación de la planificación urbana a la gestión del riesgo, especialmente desde el enfoque multiamenaza.

Las áreas de riesgo definidas por los PRC no permiten asegurar la mitigación o respuesta frente al desastre. No obstante, constituyen un avance en términos de la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación urbana. Sin embargo, apenas 5 de las 12 ciudades analizadas han incorporado dichas áreas en las zonas inundables, algunas de las cuales tienen superficies bastante más reducidas que la zona inundable fijada por el SHOA.

Constatamos ciudades y zonas más débiles en términos de exposición, pero con mejores condiciones de susceptibilidad y mayor capacidad de respuesta según las variables de análisis aquí propuestas. A su vez, fue posible identificar ciudades en condiciones más críticas de vulnerabilidad, para las cuales el PRC no constituye un instrumento para la gestión del riesgo, en tanto no dispone de lineamientos o medidas específicas que mitiguen la exposición y susceptibilidad o promuevan mayor capacidad de respuesta. Los resultados permiten identificar que algunas ciudades presentan PRC desactualizados, algunas en más de 3 décadas, lo que pone en evidencia la inexistencia de la incorporación del riesgo en dichas ciudades. También identificamos casos de lenta actualización, como Iquique, donde, a pesar de la ocurrencia de un evento reciente de gran intensidad, aún no se pone límite a las densidades y el PRC promueve un modelo de verticalización de alta intensidad. En algunas ciudades, la planificación urbana no alcanza a seguir el ritmo de la inversión inmobiliaria, imposibilitada así para conducir el desarrollo urbano.

En Chile, el Estado debe comprar suelo a valor de mercado, por lo que mitigar retroactivamente el riesgo se hace difícil. Esta dificultad se acrecienta con la larga recurrencia entre tsunamis (León & March, 2015). El intervalo entre el último tsunami significativo (Mayo 1960) y el del (Febrero 2010) fue de 50 años. Dicho intervalo temporal no solo contribuye a que el nuevo evento incremente su intensidad, sino también a que comunidades y autoridades le resten prioridad a la incorporación del riesgo en la planificación y a la inversión en infraestructuras que mitiguen la exposición y susceptibilidad y promuevan la capacidad de respuesta. En este sentido, las limitaciones y debilidades propias del sistema de planificación en Chile se traspasan a la gestión del riesgo de desastres.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con apoyo de: 1) Proyecto CONICYT-FONDECYT Nº11170024; 2) Proyecto CONICYT-FONDECYT Nº11170501; 3) Proyecto CONICYT-FONDAP 15110017; y 4) Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento NLHPC (ECM-02). Agradecemos también la colaboración de Alejandra Gubler, Alonso Ogueda y Simón Guzmán.

Referencias Bibliográficas

ALLAN, P., & BRYANT, M. (2011). Resilience as a framework for urbanism and recovery. Journal of Landscape Architecture, Vol. 6, N°2, p. 34-45. DOI: https://doi.org/10.1080/18626033.2011.9723453

AGUILAR, A. Las mega-ciudades y las periferias expandidas. EURE (Santiago), 2002, N°28, p.121-149.

ARENAS, F., HIDALGO, R., y SANTANA, D. Transformaciones y sostenibilidad del desarrollo urbano: el caso de la zona costera de la región de Valparaíso, Chile. En: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Horizontes y desafíos estratégicos para la ciencia en Iberoamérica: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Buenos Aires, 2015.

AUHS. A study on planning to arrange open space in densely built-up residential areas, urban housing sciences. Association of Urban Housing Sciences, 1997, Vol. 19, p. 05-115.

BARRAGÁN, J., y DE ANDRÉS, M. Analysis and trends of the world's coastal cities and agglomerations. Ocean & Coastal Management, 2015, N°114, p. 11-20.

BIRKMANN, J., TEICHMAN, K. v., WELLE, T., GONZÁLEZ, M., & OLABARRIETA, M. The unperceived risk to Europe's coasts: tsunamis and the vulnerability of Cadiz, Spain. Natural Hazards and Earth System Science, 2010, Vol. 10, N°12, p. 2659-2675. DOI: 10.5194/nhess-10-2659-2010. Disponible en: http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/10/2659/2010/

BREIMAN, L. Random forests. Machine Learning, 2001, Vol. 45, N°1, p. 5-32. DOI: 10.1023/A:1010933404324.

BURBY, R. J., DEYLE, R. E., GODSCHALK, D. R., & OLSHANSKY, R. B. Creating Hazard Resilient Communities through Land-Use Planning. Natural Hazards Review, 2000, Vol. 1, N°2, p. 99-106. DOI: https://doi.org/10.1061/(asce)1527-6988(2000)1:2(99)

CONSEJO NACIONAL DE DESARROLLO URBANO. Propuestas para el Mejoramiento de la Institucionalidad y los Procesos de Elaboración y Aprobación de los Instrumentos de Planificación Territorial. Santiago de Chile, 2019.

CUTTER, S., BARNES, L., BERRY, M., BURTON, C., EVANS, E., TATE, E., & WEBB, J. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. Global Environmental Change, 2008, Vol. 18, N°4, p. 598-606.

GOBIERNO DE CHILE. Diagnóstico Estado de la Reconstrucción, Terremoto y tsunami del 27 de febrero de 2010. Delegación Presidencial para la Reconstrucción, Ministerio del Interior y de Seguridad Publica. Santiago de Chile: Gobierno de Chile, 2014.

GUZMÁN, S. Incidencia de los Planes Reguladores Comunales en la configuración de la trama urbana y la densidad expuesta a Riesgo de Inundación por Tsunamis. Tesis Magíster en Desarrollo Urbano, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2021.

INE. Síntesis de resultados. Censo 2017. 2018. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Estadísticas, 2018.

INE. Visualización Indicadores Urbanos, 2020. Disponible en: http://siedu.ine.cl/porcentaje_EA_48.html.

LEÓN, J., & MARCH, A. An urban form response to disaster vulnerability: Improving tsunami evacuation in Iquique, Chile. Environment and Planning B: Planning and Design, 2016, Vol. 43, N°5, p. 826-847. DOI: https://doi.org/10.1177/0265813515597229

LEÓN, J., VICUÑA, M., & GUBLER, A. Increasing tsunami risk through intensive urban densification in metropolitan areas: A longitudinal analysis in Viña del Mar, Chile. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2019, Vol. 41, p. 101312. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101312

LEÓN, J., CASTRO, S., MOKRANI, C., & GUBLER, A. Tsunami evacuation analysis in the urban built environment: a multi-scale perspective through two modeling approaches in Viña del Mar, Chile. Coastal Engineering Journal, 2020, p. 1-16. DOI: https://doi.org/10.1080/21664250.2020.1738073

LEÓN, J., VICUÑA, M., OGUEDA, A., GUZMÁN, S., GUBLER, A., & MOKRANI, C. From urban form analysis to metrics for enhancing tsunami evacuation: Lessons from twelve Chilean cities. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2021, Vol. 58, p. 102215. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2021.102215

LUNDBERG, S.M. SHAP (SHapley Additive exPlanations), 2020. Disponible en: https://github.com/slundberg/shap.

LUNDBERG, S.M., & LEE, S.-I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Advances in Neural Information Processing Systems 30. Long Beach, CA: s.n., 2017, p. 4765-4774. Disponible en: https://github.com/slundberg/shap.

MARTÍNEZ, C., y ARÁNGUIZ, R. Riesgo de tsunami y planificación resiliente de la costa chilena. La localidad de Boca Sur, San Pedro de la Paz. Revista de Geografía Norte Grande, 2016, Vol. 64, p. 33-54.

MARTINEZ, C., MORIS, R., y QUENSE, J. Valoración de las áreas de riesgo por Tsunami y potencial de evacuación: propuestas para la reducción del riesgo de desastres a escala local. Concurso Políticas Públicas 2016. Propuestas para Chile, 2016, p. 243-278.

MINVU. Procedimiento para Actualizar Planes Reguladores. Santiago de Chile: MINVU, 2010.

MINVU. D.F.L. N°458 de 1976 Ley General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile, 2020.

MORIS, R., CONTRUCCI, P., y ORTEGA, A. El riesgo en la actualización post-desastre de instrumentos de planificación territorial comunales en Chile 2010 – 2014. REDER, 2017, Vol. 1, N°1, p.85-100.

NEMEC, K. T., CHAN, J., HOFFMAN, C., SPANBAUER, T. L., HAMM, J. A., ALLE, C. R., HEFLEY, T., PAN, D., & SHRETSA, P. Assessing Resilience in Stressed Watersheds. Ecology and Society, 2014, Vol. 19, N°1, p. 34. DOI: https://doi.org/10.5751/es-06156-190134

ONEMI. Recomendaciones para la preparación y respuesta ante tsunamis. Santiago, Chile: ONEMI, 2014.

PAPAZACHOS, B., SCORDILIS, E., PANAGIOTOPOULOS, D., PAPAZACHOS, C., & KARAKAISIS, G. Global relations between seismic fault parameters and moment magnitude of earthquakes. Bulletin of the Geological Society of Greece, 2004, Vol. 36, N°3, p. 1482-1489. DOI: 10.12681/bgsg.16538

SHARIFI, A. Resilient urban forms: A review of literature on streets and street networks. Building and Environment, 2019a, N°147, p. 171-187. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.040

SHARIFI, A. Urban form resilience: A meso-scale analysis. Cities, 2019b, N°93, p. 238-252. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.05.010

SHPUZA, E. Evolution of Street Networks in Adriatic and Ionian Coastal Cities 1769-2007. In D. KOCH, D., MARCUS, L., & STEEN, J. (Eds.), Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium, 2009.

SHOA. Proyecto CITSU, 2012. Disponible en: http://www.shoa.cl/index.htm.

SHRESTHA, S. R., SLIUZAS, R., & KUFFER, M. Open spaces and risk perception in post-earthquake Kathmandu city. Applied Geography, 2018, N°93, p. 81-91. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.02.016

TURNER, B.L., KASPERSON, R.E., MATSON, P.A., MCCARTHY, J.J., CORELL, R.W., CHRISTENSEN, L., ECKLEY, N., KASPERSON, J.X., LUERS, A., & MARTELLO, M.L. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. Proceedings of the national academy of sciences, 2003, Vol. 100, N°14, p. 8074-8079.

UNISDR. Terminology on Disaster Risk Reduction, 2009. S.l.: UNISDR, 2009. Disponible en: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf

VILLAGRA, P., ROJAS, C., OHNO, R., XUE, M., & GÓMEZ, K. A GIS-base exploration of the relationships between open space systems and urban form for the adaptive capacity of cities after an earthquake: The cases of two Chilean cities. Applied Geography, 2014, N°48, p. 64-78. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.01.010

WISNER, B., GAILLARD, J.C., & KELMAN, I. Framing disaster. Theories and stories seeking to understand hazards, vulnerability and risk. En: WISNER, B., GAILLARD, J.C., & KELMAN, I. (eds.), The Routledge Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction (p. 18-33). Oxon, UK: Routledge, 2012.

7.3.

Zonificación costera: Un instrumento para la planificación y gestión costera sostenible. El caso de la región del Biobío

Coastal zoning: A tool for planning and sustainable coastal management. The case of the Biobio region

Jorge Urrea González[1], Loredana Díaz Bravo[2]

RESUMEN

La zonificación de los espacios costeros en Chile, no obstante acumular una experiencia de casi 30 años, no se puede considerar una política pública consolidada. El proceso ha tenido un lento avanzar a nivel nacional y en cada una de las regiones debido a cambios en las metodologías de formulación del instrumento, por la dictación de nuevas leyes y la aparición de instrumentos complementarios como la Evaluación Ambiental Estratégica-EAE y el proceso de Consulta Indígena, entre otros. A pesar de esto y aunque con solo su macro zonificación aprobada en 2006, Biobío es una de las regiones donde el proceso ha tenido un mayor desarrollo. La Comisión Regional de Uso del Borde Costero ha funcionado de manera permanente desde su creación en 1997, ha logrado asegurar una amplia participación de los sectores interesados: instituciones públicas, municipios, sector privado, gremios de la pesca artesanal, comunidades indígenas, universidades. Esto le ha permitido pronunciarse por todas las solicitudes de concesiones marítimas y de espacios costeros marinos de pueblos originarios que se han presentado en el territorio de la región. Actualmente Biobío está en proceso de actualización de su zonificación a escala regional, incorporando EAE y participación de los pueblos indígenas.

Palabras claves: gobernanza, borde costero, zona costera, ordenamiento territorial, sostenibilidad, cambio climático, Evaluación Ambiental Estratégica, Espacios Costero-Marinos de Pueblos Originarios.

ABSTRACT

Coastal zone planning in Chile after almost 30 years of experience cannot be considered a settled public policy. The process has experienced slow progress, at both the national and regional level, due to changes in the coastal zoning methodology, the enactment of new laws, and the emergency of complementary instruments such as Strategic Environmental Assessment - SEA and the Indigenous Consultation Procedure, among others. Despite this, and only with the Macro Zoning Plan approved in 2006, Biobio is one of the regions where the process exhibits a fair development. Its Regional Commission for Coastal Zone Management has worked continuously since its creation in 1997, has achieved a wide level of participation of relevant stakeholders: public sector, municipalities, private sector, artisanal fishing guilds, indigenous communities, universities. The above has allowed the Commission to express its opinions on all maritime concession and indigenous people´s demands on marine coastal spaces. At present, the region is in the process of updating the coastal zone planning at the regional scale, a process that includes SEA and indigenous people participation.

Key words: governance, coastal border, coastal zone, land use management, sustainability, climate change, Strategic Environmental Assessment, Native People Marine Coastal Spaces.

1 Geógrafo, PhD Urban & Regional Studies, Encargado Dpto. de Planificación y Ordenamiento Territorial del Gobierno Regional del Biobío y Secretario Técnico de la Comisión Regional de Uso del Borde Costero, CRUBC.

2 Constructora Civil, Magíster en Gestión Integrada, Profesional del Departamento de Planificación y Ordenamiento Territorial del Gobierno Regional del Biobío, profesional CRUBC Biobío.

Introducción

La administración del borde costero a nivel regional no ha sido una tarea fácil. La dictación de la Política Nacional de Uso del Borde Costero en 1994, si bien contribuyó a descentralizar una función, hasta ese momento altamente centralizada, no dotó a las comisiones regionales de mayores competencias que les permitieran realizar una efectiva planificación y gestión de sus espacios costeros y marítimos. Del mismo modo, los gobiernos regionales, la instancia que acoge a esta nueva institucionalidad, tampoco han potenciado suficientemente a estas comisiones, existiendo una gran variabilidad entre las regiones en términos de la consolidación de esta institucionalidad.

Aprovechando la fortaleza de contar con una multiplicidad de actores con competencias e intereses en el borde costero, actores públicos, privados y de la sociedad civil entre sus miembros, la región del Biobío ha solicitado formalmente al nivel central que se otorguen nuevas atribuciones, como el decidir sobre el otorgamiento de concesiones marítimas y no el expresar una mera opinión al respecto. Entre lo poco obtenido, resulta significativo mencionar que, a petición de la Comisión, la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas accedió a consultar a la CRUBC por trámites sobre concesiones marítimas ya otorgadas en la Bahía de San Vicente, respecto de ampliaciones de plazo, modificaciones del objeto, ampliación o disminución de los espacios otorgados – trámites por los cuales normalmente no consulta a las comisiones. Lo anterior, debido a la que región está impulsando un plan de ordenamiento territorial para la Bahía de San Vicente. Desde 2018 la Subsecretaría consulta a la CRUBC por este tipo de trámites en la bahía.

Además de las concesiones marítimas, las comisiones resuelven (aprobando, modificando o rechazando) las solicitudes de espacios costero marino de los pueblos originarios (Ley 20.249 del año 2008). En la región del Biobío, se estableció un procedimiento para el análisis de estas solicitudes que más tarde, complementado por el Ministerio del Interior, se estableció como un procedimiento tipo para el análisis y resolución de este tipo de solicitudes sobre los espacios costero marinos de pueblos originarios.

Zonificación: Marco Regulatorio de Usos preferentes y Criterios de Compatibilidad

Las Comisiones deben formular un proyecto de zonificación de usos preferentes y actividades compatibles para el borde costero regional (Oficio Gab. Pres N° 001 de 1997), instrumento que hoy día no se limita a zonificar el borde costero, sino un espacio más amplio, la "zona costera", un área cuyos límites hacia tierra los debe definir cada región. Este instrumento es construido participativamente, por lo que es reconocido y validado para resolver sobre el mejor uso de estos espacios (frente a una solicitud de concesión marítima, el establecimiento de un área de manejo o la aprobación de un espacio costero de pueblos originarios). La zonificación, por ley, debe formularse paralelamente con un proceso de Evaluación Ambiental Estratégico, EAE, a la vez que consultar sobre la pertinencia de realizar un proceso de consulta indígena. La poca experiencia acumulada en estas materias ha ralentizado los procesos de zonificación. Respecto de la consulta indígena, la Subsecretaría de Servicios Sociales (SSS), a nuestro entender, encontró la forma para no obstaculizar el inicio de estos procesos. Resultaba muy difícil decidir si una zonificación debía o no llevar consulta indígena. La respuesta de la SSS es que la zonificación debe avanzar en su formulación y cuando exista una propuesta de zonificación será más fácil pronunciarse si habrá o no una afectación a las comunidades indígenas y por consiguiente si se debe realizar o no el proceso de consulta.

Zonificación de borde costero

La Zonificación Regional de Borde Costero es un proceso, pero también es un plan de ordenamiento territorial de la franja costera de mar, lagos y ríos navegables que define usos preferentes en esa franja y establece que actividades pueden desarrollarse sobre cada uno de esos espacios, cuales no pueden desarrollarse y cuales deben cumplir algunos requisitos para desarrollarse ahí, de acuerdo a criterios de compatibilidad acordados participativamente. El plan es elaborado en coordinación con los servicios públicos con intereses en el borde costero y con la participación de la mayor cantidad posible de actores privados, gremios y organizaciones de la sociedad civil que habitan las zonas costeras o tienen intereses en ella. La zonificación debe ser una planificación de largo plazo que se basa en la visión de desarrollo definida en la Estrategia Regional de Desarrollo, ERD, el principal instrumento de planificación y gestión de los Gobiernos Regionales.

En su elaboración, se busca compatibilizar los intereses sectoriales públicos y de los diferentes actores sociales y objetivos de desarrollo en la zona costera bajo el contexto territorial y normativo existente, anticipándose a potenciales conflictos de uso en el borde costero producto de la presión que existe por el uso de estos espacios, debido a la intensificación creciente que ejercen nuevas actividades y considerando el potencial desarrollo de otras actividades que hoy no necesariamente se encuentran en el borde costero regional, pero que se vislumbra un interés por desarrollarlas. Se busca de esta forma entregar información sobre la viabilidad del desarrollo de los diferentes intereses que se manifiestan en esta franja, analizando las compatibilidades entre los diferentes usos y actividades, basados en la visión de desarrollo que para esa franja tienen los habitantes de la región.

La zona costera de la región del Biobío

La zona costera marina de la región del Biobío se extiende por cerca de 400 km de norte a sur e incluye islas continentales, bahías, el golfo de Arauco y amplias terrazas costeras de origen marino, la desembocadura del río Biobío y su cañón submarino y numerosos ríos que se originan en la Cordillera de la Costa (del Biobío al sur llamada Cordillera de Nahuelbuta). De acuerdo a su orografía es posible identificar tres macro zonas en este territorio: a) *Macro Zona 1*, Bahías y humedales urbanos (bahías de Coliumo, Concepción y San Vicente), comprende las comunas de Tomé, Penco y Talcahuano; b) *Macro Zona 2*, Golfo de Arauco, humedales e Isla Santa María, comprende las comunas de Hualpén, San Pedro, Coronel, Lota y Arauco; y c) *Macro Zona 3*, Costa Patrimonial Lafkenche, lagos e Isla Mocha, comprende las comunas de Lebu, Los Álamos, Cañete, Contulmo y Tirúa. En total 12 comunas con borde costero marino más una comuna con borde costero lacustre (comuna de Contulmo por los lagos Lanalhue y Lleu-Lleu).

Problemáticas ambientales, sociales y económicas que caracterizan el territorio costero de la región del Biobío (definidas a partir del proceso de inicio de la Evaluación Ambiental Estratégica de la actualización de Zonificación Regional, año 2020):

a) Ecosistemas degradados en bahías, dunas, humedales, lagos, lagunas y bosque nativo costero.

b) Vulnerabilidad del patrimonial cultural y de prácticas tradicionales como pesca artesanal, recolección de orilla, agricultura costera y cultura indígena.

c) Deficiencias de conectividad en la relación ciudad puerto en sectores como las bahías de Concepción, San Vicente y Coronel, y de las áreas urbanas y su frente litoral.

d) Vulnerabilidad de la población e instalaciones productivas costeras ante amenazas naturales y antrópicas y ante los afectos del cambio climático.

e) Conflictos de áreas contiguas existentes donde se necesita promover su compatibilidad, por ejemplo, entre el uso portuario y de pesca artesanal, o el uso industrial y habitacional.

f) Conflictos sobre el uso del territorio y sus recursos, entre el desarrollo de actividades productivas asociadas a la pesca, al crecimiento urbano y la protección de áreas con valores ambientales y culturales.

g) Degradación ambiental de áreas con alto valor e interés de conservación como Isla Mocha, Isla Santa María, humedales, playas y sitios arqueológicos y paleontológicos.

h) Inseguridad alimentaria por escasez de recursos pesqueros y dificultades para el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala orientada al mercado local.

Análisis de solicitudes de concesiones marítimas

La Comisión Regional de Uso del Borde Costero de la región del Biobío fue conformada en el año 1997 y comienza a analizar solicitudes de concesiones marítimas en el 2004. Sin embargo, no es hasta el año 2005 que mediante un instructivo presidencial se establece como una de las funciones de las comisiones emitir pronunciamiento sobre las solicitudes de concesiones marítimas que se presenten en la región. Para el pronunciamiento de la región la Subsecretaría otorga un plazo de 30 días hábiles.

En esos años la región comenzó a formalizar la forma en que analizaba y se pronunciaba sobre las solicitudes de concesiones marítimas que se presentaban en el territorio de la región. Sin embargo, solicitar el pronunciamiento respecto de por cuáles trámites consultar a las regiones siempre fue discrecional por parte de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, instancia en la que recae la decisión final de otorgamiento de una concesión. Se debe recordar que esta es una competencia del Ministerio de Defensa Nacional, para el cual el pronunciamiento de las regiones no es vinculante. La Subsecretaría puede otorgan una concesión a un titular aun cuando la región se haya pronunciado negativamente sobre esa solicitud, no obstante, el conocimiento más cercano que tiene la Comisión sobre lo que ocurre en su borde costero y del grado de compatibilidad entre el objeto de la concesión y los lineamientos de su Estrategia Regional de Desarrollo y lo que establece su zonificación de borde costero.

En el año 2012 el Ministerio Defensa Nacional fija los trámites que deben ser sometidos a conocimiento de las comisiones regionales de uso del borde costero (Resolución Ministerial N°2643 del 30.03.2012), quedando fuera las destinaciones marítimas (concesiones marítimas que se otorgan a órganos del estado), renovaciones, ampliaciones, término anticipado de concesiones, entre otros.

Para que la región participe del análisis de una solicitud de concesión marítima requiere que se le consulte formalmente por parte de la Subsecretaria para las Fuerzas Armadas, el órgano del Estado administrador de estos espacios.

En la región del Biobío, el análisis de las solicitudes de concesiones marítimas se realiza considerando, además de la Política Nacional de Uso del Borde Costero y normativas e instrumentos de planificación de nivel nacional, la Zonificación Regional de Uso del Borde Costero, la Estrategia Regional de Desarrollo, planes y acuerdo locales de ordenamiento y la visión de desarrollo de su borde costero del municipio respectivo.

La comisión es un espacio de reflexión y diálogo que permite incorporar los intereses y visiones de desarrollo de los diferentes actores del borde costero a nivel regional. La participación en este proceso se entiende en la región como un ejercicio de descentralización de la toma de decisiones y se ha reflexionado como incrementar las facultades de decisión a nivel regional.

La Comisión de Borde Costero de la Región del Biobío ha solicitado a la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, en más de una ocasión, poder analizar y emitir pronunciamiento por todos los trámites de concesiones marítimas que se presenten en la región. Esta medida, aunque modesta, contribuiría a consolidar el trabajo y reconocimiento de las Comisiones Regionales. Tal como ocurre con los espacios costeros marinos de pueblos originarios, la Comisión en Biobío posee las capacidades no solo para emitir un pronunciamiento fundado, sino para resolver sobre las solicitudes de concesiones marítimas de su región. Esto sería un paso significativo en concordancia con la Ley de fortalecimiento de la descentralización, dictada en 2018.

Análisis de solicitudes de extracción de arenas de playa

Durante los años de funcionamiento de la Comisión se han presentado temáticas que han requerido de una especial atención por parte de la Comisión. Una de estas ha sido el incremento de la actividad de extracción de arena de playa en las costas de la región. Durante el año 2008 el número de solicitudes de Permisos de Escasa Importancia (PEI) para la extracción de áridos presentados a las Capitanías de Puerto de la Región del Biobío tuvo un considerable aumento, debido al incremento de la demanda de arena de playa como materia prima para ser utilizada como material de relleno estructural, principalmente para el desarrollo de proyectos inmobiliario, industriales y viales de la zona costera de la región.

En vista del aumento de esta actividad, la cual es permitida bajo la normativa chilena, se preveía que a la escala en que empezó a desarrollarse generaría impactos ambientales en los ecosistemas de playa y duna, modificando la morfología costera y afectando a la población cercana, así como a las infraestructuras viales y productivas. Tales situaciones comenzaron a suceder cada vez con mayor frecuencia e intensidad durante los últimos años, inclusive aplicando los criterios de otorgamiento que acordó la Comisión para pronunciarse sobre este tipo de proyectos, los cuales apuntaron a espaciar territorial y temporalmente los permisos. Ante los escenarios más complejos que se prevén para la región, debido a los efectos del cambio climático, estas situaciones podrían agravarse.

Las playas con mayor demanda de extracción de áridos coinciden con el área de mayor ocupación y crecimiento poblacional, industrial y vial de los últimos 20 años en el área metropolitana de Concepción, el sector comprendido entre la ribera sur de la desembocadura del río Biobío y el límite norte de la Bahía de Coronel.

Algunas consideraciones respecto de estos permisos es que son catalogados de escasa importancia[3] ya que tienen carácter transitorio (no requieren o requieren de instalaciones provisorias mínimas) y son solicitadas por plazos menores a un año. Además, la Ley de Bases del Medioambiente y su reglamento señalan que esta actividad requiere ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental cuando la extracción es igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m^3)[4], ante lo cual, eso es lo que creemos, la mayoría de los permisos se presentan por un volumen ligeramente menor, no teniendo que ingresar, por lo tanto, al sistema de evaluación de impacto ambiental.

En el documento que se elaboró y aprobó por la Comisión, denominado "Criterios para análisis de solicitudes de extracción de áridos en el litoral, región del Biobío" se establecen principios orientadores, una clasificación de las solicitudes por volúmenes solicitados, diferenciando la extracción artesanal de la industrial y una clasificación de tipos de playa (playas donde existe alguna forma de protección; playas de uso turístico; playas donde existen asentamientos humanos (Caletas o nuevos desarrollos inmobiliarios en las zonas costeras); playas ubicadas en zonas de riesgo por tsunami próximas a asentamientos humanos; otras playas). Lo anterior, para fundar la opinión que la Comisión entrega a la autoridad marítima y a requerimiento de ésta y que le ayuda a decidir si otorga o no un permiso para la extracción de este material.

Estos criterios fueron utilizados hasta el año 2019, ya que producto de un estudio sobre la dinámica de las arenas en la playa de Escuadrón (comuna de Coronel, al norte de punta Puchoco), desarrollado por Universidad Católica de la Santísima Concepción, con fondos CORFO y Gobierno Regional, uno de los resultados principales del estudio demuestra que la reposición de arenas en la playa en sectores donde se ha extraído material se debe principalmente al traslado de arenas de otros sectores de la playa y no por nuevos aportes del río Biobío.

La Comisión en su instancia de la Secretaría Ejecutiva, basándose en los antecedentes aportados por este estudio y adoptando un principio precautorio para el resguardo de la seguridad humana e infraestructura en el borde costero, y en circunstancias que se está en proceso de actualización de la Zonificación Regional de Borde Costero, acuerda en 2019 que se recomienden negativamente las solicitudes de extracción de áridos del borde costero de la región, hasta no contar con la zonificación de borde costero actualizada. Se exceptuaron de esta disposición, las solicitudes de extracción artesanal (volúmenes menores y normalmente con un fin social).

3 El Ministerio [Ministerio de Defensa] podrá otorgar el uso particular de los bienes nacionales de uso público o bienes fiscales, cuyo control, fiscalización y supervigilancia le corresponde, mediante decreto supremo de concesión marítima. Aquellas concesiones marítimas de escasa importancia y de carácter transitorio y cuyo plazo no exceda de un año, se denominarán permisos o autorizaciones y serán otorgadas directamente por resolución del director [Director General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante] ..."

4 i.5.3 Tratándose de extracciones de arena en playa, entendiéndose por ésta aquella porción de territorio comprendida entre la línea de baja y alta marea, la extracción sea igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) durante la vida útil del proyecto. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Análisis de solicitudes de Espacios Costero Marinos de Pueblos Originarios por las Comisiones Regionales

Antecedentes generales

Hace siglos que las comunidades indígenas costeras habitan los espacios costeros, tierra, ríos, lagos y mar, utilizando los elementos naturales del paisaje para su subsistencia y el desarrollo y preservación de su cultura. Frente a la pérdida sistemática de su hábitat vital, pareciera ser que la normativa existente no ha resultado suficiente para asegurar el derecho de las comunidades sobre estos espacios, debiendo lidiar de manera permanente contra crecientes dificultades para continuar ocupando estos territorios.

En este escenario, y como iniciativa de las propias comunidades, surgió la propuesta de complementar el marco jurídico vigente con una herramienta legal concreta que permitiera reconocer las particularidades de su ocupación de esos espacios. Este nuevo marco normativo, dictado el año 2008, les permite asegurar su acceso al borde costero sin necesidad de un pago asociado. Este cuerpo normativo es la Ley 20.249 que Crea el Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios (ECMPO).

La Ley ECMPO "fue adoptada a partir de las demandas de las organizaciones mapuche-lafkenche, y con su participación, en orden a que sus usos y costumbres ejercidos en el borde costero fueran protegidos. La norma crea una fórmula que destina el área necesaria para la conservación de dichos usos y costumbres, entregando su administración a la o las comunidades solicitantes" (Meza-Lopehandía, 2018).

La Ley ECMPO busca entregar una herramienta legal a los pueblos indígenas que les permita solicitar al Estado el reconocimiento de dichos espacios costeros marinos en base al uso consuetudinario[5] que ellos han ejercido sobre estos espacios, permitiendo la asignación de una superficie del borde costero marino a una comunidad indígena o asociación de comunidades indígenas que ejerzan uno o más usos consuetudinarios en dicho espacio en forma habitual, por la generalidad de los integrantes de la comunidad o asociación de comunidades y sean reconocidas colectivamente como manifestaciones de su cultura.

Principales contenidos de la Ley

La Ley Lafkenche se basa en cinco principios fundamentales. El primero de ellos es la exclusividad, según el cual sólo son destinatarias de ECMPO las Comunidades o Asociaciones de Comunidades Indígenas establecidas conforme a la ley 19.253 de septiembre de 1993. En segundo lugar, se encuentra el principio de voluntariedad, según el cual las Comunidades o Asociaciones de Comunidades Indígenas pueden someterse voluntariamente a los preceptos de esta ley u optar por otras figuras establecidas en el ordenamiento jurídico nacional. El tercer principio es el de asociación, basado en el supuesto que el uso consuetudinario ha sido ejercido por la generalidad de los miembros de la Comunidad o Asociación de Comunidades. El cuarto es el de gratuidad, ya que no se contempla el pago de tributos por la entrega en administración de los ECMPO. Finalmente se encuentra el principio de respeto a los derechos constituidos por terceros, que se garantizan los derechos legalmente constituidos por terceros en forma previa a la presentación de una solicitud ECMPO.

Administración

La administración del espacio costero marino de pueblos originarios deberá asegurar la conservación de los recursos naturales comprendidos en él y propender al bienestar de las comunidades, conforme a un plan de administración elaborado de acuerdo a la normativa vigente aplicable a los diversos usos y aprobado por la comisión intersectorial

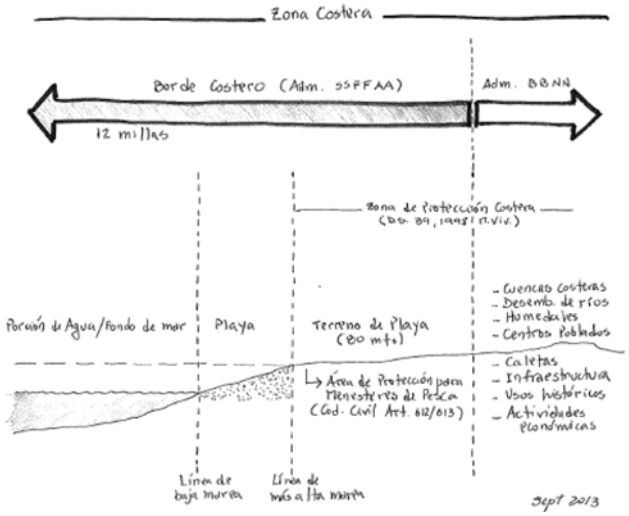
La delimitación del espacio costero marino de pueblos originarios estará determinada por la superficie necesaria para asegurar el ejercicio del uso consuetudinario realizado en él.

La destinación del espacio costero marino de pueblos originarios, y el convenio de uso, tendrán el carácter de indefinidos, salvo que se constaten un conjunto de causales que aparecen especificadas en la ley.

5 Se entenderá por uso consuetudinario las prácticas o conductas realizadas por la generalidad de los integrantes de la asociación de comunidades o comunidad, según corresponda, de manera habitual y que sean reconocidas colectivamente como manifestaciones de su cultura. (art. 6 Ley 20.249 que Crea el Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios).

Una solicitud de ECMPO debe recaer sobre bienes comprendidos en el borde costero que se encuentran bajo la supervigilancia y administración del Ministerio de Defensa Nacional, de conformidad con el artículo 1° del DFL N°340 de 1960 del Ministerio de Hacienda sobre concesiones marítimas, y el artículo 3°, inciso primero, del D.S. N°2 de 2005, del Ministerio de Defensa Nacional que sustituye el Reglamento sobre concesiones marítimas, fijado por Decreto Supremo N°660 de 1988. Esto incluye playas de mar, terrenos de playa fiscales, porciones de agua y fondo, y rocas, dentro y fuera de las bahías, no pudiendo recaer en ríos y lagos (Figura N°1).

Figura N°1.
Concepto de borde costero y zona costera



Fuente: Elaboración propia en base a discusiones con la comunidad.

La Ley N°20.249 establece los procedimientos para la tramitación de las solicitudes ECMPO. Dependiendo de las características particulares de cada solicitud, se pueden identificar al menos las siguientes siete etapas, con las respectivas instituciones responsables.

a) *Análisis de admisibilidad*
Responsable: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), quien además actúa como coordinador durante la tramitación.

b) *Análisis de sobreposición con concesiones acuícolas, marítimas y áreas de manejo y exportación de recursos bentónicos (AMERB), y propuesta de modificación si corresponde*
Responsable: SUBPESCA, con participación de SSFFAA y Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR).

c) *Acreditación de uso consuetudinario y consultas*
Responsable: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) y Ministerio de Desarrollo Social MIDESO en caso de existir recurso de reclamación.

d) *Pronunciamiento de la CRUBC correspondiente del Espacio solicitado, pudiendo ser de aprobación, modificación o rechazo fundado*
Responsable: CRUBC de la región respectiva.

e) *Destinación Marítima del ECMPO aprobado por la CRUBC*
Solicitada por SUBPESCA al Ministerio de Defensa a través de la Capitanía de Puerto correspondiente. Dichas destinaciones se otorgan vía decreto.
Responsable: Ministerio de Defensa Nacional, con participación de DIRECTEMAR.

f) *Elaboración del Plan de Administración*
Para obtener la administración del espacio las comunidades o asociaciones de comunidades deben presentar un Plan de Administración, si se contempla la explotación de recursos hidrobiológico deberá comprender un Plan de Manejo. Plan que debe ser aprobado por una comisión intersectorial[6]
Responsables: Comunidades o asociación de comunidad solicitantes. Comisión intersectorial

g) *Revisión del Plan de Administración que presente la comunidad o asociación de comunidades y firma de convenio de uso*
Responsable: Comisión intersectorial, SUBPESCA, comunidad solicitante.

6 La comisión intersectorial estará integrada por representantes del Ministerio de Planificación, de las Subsecretarías de Marina y de Pesca, de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y de la Conadi. (art. 11 Ley 20.249 que Crea el Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios).

Procedimiento de Análisis de ECMPO por parte de la Comisión de Borde Costero de la región del Biobío

La Subsecretaría deberá someter el establecimiento del espacio costero a la Comisión Regional de Uso del Borde Costero. Dicha Comisión contará con el plazo de un mes para emitir su pronunciamiento. Vencido dicho plazo, se entenderá emitido un pronunciamiento favorable.

La Comisión podrá aprobar, rechazar o proponer modificaciones fundadas al espacio costero marino, las que serán consideradas por la Subsecretaría para solicitar la destinación del mismo. En todo caso, el rechazo de la destinación del espacio costero marino de pueblos originarios por parte de la Comisión deberá emitirse por resolución fundada.

Dicha resolución será comunicada por la Subsecretaría al solicitante en el plazo de diez días hábiles. Podrá reclamarse de dicha resolución ante la Comisión en el plazo de un mes contado desde la notificación de la resolución denegatoria. El recurso deberá ser resuelto en el plazo de un mes, contado desde su presentación.

a) Principios, Criterios e Instrumentos para el análisis de las solicitudes ECMPO por la CRUBC región del Biobío

Para el análisis de las solicitudes ECMPO, la Comisión Regional de Uso del Borde Costero de la región del Biobío ha definido un conjunto de principios y criterios e identificado instrumentos de planificación que sirven de base para su pronunciamiento. Dichos principios y criterios corresponden a aquellos definidos para la elaboración de la Zonificación de Borde Costero, los que son acordados con Servicios Públicos integrantes de la Comisión y consistentes con la aplicación de la Política Nacional de Uso del Borde Costero.

Principios:

- La zona costera es un recurso escaso donde confluyen diferentes intereses, por lo que se debe tender a realizar en el borde costero las actividades que requieren necesariamente estar ahí.
- Donde existan intereses contrapuestos se debe promover la compatibilidad a través del diálogo y el acuerdo entre los actores.
- Se reconoce la existencia de un vínculo directo entre los pueblos originarios, su cultura y el territorio. La cultura de las comunidades indígenas y su continuidad en el tiempo está directamente ligada a la conservación del medio ambiente y los recursos donde estas se asientan.

Criterios para la definición del espacio a otorgar:

- Usos consuetudinarios acreditados por CONADI.
- Compatibilidad con la Zonificación Regional de Borde Costero y otros instrumentos existentes sobre esos espacios.
- Continuidad espacial tierra mar.
- Sobreposición de iniciativas e intereses con planes sectoriales.
- Facilitar futuras intervención por parte de órganos del sector público.

A continuación, se presentan algunas acciones o formas de realizar este trabajo por parte de la CRUBC de la región del Biobío:

- Acercamiento temprano a las comunidades a través de personas reconocidas y validadas por ellas.
- Definir en conjunto con las comunidades, luego del ingreso de sus solicitudes, una forma de trabajo conjunto.
- Incluir la participación activa de los municipios (convocatoria, apoyo en el desplazamiento de representantes de las comunidades, definición de fechas de reuniones, entre otros)
- Articulación con otros servicios públicos Subpesca, CONADI, DOP, municipio.
- Establecer un calendario de las actividades a realizar, necesarias para responder dentro de los 30 días hábiles.
- Considerar la realización de al menos dos reuniones de la CRUBC (dentro del plazo otorgado por ley).
- Para el análisis, comunicar los criterios de decisión e instrumentos que serán considerados al inicio del proceso.
- Llevar registro (fotográfico, videos, listas de asistencia, convocatorias, actas) de todas las actividades y reuniones que se realicen.
- Realizar el análisis, en conjunto con las comunidades, de los derechos a otorgar y las solicitudes de exclusión de terceros.
- Identificar y analizar la sobreposición con otras iniciativas e intereses que existan en el territorio.
- Apoyo de la Unidad de Gestión de Información UGIT del Gobierno Regional, para el trabajo de georreferenciación de la información espacial vinculada a la solicitud ECMPO (Validación de precisión de coordenadas para el análisis territorial, homologación de sistema de referencia, definición de nuevos puntos de coordenadas para el polígono final que se someterá a aprobación).

Deficiencias del proceso:

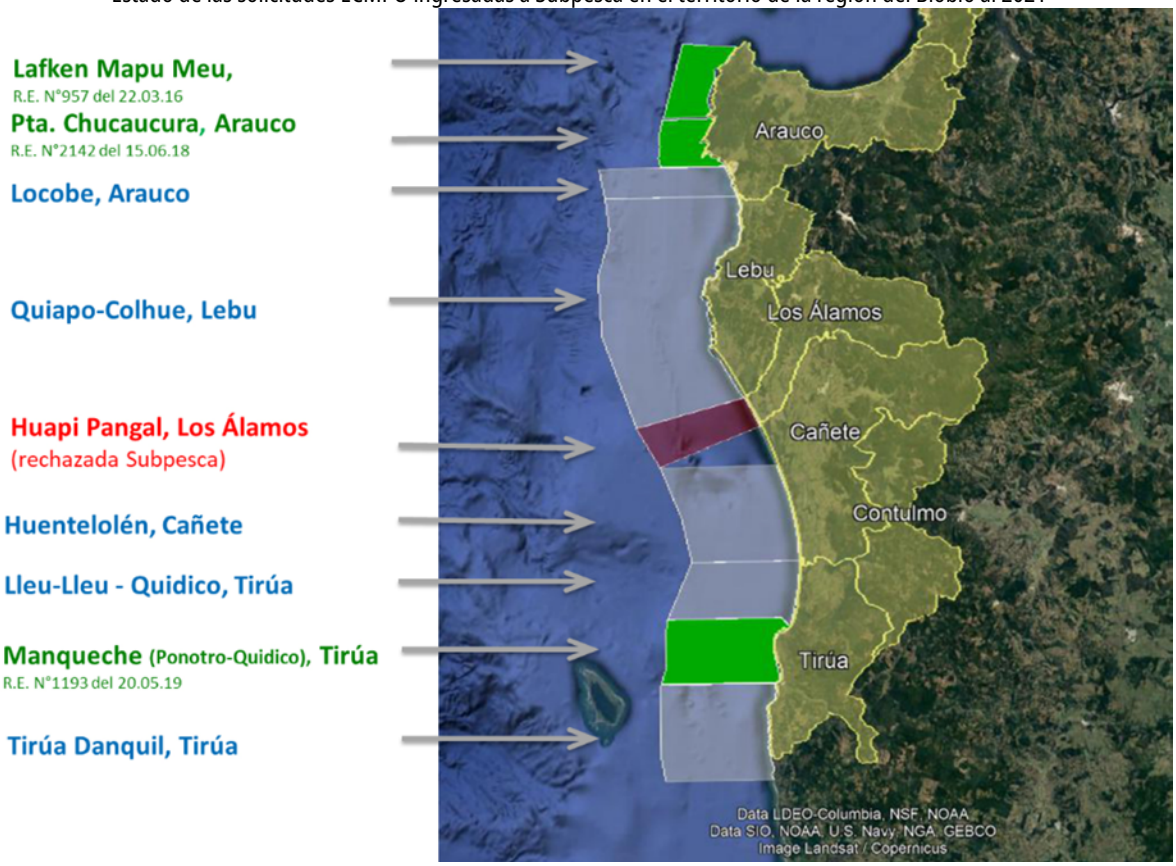
- La dificultad de realizar un trabajo más profundo, principalmente con las comunidades y con otros actores del territorio, por el breve plazo dados por la ley para la aprobación de la CRUBC, 30 días hábiles para su pronunciamiento versus los años que han demorado las tramitaciones de estas solicitudes previo al ingreso a la Comisión.
- Acordar el DATUM/sistema de referencia, coordenadas geográficas y el tipo de coordenadas geográficas (idealmente en SIRGAS y en coordenadas geográficas: grados minutos y segundo o grados decimales).
- La falta de recursos para la elaboración de los Planes de Administración y Manejo de los ECMPOs (una vez otorgado un espacio).
- La no participación de la CRUBC y del Gobierno Regional en los Planes de Administración y Manejo. De acuerdo a la ley 20.249, los gobiernos regionales no tienen ningún rol en esta etapa tan importante para la consolidación del ECMPO, no obstante, la aprobación y posterior fiscalización recae en los servicios públicos regionales.

b) ECMPOs analizadas y resueltas por la CRUBC Biobío

Desde el año 2012 a la fecha han ingresado un total de 9 solicitudes de espacios costero marino de pueblos originarios en las costas de la región del Biobío, todos de la provincia de Arauco: Lafken Mapu-Meu, Punta Chucaura y Locobe en la comuna de Arauco; Leufu (inicialmente Quiapo-Colhue) en la comuna de Lebu; Huapi Pangal de la comuna de Los Álamos; Huentelolén (el primero en ser solicitado en la región) en la comuna de Cañete; Lleu-Lleu – Quidico, Manqueche y Tirúa-Danquil en la comuna de Tirúa.

De éstos, tres han sido sometidos por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPPAA) a resolución de la Comisión Regional de Borde Costero: Lafken Mapu-Meu, Punta Chucaucura y Manqueche, teniendo como resultado la aprobación con modificación de Lafken Mapu-Meu (sólo la parte sur de la solicitud, fuera del Golfo de Arauco y hasta las 5 millas), Punta Chucaucura (hasta las 5 millas) y Manqueche, aprobado íntegramente (hasta las 12 millas), las que se presentan en color verde en la Figura N°2.

Figura N°2.
Estado de las solicitudes ECMPO ingresadas a Subpesca en el territorio de la región del Biobío al 2021



Fuente: Unidad Borde Costero, Gobierno Regional del Biobío.

Con el objetivo de visualizar la complejidad del proceso de análisis que se realiza para cada ECMPO, a continuación, se presenta esta información para el caso de la solicitud Lafken Mapu-Meu de la comuna de Arauco (Cuadro N°1).

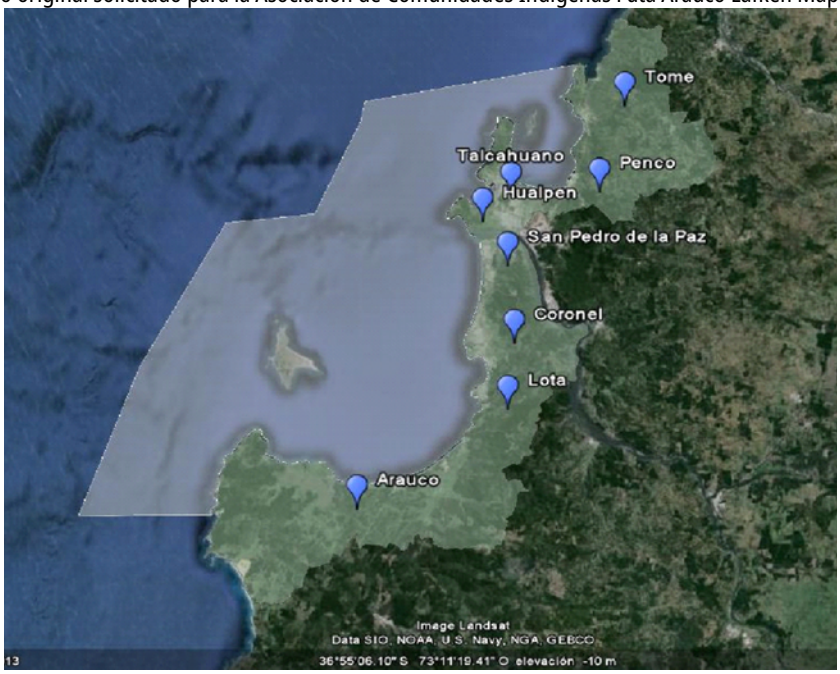
Cuadro N°1.
Información solicitud ECMPO Lafken Mapu-Meu

Fecha de ingreso de la solicitud	15-07-2013
Nombre	LAFKEN MAPU-MEU.
Asociación solicitante	Asociación de Comunidades Indígenas Füta Arauco Lafkenmapu Meu.
Comunidades integrantes de la Asociación	Comunidad Llico de la localidad de Llico, Comunidad Raqui Willi Mapu de Raqui Alto, Comunidad Juan de Dios Necuñir de Tubul, Comunidad Newentuaiñ Pu Peñi de Tubul, Comunidad Nawel Konkull de El Piure y Comunidad Fotun Pu Lafken de Isla Santa María.
Comuna	Arauco.
Área solicitada inicial	358.120 ha.
Extensión geográfica del espacio	Desde sector Punta El Arco en la comuna de Tomé por el Norte hasta Punta La China por el Sur, incluyendo mar territorial hasta las 12 millas.
Sectores del borde costero solicitados	Playa, Terreno de Playa, Fondo de Mar, Porción de Agua y Roca.
Usos consuetudinarios invocados	**Extracción de recursos del mar:** recolección de algas, pesca, extracción de mariscos; Comercialización; Alimenticio; **Medicinal:** plantas medicinales, recursos del mar medicinales; Recolección de plantas para otros usos; Uso doméstico; Observación de la naturaleza y espacio costero en la vida cotidiana; Usos recreativos; Religiosos.
Usos para ser incorporados en el Plan de Administración/Fines	**Medicinal, Productivo:** extracción, recolección y cultivo de recursos hidrobiológicos, ecoturismo, recreativo, navegación y conectividad de tipo comercial intercomunitaria territorial, religioso, simbólicos.
Estado de la solicitud	Aprobado con modificación. Resolución N°957 del 22.03.2016 del Gobierno Regional del Biobío (Comisión Regional Uso del Borde Costero).

Fuente: Elaboración propia.

Durante la tramitación de esta solicitud, mediante Oficio N°1332 del 30.07.2013, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura solicita a la asociación de comunidades remitir información sobre las coordenadas Datum WGS-84, con el fin de ingresar a trámite los sectores de playa y terreno de playa, que las comunidades en su solicitud original habían querido incluir, pero al no contar con los puntos georreferenciados del polígono en esos dos sectores, y para continuar con la tramitación de su solicitud, accedieron a excluirlos, solicitando a la Subsecretaría de Pesca que se continuará la tramitación de su solicitud sólo desde la línea de costa y hasta las 12 millas (Figura N°3).

Figura N°3.
Espacio original solicitado para la Asociación de Comunidades Indígenas Füta Arauco Lafken Mapu Meu



Fuente: Elaboración propia.

Durante el proceso de análisis de superposición que realiza la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en coordinación con otros servicios, mediante oficio (D.D.P) N°142 del 03.02.2015, se le solicita a la Asociación de Comunidades reducir la superficie solicitada a fin de que la Dirección de Obras Portuarias lleve a cabo unas obras comprometidas en el sector de Puerto Norte de Isla Santa María, a lo que la asociación de comunidades accede.

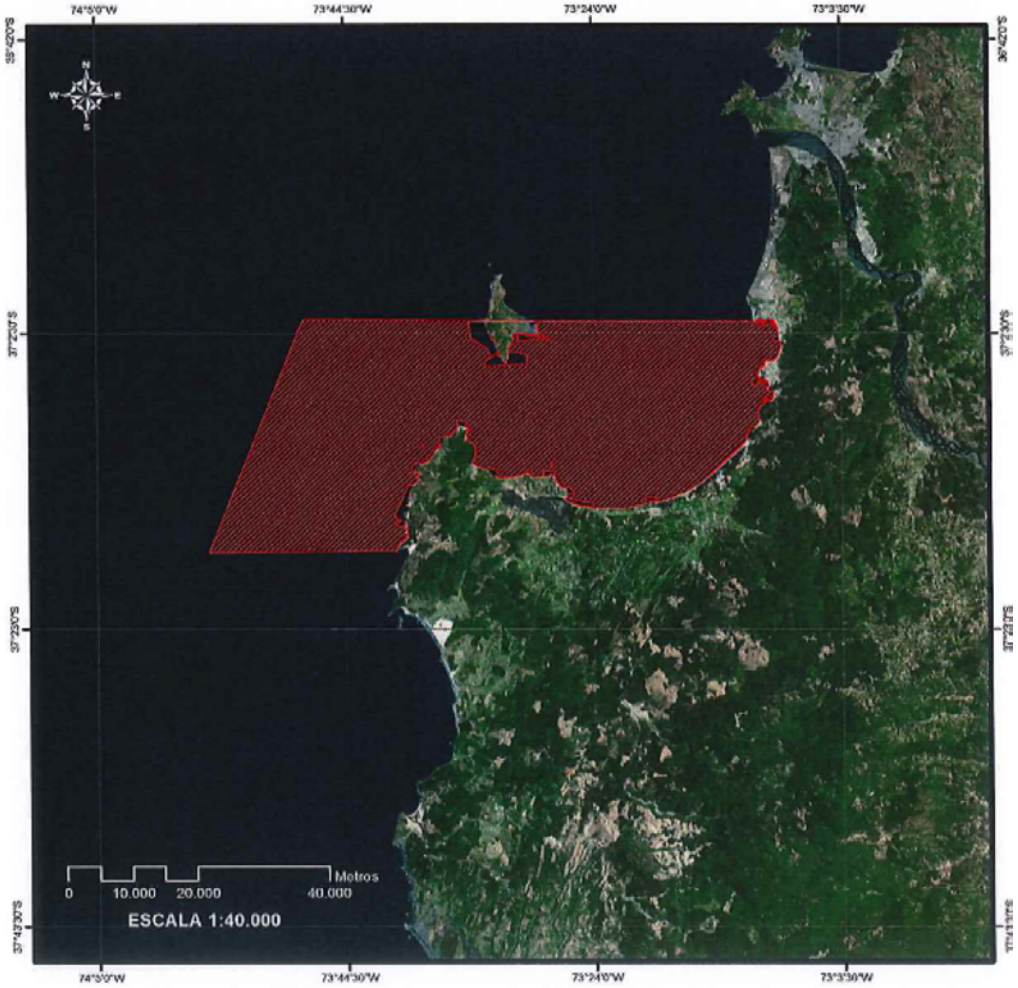
En un trabajo coordinado por el Ministerio del Interior, la asociación de comunidades accede también a recortar la solicitud en su mitad norte, quedando este límite a la altura del Puerto de Coronel, en Punta Puchoco (Figura N°4).

Figura N°4.
Área desistida por la Asociación de Comunidades Indígenas Füta Arauco Lafken Mapu-Meu

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del espacio resultante se realizó el análisis de sobreposición con otros derechos otorgados. Con esta información se modifica el espacio solicitado, restándose todas las áreas que tuvieran derechos de uso, lo que debe ser aceptado por las comunidades para continuar con la tramitación de la solicitud. Es sobre este espacio final (habiéndose recortado de la solicitud otros derechos de uso ya constituidos; y solicitudes de servicios públicos y municipios para desarrollar proyectos futuros, normalmente de interés colectivo, no obligatorio) que se solicita a CONADI realizar el informe de usos consuetudinarios (Figura N°5).

Figura N°5.
Espacio sobre el cual CONADI desarrolla el Informe de Usos Consuetudinarios



Fuente: Informe de Usos Consuetudinarios ECMPO Lafken Mapu Meu. CONADI.

Habiendo CONADI emitido el Informe de Usos Consuetudinarios, Subpesca solicita a la Comisión Regional su aprobación. Una vez recibido el oficio de Subpesca, la Comisión dispone de 30 días hábiles para aprobar, modificar o rechazar la solicitud.

Para realizar el análisis de esta solicitud se consideraron diferentes antecedentes recogidos desde informes, reuniones, visitas a terreno, opiniones que se recibieron por parte de la Comisión, los que se resumen en el Cuadro N°2.

Cuadro N°2.
Acciones y antecedentes para el análisis de la solicitud ECMPO Lafken Mapu Meu

	Antecedente/Actividad	Institución/Organización
1	Subpesca informa a CRUBC sobre el ingreso de la solicitud ECMPO	Equipo técnico de la Comisión se reúne con las comunidades para informales sobre la toma de conocimiento de la CRUBC de su solicitud, se acuerda la forma de trabajo conjunto y necesidades que pueden tener las comunidades.
2	Informe de Usos Consuetudinarios	Se participa en las reuniones que CONADI realiza para presentar los resultados del informe a las comunidades solicitantes.
3	Reuniones con representantes de la Asociación de Comunidades solicitantes	Equipo técnico CRUBC con representantes de la Asociación de Comunidades Indígenas Futa Lafken Mapu Meu.
4	Análisis Zonificación Regional de Borde Costero	CRUBC-Gobierno Regional.
5	Visitas a terreno	Equipo técnico CRUBC.
6	Navegación del área	Equipo técnico CRUBC.
7	Informe Técnico "Análisis de sobreposición ECMPO"	Subsecretaría de Pesca.
8	Informe Técnico "Áreas de pesca artesanal sardina y anchoveta"	Subsecretaría de Pesca.
9	Documento "Técnico Pesca artesanal, sindicatos y caletas"	Consejo Comunal de Pesca Artesanal Comuna de Lota.
10	Documento de Trabajo Pesca Artesanal Pelágica	Organizaciones pesqueras artesanales pelágicas SIPARMAR, SARPE de Talcahuano.
11	Carta de la Federación Regional de Sindicatos de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal y Afines, FEREPA	FEREPA Biobío a CRUBC.
12	Carta de las Federación Gremial de Organizaciones Pesqueras Artesanales, FEORPA	FEORPA Biobío a CRUBC.
13	Cartas de varios sindicatos de trabajadores de la Pesca Artesanal	Dichato, Talcahuano, Hualpén, Lota, Arauco (5) a CRUBC.
14	Reunión con Representantes de la Confederación Nacional de Pescadores Artesanales de Chile, CONAPACH	Equipo Técnico CRUBC con CONAPACH.
15	Reunión con representantes de FEREPA, FEORPA, CONAPACH	Equipo Técnico CRUBC con Organizaciones de Pescadores Artesanales.
16	Reunión con organizaciones de la Pesca Artesanal	Equipo Técnico CRUBC. En Caleta Lo Rojas, Coronel.
17	Reunión con organizaciones de la Pesca Artesanal	Equipo Técnico CRUBC. En Caleta Tubul, Arauco.
18	Reunión con organizaciones de la Pesca Artesanal	Equipo Técnico CRUBC. En Isla Santa María, Coronel.
19	Reunión con representantes de la Cámara Marítima Portuaria	Equipo Técnico CRUBC con Cámara Marítima Portuaria.
20	Reunión con representantes de la Empresa Portuaria de Talcahuano-San Vicente	Equipo Técnico CRUBC con Empresa Portuaria TSV.
21	Reunión con el Comité del plan de Manejo del Golfo de Arauco	Equipo Técnico CRUBC con representantes de caletas de la comuna de Arauco e Isla Sta. María, comunidades lafkenches, comercial procesador, servicios públicos.
22	Reunión con autoridades de servicios públicos	Equipo Técnico CRUBC con Dirección Zonal de Pesca, con Seremi de Energía, de Desarrollo Social y con Jefe División de Planificación GORE.
23	Sesiones de trabajo de la Oficina Técnica y Secretaría Ejecutiva de la CRUBC	CRUBC en sus tres instancias.

Fuente: Elaboración propia.

En el Informe de Usos Consuetudinarios CONADI informa sobre usos acreditados, usos sin posibilidad de señalar alcance y cobertura, y usos no acreditados, indicando el área del espacio que acredita, siendo en este caso un espacio menor al solicitado por la Asociación de Comunidades (Figura N°6).

Figura N°6.
Espacio acreditado por CONADI

Fuente: Informe de Uso Consuetudinarios Lafken Mapu-Meu IUC N°06/2015 CONADI.

Informe de usos acreditados para la solicitud ECMPO Lafken Mapu Meu de acuerdo con CONADI (Cuadro N°3): recolección de algas, pesca, extracción de mariscos, comercialización. También informa sobre usos sin posibilidad de señalar alcance y cobertura: Alimenticio, medicinal, recolección de plantas, uso doméstico, uso recreativo, religioso. Finalmente, informa sobre usos no acreditados: Observación de la naturaleza y el espacio costero en la vida cotidiana. Nótese que CONADI, además, reduce el espacio de manera tal que el área no tendría contacto con la playa (Figura N°6).

Cuadro N°3.
Análisis de diferentes informes y documentos vinculados al área

Antecedente *Servicio/organización*	Informa sobre
Solicitud ECMPO Lafken Mapu Meu *Asociación de Comunidades Indígenas Futa Lafken Mapu Meu*	• Fundamentación de la solicitud ECMPO, identificando usos consuetudinarios. • Usos que podrían ser incorporados al Plan de Administración: Uso Medicinal, uso productivo: extracción, recolección y cultivo de recursos hidrobiológicos, uso ecoturismo, uso recreativo, uso para navegación y conectividad de tipo productivo comercial e intercomunitario territorial, uso religioso, uso simbólico.
Informe Usos consuetudinarios *CONADI*	• Mapa final de la solicitud ECMPO restando superposición con concesiones marítimas otorgadas (concesiones, destinaciones o Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos - AMERB). • Informa sobre Usos Acreditados: Recolección de Algas, Pesca, extracción de mariscos, comercialización. • Informa sobre Usos sin posibilidad de señalar alcance y cobertura: Alimenticio, Medicinal, Recolección de plantas, Uso doméstico, uso recreativo, religioso. • Informa sobre Uso No acreditados: Observación de la naturaleza y el espacio costero en la vida cotidiana. • Informa sobre sitios de significancia. • Acredita un área de 76.036 ha.

Plan de Consulta de CONADI
CONADI
	• Convocatoria a reuniones.
	• Actas de participación en reuniones realizadas en Llico 05.12.2015, Arauco 06.12.2015, Tubul 11.12.2015.
	• Reunión 05.12.2015:
	  • Comunidades solicitantes señalan que están dispuestos a integrar como socios en el plan de Administración a todas las personas de origen indígena o no que practiquen actividades de pesca artesanal (pescadores, recolectores de orilla, buzos mariscadores, boteros, algueros, otros).
	  • Las comunidades señalan que no incluirán dentro del plan embarcaciones que superen 12 m de eslora.
	  • Los asistentes acordaron no pronunciarse respecto de la ECMPO y solicitan nueva reunión.
	• La totalidad de las personas señalan estar de acuerdo con el establecimiento de la ECMPO siempre que se respete los siguiente: Ser incluidas como socios.

Consulta Subpesca a CRUBC sobre establecimiento de la ECMPO (OrdN°259 de fecha 18.0216, mediante el cual Subpesca somete a pronunciamiento de la CRUBC la solicitud ECMPO Lafken Mapu Meu) *Subsecretaría de Pesca*	• Solicita pronunciamiento sobre establecimiento del ECMPO Lafken Mapu Meu. • Informa sobre sobreposición con 161 concesiones marítimas otorgadas, 5 concesiones acuícolas otorgadas, 43 AMERB otorgadas. • Analiza la magnitud comparada de la participación del sector pesquero artesanal de la región, de las caletas del Golfo de Arauco y de las comunidades en el espacio propuesto, con énfasis en caletas Tubul, Llico, Puerto Sur Isla Sta María, El Piure, asociadas a las 5 comunidades solicitantes se excluye a comunidad Raqui Willi Mapu por localizarse en la parte alta del valle del río Raqui (más lejana al mar). • Iniciativas del sector pesca que se están llevando adelante en el sector Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos y el Plan de Manejo del Golfo de Arauco. • Antecedentes de las pesquerías de anchoveta y sardina común. • Iniciativa de establecimiento de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Península de Hualpén. • Complementó antecedentes con Informe técnico sobre Áreas de pesca de la flota artesanal e industrial en sardina común y anchoveta centro sur.
Informe técnico sobre Áreas de pesca de la flota artesanal e industrial en sardina común y anchoveta centro sur/ *Comité de manejo de las pesquerías*	• Antecedentes sobre zonas de pesca de flota pelágica sobre los recursos pelágicos sardina común y anchoveta en la zona centro sur. • Información contenida en consulta realizada por Subpesca.
Informe Técnico N°1 DZPA Biobío, 10.01.2016 *Dirección Zonal de Pesca*	Información contenida en la solicitud de Pronunciamiento enviada a la CRUBC por parte de la Subsecretaría de Pesca.
Plan de Manejo del Golfo de Arauco (Huepo Navajuela, Taquilla) *Dirección Zonal de Pesca*	• Objetivo general: "Desarrollar y mantener una pesquería del huepo, navajuela y taquilla biológica, ecológica y socioeconómicamente sustentable en el Golfo de Arauco". • Define 7 metas, 12 objetivos operacionales y 23 medidas de manejo con sus respectivos planes de acción, considerando las dimensión Biológica, Ecológica, Económica y Social de estas pesquerías. • Implementación a tres años.
Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos PSMB *Sernapesca*	• Establece un área de extracción de moluscos bivalvos bajo control sanitario. • Beneficia a los pescadores y buzos del Golfo de Arauco que, a través de controles sanitarios dirigidos a los recursos bentónicos, se obtendrán materias primas libres de marea roja y otros contaminantes, así como también mejoras en los precios de venta de las materias primas y mayor oferta de ellas para abastecer al poder comprador, entre ellos plantas procesadoras que exportan a mercados que exigen la condición de extracción de áreas PSMB habilitadas.

Fuente: Elaboración propia.

Aprobación Solicitud ECMPO Lafken Mapu Meu

Luego de realizado el análisis de todos los antecedentes recopilados, las opiniones de los servicios públicos, de los gremios de la pesca artesanal, alcaldes, otros, por parte del Equipo Técnico, Oficina Técnica y Secretaría Ejecutiva de la Comisión, la Secretaría Ejecutiva formula una propuesta de pronunciamiento para ser presentada a la Comisión en pleno.

Realizada la votación de la CRUBC, finalmente se aprobó un espacio al sur del Golfo de Arauco y hasta las cinco millas desde la línea de playa, siendo el argumento principal de la reducción la superposición con las actividades de pesca artesanal que se realizan en el Golfo (no obstante, la ley establece que entregado un ECMPO en administración a una comunidad o a una asociación de comunidades indígenas, no se podrá prohibir que se sigan desarrollando las actividades de pesca que se realizaban en el lugar).

El área final aprobada resultó menor a la acreditada por CONADI, pero aseguró la continuidad tierra mar del espacio aprobado, con una superficie aproximada de 12.000 hectáreas, ubicado frente a las costas de la comuna de Arauco, entre Punta Lavapié por el norte y Punta La China por el sur, el límite sur original de la solicitud. Adicionalmente, se generó un *buffer* de 200 m alrededor de caletas y de 500 m alrededor de infraestructura existente de la DOP (Figura N°7).

Figura N°7.
Área aprobada por la CRUBC Biobío para el ECMPO Lafken Mapu Meu

Fuente: Unidad Borde Costero, GORE Biobío.

A continuación, se presenta un cuadro con los principales hitos del proceso y los tiempos transcurridos para la solicitud ECMPO Lafken Mapu Meu (Cuadro N°4).

Cuadro N°4.
Tiempos de tramitación solicitud ECMPO Lafken Mapu Meu

Principales hitos del proceso	Fecha	Tiempo transcurrido
Ingreso de la solicitud a Subpesca por parte de las comunidades indígenas.	15.07.2013	2 años 3 meses.
Informe de Uso Consuetudinarios emitido por CONADI.	Remitido a Subpesca mediante Ord N°809, de 14.10.2015	
Envío de la solicitud de pronunciamiento de la SSPPAA a la Comisión Regional de Uso del Borde Costero solicitando la aprobación, modificación o rechazo. Aprobación de la Comisión Regional de Uso del Borde Costero CRUBC.	Mediante Ord. N°259 del 18.02.2016 SSPPAA Mediante Resolución Exenta N°957 del 22.03.2016 del Gobierno Regional del Biobío.	Pronunciamiento CRUBC dentro de 30 días hábiles.

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo transcurrido desde el ingreso de la solicitud por parte de las comunidades indígenas hasta la aprobación con modificación de la Comisión Regional de uso del Borde Costero de la región del Biobío – CRUBC, fue de 2 años y 8 meses. El tiempo de tramitación ha sido uno de los factores cuestionables del proceso, generando desconfianza en las comunidades indígenas. Los mayores cuestionamientos respecto del establecimiento de estos espacios se relacionan, sin embargo, con la visión mercantilista que se tiene de los recursos marinos y el territorio, sin el valor simbólico que poseen como elementos de articulación de identidades (Castro, 2005). Falta comprender usos como el simbólico, de contemplación, religioso, por ejemplo, respecto de su alcance y cobertura a un área determinada.

Otra dificultad que se visualiza responde a la elaboración del plan de administración. Luego de que se otorga la destinación de una solicitud ECMPO, las comunidades solicitantes deben presentar un Plan de Manejo, dentro de los 12 meses siguientes a la notificación de la aprobación ante la Comisión Intersectorial. Esta acción requiere de la comunidad recursos que difícilmente poseen para elaborar este plan. Por otra parte, desde la institucionalidad pública tampoco no se ha asumido de manera concreta como responder a esta necesidad de recursos para facilitar el uso efectivo de las comunidades de estos espacios una vez otorgados. En algunos casos esta labor ha sido apoyada por organizaciones como la Identidad Territorial Lafkenche o por CONADI, pero no es una práctica general por falta de recursos.

Los nuevos gobiernos regionales, con autoridades electas y la posibilidad de solicitar traspasos de nuevas competencias, podría ser una alternativa a la inmovilidad que existe hoy en día.

Actualización de la Zonificación Regional de Borde Costero del Biobío

La región del Biobío se encuentra en proceso de actualización de la ZRBC. La Zonificación con que cuenta fue formulada los años 2005 y 2006 y aprobada por la Comisión Regional y la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero a fines de este último año. No obstante contar con ambas aprobaciones, el Ministerio de Defensa nunca dictó la Resolución aprobatoria.

Con posterioridad a 2006 se han dictado un conjunto de normativas vinculadas a la planificación y gestión de los espacios costeros, dos de ellas particularmente relevantes para la formulación de este instrumento; la primera, la Ley N°24.417 que modifica Ley N°19.300 sobre Bases del Medioambiente, que establece la obligatoriedad de desarrollar un procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica a las Zonificaciones de Borde Costero; la segunda, el decreto 66, que aprueba el Reglamento que regula el procedimiento de consulta indígena en virtud del artículo 6 nº1 letra a) y nº2 del convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, OIT. Este reglamento requiere que la región evalúe si corresponde su aplicación. En Biobío es pertinente con motivo de la existencia de comunidades indígenas lafkenches en parte del territorio a zonificar.

De igual modo, se han dictado y modificado otras leyes y normativas que tendrán una gran incidencia en la planificación y ordenamiento de las zonas costeras: la actualización de la Política Nacional de Uso del Borde Costero, la Política Nacional de Ordenamiento Territorial; la Política Energética de Chile al 2050; la Ley N°20.434 que modifica la Ley General de Pesca y Acuicultura; la Ley N°21.027, que Regula el desarrollo integral y armónico de Caletas Pesqueras a nivel nacional y fija normas para su declaración y asignación; la Ley N°21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los Humedales Urbanos; la Ley N°21.074 de Fortalecimiento de la regionalización del país, y; la Ley N°20.249, que Crea los Espacios Costeros Marinos de los Pueblos Originarios ECMPO, que establece que son las Comisiones Regionales de Borde Costero y no la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, quien decide sobre el otorgamiento de estos espacios, constituyéndose esta facultad en uno de los pocos ejemplos de descentralización efectiva en la toma de decisiones sobre los espacios costeros, desde la creación de las Comisiones Regionales de Uso del Borde Costero.

Junto con esta importante dictación de nuevos cuerpos legales vinculados a las zonas costeras, en Biobío se ha producido un aumento en el uso de estos espacios, tanto por la aparición de nuevas actividades como por la intensificación de las ya existentes, lo cual ha aumentado la presión y consecuentemente el impacto sobre algunos elementos del paisaje natural y el medio humano.

Problemas de decisión que justifican la necesidad de actualizar la Zonificación Regional de Borde Costero:

a) Deterioro de la calidad del agua y afectación de especies y recursos hidrobiológicos. Lo anterior en sectores tales como las Bahías de Talcahuano, San Vicente y Coronel, en Lota y Golfo de Arauco, debido al crecimiento de la actividad portuaria, la generación de energía o la actividad de transferencia de combustibles para la generación de energía.

b) Degradación de los ecosistemas dunarios, por la actividad de extracción de áridos, desarrollo de proyectos inmobiliarios en las zonas costeras, deportes en vehículos motorizados. Lo anterior en sectores de las comunas de Hualpén (Lenga), Coronel, San Pedro de la Paz, Arauco y Lebu.

c) Degradación de humedales costeros, producto de su relleno y fragmentación por la expansión urbana, en sectores como Rocuant Andalién, Lenga, Boca Maule, Carampangue, Tubul- Raqui, Lagunas Collilleco (Laguna Grande) y Llacolén (Laguna Chica). Estas dos últimas en la comuna de San Pedro de la Paz.

d) Intervención de cauces y humedales, producto de la actividad forestal, lo que ha ocasionado una pérdida de los servicios ecosistémicos, en territorios como la Cordillera de Nahuelbuta y Llanura costera de Arauco.

e) Degradación de lagunas y lagos por la actividad de deportes náuticos motorizados que generan ruidos molestos, contaminan las aguas y ponen en riesgo a las personas. Lo anterior en las lagunas Collilleco y Llacolén en San Pedro de La Paz, y lagos Lanalhue y Lleu-Lleu, en Cañete, Contulmo y Tirúa.

f) Fragmentación y pérdida de la diversidad biológica y servicios ecosistémicos en el bosque nativo (como el abastecimiento de agua y la pérdida de productos no maderables del bosque nativo), producto de la actividad forestal en territorios de la Cordillera de Nahuelbuta.

g) Degradación de elementos de valor patrimonial cultural y de prácticas tradicionales, tales como las actividades de pesca, agricultura costera y cultura indígena, principalmente en el borde costero de la Provincia de Arauco.

h) Aumento de la presión de la actividad turística sobre territorios vulnerables en las islas Mocha y Santa María, o ya sobrecargados de actividades, como en Tomé y Arauco.

i) Necesidad de acordar definiciones regionales para analizar la compatibilidad de la actividad acuícola intensiva con los usos que hoy se dan en el territorio costero y los que se propongan producto de la actualización de la zonificación.

En los últimos años la Comisión de Borde Costero ha planteado una orientación estratégica hacia el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala. Actualmente se está trabajando en el desarrollo de una Política Pública Regional para el Desarrollo de la Acuicultura.

j) Presión de la actividad portuaria sobre otras actividades y usos del borde costero en las zonas contiguas (interfaz puerto-ciudad), en consideración principalmente a la congestión vial por tránsito de vehículos de carga, lo que genera ruido, emisiones y alteración del paisaje costero, y riesgos de accidentes vehiculares y derrames de sustancias peligrosas, en las bahías de Concepción, San Vicente y Coronel.
Los puertos de la intercomuna Puerto Lirquén, Muelles de Penco, Talcahuano, San Vicente, Coronel, han planteado su interés por ampliar las áreas que hoy define la zonificación con un uso preferente Portuario.

k) Aumento de la vulnerabilidad de la población y propiedad privada ante amenazas naturales y antrópicas, y ante los efectos del cambio climático. En todo el borde costero regional, principalmente donde habitan personas, existen infraestructuras o se desarrollan actividades económicas.
El territorio costero se encuentra expuesto a la ocurrencia de eventos naturales que pueden alterar las condiciones de vida y ocupación de estos espacios (terremotos, tsunamis, marejadas, desbordes de ríos), así como también de eventos antrópicos, vinculados a la actividad turística e industrial principalmente (incendios forestales, remoción de dunas, alteración de cauces, derrames de sustancias peligrosas, otros). Del mismo modo, ante un escenario de aumento sostenido de la población y de cambio en las condiciones ambientales de los territorios (cambio climático) cuyos impactos afectarían el borde costero regional (aumento nivel del mar, aumento de temperatura del mar, cambios en la salinidad, aumento de marejadas, entre otros), se condicionan fuertemente las posibles actividades que se pueden desarrollar en el borde costero de manera segura.

Producto de todo lo anterior es que este nuevo proceso de zonificación considera una exigente coordinación entre servicios públicos y una amplia participación de los actores de la sociedad civil, organizaciones y gremios de la región en sintonía con los objetivos de desarrollo que se acuerden para la zona costera, bajo un nuevo contexto territorial (Biobío ya no incluye a las comunas de Cobquecura, Trehuaco y Coelemu, hoy de la región de Ñuble) y normativo, anticipándose a potenciales conflictos de uso en el borde costero producto del aumento de la presión por el uso de estos espacios. Se busca, como resultado de este trabajo, entregar información clara sobre la viabilidad del desarrollo de los diferentes intereses que se manifiestan en esta franja, analizando las compatibilidades entre los diferentes usos y actividades, basados en una visión de desarrollo del borde costero regional para la próxima década y media.

Para este nuevo proceso de Zonificación se considerará el concepto de *zona costera* para la actualización de la Zonificación, cuya extensión se definirá en virtud de las problemáticas que afecten al sector que se zonifique y con la visión de cómo se utilizará este instrumento en el marco de la evaluación que hace el gobierno regional de los proyectos que ingresan al sistema de evaluación de impacto ambiental y del análisis de solicitudes de concesiones marítimas y espacios costeros marinos de los pueblos originarios que se presenten en la región.

Borde Costero

Definido en el D.S. N°09 de 2018, como franja del territorio que comprende la costa marina, fluvial y lacustre y el mar territorial de la República, que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. Se entenderá por mar territorial aquel que se encuentra definido en el artículo 593 del Código Civil.

De acuerdo a la Política Nacional de Uso del Borde Costero, Decreto Superno N°475 del 14 de diciembre de 1994, se entenderá por "*Borde Costero del Litoral*", aquella franja del territorio que comprende los terrenos de playa fiscales situados en el litoral, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República, que se encuentran sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina (hoy Subsecretaría para las Fuerzas Armadas).

Zona Costera

Se reconoce la existencia de una *Zona Costera* con especiales características físico/ambientales, sociales, culturales y económicas comunes, integrada por el borde costero y un área de influencia directa, esta última de ancho variable (se propone en principio trabajar con las cuencas costeras asociado a las problemáticas del territorio), donde se desarrollan actividades dependientes de este territorio, entendido como un continuo y que repercuten en su conservación y en su desarrollo sustentable.

Hay un acuerdo general en considerar la *Zona Costera* como un espacio geográfico de extensión variable, situado en el contacto entre la litósfera, la hidrósfera y la atmósfera, lo que le otorga características únicas tanto de riqueza como de fragilidad y complejidad (Andrade, 2008).

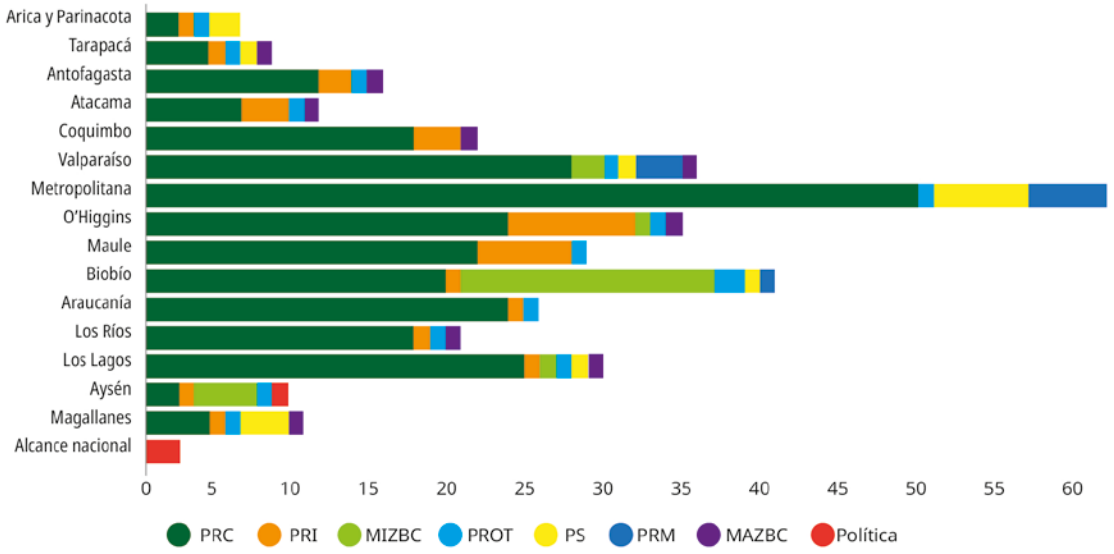
Evaluación Ambiental Estratégica - EAE a la Zonificación y sus dificultades

La Ley 20.417 de enero de 2010 que modifica a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y su reglamento el D.S. 32 de febrero de 2015, requiere que las zonificaciones del borde costero y del territorio marítimo se sometan al procedimiento de evaluación ambiental estratégica (EAE).

Este nuevo instrumento de gestión ambiental para la planificación territorial busca que se incorporen las consideraciones ambientales al proceso de formulación de las políticas, planes e instrumentos de ordenamiento territorial que la ley establece; analizando participativamente las oportunidades y riesgos asociados a las decisiones estratégicas de estos instrumentos.

La aplicación de este procedimiento ha implicado variados desafíos para la institucionalidad regional, vinculados con el desconocimiento del instrumento Zonificación de Borde Costero en comparación con los planes reguladores en sus diferentes escalas, insuficientes recursos económico y humano para su formulación, centralismo del órgano del estado que dicta el acto aprobatorio, entre otros (Figura N°7).

Figura N°7.
Instrumentos ingresados a Evaluación Ambiental Estratégica, a nivel regional, al 2018



Fuente: http://sistemaintegrador.mma.gob.cl/mma-centralizador-publico/indicador/vistaIndicador.jsf?id=26A5FB25-2CE2-3CFA-ABFE-F9B9A7868872&subtema=12

Sobre la aplicación del procedimiento de EAE y las orientaciones entregadas a las Comisiones Regionales

Desde la dictación de la Ley N°20.417 las comisiones han debido ir ajustando sus procesos de formulación de las Zonificaciones de Borde Costero a las diferentes directrices que se han entregado por parte del Ministerio de Medio Ambiente y de Defensa, lo que ha complejizado los procesos de zonificación y disminuido la posibilidad de que lleguen a término. Tampoco ha existido claridad respecto de la aplicación de la Consulta Indígena (Cuadro N°5).

Cuadro N°5.
Aplicación de EAE en la Zonificación de Borde Costero región del Biobío

Año	Instrumento	Servicio	Orientaciones Evaluación Ambiental Estratégica
Enero 2010	La ley 20.417 que modifica a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente	Ministerio del Medio Ambiente	Indica que las zonificaciones del borde costero y del territorio marítimo deben someterse al procedimiento de EAE.
Julio 2011	Instructivo Aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica en los procesos de Zonificación de Borde Costero	Ministerio de Defensa Nacional Ministerio del Medio Ambiente	Se instruye a las Comisiones Regionales de Uso del Borde Costero la forma en que se debe aplicar EAE en los actuales procesos de Zonificaciones de Borde Costero.
Enero 2014	Ingreso inicio EAE de las Zonificaciones Comunales de Borde Costero región del Biobío	Gobierno Regional del Biobío / Comisión Regional de Uso del Borde Costero	Utiliza el Instructivo aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica en los procesos de Zonificación de Borde Costero.
Febrero 2015	D.S. 32 de febrero de 2015 Aprueba Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica	Ministerio del Medio Ambiente	Los procedimientos de EAE llevados adelante a la fecha deben ajustarse a las nuevas instrucciones respecto de la aplicación de ese procedimiento.
2018	Inicia trabajo de actualización de las Zonificación Regional de Borde Costero y se desiste de continuar con las Zonificaciones Comunales	Gobierno Regional del Biobío / Comisión Regional de Uso del Borde Costero	Utiliza D.S. 32 de febrero de 2015 Aprueba Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica.
2019	Actualización de la PNUBC	Ministerio de Defensa Nacional	En proceso. Sus objetivos y propuestas deben ser consideradas en la formulación y actualización de las zonificaciones de Borde Costero.
Noviembre 2020	Se da inicio al procedimiento de EAE de la actualización de las Zonificación Regional de Borde Costero, Región del Biobío	Gobierno Regional del Biobío / Comisión Regional de Uso del Borde Costero	Utiliza el D.S. 32 de febrero de 2015 Aprueba Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica.
Mayo 2020	Programa de Regulación Ambiental 2020-2021	Ministerio del Medio Ambiente	Presenta como prioridad la Actualización del Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica (DS N°32, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente).

Fuente: Elaboración propia.

La zonificación es un instrumento que le ha permitido a las regiones pronunciarse sobre solicitudes de concesiones marítimas por las cuales son consultadas por parte de la SSFFAA, por las solicitudes de espacios costeros marinos de pueblos originarios y por otras materias de interés del borde costero vinculadas al establecimiento de áreas con figuras de protección en la zona costera. Además, ha permitido gestionar conflictos de uso del borde costero mediante acuerdos de ordenamiento en territorios específicos, así se espera que el proceso de descentralización que se está llevando adelante en el marco de la ley de descentralización contribuya en mayor medida a que la planificación y gestión de estos espacios sean materias de decisión regional.

Respecto de la participación de la comunidad regional en el proceso de actualización del instrumento se ha considerado lo siguiente, en congruencia con el Plan de Participación vigente del Gobierno Regional:

a) Hacer accesible la información relevante sobre la Zonificación y su proceso de actualización.

b) Informar del derecho a participar y de la forma en que se puede ejercer este derecho.

c) Reconocer el derecho a formular observaciones, desde las fases iniciales del procedimiento y que este espacio esté abierto a todas las opciones.

d) Obtener información útil de las personas interesadas para los efectos de la actualización de la zonificación regional.

e) Identificar los valores atribuidos al territorio costero por sus habitantes mediante diversas metodologías.

f) Trasparentar la toma de decisiones respecto de las propuestas que resulten del proceso de actualización de la zonificación y cómo éstas se han desarrollado.

g) Recoger temas de sustentabilidad que deben ser considerados en el proceso de zonificación y que permita cumplir con la aplicación de la EAE.

Reflexión final

Los cambios son la constante en la zona costera de la región del Biobío. Desde el año 2006, cuando se aprobó la Zonificación de escala regional, se han desarrollado nuevas actividades en el borde costero que no fueron consideradas en la zonificación regional de ese año y otras actividades que se desarrollaban a pequeña escala, y que por lo tanto no fueron suficientemente consideradas hoy se han intensificado. El crecimiento de la actividad portuaria, la generación de energía por medio de centrales termoeléctricas o la actividad de transferencia de combustibles para la generación de energía y uso industrial, el aumento de los volúmenes de extracción de arena de playa, que pasó de ser una actividad artesanal a ser una actividad industrial, entre otros, son algunos de los fundamentos para la actualización del instrumento. Del mismo modo, se ha manifestado interés por desarrollar en las costas de la región actividades que antes no existían, como la acuicultura intensiva de peces en el mar y más recientemente un interés por generar energía eólica en mar, por medio de torres ubicadas sobre la plataforma marina en sectores cercanos a la costa.

Los impactos en los componentes del paisaje y en la población que habita o utiliza estos espacios, como consecuencia de la intensificación de actividades también se han incrementado, poniendo en riesgo la seguridad humana por la pérdida de fuentes laborales, sobre todo de las actividades económicas de pequeña escala y por lo mismo más vulnerables ante los cambios. La degradación en las bahías por contaminación y sobreutilización de los espacios para navegación y servicios asociados, la degradación en dunas, humedales, lagos y lagunas costeras que afectan prácticas tradicionales como pesca artesanal, recolección de orilla, agricultura costera y cultura indígena que son parte de la identidad regional, hoy están amenazadas.

La participación ciudadana es un aspecto fundamental dentro de los procesos de planificación territorial. La formulación de la Zonificación de Borde Costero debe considerar dos procesos que cooperan a configurar su estrategia de Participación que son: el proceso de Evaluación Ambiental Estratégico y el proceso de Consulta Indígena. El que estos instrumentos se construyan en base acuerdos amplios con todos los sectores le dan la fuerza a esta planificación de carácter vinculante y no normativo como es la Zonificación de Borde Costero y permite una mejor gestión del territorio costero.

Este nuevo plan debiera impulsar la revaloración de las prácticas tradicionales asociadas a la identidad regional, contribuir a la conservación de áreas de alto valor como las islas y los sitios arqueológicos y paleontológicos costeros, sólo recientemente reconocidos; contribuir a asegurar la seguridad alimentaria generada por la escasez de recursos pesqueros, potenciando el desarrollo de una acuicultura de pequeña escala enfocada en el mercado local.

Además, debiera integrar los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS y los desafíos que a nivel del territorio costero nos presentan los compromisos con la acción climática, como la protección y recuperación de ecosistemas frágiles como los humedales costeros, altamente amenazados por los cambios de uso de suelo. Ante esto, el proceso de fortalecimiento de la regionalización y la nueva institucionalidad regional nos puede hacer pensar en nuevos desafíos para las regiones respecto de la administración del territorio costero y la participación en las decisiones sobre el uso de estos espacios. El proceso de descentralización puede abrir nuevas alternativas en estos temas donde las regiones hemos adquirido experiencia a lo largo de los años.

Finalmente, creemos que hoy, en el inicio de la formulación de un nuevo plan regional de borde costero y frente a un escenario de actualización de la política nacional de uso del borde costero o una nueva ley de costas, se crea una oportunidad para consolidar este instrumento y potenciarlo para una efectiva gestión de los espacios costeros. Una gestión efectiva proviene, a su vez, de una adecuada planificación, elaborada participativamente con todos los actores con competencia e intereses en estos espacios, establecida en base a acuerdos, con usos claramente delimitados y un exhaustivo análisis de compatibilidad con las actividades posibles (actuales y futuras) de desarrollar en esos espacios. Junto a esto, una gobernanza territorial reconocida y liderada por una Comisión Regional de Borde Costero fortalecida.

Referencias Bibliográficas

DÍAZ, M. L. & RIVERA, M. Tesis Incidencia del insumo arenas en el desarrollo de proyectos inmobiliarios en la intercomuna de Concepción. Tesis Ciencias de la Construcción. Concepción: Universidad de Las Américas, 2009.

DÍAZ, M. L., GALLARDO, B., HENRÍQUEZ, B. & VIOLA, C. Tesis Postgrado Internacional en Gestión Integrada de Zonas Costeras y Estuáricas. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña, 2012.

GABINETE PRESIDENCIAL. Oficio Gab. Pres N°001 del 31 de enero de 1997 envía Instructivo Presidencial para la elaboración de Estudios de Zonificación en Sectores Costeros de regiones y para la creación de las Comisiones Regionales de Uso del Borde Costero, 1997.

GOBIERNO REGIONAL DEL BIOBÍO. Estudio FIC Fondo de Innovación para la Competitividad para la formulación de una Política Pública Regional de Turismo. Concepción: GORE Biobío, 2020.

GOBIERNO REGIONAL DEL BIOBÍO. Estudio FIC Fondo de Innovación para la Competitividad para la formulación de una Política Pública Regional de Fomento Productivo. Concepción: GORE Biobío, 2019.

GOBIERNO REGIONAL DEL BIOBÍO. Estudio FIC Fondo de Innovación para la Competitividad "Sistematización de Conocimiento Tácito y Explícito para la promoción de la Acuicultura Sustentable en la Región del Biobío: Una aproximación mediante la aplicación de lógica difusa", conducente a la formulación de una Política Pública Regional para el desarrollo de la Acuicultura. Concepción: GORE Biobío, 2020.

GOBIERNO REGIONAL DEL BIOBÍO. Plan Regional de Ordenamiento Territorial-PROT Biobío (en elaboración).

GOBIERNO REGIONAL DEL BIOBÍO. Estrategia Regional de Desarrollo, ERD 2015-2030 Región del Biobío, actualizada. Concepción: GORE Biobío, 2019.

GOBIERNO REGIONAL DEL BIOBÍO. Plan Regulador Metropolitano de Concepción (en proceso de actualización).

MARTÍNEZ, C., HIDALGO, R., HENRÍQUEZ, C., ARENAS, F., RANGEL-BUITRAGO, N. & CONTRERAS-LÓPEZ, M. (EDS.). La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia. Santiago: Ediciones UC., 2020.

MARTÍNEZ, C., MARTÍNEZ, I., PAREDES, C. & CIENFUEGOS, R. ¿Por qué Chile necesita una ley de costas? Hacia una nueva gobernanza de la costa para el siglo XXI. Documento de trabajo. Santiago: Serie -Policy Papers CIGIDEN, 2020.

MEZA-LOPEHANDÍA, M. La Ley Lafkenche Análisis y perspectivas a 10 años de su entrada en vigor. Santiago: Asesoría Técnica Parlamentaria BCN, 2018.

MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. Ley N°21.074 de 2018 sobre Fortalecimiento de la Regionalización del País. Santiago: MINSEGPRES, 2018.

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Política Nacional de Uso del Borde Costero. Decreto Supremo N°475, 1994.

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL. Ley N°20.249 Crea el Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios, 2008.

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL-SUBSECRETARÍA DE SERVICIOS SOCIALES. Decreto 66 del año 2013 aprueba Reglamento que regula el procedimiento de consulta indígena en virtud del artículo 6 Nº1 letra a) y Nº2 del Convenio Nº169 de la Organización Internacional del Trabajo y deroga normativa que indica, 2013.

MINISTERIO DE ECONOMÍA. Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020.

MINISTERIO DE ECONOMÍA-SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA. Política Nacional de Acuicultura, 2003.

MINISTERIO DE ECONOMÍA-SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA. Ley N°18.892 de Pesca y Acuicultura y sus modificaciones.

MINISTERIO DE ECONOMÍA-SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA. Ley N°21.027, Regula el desarrollo integral y armónico de Caletas Pesqueras a nivel nacional y fija normas para su declaración y asignación.

MINISTERIO DE ENERGÍA. Política Energética de Chile al 2050.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Ley Marco de Cambio Climático.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO OIT. Convenio 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes.

PEÑA-CORTÉS, F. & PINCHEIRA-ULBRICH, J. Ordenamiento territorial en Chile. La necesidad de definir un marco científico-técnico de soporte decisional con base participativa. Universidad Católica de Temuco, Chile, Laboratorio de Planificación Territorial. En ABELLÁN, C., JOVER, F. & LOIS, R. América Latina en las últimas décadas: procesos y retos. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2018.

SEREMI DE MEDIO AMBIENTE-GOBIERNO REGIONAL DEL BIOBÍO. Propuesta de Política Pública Regional de Biodiversidad 2017-2030.

PLANOS REGULADORES COMUNALES. Tomé, Penco, Talcahuano, Hualpén, San Pedro de la Paz, Coronel, Lota, Arauco, Lebu, Los Álamos, Cañete, Contulmo y Tirúa.

7.4.

Vulnerabilidad territorial y capacidad institucional en el litoral central de Chile

Territorial vulnerability and institutional capacity in the Chilean central coast

Giovanni Vecchio [1], Pilar Hernández [2], Gabriela Bastías [3], Patricio Vega [4], Magdalena Vicuña [5], Roberto Moris [6], Carolina Martínez [7]

RESUMEN

Frente a la vulnerabilidad que caracteriza las zonas costeras, las instituciones a cargo de planificar y gestionar el territorio son al mismo tiempo un actor clave y un factor adicional de vulnerabilidad territorial. En el contexto chileno, los desiguales niveles de capacidad institucional de las municipalidades son especialmente relevantes para entender cómo las instituciones locales pueden hacerse cargo de los diferentes factores que determinan una condición de vulnerabilidad. A través de un análisis enfocado en las municipalidades de la zona sur Litoral Central de Chile, el capítulo analiza los niveles de vulnerabilidad territorial de municipios de zonas costeras y estima sus niveles de capacidad institucional. Enfocándose en la zona entre Algarrobo y Santo Domingo, para cada municipalidad se elaboran un indicador de vulnerabilidad territorial y un indicador de capacidad institucional de gestión del riesgo y resiliencia. Finalmente, se definen perfiles de respuesta municipal frente al escenario de crisis determinado por la pandemia de Covid-19, relacionándolos con los niveles de vulnerabilidad de una comuna y con las capacidades de sus instituciones municipales.

Palabras clave: vulnerabilidad territorial, capacidad institucional, planificación urbana, gestión municipal, zonas costeras.

ABSTRACT

In the face of the vulnerability that characterises coastal zones, the institutions in charge of planning and managing the territory are both a key actor and an additional factor of territorial vulnerability. In the Chilean context, the unequal levels of institutional capacity of municipalities are especially relevant to understand how local institutions can take charge of the different factors that determine a condition of vulnerability. Through an analysis focused on municipalities in the southern Central Coastal Zone of Chile, the chapter analyses the levels of territorial vulnerability of municipalities in coastal zones and estimates their levels of institutional capacity. Focusing on the zone between Algarrobo and Santo Domingo, for each municipality an indicator of territorial vulnerability and an indicator of institutional capacity for risk management and resilience are presented. Finally, profiles of municipal response to the crisis scenario determined by the Covid-19 pandemic are defined, relating them to the levels of vulnerability of a municipality and the capacities of its municipal institutions.

Keywords: territorial vulnerability, institutional capacity, urban planning, municipal management, coastal zones.

1 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile y Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), Chile.
2 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile.
3 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile.
4 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile.
5 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile y Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN).
6 Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile.
7 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile y Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN).

Introducción

Frente a la vulnerabilidad que caracteriza las zonas costeras, las instituciones a cargo de planificar y gestionar el territorio son al mismo tiempo un actor clave y un factor adicional de vulnerabilidad territorial. La vulnerabilidad de un territorio, es definida como el conjunto de condiciones objetivas y subjetivas de existencia que originan la predisposición antes ciertas amenazas (Campos, 1998 en Rojas y Martínez, 2011). A su vez, está condicionada por elementos medioambientales y socioeconómicos que determinan tanto el impacto de una amenaza como también la posibilidad de recuperarse de ello (Cutter et al., 2003, 2008). Las instituciones juegan un rol importante en este sentido, al ser las entidades encargadas de abordar – a través de planificación y gestión - los problemas públicos relacionados con el territorio. Esta importancia es demostrada también por el concepto de factor subyacente del riesgo, que se refiere a los elementos físicos y sociales que determinan condiciones de riesgo de desastre: entre ellos, tanto a nivel nacional como internacional, se incorporan también la planificación territorial y la gobernanza, dos elementos estrechamente vinculados con las instituciones (Silva Bustos, 2020).

El rol de las instituciones en relación a la vulnerabilidad territorial se puede observar a través de sus niveles de capacidad institucional. Esta se puede definir genéricamente como la capacidad de realizar algunas de las variadas tareas que las instituciones tienen a su cargo, así por ejemplo: 1) prestar servicios esenciales y ocuparse de los activos existentes, como las infraestructuras (Alm et al., 2021); 2) gestionar recursos escasos, como en el caso del agua (De Loë et al., 2002; Pirie et al., 2004); y 3) planificar y anticiparse a las amenazas futuras, tales como aplicar políticas para reducir los desastres (McGregor et al., 2021).

Al respecto, a lo menos tres niveles definen la capacidad de una institución (Rosas Huerta, 2008): 1) nivel micro, es crucial la disponibilidad de recursos, incluidos los financieros y humanos; 2) nivel meso, la capacidad de gestión surge como el elemento que determina la posibilidad de utilizar los recursos existentes para realizar las tareas específicas requeridas; y 3) nivel macro, la capacidad de una institución depende de su habilidad para interactuar con otros actores significativos, institucionales o no, de forma eficaz. Dentro de las atribuciones de las instituciones se pueden encontrar entonces elementos referidos a la capacidad interna de una institución (es decir, disponibilidad de recursos, provisión de servicios, respuesta a emergencias, definición de planes y estrategias) y a la capacidad externa (desarrollo de relaciones con actores relevantes), elementos que condicionan la posibilidad de gestionar un territorio y sus recursos.

La capacidad institucional es un elemento fundamental para entender la posibilidad de acción de aquellas instituciones que más directamente enfrentan la vulnerabilidad territorial, como es el caso de las municipalidades. En general, las municipalidades tienen relaciones directas con la comunidad y proveen bienes y servicios fundamentales para la calidad de vida de sus habitantes (Orellana y Marshall, 2017). Además, por su cercanía a las necesidades de la población son las primeras entidades que enfrentan ciertas crisis y pueden entregar respuestas más rápidas que otras instituciones (Oulahen et al., 2017). En el contexto chileno, las municipalidades se hacen cargo de un elevado número de responsabilidades (provisión de servicios básicos, planificación y gestión del territorio) pero tienen escasos y desiguales recursos a disposición, viendo limitada su capacidad de respuesta (Navarrete-Hernández y Toro, 2019). Son las primeras instituciones que responden a escenarios de crisis, abordando las consecuencias locales de las emergencias, administrando el territorio y vinculándose con las comunidades (Silva-Bustos, 2020). Es también por estas razones que, frente a crisis como el estallido social del 2019, las autoridades municipales han sido "la institución política mejor conectada con el día a día de la ciudadanía" (Luna, 2021: 50).

Sin embargo, en Chile los niveles de capacidad de las municipalidades son desiguales (Vicuña et al., 2019). Estas capacidades responden a factores socioeconómicos, geográficos, institucionales, y prácticas de gestión que se hacen más evidentes en escenarios de crisis (pandemia, catástrofe natural o movilización social). Entre las responsabilidades de los municipios, la gestión y la planificación territorial son elementos clave no solo para prevenir la generación de nuevas áreas de riesgo, sino también para ofrecer servicios básicos, dirigir las inversiones y aportar a la calidad de vida urbana (Orellana et al., 2017; Orellana y Marshall, 2017). Teniendo en cuenta las atribuciones definidas en la normativa y las diferencias en los recursos disponibles, las capacidades de gestión y planificación son notoriamente dispares entre unos y otros municipios, a lo que se suman los distintos niveles de complejidad que deben enfrentar. Estas disparidades se observan en los recursos técnicos y económicos a disposición, en los servicios ofrecidos, como también en la disponibilidad y actualización de los instrumentos de planificación que permiten el gobierno del territorio. Considerando estos factores, examinar la capacidad institucional de las municipalidades permite entender en qué medida los gobiernos locales están preparados para enfrentar diferentes dimensiones de la vulnerabilidad territorial y sus múltiples consecuencias para la calidad de vida de las personas (Vicuña et al., 2019; Orellana et al., 2017).

Los efectos de los desiguales niveles de capacidad institucional de las municipalidades son especialmente relevantes para ámbitos como las zonas costeras, donde se concentran diferentes factores que determinan una condición de vulnerabilidad. En las zonas costeras intervienen fuerzas naturales (vivas y no vivas) y sociales que hacen del litoral una de las zonas más cambiantes del planeta. A esta complejidad estructural se suma la creciente relevancia de las zonas costeras como hábitat humano, demostrando que nuestro mundo es cada vez más urbano y más costero (Barragán, 2014). En América Latina y Caribe, en las últimas décadas ha aumentado sensiblemente el número de ciudades costeras y la cantidad de población que reside en ellas, generando también inéditas presiones sobre diferentes ecosistemas costeros (Barragán y de Andrés, 2016). Frente a estos desafíos, las instituciones públicas siguen desempeñando un rol fundamental, ya que los espacios y los recursos costeros "en gran medida son de dominio, propiedad o interés público" (Barragán, 2014: 34). En este sentido, si bien en diferentes países de la región se observan ciertos progresos en relación con la gestión integrada de áreas litorales (Barragán, 2020), es necesario considerar que las instituciones públicas responsables por la planificación y la gestión de áreas costeras muestran cierta heterogeneidad, cuanto a atribuciones, escalas de acción y recursos disponibles, generando diferentes capacidades de respuesta frente a los desafíos de territorios diversamente vulnerables.

Considerando la vulnerabilidad de las zonas costeras y de su territorio, Chile y especialmente su Litoral Central no son excepción. En primer lugar, se trata de una zona especialmente expuesta a diferentes amenazas: no solo terremotos y tsunamis (Martínez y Aránguiz, 2016), sino también marejadas y eventos extremos de oleaje que pueden determinar la erosión de la costa (Martínez et al., 2018). La frecuencia de estos fenómenos aumentará debido al cambio climático, cuyos efectos determinarán también un aumento del nivel del mar (Masson-Delmotte et al., 2021). En segundo lugar, las zonas costeras – y especialmente el Litoral Central de Chile – han experimentado intensos procesos de urbanización en las últimas décadas, debido a la construcción de segundas viviendas en municipios costeros y a procesos de metropolización en la zona central del país (Hidalgo et al., 2016). La intensa urbanización y la mayor presión sobre estas zonas contribuyen a la degradación del medio ambiente (Rojas et al., 2019) y pueden determinar mayores niveles de exposición al riesgo (Carraro et al., 2021). Estos fenómenos impactan la capacidad de carga de las localidades costeras, es decir, la cantidad de personas – sean residentes o visitantes – que un área puede soportar sin que se degrade su ambiente natural, cultural y social (Moris et al., 2021). Finalmente, algunas transformaciones demográficas en desarrollo – por ejemplo, el aumento de habitantes en el Litoral Central y la presencia cada vez más relevante de población mayor (Vecchio et al., 2022) – aportan ulteriormente a la vulnerabilidad de estos territorios costeros, también en relación a otros tipos de emergencias (como las de tipo sanitario). Un ejemplo en este sentido ha sido la pandemia de Covid-19 y el comienzo de la campaña de vacunación, cuando en algunas comunas del Litoral Central el alto número de personas mayores a vacunar - tanto residentes como veraneantes - ha generado una falta inicial de vacunas (CNN Chile, 2021).

A partir de estos antecedentes, se vuelve relevante analizar los niveles de vulnerabilidad territorial de los municipios de zonas costeras y estimar sus niveles de capacidad institucional. Enfocándose en algunas municipalidades del Litoral Central de Chile, este trabajo propone un análisis de los niveles de vulnerabilidad territorial y de las capacidades de las instituciones municipales locales. El análisis se enfoca en las seis comunas que conforman la zona sur del Litoral Central de Chile, todas ubicadas en la Región de Valparaíso: Algarrobo, El Quisco, El Tabo, Cartagena, San Antonio y Santo Domingo; se trata de comunas en donde los fenómenos mencionados anteriormente se manifiestan con especial relevancia.

En este contexto, se propone desarrollar un análisis basado en tres etapas. La primera consiste en la elaboración de un indicador de vulnerabilidad territorial de las comunas del área seleccionada, considerando los componentes ambientales y socioeconómicos que determinan la fragilidad de un contexto. La segunda propone elaborar un indicador de capacidad institucional de gestión del riesgo y resiliencia, a través del análisis de los recursos y de los instrumentos (de regulación, inversión y gestión) disponibles en cada municipalidad. La tercera identifica perfiles de respuesta frente al escenario de crisis determinado por la pandemia de Covid-19, relacionándolos con los niveles de vulnerabilidad de una comuna y con las capacidades de sus instituciones municipales.

Abordar la capacidad institucional de respuesta de las municipalidades costeras, enfocándose en gestión y planificación, es fundamental para entender cómo las instituciones municipales pueden aportar a una Gestión Integrada de Áreas Costeras. Actualmente, las municipalidades costeras de la Región de Valparaíso presentan instrumentos de planificación fragmentados, que carecen de integración y no logran incorporar los rápidos cambios del sistema urbano de la zona (Hidalgo et al., 2019). Para una gobernanza efectiva de las zonas costeras, como la que podría definir una futura Ley de Costas, la planificación territorial juega un rol relevante - especialmente a nivel local (Martínez et al., 2019; 2020). En este sentido, las municipalidades son una entidad crucial, tanto por su rol protagónico en la elaboración de instrumentos de planificación normativos (Vicuña y Orellana, 2018), como también por la desigualdad de recursos que afecta también su desempeño en este y otros ámbitos (Orellana et al., 2017; Vecchio et al., 2020).

Metodología

El análisis propuesto se basa en tres elementos: 1) un indicador de vulnerabilidad territorial; 2) un indicador de capacidad institucional, y un análisis de las respuestas institucionales en el contexto de la pandemia de Covid-19.

Indicador de vulnerabilidad territorial

Para elaborar un indicador de vulnerabilidad territorial en las seis comunas seleccionadas del Litoral Central, se realiza un análisis espacial a nivel de comuna referido tanto a dimensiones físico-ambientales (peligros geomorfológicos, amenaza de tsunami, presencia de equipamientos que favorecen una mayor resiliencia), como también a la condición socioeconómica de los habitantes y su calidad de vida. El puntaje de cada variable es normalizado para obtener valores de 0 a 1, en donde 0 es nula vulnerabilidad y 1a es vulnerabilidad extrema. Adicionalmente, a cada variable se le atribuye un peso - el cual fue determinado por un panel de expertos consultado previamente (Bastías, 2021) - en función de la pertinencia de cada una en el cálculo de vulnerabilidad y ajustándolo a partir de la disponibilidad de datos en las comunas analizada (Cuadro N°1). Para ello, se establecen valores entre 1 y 6, en donde el valor 1 representa menor significancia del factor y el valor 6 la mayor significancia para el cálculo de la respectiva vulnerabilidad, representando numéricamente las categorías de incidencia muy baja (1), baja (2), medio baja (3), medio alta (4), alta (5) y muy alta (6).

Cuadro N°1.
Composición del índice de vulnerabilidad territorial

	Variable	Factor	Peso	Fuente
Vulnerabilidad socioeconómica	Campamentos - Asentamientos informales	Superficie	3	Techo 2021
		N° campamentos	2	Techo 2021
		N° familias	6	Techo 2021
		Antigüedad	1	Techo 2021
	Índice de vulnerabilidad social (Metodología de Cutter, 2003-2008) abreviado	Viviendas con hacinamiento (%)	5	Minvu 2021 a partir de Censo 2017
		Género - Índice de feminidad	3	Censo 2017
		Rangos etarios <=5 y >= 65 años (% según población total)	4	Censo 2017
		Migrantes (%)	1	Censo 2017
Vulnerabilidad físico-ambiental	Viviendas	N° viviendas	5	Censo 2017
		Densidad bruta viviendas (viv/ha)	2	Censo 2017
		% de viviendas con materialidad no aceptable (recuperable e irrecuperable)	4	Censo 2017
	Infraestructura y equipamiento crítico	¿Cuántas se encuentran en amenaza (bajo la cota 30 m)?	4	IDE Min. de Educación 2020, IDE Bomberos 2017, IDE Min. de Salud 2021, IDE Carabineros 2018, GORE RM 2013, IDE SUBTEL 2021, IDE DGA 2017

Fuente: Elaboración propia.

Indicador de capacidad institucional

Para elaborar un indicador de capacidad institucional, se analizaron datos cuantitativos y cualitativos referidos a dos dimensiones: capacidad de gestión y capacidad de planificación comunal. La capacidad de gestión se define a partir de los recursos humanos y financieros a disposición de una institución, mientras que la capacidad de planificación se considera existencia y actualización de instrumentos de planificación territorial normativos (Planes Reguladores Comunales) e instrumentos de planificación territorial indicativos (Planes de Desarrollo Comunal, Plan de Emergencia Comunal) (Vega, 2021). También en este caso, a cada variable se atribuyó un peso determinado previamente por un panel de expertos y se ajustó el índice a partir de la disponibilidad de datos de las comunas costeras seleccionadas como unidad de análisis (Cuadro N°2).

Cuadro N°2.
Composición del índice de capacidad institucional

	Variable	Factor	Peso	Fuente
Capacidad de gestión	Recursos humanos	Disponibilidad de personal municipal por habitante	7%	SINIM, 2021 Censo, 2017
		Profesionalización del Personal Municipal	9%	SINIM, 2021
		Disponibilidad de departamento y/o personal de emergencias	4%	Sitios web municipales, Organigrama, 2021
	Recursos financieros	Dependencia del Fondo Común Municipal	13,5%	SINIM, 2021
		Disponibilidad de recursos por habitante	3%	SINIM, 2021
		Recursos efectivos destinados a programas de prevención y mitigación de riesgos (PREMIV)	13,5%	SINIM, 2021
Capacidad de planificación	Instrumentos normativos	PRC actualizado o modificado en los últimos 10 años	22,5%	Transparencia Municipal (sitios web), Observatorio IDE MINVU, 2020
		Existencia de zonas de riesgo y emergencias en PRC	4,5%	Transparencia Municipal (sitios web), Observatorio IDE MINVU, 2020
		Existencia de mecanismos de incentivos normativos en PRC	3%	Transparencia Municipal (sitios web), Observatorio IDE MINVU, 2020
	Instrumentos indicativos	Disponibilidad de un PLADECO actualizado	7%	Transparencia Municipal (sitios web), 2020
		Disponibilidad de un Plan de Emergencia Comunal	3%	Transparencia Municipal (sitios web), 2020
		Identifica los conceptos de gestión del riesgo, Cambio climático y/o situaciones de emergencias	7%	Transparencia Municipal (sitios web), ONEMI, 2020
		Existencia de Plan de Emergencia con formato ONEMI	3%	Transparencia Municipal (sitios web), ONEMI, 2020

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de respuestas institucionales en contexto de pandemia de Covid-19

Finalmente, en el contexto de respuestas institucionales frente al escenario de pandemia, la literatura internacional y nacional ha abordado esta crisis sanitaria y el manejo gubernamental a partir de lecturas multiescalares (Anttiroiko, 2021; Mintrom y O'Connor, 2020; Greer et al., 2020; Hale et al., 2020; Ramírez de la Cruz et al., 2020). Mientras que los análisis sobre el tema consideran diferentes esferas políticas, sociales y sanitarias, siguiendo el análisis Ramírez de la Cruz et al. (2020) resulta relevante considerar también el rol de la planificación y gobernanza urbana en determinar las respuestas institucionales de los gobiernos locales frente a escenarios de crisis.

En relación a lo anterior, para identificar perfiles de respuesta frente al escenario de crisis determinado por la pandemia en los casos de estudio anteriormente mencionados, se elabora un indicador de exposición a pandemia para luego analizar las respuestas institucionales en la emergencia (es decir, las iniciativas municipales impulsadas en respuesta a la pandemia). Estas son identificadas a través de un análisis de los canales de comunicación oficiales de cada municipalidad, con un enfoque en las páginas web institucionales y recursos dispuestos por las instituciones tales como cuentas públicas, actas de consejos e información disponible por transparencia. El análisis se realizó en dos pasos. El primero, mediante una matriz de doble entrada, permite sistematizar los discursos y acciones de los gobiernos locales. Este análisis permite identificar número y tipo de iniciativas, siendo estas clasificadas en:

a) *Iniciativas directas*: iniciativas con plena participación del gobierno local;

b) *Iniciativas de cooperación horizontal*: iniciativas basadas en la colaboración entre el sector privado, el gobierno local y sociedad civil;

c) *Iniciativas de organizaciones sociales con patrocinio local*: iniciativas con una participación del gobierno local en iniciativas originadas por la sociedad civil;

d) *Iniciativas de organizaciones locales autogestionadas*: iniciativas gestionadas exclusivamente por la sociedad civil.

Cabe destacar que se considera como iniciativa todo programa, proyecto, plan y acción que sea mencionado por el gobierno local en sus canales de comunicación y documentos oficiales. Por otro lado, siguiendo a Ramírez de la Cruz et al. (2020), las dimensiones que abarcan tales respuestas e iniciativas institucionales se determinan en los siguientes categorizaciones: 1) Ayuda Social; 2) Iniciativas de Salud; 3) Tecnología; 4) Gobierno Central, y 5) Colaboración Multinivel.

En una segunda instancia se relacionan datos dispuestos por el Ministerio de Salud, en específico a la tasa de casos incremental por comuna, con las iniciativas identificadas. Lo anterior considera paralelamente la vulnerabilidad territorial y capacidad institucional de gestión del riesgo, de esta manera se reconocen y fortalecen patrones de respuesta institucional en el contexto de emergencia que conllevan a la definición de perfiles de vulnerabilidad.

Resultados

Vulnerabilidad territorial

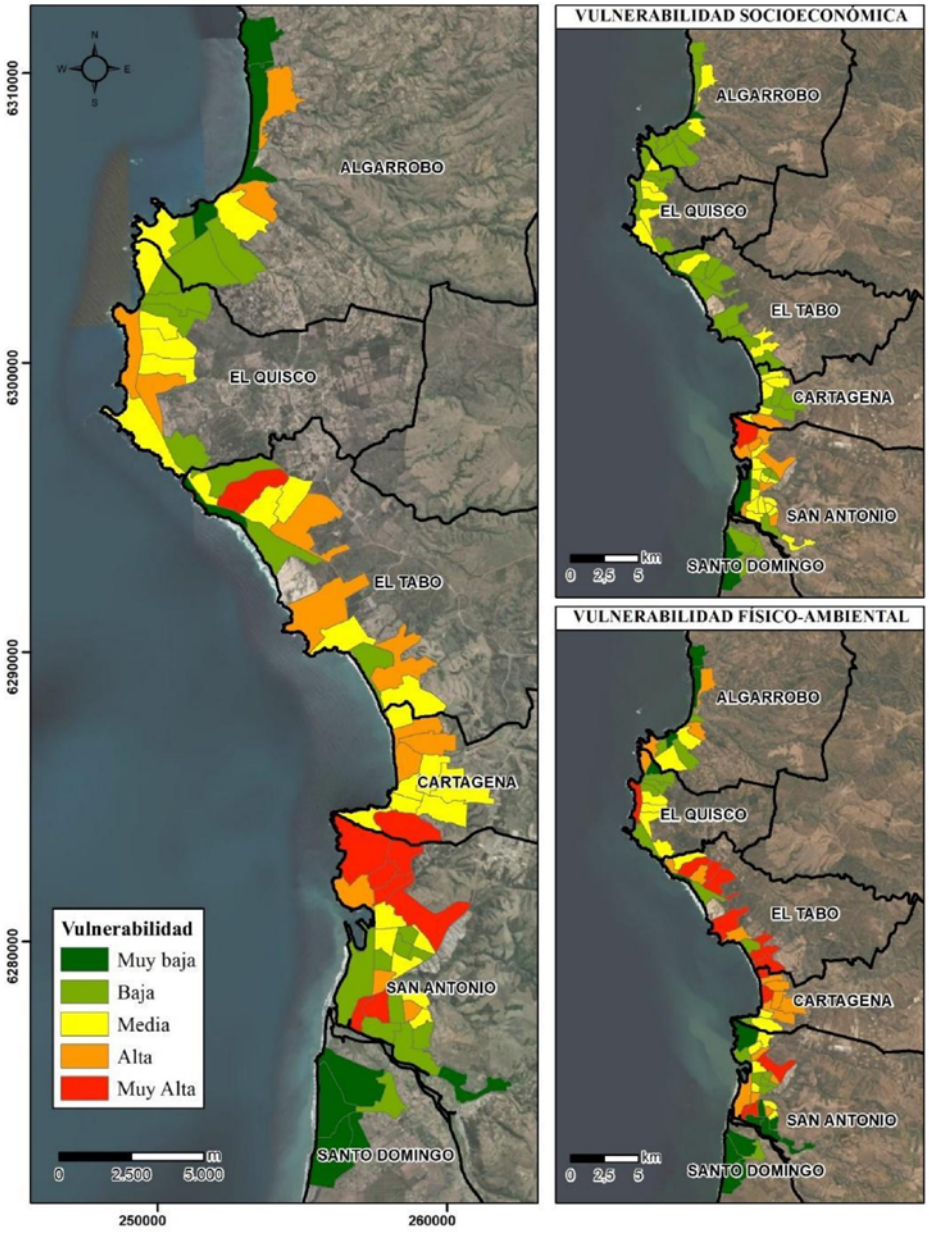
El análisis de la vulnerabilidad territorial contempla exclusivamente el sector urbano de las seis comunas que componen el Litoral Central. La información utilizada se encuentra a nivel de zona censal, unidad de análisis que se encuentra en una escala intermedia entre la división comunal y las manzanas censales.

El resultado del cálculo de la vulnerabilidad socioeconómica muestra niveles medios y bajos de manera transversal en las seis comunas, a excepción del norte de San Antonio y sur de Cartagena, donde se observan zonas censales con alta y muy alta vulnerabilidad. Esta característica de baja vulnerabilidad socioeconómica generalizada dentro del área de estudio podría interpretarse por el predominio de segunda residencia en el litoral central (Figura N°1). La presencia de viviendas informales, su antigüedad, superficie y número de familias, adicionando la alta ponderación que tiene esta última variable, marcan la tendencia de alta vulnerabilidad socioeconómica en el norte de la comuna de San Antonio. El hacinamiento, con mediana-alta ponderación en relación a sus pares, es otra variable que concentra sus mayores valores en esta comuna, seguida en menor medida en Cartagena. La variable rangos etarios muestra una distribución diferente de la vulnerabilidad respecto a las viviendas informales, hacinamiento e índice de feminidad; las comunas de El Tabo y El Quisco, seguidas en menor medida por Algarrobo son la que tienen mayor vulnerabilidad en cuanto a la edad de sus habitantes.

La vulnerabilidad físico-ambiental, a diferencia de la socioeconómica, muestra más sectores de alta y muy alta vulnerabilidad, especialmente en las comunas de El Tabo, Cartagena y en menor medida en San Antonio y El Quisco (Figura N°1). Esta alta vulnerabilidad se explica, por una parte, por la alta densidad de viviendas concentradas en el sector centro hacia el interior de San Antonio; sin embargo, esta variable es la de menor ponderación entre las que componen la vulnerabilidad socioeconómica. El número bruto de viviendas por zona censal, una de las variables de mayor ponderación, es mayor en la comuna

de El Tabo seguido de El Quisco y Algarrobo. Es preciso indicar que esta variable no distingue entre viviendas habitadas permanentemente y segunda residencia. La variable materialidad no aceptable de vivienda - la cual tiene igual ponderación que el número de viviendas - presenta sus valores más altos de vulnerabilidad en la totalidad de la comuna de Cartagena seguida de El Tabo. Las características y distribución de estas últimas dos variables son las que van generando el patrón del resultado de la vulnerabilidad territorial. Considerando en conjunto las dimensiones socioeconómicas y físico-ambientales, la vulnerabilidad territorial muestra un patrón más heterogéneo. Los mayores niveles de vulnerabilidad se encuentran en el sector comprendido entre el sector norte de San Antonio y la zona sur de Cartagena, mostrando un patrón similar al observado en la vulnerabilidad socioeconómica e incluyendo una zona de mayor superficie. También se observa una zona de muy alta vulnerabilidad en el norte de la comuna de El Tabo, marcando un enclave rodeado de zonas censales con niveles medios y bajos de vulnerabilidad. La comuna de Santo Domingo es la única que presenta en la totalidad de su territorio bajos y muy bajos niveles de vulnerabilidad.

Figura N°1.
Mapa de vulnerabilidad territorial en el litoral central



Fuente: Elaboración propia.

Examinando los niveles de vulnerabilidad de las comunas del Litoral Central, se observa que las zonas con niveles más altos de vulnerabilidad deben su condición a su vulnerabilidad socioeconómica, más que a características físico-ambientales. Por ejemplo, en el caso de San Antonio y Cartagena, los elevados niveles de vulnerabilidad se explican por la presencia de viviendas informales. Además, comparando los niveles de vulnerabilidad de las comunas del Litoral, se observan brechas mayores entre los ámbitos con baja y alta vulnerabilidad. Esta diferencia emerge comparando las seis comunas examinadas con otros ámbitos en donde se ha realizado el mismo análisis presentado aquí (en este caso, se toman en cuenta comunas del Área Metropolitana de Santiago) (Bastías, 2021). Toma en cuenta las zonas censales de Santiago con mayores niveles de vulnerabilidad (que se encuentran en comunas centrales como Cerrillos, Estación Central y Santiago, y periféricas, como Huechuraba y Puente Alto) y menores niveles de vulnerabilidad (que se encuentran en comunas pericentrales, como Las Condes, La Reina y Peñalolén, y periféricas, como Lampa y Colina), el análisis permite destacar que las zonas censales menos vulnerables del litoral presentan niveles de vulnerabilidad menores respecto a las zonas menos vulnerables de Santiago. Al contrario, las zonas más vulnerables del Litoral Central muestran niveles de vulnerabilidad mayores que las mismas zonas de Santiago. En términos comparativos entonces no solo el Litoral Central muestra mayores niveles de vulnerabilidad, sino también presenta diferencias más agudas entre las zonas con niveles más bajos y más altos de vulnerabilidad territorial, dando cuenta de importantes diferencias tanto intercomunales como también intracomunales.

Capacidad Institucional

De acuerdo a la aplicación de técnicas metodológicas previamente mencionadas, es posible observar 3 fenómenos en particular. En este sentido, se presentará en una primera instancia resultados de la dimensión de capacidad para la gestión municipal, para luego abordar la dimensión de planificación municipal. En una tercera instancia se presenta el índice sintético de capacidades de gestión y planificación, que involucra ambas dimensiones. En los tres casos, los puntajes se distribuyen en un rango de 0 a 1, siendo 0 muy bajo y 1 muy alto.

a) Capacidad de gestión municipal

En la presente dimensión se consideraron las subdimensiones de recursos humanos y recursos financieros. En promedio, la capacidad de gestión presenta un puntaje de 0,24, con una desviación estándar de 0,11 en las comunas costeras. Lo anterior da cuenta que no existen niveles grandes de dispersión entre las comunas de estudio. A su vez, sólo tres comunas se posicionan por sobre el promedio: Santo Domingo, Algarrobo y El Tabo. Solo Santo Domingo se clasifica con una capacidad de gestión media (0,47). Por su parte Algarrobo y El Tabo clasifican con una capacidad de gestión media baja (0,24). En la misma línea, las comunas de El Quisco y Cartagena poseen una capacidad de 0,18 clasificándose con una capacidad de gestión baja, dejando en un último lugar la comuna de San Antonio (0,15).

En las comunas analizadas, recursos humanos y recursos financieros están correlacionados de manera significativa: las variables que disminuyen la capacidad de gestión se relacionan a los recursos económicos destinados a programas de prevención y mitigación de riesgos, así como también la disponibilidad de recursos por habitantes, en específico en el ingreso per cápita municipal por habitante. Las comunas con mayor disponibilidad de recursos financieros son aquellas con mayor presencia de estratos socioeconómicos medios y altos (Santo Domingo, El Quisco, Tabo y Algarrobo) y a su vez con una vulnerabilidad socioeconómica baja. Lo anterior contribuye en el aumento de la dimensión de capacidad de gestión y se diferencia de aquellas comunas con altos niveles de vulnerabilidad. Lo anterior da cuenta de un patrón de desigualdad entre municipios similar al escenario que se observa en la Región Metropolitana (Vega, 2021), en el cual un 65% de las comunas está por debajo del promedio metropolitano (0,20) debido a la incidencia de los recursos financieros en esta variable.

b) Capacidad de planificación comunal

En relación a la dimensión de capacidad de Planificación Municipal, esta está compuesta por dos subdimensiones, relacionadas con instrumentos normativos (por ejemplo, el Plan Regulador Comunal) e indicativos (por ejemplo, el Plan de Desarrollo Comunal y el Plan de Emergencia Comunal). Ambas subdimensiones, consideran variables relacionadas a actualización o modificación de los instrumentos, consideraciones de zonas de riesgo, incorporación de incentivos, identificación de conceptos de gestión del riesgo, existencia de Plan de Emergencia con formato ONEMI.

Los resultados indican que en promedio las municipalidades analizadas muestran una capacidad media (0,45); la desviación estándar es de 0,08, lo que representa una dispersión aún menor respecto a los resultados obtenidos en la dimensión de capacidad de gestión. En este sentido, existe una menor heterogeneidad en el desempeño de las comunas, siendo las comunas con condiciones socioeconómicas promedio las que presentan un mejor desempeño: El Tabo (0,57), El Quisco (0,47), San Antonio (0,46) y Algarrobo (0,45). A su

vez, sólo dos comunas se encuentran bajo el promedio: Santo Domingo (0,42) y Cartagena (0,31).

En general, las comunas analizadas muestran un buen nivel de actualización de los planes, con un puntaje promedio de 0,54. Sin embargo, las municipalidades parecen no haber aprovechado las modificaciones al marco jurídico-reglamentario nacional que han permitido que los gobiernos locales incorporen mecanismos de incentivo y procesos de consideración de gestión del riesgo en sus instrumentos de planificación territorial: como resultado, los instrumentos normativos no consideran por ejemplo incentivos normativos (que no se observan en ninguna comuna analizada), ni toman extensivamente en cuenta posibles áreas de riesgo. En este sentido, se observa una diferencia con la situación de la Región Metropolitana, donde sí planes más recientes consideran zonas de riesgo e incentivos (Vega, 2021).

A su vez, los resultados relacionados a la subdimensión de instrumentos indicativos señalan un puntaje promedio de 0,47. La mitad de las comunas analizadas se encuentran ampliamente sobre el promedio, destacándose El Quisco (0,89) San Antonio (0,59) y Algarrobo (0,56). Asimismo, de las comunas con menor desempeño, la comuna de Santo Domingo figura en un último lugar común con un puntaje de 0,21. Al igual que en las comunas metropolitanas se observa una correlación moderada entre la disponibilidad de un PLADECO actualizado, la disponibilidad de un Plan de Emergencia actualizado y la incorporación de conceptos como gestión del riesgo, cambio climático entre otros. Lo anterior no solo reafirma lo significativo de los instrumentos de carácter indicativo en el sistema de instrumentos de planificación territorial y la integración de estos, sino que también enfatiza la importancia de que la planificación territorial local de las comunas costeras y las directrices de sus respectivos planes sean coherentes con su territorio y morfología.

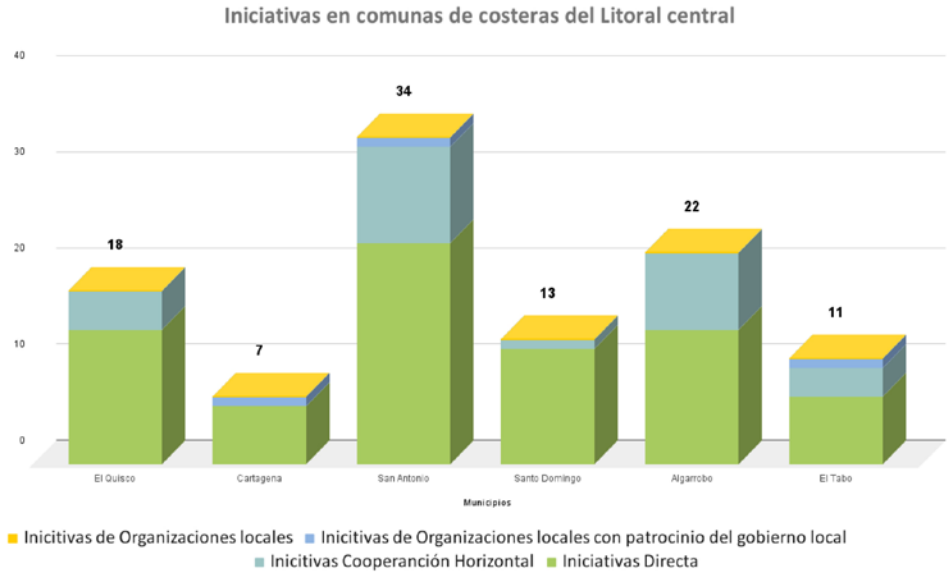
c) Índice sintético de capacidad municipal

En cuanto a los resultados del índice sintético que se compone por ambas dimensiones previamente profundizadas, las comunas de estudio tienen un puntaje promedio de 0,35 y una desviación estándar de 0,07, que da cuenta niveles bajos de dispersión entre ellos y constituye un valor aún menor en términos de capacidades planificación y gestión. Adicionalmente, el análisis revela que el 50% de las comunas se encuentra sobre el puntaje promedio total (0,35) destacándose con mejor desempeño las comunas de Santo Domingo (0,45), El Tabo (0,40) y Algarrobo (0,35). En cuanto al resto de las comunas, estas se posicionan: El Quisco (0,32), San Antonio (0,31) y por último Cartagena (0,24). A nivel global es posible observar heterogeneidad en las comunas con mayor Capacidad Municipal frente a escenarios de emergencia. Aquellas comunas posicionadas en el rango superior del índice sintético poseen la particularidad de poseer alto puntaje en las capacidades de planificación comunal, en específico el nivel de actualización de sus instrumentos de planificación normativos, a pesar de presentar medianas capacidades de gestión.

Respuesta e iniciativas institucionales

Observando la capacidad institucional de respuesta frente a una específica emergencia (en este caso, la pandemia de Covid-19), en las seis comunas del Litoral Central se pueden identificar, en total, 106 iniciativas (Figura N°2). El 77% de las iniciativas institucionales son iniciativas directas, mientras que las iniciativas de cooperación horizontal congregan un 26% del total; finalmente, sólo un 3% de las iniciativas son clasificadas como iniciativas de organizaciones sociales con patrocinio del gobierno local. Si bien las iniciativas directas prevalecen en cada comuna, se observan ciertas diferencias entre municipios. Por ejemplo, en San Antonio y El Tabo se observa una leve mixtura de tipos de iniciativas, las que se pueden distinguir en las tres categorías anteriormente señaladas. Esta mixtura puede reflejar los intentos de abordar los desafíos planteados por territorios con niveles de vulnerabilidad medio-altos. Por otro lado, respecto a las dimensiones que abarcan las iniciativas de manera global, un 48% abordan acciones ligadas al área de la salud. Adicionalmente, un 45% promueven ayuda social, mientras que el 6% restante desarrollan formas de colaboración multinivel (0,94%) o impulsan el uso de tecnología (5,66%).

Figura N°2.
Distribución de tipo de iniciativas por Comunas Costeras del Litoral Central

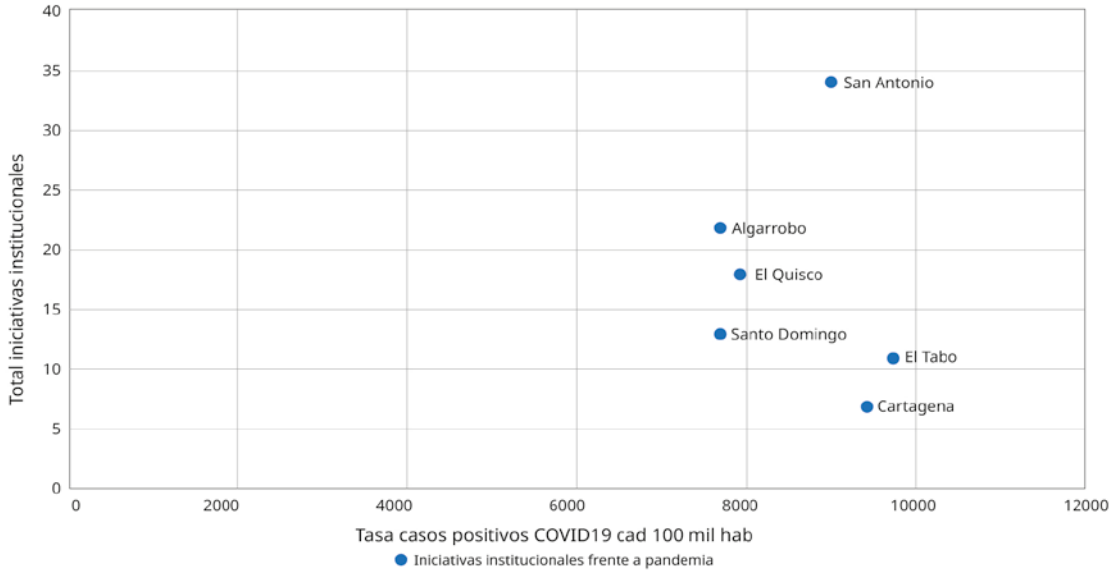


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, respecto a la correlación entre la tasa de casos confirmados y las iniciativas institucionales (Figura N°3), es posible observar que Cartagena y El Tabo, son las comunas que poseen una mayor tasa de casos confirmados Covid-19 (cada 100 mil habitantes). A su vez, son las comunas con menos iniciativas institucionales. Dentro de la media se encuentra San Antonio, que a pesar de ser la comuna con más iniciativas posee una tasa de 8.996 casos confirmados. Lo anterior se puede relacionar al tipo de iniciativas, que en su mayoría iban dirigidas a los adultos mayores y sectores de vulnerabilidad alta. El Quisco se encuentra sobre el promedio del total iniciativas global y aparece dentro de las comunas con menor tasa de confirmados Covid-19; en este sentido la leve mixtura de las dimensiones que engloban las iniciativas, en comparación a las otras comunas, y su distribución equilibrada entre aquellas ligadas al área de la salud y de ayuda social, contribuyen a la concentración de esfuerzos municipales en las zonas de media y alta vulnerabilidad territorial.

Por otro lado, Algarrobo, está por sobre la media del total de iniciativas institucionales, siendo la segunda comuna con mayores iniciativas, y es a su vez la segunda comuna con menor tasa de casos confirmados Covid-19. Por último, Santo Domingo es la comuna con menor tasa de casos confirmados Covid-19 y está por debajo del promedio de total de iniciativas institucionales. Lo anterior parece guardar relación con los bajos niveles de vulnerabilidad territorial producto de la comuna tanto en su vulnerabilidad físico-ambiental como en la vulnerabilidad socioeconómica. Por consiguiente, los rangos de acción de las iniciativas institucionales, más que en enfocar iniciativas con dimensiones de ayuda social, se concentraron en iniciativas innovadoras en el área de la salud y control sanitario, así como también en el área de la tecnología y acercamiento a servicios públicos.

Figura N°3.
Correlación Tasa de casos Covid-19 confirmados e iniciativas institucionales en Comunas Costeras del Litoral Central



Fuente: Elaboración propia

A partir de lo anterior, se pueden observar tres perfiles de respuesta de las municipalidades, a partir de la interacción entre niveles de vulnerabilidad observados y respuestas institucionales frente a escenarios de pandemia y post pandemia, a saber: 1) un *perfil subsidiario*, que se caracteriza por una respuesta institucional enfocada a la entrega de ayuda social o subsidios, principalmente servicios básicos, apoyos monetarios y estrategias de gestión en la emergencia sanitaria. Este perfil se identifica en las comunas de San Antonio, El Quisco y El Tabo; 2) un *perfil facilitador*, que se distingue por una respuesta institucional basada en iniciativas que facilitan la integración económica, además de acceso a servicios de salud y programas sociales: este perfil se caracteriza por una mayor participación directa de las municipalidades en iniciativas que tocan diferentes dimensiones. Este perfil se identifica solo en la comuna de Santo Domingo cumple con este perfil identificado; y 3) un *perfil neutral*, que se refiere a aquellas respuestas institucionales que se basan exclusivamente en las directrices de las autoridades centrales, en relación a control, gestión y trazabilidad de casos Covid-19, y provisión de ayuda social a través de la entrega de insumos básicos a población vulnerable. En este sentido el gobierno local tiene un rol de mediador y da cuenta de una gestión pasiva del territorio, bajo este perfil se identifica la comuna de Cartagena y Algarrobo.

En ese marco, vale la pena destacar las particularidades derivadas de las capacidades municipales, en integración con las respuestas institucionales y su vulnerabilidad territorial producto destacando casos como Algarrobo, Cartagena y El Tabo. En este sentido, la comuna de Algarrobo, a pesar de tener un perfil de respuesta similar al de Cartagena (que se posiciona en el rango inferior de los indicadores de este estudio), se posiciona como la tercera comuna (0,35) por capacidad municipal frente a crisis y/o emergencias. Se trata de una de las comunas con menor vulnerabilidad territorial, mayor cantidad de iniciativas institucionales y también, como la segunda comuna con menor tasa de casos confirmados Covid-19. Por su parte, El Tabo - a pesar de ser la segunda comuna con mayor capacidad municipal frente a escenarios de crisis (0,40) - es una de las comunas con vulnerabilidad territorial media-alta, es la segunda comuna con mayor tasa de confirmados Covid-19 y a su vez presenta la menor cantidad de iniciativas institucionales. Lo anterior puede ser el resultado de la capacidad institucional de gestión y planificación del gobierno local. Sin embargo, las estrategias de respuesta frente a escenarios de emergencia sanitarias - en línea con las directrices planteadas en sus instrumentos de planificación y la disponibilidad de recursos - generan diferencias sustanciales a la hora de enfrentar escenarios complejos.

Reflexión final

Aproximarse a la vulnerabilidad de las comunas costeras y a los niveles de capacidad de sus instituciones permite una primera mirada sobre el nivel de preparación que las instituciones locales tienen a la hora de enfrentar diferentes problemáticas que pueden involucrar un determinado territorio. El análisis propuesto trata de considerar algunas condiciones estructurales, asociadas con la vulnerabilidad físico-ambiental y socioeconómica de un territorio, así como una específica crisis, en este caso la pandemia de Covid-19. En este sentido, conocer los niveles de capacidad institucional - en términos de recursos disponibles y de instrumentos de planificación que guían la acción de las municipalidades - es clave no solo para leer de mejor manera la acción cotidiana de las municipalidades analizadas, sino también para anticipar cómo podrían responder frente a nuevas emergencias.

En el caso analizado, las seis comunas del Litoral Central de Chile muestran importantes diferencias a pesar del limitado territorio que abarcan. En relación a la vulnerabilidad territorial, las comunas se caracterizan por situaciones diferentes: mientras que Santo Domingo presenta una vulnerabilidad muy baja, tanto a nivel físico-ambiental como también socioeconómico, El Tabo muestra niveles de vulnerabilidad más altos; más en general, las comunas presentan niveles de vulnerabilidad medianos y altos. Al contrario, la situación en términos de capacidades municipales es más homogénea y da cuenta de capacidades promedio, aunque un análisis más detallado de los recursos disponibles y de la acción de planificación a nivel comunal da cuenta de importantes diferencias. Por ejemplo, Santo Domingo - la comuna con más recursos - también presenta un puntaje medio-bajo en cuanto a sus capacidades de planificación, mientras que las comunas con mayores capacidades no son necesariamente las que cuentan con más recursos. Esta primera diferencia sugiere que la capacidad de una comuna depende solo en parte de los recursos a disposición y probablemente tiene que ver con diferentes factores internos: por un lado, determinadas prácticas de organización y otras dimensiones administrativas pueden explicar el diferente desempeño de comunas con condiciones estructurales parecidas; por el otro, es posible que la guía política de las comunas influya sobre el desempeño de la institución municipal. Cabe también destacar que las diferencias observadas no encuentran una correspondencia directa con la acción municipal frente a la pandemia, lo que también se podría explicar con las diferentes prioridades de cada administración comunal.

El análisis propuesto es solo una primera aproximación a la relación entre la vulnerabilidad de un territorio y la capacidad de sus instituciones para enfrentarla. Estos resultados preliminares podrían beneficiar de una ampliación de la muestra, considerando más y diferentes comunas para permitir la detección de diferencias y elementos en común: por ejemplo, comunas costeras en otros contextos podrían mostrar diferencias relacionadas con diferentes formas de gobernanza a diferentes niveles, mientras que en la misma región de Valparaíso otras ciudades costeras y comunas del interior podrían dar cuenta de diferencias relacionadas con el tamaño de las municipalidades analizadas y con su ubicación en la zona costera. Adicionalmente, la limitada disponibilidad de datos podría ser complementada con análisis - también cualitativos - que aborden otras dimensiones del funcionamiento de las municipalidades: por ejemplo, prácticas organizacionales o procedimientos para abordar específicos problemas territoriales, que permitan dar cuenta de cómo se construyen e implementan las políticas a nivel municipal; o también un análisis de la gobernanza horizontal y vertical, para entender en qué manera una municipalidad establece relaciones con otros actores comunales y con instituciones de nivel superior, y así entender su impacto en la capacidad de una institución. En este sentido, el análisis de las seis comunas ofrece unas primeras pistas para analizar más en profundidad la relación entre vulnerabilidad territorial y capacidad municipal y puede contribuir a entender de mejor manera no solo qué acciones es necesario emprender para enfrentarla, sino también cómo garantizar que las instituciones locales puedan hacerse cargo de ella.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada con apoyo del proyecto “Territorios antifrágiles: indicadores de planificación y capacidad de respuesta territorial en áreas metropolitanas chilenas frente a escenarios de pandemia y post-pandemia”, financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile a través del Concurso Investigación Interdisciplinaria 2020.

Referencias Bibliográficas

ALM, J., PAULSSON, A., & JONSSON, R. Capacity in municipalities: Infrastructures, maintenance debts and ways of overcoming a run-to-failure mentality. Local Economy, 2021, vol. 36, N°2, p. 81-97.

ANTTIROIKO, A. Successful Government Responses to the Pandemic: Contextualizing National and Urban Responses to the COVID-19 Outbreak in East and West. International Journal of E-Planning Research (IJEPR), 2021, Vol. 10, N°2, p. 1-17. DOI: http://doi.org/10.4018/IJEPR.20210401.oa1

BARRAGÁN, J. Política gestión y litoral. Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. Madrid: Editorial Tébar Flores, 2014.

BARRAGÁN, J. Progress of coastal management in Latin America and the Caribbean. Ocean & Coastal Management, 2020, Vol. 184, p. 105009.

BARRAGÁN, J., y DE ANDRÉS, M. Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. Revista de Geografía Norte Grande, 2016, N°64, p. 129-149.

BASTÍAS, G. Incorporación del componente vulnerabilidad dentro de la planificación urbana comunal en el Área Metropolitana de Santiago. Tesis de magister. Santiago: Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2021.

CAMPOS, A. Educación y prevención de desastres [versión electrónica]. LA RED, FLACSO y UNICEF, 1998.

CARRARO, V., VISCONTI, C., & INZUNZA, S. Neoliberal urbanism and disaster vulnerability on the Chilean central coast. Geoforum, 2021, Vol. 121, p. 83-92.

CNN CHILE. Alcaldes del litoral central denuncian falta de vacunas sin solución del gobierno: Autoridades dicen que "no es verdad". Online. CNN Chile, Feb 12, 2021. Disponible en: https://www.cnnchile.com/coronavirus/alcaldes-litoral-central-falta-vacunas-solucion-gobierno_20210212/ [visualizado el 27/12/2021]

CUTTER, S. et al. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. Global environmental change, 2008, Vol. 18, N°4, p. 598-606.

CUTTER, S., BORUFF, B., SHIRLEY, W. Social vulnerability to environmental hazards. Social science quarterly, 2003, Vol. 84, N° 2, p. 242-261.

DE LOË, R., DI GIANTOMASSO, S., & KREUTZWISER, R. Local capacity for groundwater protection in Ontario. Environmental management, 2002, Vol. 29, N°2, p. 217-233.

GREER, S. L., KING, E. J., MASSARD DA FONSECA, E., & PERALTA-SANTOS, A. The Comparative Politics of COVID-19: The Need to Understand Government Responses. Global Public Health, 2020, Vol. 15, N°9, p. 1413-1416. DOI: https://doi.org/10.1080/17441692.2020.1783340

HALE, T., et al. Variation in Government Responses to COVID-19. Version 7.0. Blavatnik School of Government Working Paper, 2020. Disponible en: http://www.bsg.ox.ac.uk/covidtracker

HIDALGO, R., ARENAS, F., & SANTANA, D. ¿Utópolis o distópolis?: producción inmobiliaria y metropolización en el litoral central de Chile (1992-2012). EURE, 2016, Vol. 42, N°126, p. 27-54.

INE. Manual de usuario de la base de datos del Censo de Población y vivienda 2017. Santiago de Chile: INE, 2018.

LANDAETA-OLIVO, J. Marco de referencia para la comunicación y seguimiento de la implantación de una estrategia tecnológica [en línea]. Tesis doctoral. Leganés: Universidad Carlos III de Madrid [consulta: abril de 2016]. Disponible en: http://hdl.handle.net/10016/23113, 2016.

LUNA, J. P. La chusma inconsciente: La crisis de un país atendido por sus propios dueños. Santiago de Chile: Catalonia, 2021.

MARTÍNEZ, C., et al. Coastal erosion in central Chile: A new hazard? Ocean & coastal management, 2018, Vol. 156, p. 141-155.

MARTÍNEZ, C., y ARÁNGUIZ, R. Riesgo de tsunami y planificación resiliente de la costa chilena: La localidad de Boca Sur, San Pedro de la Paz (37° S). Revista de Geografía Norte Grande, 2016, N°64, p. 33-54.

MASSON-DELMOTTE, V., et al. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

MCGREGOR, J., PARSONS, M., & GLAVAC, S. Local Government Capacity and Land Use Planning for Natural Hazards: A Comparative Evaluation of Australian Local Government Areas. Planning Practice & Research, 2021, p. 1-21.

MINTROM, M., & O'CONNOR, R. The importance of policy narrative: Effective government responses to Covid-19. Policy Design and Practice, 2020, Vol. 3, N°3, p. 205-227. https://doi.org/10.1080/25741292.2020.1813358

MORIS, R., et al. Impact of Population Growth in the Central Coastal Zone of Chile: Factors for Estimating Tourism Carrying Capacity Based on the Case Study of One Latin American Seaside Resort. Sustainability, 2021, Vol. 13, N°6, p. 3527.

NAVARRETE-HERNANDEZ, P., & TORO, F. Urban systems of accumulation: Half a century of Chilean Neoliberal Urban Policies. Antipode, 2019, Vol. 51, N°3, p. 899-926.

ORELLANA, A., VICUÑA, M., y MORIS, R. Planificación urbana y calidad de vida: aproximación al estado de la planificación local en Chile. Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, 2017, Vol. 10, N°19, p. 88-109.

ORELLANA, A., y MARSHALL, C. La relación entre inversión municipal pública y calidad de vida en las ciudades metropolitanas en Chile. Cadernos Metrópole, 2017, Vol. 19, p. 665-686.

OULAHEN, G., et al. Contextualizing institutional factors in an indicator-based analysis of hazard vulnerability for coastal communities. Journal of Environmental Planning and Management, 2018, Vol. 61, N°14, p. 2491-2511.

PIRIE, R. L., DE LOË, R. C., & KREUTZWISER, R. Drought planning and water allocation: an assessment of local capacity in Minnesota. Journal of Environmental Management, 2004, Vol. 73, N°1, p. 25-38.

RAMÍREZ DE LA CRUZ, E., et al. The Transaction Costs of Government Responses to the COVID-19 Emergency in Latin America. Public Administration Review, 2020, Vol. 80, N°4, p. 683-695. https://doi.org/10.1111/puar.13259

ROJAS, C., et al. Urban development versus wetland loss in a coastal Latin American city: Lessons for sustainable land use planning. Land Use Policy, 2019, Vol. 80, p. 47-56.

ROJAS, O., y MARTÍNEZ, C. Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. Revista Universitaria de Geografía, 2011, Vol. 20, p. 83-116.

ROSAS-HUERTA, A. Una ruta metodológica para evaluar la capacidad institucional. Política y cultura, 2008, N°30, p. 119-134.

SILVA-BUSTOS, N. Identificación de los Factores Subyacentes del Riesgo de Desastres en el Nivel Comunal en Chile. REDER, 2020, Vol. 4, N°1, p. 21-34.

VECCHIO, G., CASTILLO, B., y STEINIGER, S. Envejecer en la playa. La emergente migración de personas mayores hacia el Litoral Central de Chile (1987-2017). Revista AUS, 2022.

VECCHIO, G., TIZNADO-AITKEN, I., & STEINIGER, S. Vulnerable individuals and institutions: the double territorial burden of COVID-19 in Chile. The Town planning review, 2020, Vol. 92, N°2, p. 271-277.

VEGA, P. Capacidades institucionales y vulnerabilidad territorial frente a emergencias. Un análisis de las condiciones actuales de gestión y planificación de las municipalidades del Área Metropolitana de Santiago. Tesis de magister. Santiago: Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2021.

VICUÑA, M. & ORELLANA, A. Chile. disP - The Planning Review, 2018, Vol. 54, N°1, p. 31-34.

VICUÑA, M., et al. Integración urbana y calidad de vida: disyuntivas en contextos metropolitanos. Revista INVI, 2019, Vol. 34, N°97, p. 17-47.

Capítulo VIII

Conflictos y participación ciudadana. Desafíos para la gobernanza

8.1.

Conflictos socio-ambientales y desequilibrios territoriales en las costas de Chile, una relación dialéctica por explorar

Socio-environmental conflicts and territorial imbalances on Chile's coasts, a dialectic relationship to be explored

Fernando Peña-Cortés[1] y Cristian Inostroza Matus[2]

RESUMEN

Las costas de Chile han sido comprendidas como una inmensa fuente de recursos, lo que ha permitido el establecimiento de población, sus asentamientos y actividades. Pese a esto, el aumento en los niveles de ocupación bajo el modelo neoliberal chileno ha dado por resultado una serie de impactos negativos y con ello, diversos conflictos socio-ambientales donde pobladores locales y otros actores se oponen al accionar de iniciativas y proyectos que, pese a que no responden a comprensiones locales del territorio, ni a sus expectativas de uso, se proyectan e instalan sobre este. Nos apoyamos en la literatura de la ecología política y su lectura de los conflictos socio-ambientales con el objetivo de identificar aquellos conflictos presentes en la costa de Chile, las relaciones de poder tras estos y su vinculación con diversos desequilibrios territoriales, exponiendo una relación dialéctica que actúa de múltiples formas, direcciones y escalas.

Palabras clave: conflictos socioterritoriales, zona costera, impactos ambientales, relación dialéctica.

ABSTRACT

Chile's coasts have been understood as an immense source of resources, which has allowed the establishment of population, settlements and activities. Despite this, the increase in the levels of occupation under the Chilean neoliberal model has resulted in a series of negative impacts and with it, various socio-environmental conflicts where local people and other actors oppose the actions of initiatives and projects that, although they do not respond to local understandings of the territory, nor to their expectations of use, are projected and installed on it. We rely on the literature of political ecology and its reading of socio-environmental conflicts in order to identify those conflicts present on the coast of Chile, the power relations behind them and their link with various territorial imbalances, exposing a dialectical relationship that acts in multiple ways, directions and scales.

Key words: socio-territorial conflicts, coastal zone, environmental impacts, dialectic relationship.

1 Laboratorio de Planificación Territorial, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. fpena@uctemuco.cl

2 Geógrafo, Laboratorio de Planificación Territorial, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. ccinostroza@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-6903-5082

Introducción

La costa abarca espacios de interface, líquidos, dinámicos y frágiles, no son ni tierras, ni aguas, sino el resultado de la relación entre ambos elementos. Los procesos marinos interactúan e influyen tierra dentro, mientras que los procesos terrestres operan de igual forma sobre el mar. El cambio climático global, los desastres socio-naturales y los conflictos socio-ambientales entre otros procesos, dan cuenta de esta relación y una dinámica de transformación constante que dificulta la planificación de estos espacios (Hubbard, 2019; Lehman, 2014). Pese a ello, a nivel global, las costas constituyen uno de los principales espacios de asentamiento humano (Woodroffe, 2003), tendencia que se ha ido incrementando considerando las condiciones, recursos y servicios ecosistémicos que entregan. Estos últimos, resultan fundamentales si se espera alcanzar formas de desarrollo sostenibles (Martínez et al., 2016, 2019).

Los aumentos de ocupación en los sistemas costeros conllevan aumentos de población, mayores niveles de inversión, expansión urbana, la instalación de actividades productivas e industriales, procesos de gentrificación, aumentos en el consumo de energía y materia, entre otros aspectos que derivan en procesos de desarrollo desigual y desequilibrios territoriales en espacios costeros (Nin y Shmite, 2015). Se trata de procesos que generan inequidades espaciales estrechamente vinculadas con los conflictos socio-ambientales, los que se evidencian en Chile en la expansión urbana y el crecimiento poblacional de las grandes conurbaciones costeras como Concepción - Talcahuano, Coquimbo - La Serena o Valparaíso - Viña del Mar (INE, 2017).

Si hace algunas décadas las costas de Chile fueron una fuente inagotable de recursos para los pobladores locales (Camus, 2019), actualmente son también fuente de conflictos por el medio ambiente, por la preservación de modos de vida, por el acceso y utilización de sus recursos y territorios. La búsqueda del desarrollo bajo el modelo neoliberal ha sido desbalanceada, procesos de industrialización, "nacionalización" y privatización de los recursos han derivado en degradación ambiental, contaminación y trasgresiones políticas y culturales hacia pobladores locales que incluso, son desplazados por los impactos de la pesca industrial, de centrales termoeléctricas, de la actividad minera e inmobiliaria (Camus, 2019; Camus et al., 2017; Camus e Hidalgo, 2017; Hidalgo et al., 2016; Martínez et al., 2016; Tironi y Rodríguez-Giralt, 2017).

En función de lo anterior, el objetivo del capítulo expone los conflictos identificados por el Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH) (2021) en las costas de Chile y muestra su vinculación, ya sea con desequilibrios territoriales presentes en el territorio o con la generación de nuevas inequidades espaciales. Para esto, utilizamos la base de datos del Mapa de Conflictos del INDH y los resúmenes de casos, mientras nos apoyemos en las perspectivas teóricas de la ecología política, aprovechando su foco de atención centrada en las relaciones de poder que operan tras los conflictos y la distribución desigual de los impactos que conllevan, los cuales simplemente no son naturales (Bustos, et al., 2015; Calderón, 2013; Leff, 2003; Zaragocin-Carvajal et al., 2018).

En el marco teórico del artículo explicamos nuestra forma de analizar los conflictos socio-ambientales y los desequilibrios territoriales. Posteriormente, describimos las costas de Chile como nuestra aérea de estudio y explicamos la metodología utilizada. Luego, desarrollamos nuestros resultados, donde analizamos las costas del país subdivididas en macro regiones, identificando los conflictos en sus costas y algunos desequilibrios territoriales asociados a casos escogidos. Finalmente, discutimos respecto a las relaciones de poder presentes en los conflictos costeros en Chile y su vinculación con los desequilibrios territoriales.

Marco teórico

Conflictos socio-ambientales

La geografía crítica latina, ha prestado especial atención a los conflictos socio-ambientales y territoriales, los cuales han sido abordados desde perspectivas decoloniales, feministas y de ecología política (Zaragocin-Carvajal et al., 2018). Esta última, comprende los conflictos como ecológicos distributivos, siendo el resultado de desigualdades en relaciones de poder, en la distribución de los costos y los beneficios de la actividad capitalista actual (Leff, 2003; Escobar, 2010; Zaragocin-Carvajal et al., 2018). La ecología política presta especial atención a las relaciones de poder que operan tras los conflictos, donde agentes como el Estado, las empresas transnacionales y otros son capaces de imponer comprensiones y modos de uso del territorio, la naturaleza y el mundo (Leff, 2003; Cajigas-Rotundo, 2007; Escobar, 2012; Beltrán-Barrera, 2019).

El estudio de conflictos desde esta perspectiva, posiciona la escasez como un elemento central en su análisis, enfatizando que esta corresponde a un proceso político y no, "natural", como muchas veces se plantea (Robbins, 2011). Pero la escasez, no hace referencia solo a elementos físicos y materiales, pues también se manifiestan elementos como la insuficiencia de derechos, de normas de regulación, de reconocimiento, de equidad, entre otros (Orellana, 1999). Aquí, es donde las relaciones y diferencias de poder entre los actores son determinantes respecto a cómo se distribuyen los costos y beneficios de las actividades, permitiéndonos observar como la escasez y distribución desigual de los impactos negativos no son procesos naturales, sino son profundamente políticos, económicos y culturales.

Los modos de producción de corte capitalista neoliberal que actualmente desarrolla la sociedad occidental global y nuestro país en sus costas, conllevan una serie de impactos negativos a nivel socio-ambiental, donde, mientras los recursos, sus beneficios y ganancias se acumulan en sectores acomodados y grupos de poder, los impactos negativos, como la contaminación, la privación de los recursos, el deterioro ambiental, de la salud y muchos otros, se concentran sobre la población local, los grupos más vulnerables y excluidos del territorio (Bustos et al., 2015; Camus e Hidalgo 2017; Hidalgo et al., 2016; Martínez et al., 2016; Tironi y Rodríguez-Giralt, 2017; Camus, 2019). Así, los conflictos resultan de la resistencia a estas intervenciones y las modificaciones que conllevan en espacios públicos, espacios vitales, en modos de vida, en las actividades económicas y fuentes de subsistencia de grupos locales, que son los primeros en ejercer oposición (Allain, 2021) a esta forma de territorialización neoliberal desplegada por el Estado y los particulares en las costas del país (Tecklin, 2015).

Desequilibrios Territoriales

Los desequilibrios territoriales corresponden a una amplia gama de condiciones espacialmente desbalanceadas, se trata de un concepto utilizado para identificar y analizar indicadores de interés, que se manifiestan de forma desigual, se distribuyen inequitativamente e influyen en los fenómenos bajo estudio. De igual forma pueden ser disrupciones que desequilibran el funcionamiento del sistema territorial respondiendo a diversas lógicas, ya sea como factores o condiciones presentes desde un comienzo en el territorio, que se profundizarán o aparecerán vinculados con ciertos fenómenos. A modo de ejemplo, podemos mencionar los casos de estudios de riesgo, donde diversos indicadores de vulnerabilidad de la población, ya sean bajos ingresos, fuentes de agua, materialidad de la vivienda, entre otros, constituyen desequilibrios territoriales que explican condiciones de riesgo (Cardoso, 2018), mientras que en los casos de migraciones, los desequilibrios ambientales como la sequía y erosión del suelo se conjugan con otros y ayudan a comprender las motivaciones del desplazamiento (Nin y Shmite, 2015). En este sentido, se trata de inequidades espaciales que permiten explicar el origen de ciertos fenómenos.

Por otra parte, encontramos procesos y fenómenos que conllevan una profundización de los desequilibrios territoriales, por ejemplo, a la hora de analizar las migraciones o el fenómeno turístico y sus impactos sobre el territorio, los aumentos en la cantidad de población, en la densidad de esta, en la cantidad de viviendas, en índices de urbanización, pueden ser indicadores relevantes que exponen variaciones en elementos ya desequilibrados (Viñas, 2008; Nin y Shmite, 2015).

Otra dinámica importante corresponde a la generación de desequilibrios territoriales como resultado directo de diferentes fenómenos, los cuales originan o estimulan de alguna forma la aparición de inequidades espaciales. Por ejemplo, y en concordancia con los enfoques de ecología política, existe una relación estrecha entre la configuración de desequilibrios territoriales de carácter ambiental y los desequilibrios sociales, donde unos pueden ser el origen del otro.

El ordenamiento territorial, por su parte, ha sido comprendido como un elemento de respuesta a los diferentes desequilibrios territoriales, ya sea por medio

de la identificación de estos en sus etapas de diagnóstico (Villadiego-Lorduy et al., 2018), en su solución por medio de la planificación y gestión territorial, la implementación de políticas, planes, programas y sus actividades (Balza-Moreno, 2017), en la aplicación de metodologías que permitan planificar e base a las dinámicas y futuros escenarios que conllevan los desequilibrios (Peña-Cortés et al., 2020). De igual forma, una planificación territorial ausente, deficiente, poco coordinada o simplemente transgredida puede derivar en la generación de desequilibrios territoriales y con ello, conflictos socio-ambientales.

Metodología

Área de Estudio

Las costas de Chile se extienden desde los 18,4° hasta los -56° latitud sur, siendo unas de las más largas del mundo, con una extensión "continental" de 55.000 km de litoral costero, cuya geografía, se presenta de forma disímil desde la línea de costas que limita con Perú hasta Chiloé, y desde ahí hasta el Cabo de Hornos, donde se concentra el 95% en "archipiélago chileno". La primera sección presenta rasgos geográficos suaves, destacando el codo de Arica en el límite norte del país. De ahí en adelante la costa adquiere forma recta, atravesando el país hasta alcanzar el Canal de Chacao, donde finaliza la Planicie Litoral. Desde este punto en adelante, la geografía se torna abrupta, resquebrajada, hablamos de un gran sistema insular que comprende desde el Norte de Chiloé, hasta el límite sur del país. Se trata de una extensión de territorio rica en formaciones costeras como fiordos, golfos y canales que son resultado de procesos tectónicos y glaciaciones (Camus, 2001).

Por su extensión, las costas de Chile constituyen un espacio diverso en cuanto a sus diferentes componentes ambientales. En cada uno de estos territorios el clima influye en la cantidad de aguas, las masas boscosas, los vientos, entre otros aspectos que se conjugan con la geología, las condiciones del suelo y otros que configuran una costa rica y variada en recursos a lo largo del país.

Métodos y técnicas

Durante la primera etapa se procedió a identificar y seleccionar los casos registrados en el mapa de conflictos del INDH (2021), cuyas afectaciones se expresen en las costas del país o se localicen en comunas que limiten con el Pacifico, aquí se analizaron los diversos informes y resúmenes de cada uno de los casos, lo cual constituye nuestra información de base para todos los conflictos mencionados en adelante. Posteriormente, se profundizó la información referente a cada uno de estos, para lo que revisamos fuentes como investigaciones científicas, informes institucionales, plataformas digitales, periódicos y otros con el objetivo de complementar la información proporcionada por el INDH.

La segunda etapa de trabajo consta de un análisis de contenido simple respecto a los casos de conflictos socio-ambientales mientras que, para el caso de los desequilibrios territoriales, nuestro análisis se enfocó en el contenido latente entregado por el INDH (2021), es decir se trata de una interpretación de los datos, de sus fragmentos. Así, el análisis de contenido nos permite realizar inferencias y explicaciones (Balza-Moreno, 2017), en este caso referentes a la relación entre los conflictos y los desequilibrios territoriales.

Finalmente, se espacializaron los casos de conflictos por medio del software ArcGis 10.4, con este también se procesaron datos del Censo de 2017 (INE, 2017) referentes a tasas de mortalidad, entrega de aguas por medio de camiones aljibe y densidad de población, de igual forma se analizaron coberturas forestales y zonificaciones de áreas protegidas de CIREN y CONAF, esto con el objetivo de representar de forma espacial la relación que existe entre algunos conflictos costeros y los desequilibrios territoriales.

Resultados

Conflictos Costeros en el Norte Grande

El abanico de conflictos identificados en la costa del Norte Grande se caracteriza por un predominio de conflictos con centrales de generación termoeléctricas, los cuales representan el 50% de la macro-zona. Se trata de conflictos tanto por el riesgo de contaminación a futuro, como por los impactos de estas actividades en el presente. Aquí encontramos casos extremos como el de Tocopilla, zona de sacrificio, donde la población se ha manifestado en contra de las condiciones ambientales que presenta la ciudad, considerada como la capital de las termoeléctricas. También encontramos el caso de la Central Patache y Pacifico en Iquique y, finalmente, están las centrales Cochrane y Angamos en Mejillones, otro caso emblemático.

Otros conflictos corresponden a aquellos vinculados con el sector minero, como la mina Salamanqueja en Camarones y la planta de molibdeno de Minera Collahuasi. También se identifican casos de conflictos por la construcción de infraestructura portuaria como los galpones de acopio de concentrado de cobre en Antofagasta y otros por temas de contaminación ambiental como ocurre con el plomo en el cerro el Chuño en Arica.

a) Conflicto con Termoeléctricas en la costa del Norte Grande

Dada la relevancia de los conflictos con centrales termoeléctricas, centramos nuestra atención en casos como el de Iquique y las Central Punta Patache y Pacífico, donde encontramos aprobaciones de proyectos por parte de autoridades y servicios de evaluación ambiental, cuyas decisiones no consideraron las muestras de rechazo expresadas por la población e incluso, instituciones y autoridades de carácter local y regional que entran en tensiones y juegos de poder con agentes externos.

El rechazo se evidencia en instancias de participación ciudadana, manifestaciones y acciones legales contra las centrales, fundamentadas en los impactos sobre la salud humana, el medio ambiente, la fauna marina y las consecuencias negativas que pueden ocasionar las actividades industriales asociadas a las centrales, como puertos e infraestructuras de acopio. Estos conflictos, dan cuenta de posiciones discrepantes respecto al uso actual y potencial del territorio, esto considerando que las termoeléctricas impactan de forma negativa en actividades tradicionales como la pesca artesanal, mientras que se contraponen con las expectativas ciudadanas de generación de energía limpia, aprovechando los potenciales solares y eólicos del Norte Grande.

En ambos casos, apreciamos preocupaciones de la población por ciertas formas de escasez, por insuficiencias futuras, ya sea por condiciones ambientales favorables, por recursos, por la salud, entre otras. Pero, la aprobación de estos proyectos constituye una expresión de la escasez de poder político por parte de agentes locales en la toma de decisiones, siendo un elemento a resaltar, pues se trata de casos donde pescadores, organizaciones vecinales, ONGs, municipios e incluso comisiones regionales se oponen a proyectos, que apelando a instancias superiores acceden a permisos ambientales otorgados por instituciones externas de mayor poder decisional que las mismas autoridades locales.

Otros territorios, de especial atención es Mejillones, comuna que ha adquirido características de zona de sacrificio por ser lugar de emplazamiento de actividades contaminantes como el acopio de materiales, líquidos y sustancias peligrosas, el procesamiento y transporte de estas, además de las termoeléctricas. Si bien nos referiremos a los casos de las centrales Angamos y Cochrane, no podemos pasar por alto, los altos niveles de concentración de estas empresas, donde a partir de 1995 hasta 2016 entran en acción a lo menos 8 industrias de este tipo (Fundación Terram, 2019). En este sentido, al igual que en el caso de Iquique las preocupaciones de los actores locales y su oposición a estas empresas se sustenta en los impactos negativos que estas conllevan sobre sus modos de vida.

Según el INDH (2021), se prevén impactos negativos en la salud de las personas, impactos sobre el ecosistema desértico costero, sobre la avifauna y sobre actividades económicas tradicionales, como es la pesca artesanal, la cual se ha visto afectada por alteraciones en las condiciones físicas como la temperatura del agua o directamente por la contaminación, detectándose niveles elevados de metales pesados (Guiñez, 2015).

La declaración de la zona saturada de Tocopilla en 2007 (Decreto N°50, 2007), se concretó tras demostrar las afectaciones a la salud humana y su ambiente luego de décadas de exposición a actividades contaminantes como procesos mineros, el almacenamiento y embarque de agroquímicos, e industrias termoeléctricas, cuyo cierre se prevé para los años 2024 y 2040 como parte del programa de descarbonización de la matriz enérgica de Chile.

b) Termoeléctricas y desequilibrios territoriales en las Costas del Norte Grande

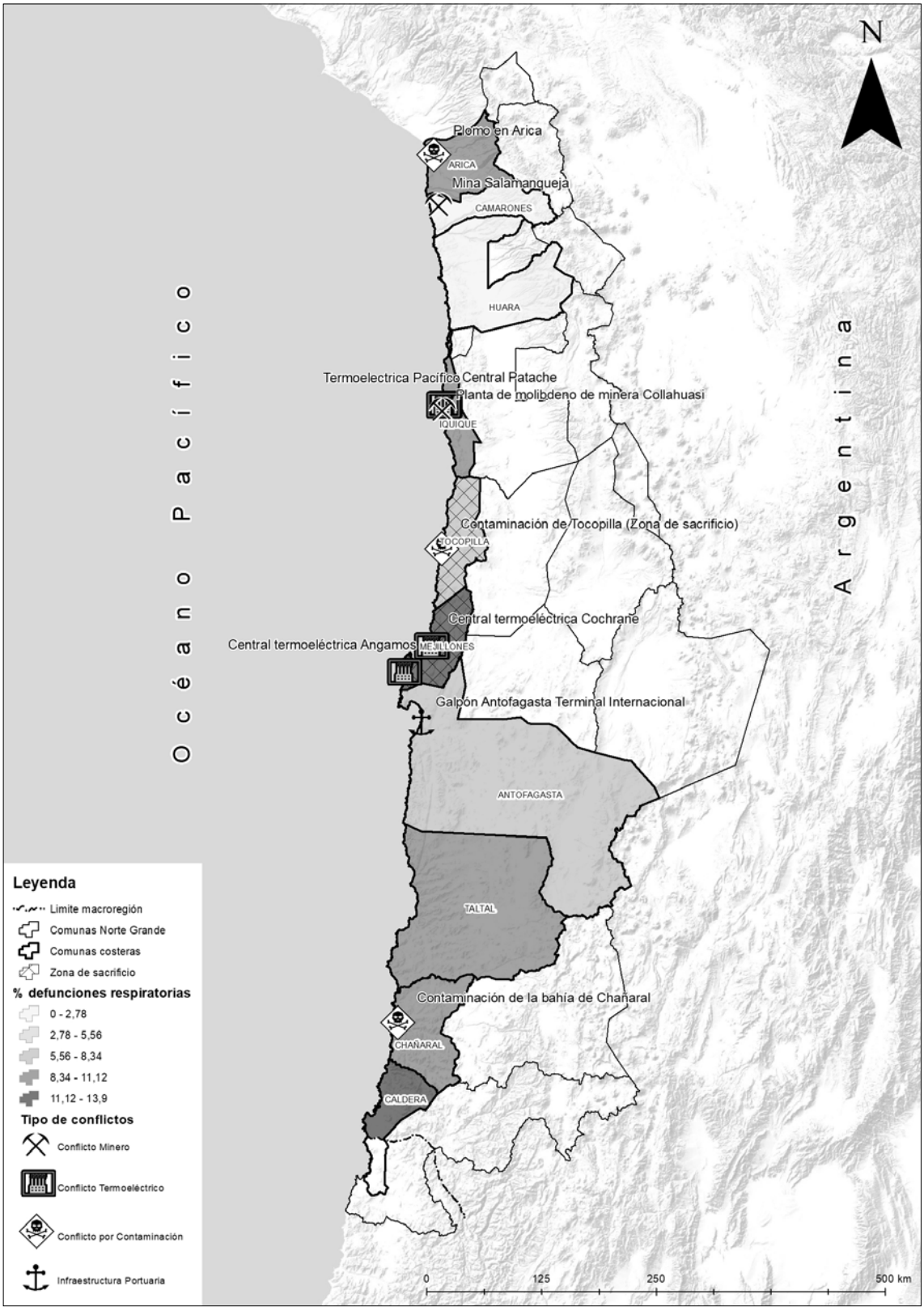
Las termoeléctricas en el Norte Grande, se vinculan con desequilibrios territoriales ocasionados por los severos impactos negativos que estas generan (Cortes et al., 2019), estas nos permiten ejemplificar como los conflictos encuentran su origen en desequilibrios territoriales, mientras que las actividades conflictivas los incrementan y los generan.

La salud de las personas ha sido mencionada como uno de los indicadores de mayor relevancia, pues esta corresponde a uno de los aspectos más deteriorados por la acción de estas industrias. Tras décadas de contaminación ambiental sobre Tocopilla, sus habitantes poseen un riesgo de fallecer 172% mayor a la media nacional a causa de tumores malignos en tráquea, bronquios y pulmón, mientras que los pacientes por patologías de las vías respiratorias crónicas, prácticamente doblan la media nacional (Cámara de Diputados, 2020). Consideramos que estos indicadores son ejemplos claros de desequilibrios territoriales que explican o al menos, aportan en la comprensión de conflictos y sus orígenes.

De igual forma, la preocupación respecto a la profundización de desequilibrios es motivo de conflictos, tal como ocurre en Mejillones y los conflictos con Angamos y Cochrane, donde entre sus argumentos contra las empresas resalta la profundización de impactos negativos que comienza a exponer el territorio. La salud de las personas no deja de ser un factor determinante, pues Mejillones corresponde a la comuna con mayor porcentaje de muertes por enfermedades respiratorias de la costa del Norte Grande (INE, 2017). Para el caso de Iquique, entre los reclamos ciudadanos y preocupaciones, también debemos destacar los impactos sobre la fauna costera, la cual constituye el recurso principal de pescadores artesanales quienes visualizan los daños sobre sus fuentes laborales, donde la generación de desempleo podría constituirse en otro desequilibrio.

La Figura N°1 expone la localización de los conflictos en la costa del Norte Grande en conjunto con los porcentajes de defunciones por problemas respiratorios por comuna, allí se visualizan como entre las comunas con mayores porcentajes encontramos Mejillones e Iquique, situación preocupante considerando que algunas centrales proyectan su funcionamiento a lo menos dos décadas más.

Figura N°1.
Conflictos en la Costa del Norte Grande y porcentaje de muertes por enfermedades respiratorias



Fuente: Elaboración propia a partir de INDH (2021) e INE (2017).

Conflictos costeros en el norte Chico

En el Norte Chico, el paisaje conflictivo es diferente, no solo hay una mayor cantidad de casos, sino que también se identifica una mayor diversidad. La principal fuente de conflictos la encontramos en actividades y proyectos vinculados con la minería, concentrando un 31,25% de los conflictos, aquí se encuentran operando los proyectos mineros Tres Valles desde el año 2006, en Salamanca, igual que minera Los Pelambres, las minas de Hierro de Longotoma y la Ligua, el proyecto Dominga en La Higuera; y el proyecto Pachón, mineducto para el transporte de mineral desde Argentina a Coquimbo. Este último, fue desestimado en 2018 (Ejatlas, 2021a).

Algunos conflictos los clasificamos por emanación de olores, aquí encontramos casos como el conflicto en Freirina con la Planta de cerdos de Agrosuper en el año 2005, la cual finalmente desistió de sus operaciones en el territorio durante 2017 tras años de conflicto; caso similar sería el de pobladores de La Ligua y Longotoma con la empresa Sopraval que continúa operando. También encontramos el caso del relleno Sanitario El Panul, el cual afecta los sectores de la rinconada del Sauce, La Herradura y El Peñón en Coquimbo desde 2007; Y, finalmente, el caso del humedal el culebrón, también en Coquimbo, donde a diferencia de los otros casos, la emanación no ha demostrado estar vinculada con actividades conflictivas.

Los conflictos con centrales termoeléctricas son tres, el desarrollo de la quinta unidad de la Central Guacolda en Huasco, el proyecto fallido Central Punta Alcalde en la misma comuna y la Central Campiche en Puchuncaví, la cual entró en operaciones el 2013. También se identifican conflictos por la construcción de infraestructura portuaria como la construcción del Terminal Portuario de Oxiquin en Quinteros, este afectaría a pescadores de Maitencillos, Quinteros, Loncura y el Manzano por mencionar algunos. También está el conflicto vinculado con el "plano intercomunal de Valparaíso satélite y borde costero norte", que permitía el desarrollo inmobiliario en una zona de alto valor ecológico en el sector de los Molles.

La mayoría de estos conflictos conllevan una serie de impactos ambientales asociados con diferentes formas de contaminación, pese a esto, también encontramos casos específicos de contaminación como el derrame de petróleo ocurrido en la bahía de Quinteros el año 2014, o el caso de la contaminación ocasionada por la Fundición Ventanas en Puchuncaví, la primera zona saturada del país y zona de sacrificio en conjunto con Quinteros.

a) Conflicto Minero en la costa del Norte Chico

Ante la diversidad de conflictos, optamos por analizar aquellos de mayor presencia en la costa del Norte Chico, como son los conflictos mineros. El conflicto con el proyecto Dominga en Huasco, comienza en 2013 cuando ingresó al servicio de evaluación de impacto ambiental, instancia en que fue aprobado. Las posturas contrarias al proyecto, argumentan su oposición en base a los impactos que ocasionará sobre la reserva nacional Pingüino de Humboldt, al igual que por la localización de uno de sus rajos sobre un acuífero. Otros aspectos contrarios a la actividad tienen que ver con las expectativas de uso del territorio por parte de la población, quienes consideran que este posee vocación agrícola, pesquera o turística, no obstante, existe población favorable al proyecto por los efectos en el empleo futuro que implica la iniciativa.

El caso de la minera Los Pelambres comenzó sus faenas en 1999, en la comuna de Salamanca y desde entonces ha sido protagonista de diversos conflictos, donde tanto comunidades locales, como autoridades han expresado su oposición a la forma de operar de la empresa. Los Pelambres ha sido sancionada en reiteradas ocasiones por eventos como los derrames sobre los ríos Choapa y Cuncumén, los cuales presentan altos niveles de sulfatos y molibdeno. De igual forma han sido responsabilizados por los altos niveles de material particulado que presenta la zona. Los impactos de la actividad sobre el recurso hídrico se traducen en daños sobre las condiciones de vida de las personas, sobre sus fuentes de subsistencia como es el agua y los suelos.

El caso del conflicto con las minas de hierro en la Ligua y Longotoma responde a lógicas similares e incorporan otros elementos y dimensiones territoriales. El agua, su condición de escasez y calidad fueron elementos centrales en la protección de las dunas y el humedal Pullallay, espacios de alto valor ambiental, pero también cultural y arqueológico. Son estas valoraciones y comprensiones del territorio las que se movilizaron por medio de acciones legales que resultaron con la declaración de 653 ha como "Santuario De La Naturaleza Humedal Salinas de Pullally - Dunas de Longotoma" según el Decreto N°4 del 10 de febrero 2021.

b) Minería y Desequilibrios Territoriales en el Norte Chico

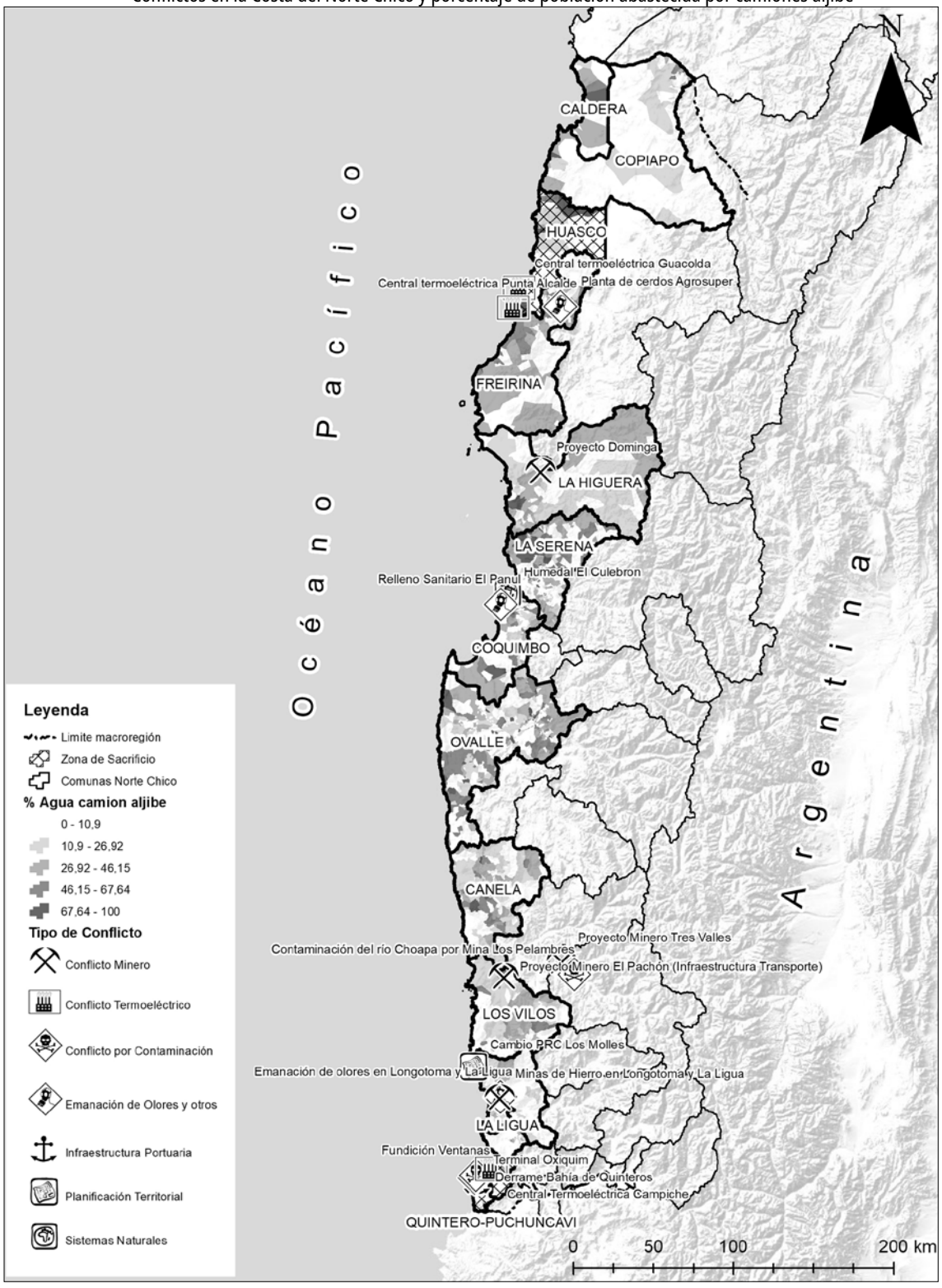
Los conflictos vinculados con Tres Valles, Los Pelambres y la contaminación del río Choapa son casos de interés considerando el impacto de estas empresas sobre el curso de agua y sus consecuencias asociadas con factores sociales y económicos que profundizan y originan desequilibrios territoriales. En este sentido, la sobre explotación de las aguas y su contaminación, son elementos evidentes a la hora de desequilibrar la distribución, el acceso y la calidad de aguas que ya son desiguales. Estos se vinculan con impactos negativos sobre las actividades económicas del territorio como la agricultura en torno al Choapa y la recolección de camarones, sustento económico de numerosas familias.

El caso de la Minera Dominga opera de igual forma, mientras los impactos futuros sobre la reserva Pingüino de Humboldt, alterarían y desequilibrarían el funcionamiento del ecosistema, también se producirían desequilibrios sociales, ya sean sobre la salud, sobre sus actividades económicas como la pesca artesanal, el turismo, agricultura y otras actividades que afectarían los modos de subsistencia local. El desempleo es un desequilibrio importante en la ecuación, pues mientras unos buscan proteger su fuente de sustento, otros apoyan la iniciativa buscando nuevas fuentes de trabajo. El déficit hídrico se posiciona como otro desequilibrio importante, pues mientras el proyecto pone en riesgo fuentes agua por depósito o filtración de elementos tóxicos, en las zonas aledañas, encontramos espacios donde sobre el 70% de su población se abastece de aguas por medio de camiones aljibe (INE, 2017).

La oposición a las minas de Hierro en Longotoma y la Ligua, no se basó solo en el panorama actual del recurso hídrico, sino en la profundización de su escasez, lo que constituye un desequilibrio en el territorio. Por su parte, tal como señala el decreto que consagra el Santuario, las dunas de Longotoma y el humedal de Pullally constituyen espacios dunarios de alta biodiversidad, endemismo y baja intervención antrópica, por lo que la instalación de este tipo de actividades constituiría un desequilibrio para este entorno particular.

La Figura N°2, expone la localización de los conflictos en la Costa del Norte Chico en conjunto con las zonas con mayor porcentaje de abastecimiento de agua por camiones aljibe, con ello damos cuenta de la relación que existe entre zonas de déficit hídrico y estas actividades.

Figura N°2.
Conflictos en la Costa del Norte Chico y porcentaje de población abastecida por camiones aljibe



Fuente: Elaboración propia a partir de INDH (2021) e INE (2017).

Conflictos costeros en la Zona Central

Las costas de la Zona Central también presentan conflictos con centrales termoeléctricas como el caso del proyecto Nueva Era en Concón, entre 2015 y 2019, y el caso de la Central Los Robles proyectada en Constitución entre 2007 y 2015. En igual cantidad se registraron conflictos con empresas inmobiliarias, donde en Concón se verían afectados otros ecosistemas dunarios, mientras que el mega proyecto Las Salinas en Viña del Mar, implica la remoción de suelos contaminados, lo cual podría traer impactos significativos para la salud de las personas.

También se identifican conflictos vinculados con la construcción de infraestructura portuaria, como el caso del Terminal de Gas Licuado Natural de la empresa Biobío Genera y otros conflictos por impactos concretos, como los provocados por la de celulosa Licancel en Licantén o los casos de rechazo hacia actividades como el movimiento Cobquecura sin acuícolas.

a) Conflictos Inmobiliarios en la costa de la Zona Central

Optamos por analizar los conflictos con empresas inmobiliarias con el objetivo de otorgar una mayor variedad y amplitud a nuestro análisis, por lo mismo, nos enfocamos en los conflictos de Concón y Viña del Mar, donde la actividad inmobiliaria entra en disputa con los intereses de la población al poner en riesgo ecosistemas y habitantes.

El conflicto de las dunas de Concón comienza en el 93´con la declaración de 50 ha de dunas como Santuario de la Naturaleza, de las cuales, 12 conservaron tal condición dadas las presiones ejercidas por los propietarios del terreno, quienes tras la anulación del decreto proyectaron y construyeron departamentos en el territorio aprovechando el alto valor del suelo y su cercanía con centros turísticos.

En este caso de conflicto, referido a la construcción de una de las torres del condominio Costa Este, la autorización y entrega de permisos de construcción habrían transgredido el plano regulador y por, sobre todo, la reducción de las hectáreas del santuario tras la promulgación del Decreto Superior N°481 de 1994 y su nulidad bajo el Decreto Superior N°106 del mismo año.

Para el caso de las Salinas en Viña del Mar, el eje del conflicto gira en torno a los niveles de contaminación de los suelos a edificar y los impactos sobre la salud de las personas. El proyecto pretende desarrollarse sobre suelos utilizados por empresas de combustible, durante 1920 a 2004, hablamos de 84 años de almacenamiento de combustibles, los cuales derivaron en la contaminación de los suelos que podrían ser removidos sin considerar los impactos asociados. Esto derivó en manifestaciones contra el proyecto por parte de comunidades y población locales.

Los suelos del paño de 16 ha que pretende utilizar el proyecto, corresponde a un espacio contaminado con químicos, de los cuales no solo se desconoce su dispersión ambiental real, sino que también se desconocen precedentes respecto al proceso de remediación y descontaminación de los suelos propuestos por la empresa. Pese a esto, el proyecto sigue en marcha y cuenta con la Resolución Ambiental para continuar (Ramírez, 2008; Espinoza y Meza, 2019; Pavez, 2020).

b) Conflictos inmobiliarios y desequilibrios territoriales en la Costa de la Zona Central

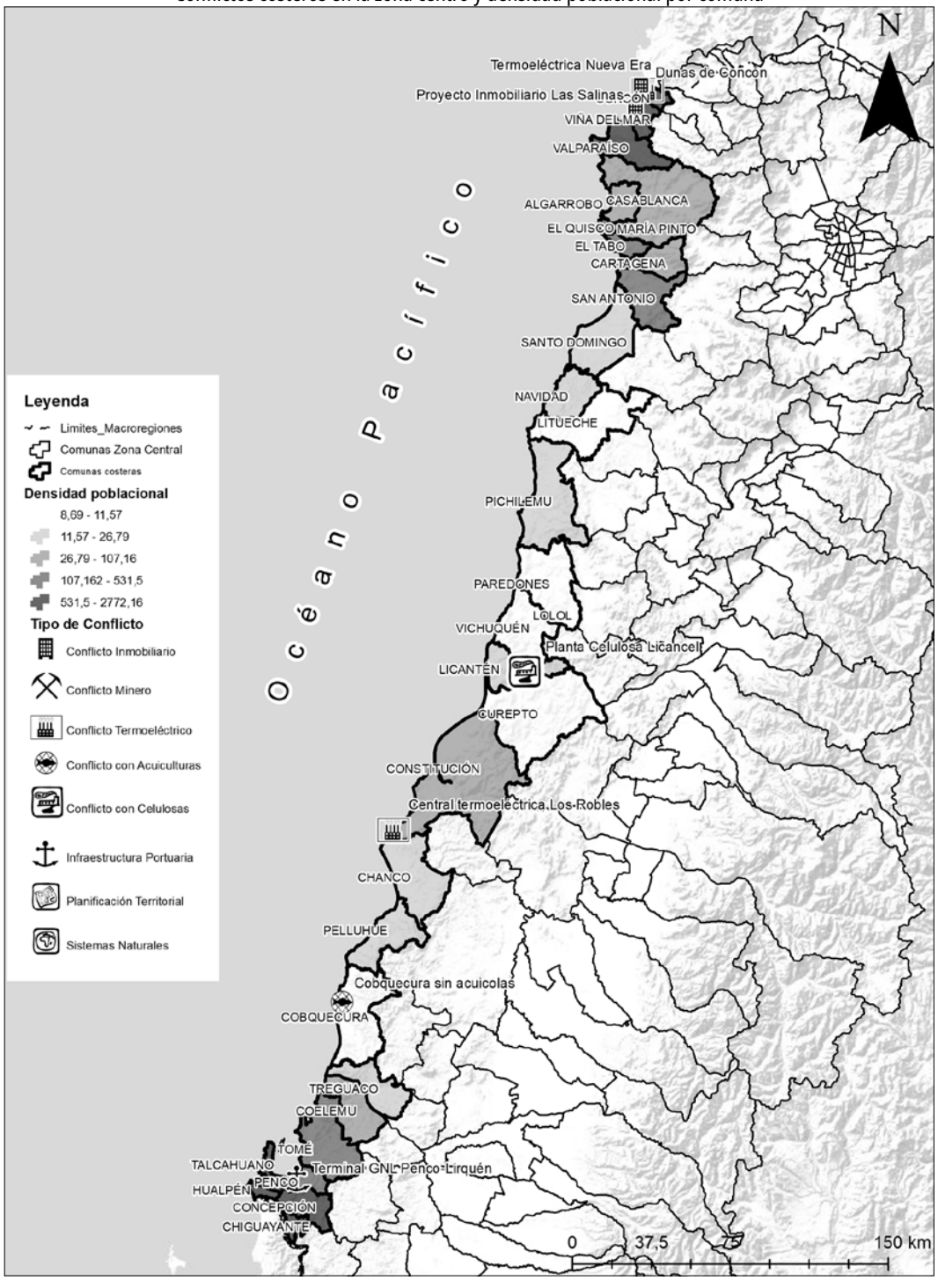
Para el caso de las dunas de Concón, la actividad inmobiliaria amenaza directamente con desestabilizar las condiciones ambientales del sistema, con reducir sus niveles de biodiversidad y endemismo, y la alteración de sus funciones ecosistémicas respectivas a la infiltración de aguas, función esencial considerando las características del clima (Gaete et al., 2001; Contreras-López et al., 2017), lo que, además, podría profundizar el déficit del recurso hídrico que presenta la zona.

Para el caso de Las Salinas en Viña del Mar, los niveles de contaminación del suelo y aguas constituyen variables de interés. Por lo mismo, parte de la resistencia al proyecto se justifica en base al riesgo que representa la remoción de los suelos y la exposición de la población a los contaminantes, lo que conllevaría consecuencias significativas sobre la salud de las personas. Existen antecedentes de construcciones similares en otras partes del mundo con efectos en enfermedades hepáticas, problemas neurológicos y cáncer (Ramírez, 2008).

Dentro de los desequilibrios territoriales que podría ocasionar Las Salinas, también se vinculan con la infraestructura urbana y sus efectos asociados. En este sentido, el desarrollo de este proyecto conllevaría el aumento brusco en la densidad poblacional del sector, lo cual desestabilizaría el funcionamiento del sistema vial, la oferta de servicios, entre otros elementos que debiesen tomarse en cuenta a la hora de edificar estos espacios. Actualmente, el proyecto de saneamiento cuenta con su Resolución de Calificación Ambiental y sigue en marcha (Pavez, 2020).

La Figura N°3 expone los conflictos en la costa de la zona central en conjunto con la densidad poblacional por comunas costeras. Con ello, evidenciamos la concentración de población en las comunas de Talcahuano, Hualpén y Concepción por el sur y Valparaíso, Viña del Mar y Concón por el norte, lo que a su vez da cuenta de la fuerte demanda sobre los suelos y los intereses por urbanizar estos territorios.

Figura N°3.
Conflictos costeros en la zona centro y densidad poblacional por comuna



Fuente: Elaboración propia a partir de INDH (2021) e INE (2017).

Conflictos costeros en el Sur

La zona sur, igual que la costa del Norte Chico presenta una mayor cantidad de conflictos con termoeléctricas localizadas en las comunas de Coronel y Lota, donde se establecen las Termoeléctricas Bocamina II y Santamaría, mientras que también se proyectó la central los Pirquenes. Estos casos de conflicto se localizan en la zona de sacrificio más al sur del país, Coronel. También encontramos conflictos con empresas y proyectos de generación "limpia", centrales hidroeléctricas y parques eólicos como el proyecto Central de Pasada el Gato en Maullín y la Central de Pasada El Mediterráneo en Cochamó. Mientras que los conflictos con proyectos eólicos se localizan uno en la isla de Chiloé en Ancud y otro en Valdivia, el parque eólico Pililín.

También se identifican conflictos con Celulosa Arauco, quien protagoniza un caso por la contaminación del rio Cruces, sus humedales y la muerte de miles de cisnes de cuello negro en 2004 y otro por el proyecto de construcción de un ducto de descarga de residuos líquidos industriales en Mehuín. Los conflictos restantes corresponden a los vinculados con la infraestructura de acopio de chips de eucaliptus en Corral, la planta de tratamiento de aguas servidas Panitao, en Puerto Montt y el conflicto por la instalación de un relleno sanitario en la Isla Grande de Chiloé, en Curaco.

a) Generación de energías limpias en la Costa del Sur de Chile

Decidimos agrupar los conflictos con hidroeléctricas y parques eólicos, pues se trata de proyectos de energía limpia y sustentable que pese a sus características positivas en cuanto a menores impactos "ambientales", también son foco de resistencia por parte de grupos locales que ven futuras alteraciones sobre el medio, sus recursos y modos de vida.

En el caso del Parque Eólico Pililín, la empresa española Acciona buscó implementar 17 aerogeneradores de 150m con hélices de 50m, junto con líneas de transmisión y una estación eléctrica en la cima del cerro Oncol. El proyecto en su evaluación de impacto ambiental reconoció las afectaciones que sufrirían las áreas protegidas, Santuario de la Naturaleza Carlos Andwandter y Llancahue, el Sitio Prioritario de Conservación de la Biodiversidad Curiñanco, el Parque Oncol y la Reserva Natural Pilunkura. Por los impactos sobre estos espacios, diversos sectores de la comunidad se organizaron para rechazar el proyecto que pone en peligro la valoración ambiental y ecológica que poseen, mientras que también pone en conflicto la valoración cultural de las comunidades mapuche lafkenche que habitan en los alrededores, para quienes el cerro Oncol posee carácter sagrado. Para el año 2018, el proyecto fue retirado del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (Ejatlas, 2021b).

El Parque Eólico Chiloé también propone una serie de aerogeneradores en Mar Brava, Ancud, los que ocasionarían impactos sobre el entorno aledaño, y el área protegida Puñihuil. Las posturas de los actores en conflicto nuevamente responden a una valoración económica y el potencial energético del territorio versus la valoración ambiental y socio-cultural que hace la población local. Esta situación se explica por la variedad de fauna nativa presente en la zona afectada, al igual que por sus ecosistemas de alta fragilidad compuesto por dunas, humedales y turberas que son el hábitat de especies amenazadas como ballenas, pingüinos y aves migratorias. Estos impactos ambientales se asocian con impactos sobre el sistema social, donde las más afectadas serán actividades como la pesca artesanal o las iniciativas turísticas que operan en el sector (Garrido et al., 2015). A diferencia del caso de Pililín, el proyecto Chiloé continúa en pie (Cabaña, 2021).

En cuanto a los conflictos hidroeléctricos, la central El Gato, se proyectó en la comuna de Los Muermos en el río Maullín, generando resistencia desde un comienzo por parte de la población y autoridades locales, quienes se articularon logrando debatir el proyecto en base a diversas observaciones realizadas en su evaluación ambiental. Otros impactos tendrían lugar sobre sitios arqueológicos de importancia mundial como Monte Verde, siendo este, otro de los argumentos para rechazar el proyecto, que fuera retirado del SEIA en 2018.

La Central de Paso Mediterráneo, pretendió instalarse donde confluyen los ríos Torrentoso y Manso en Cochamó, amenazando el patrimonio natural del territorio, su capital ecológico y turístico, elementos centrales para el desarrollo de la economía local orientada hacia esta última actividad. Si bien, el proyecto obtuvo la aprobación de su resolución de calificación ambiental en 2014, esta fue revocada tras una serie de recursos interpuesto por comunidades locales ante las falencias encontradas en la EIA del proyecto.

b) Desequilibrios territoriales y conflictos con generadoras de energía limpia

Para los casos de centrales hidroeléctricas y parques eólicos, pese a ser considerados como energías limpias, verdes y renovables, conllevan una serie de impactos de carácter ambiental. Para ambos casos, los principales argumentos contra estas actividades se vinculan con los posibles impactos sobre zonas protegidas, su flora, fauna o la calidad paisajística, afectando elementos de carácter social como la actividad pesquera artesanal, el turismo, o en el caso de las comunidades indígenas quienes ven transgredidos sus derechos, mientras sus espacios sagrados son amenazados. Son estos elementos los que nos permiten apreciar el vínculo entre conflictos y los desequilibrios territoriales.

El conflicto con el Parque Eólico Pililín nos permite ejemplificar como la instalación de una actividad puede desequilibrar un ecosistema de alta naturalidad por la inserción de actividades "limpias" que no compatibiliza con los usos de suelo actual, la cultura y la historia del territorio. Su instalación implicaba la destrucción de hectáreas de árboles de sobre 500 años de antigüedad, añadiéndose el impacto acústico que afectaría las condiciones ambientales del hábitat de diversas especies protegidas que habitan el bosque valdiviano, parte del *hotspot* de biodiversidad chileno (Arroyo et al., 2008). De igual forma, las relaciones que establece la población indígena con su territorio se verían alteradas, pues aquí el espacio y sus componentes son comprendidos como vivos, incluso sagrados, estableciendo otras formas de relación con el medio ambiente (Sánchez, 2018).

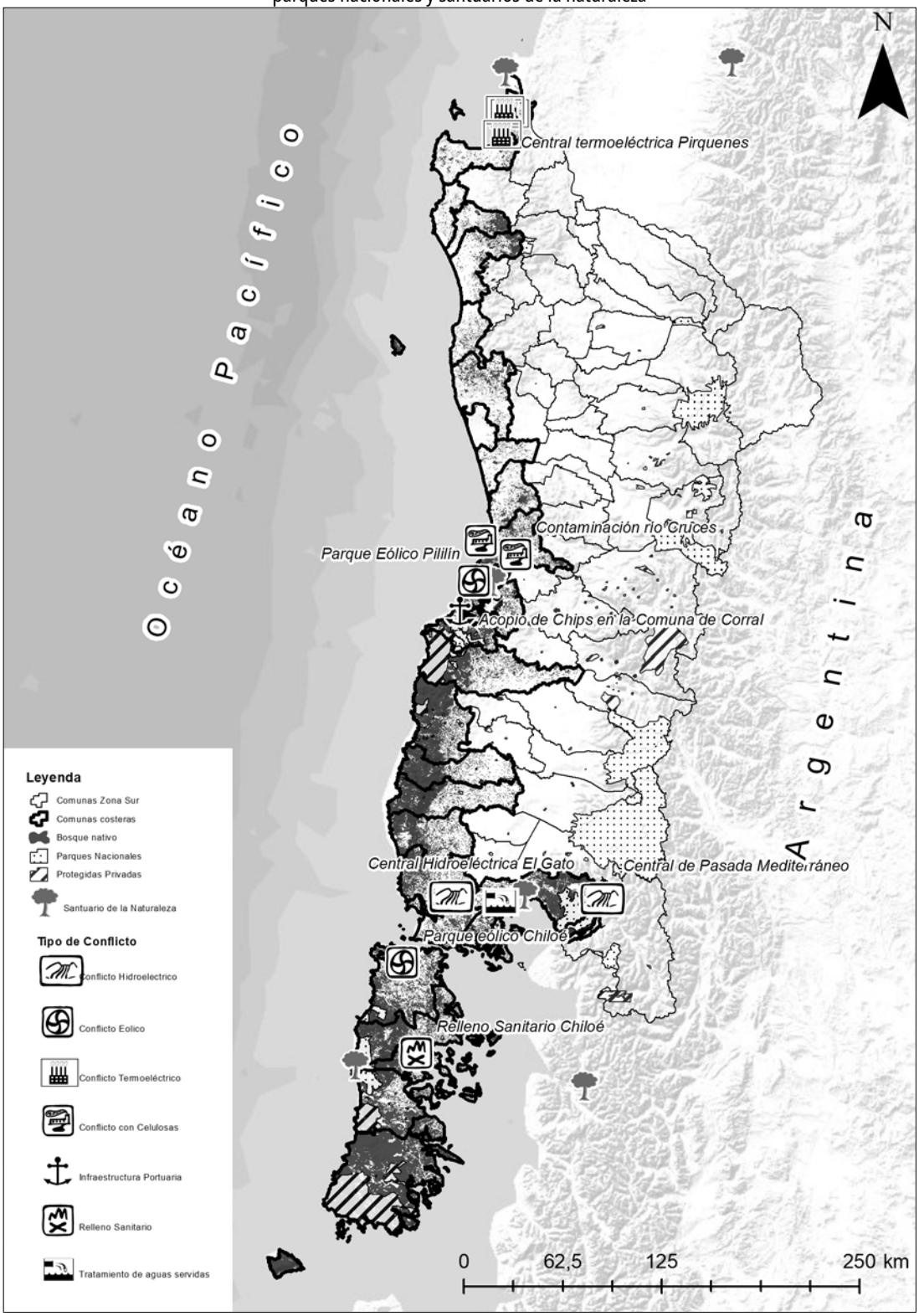
El Parque eólico Chiloé se proyectó en las proximidades de sectores cubiertos por bosque nativo, con presencia de humedales, próximo a la costa donde habitan pingüinos de Humboldt, de Magallanes y otras aves que utilizan este espacio como estación migratoria. También es hábitat de ballenas, especies altamente sensibles al ruido, por cuanto la contaminación acústica y otros factores podría generar impactos importantes sobre la biodiversidad y todo el funcionamiento del territorio, pues la pesca artesanal y el turismo serían afectados (Garrido et al., 2015).

La hidroeléctrica Mediterráneo proyectada en Cochamó, cuenca del río Puelo, al igual que los parques eólicos, no han sido intervenciones armónicas con el territorio, su población, ni sus actividades. Otro desequilibrio que no podemos dejar de mencionar en este caso corresponde a la propiedad de las aguas y sus derechos de aprovechamiento, donde en Cochamó, de los 482 derechos asignados, 159 pertenecen empresas hidroeléctricas, es decir, el 32,98% (DGA, 2021), marcando un desequilibrio importante en cuanto a la propiedad, acceso y uso del recurso.

En el caso del conflicto con central hidroeléctrica El Gato, la oposición ciudadana y de autoridades locales, se fundamentó en que el proyecto no podía garantizar su bajo impacto ambiental y con ello la generación de otras problemáticas. Las alteraciones sobre el sitio arqueológico Monte Verde, son otro elemento a considerar, pues hablamos de evidencias de ocupación humana de hace 14.000 años que sin duda requiere de condiciones estables para su conservación.

La Figura N°4 muestra la cobertura de bosque nativo de la zona sur, zonas protegidas privadas, parques nacionales y santuarios de la naturaleza en conjunto con los conflictos, con ellos graficamos como estos proyectos constituirían desequilibrios en el uso de estos territorios.

Figura N°4.
Conflictos socio-ambientales, áreas de conservación privadas, bosque nativo, parques nacionales y santuarios de la naturaleza



Fuente: Elaboración propia a partir de INDH (2021) e INE (2017).

Conflictos costeros en el Sur Austral

El Sur Austral corresponde a la macro zona con menor cantidad de conflictos costeros según el INDH (2021), identificándose los conflictos con la mina Invierno en Río Verde y mina El Tranquilo en Natales. Invierno corresponde a un proyecto de extracción de carbón subbituminoso localizado en la Isla Riesco, la cuarta isla más grande país y donde se localiza la Reserva Nacional Alacalufe. Mientras el Tranquilo, es un proyecto de extracción de carbón, que pretende generar dos faenas mineras a rajo abierto, cuyo foco comercial seria la central termoeléctrica Río Turbio en Argentina, situación distinta a la mina Invierno, cuyo mercado estaría en la zona centro y norte del país.

a) Minería de carbón y conflictos en el Sur Austral

A diferencia de los conflictos relacionados con la minería en las costas del Norte Chico, la minería del Sur Austral se orienta hacia la extracción carbonífera, actividad que en ambos casos ha sido resistida tanto por autoridades como por pobladores locales, dado los impactos negativos que estas podrían significar sobre el medio ambiente, las actividades económicas, la salud y otras áreas de la vida. Para el caso de la minera El Invierno, nuevamente la disputa entre actores locales y la empresa se enmarca en la discordancia entre las actividades mineras propuestas y las actividades desarrolladas en la Isla Riesco, cuya superficie se utiliza preferentemente en ganadería y turismo.

Las afectaciones sobre el medio ambiente, hoy son una realidad en la Isla, la empresa entró en operaciones en 2013, siendo ya responsable de contaminación por carbón de gran magnitud, ya sea por fugas en su puerto, por accidentes de embarcaciones, entre otros. De igual forma se ha detectado contaminación en el Seno de Otway, la irrupción de humedales y destrucción de sitios arqueológicos de la cultura Kaweskar (Bustos et al., 2016). Si bien la minería de carbón ha convivido históricamente con la ganadería en Isla Riesco, está siempre fue subterránea, lo que da cuenta de la escasa comprensión de las prácticas, dinámicas y cultura local por parte de la empresa (Bustos et al., 2016).

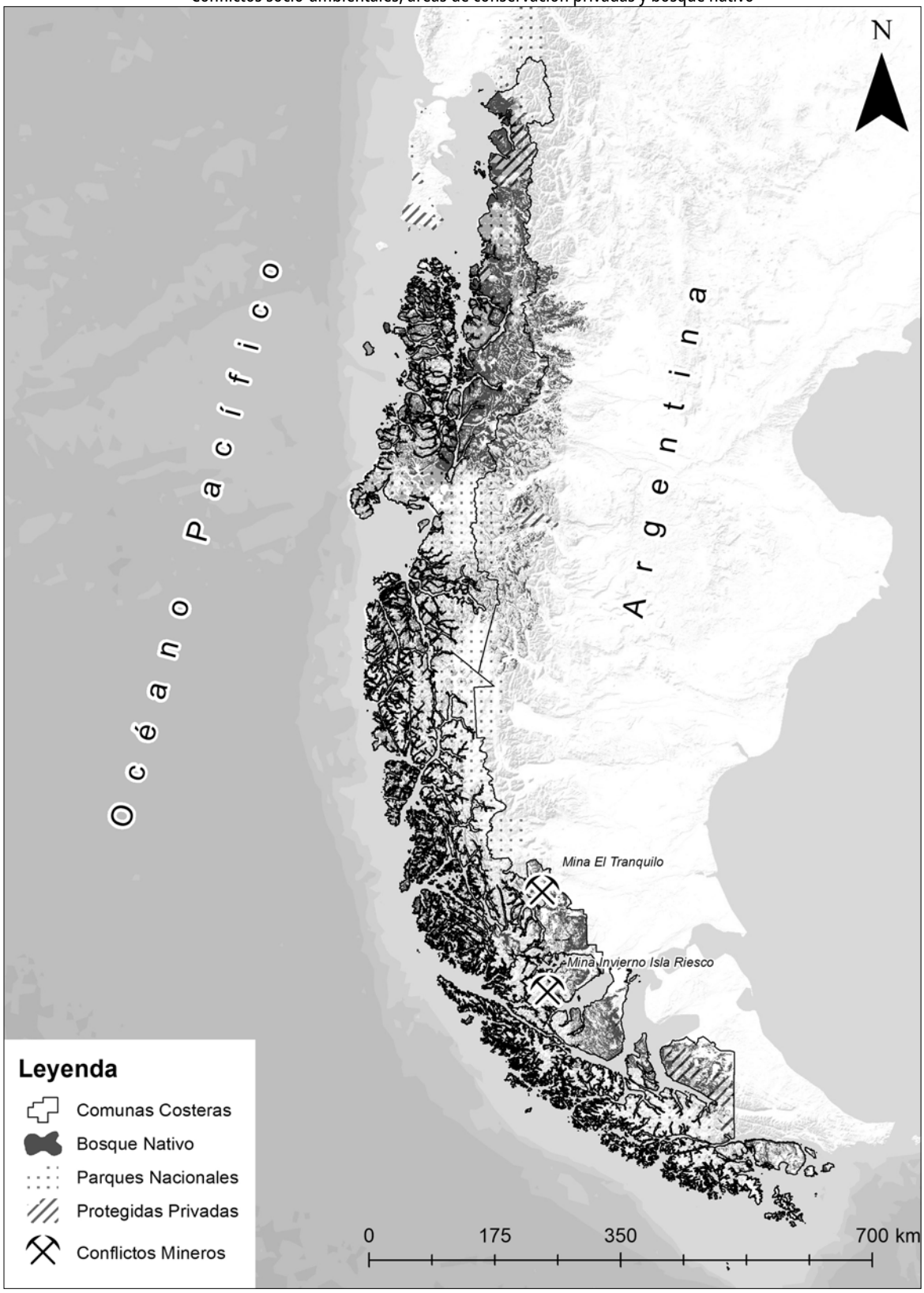
b) Minería a carbón y desequilibrios territoriales en el Sur Austral de Chile

Los conflictos costeros del Sur Austral pueden vincularse con indicadores como los altos niveles de desempleo e inactividad de la población, argumentos permanentes en estos conflictos. Por lo mismo, el proyecto El Tranquilo, que fuera retirado del SEIA (Ojeda, 2015) contó con apoyo de una parte de la población, quienes argumentaron que podría ayudar a reducir los altos niveles de desempleo. Según la encuesta nacional de empleo de 2016, el 43,4% de la población de Natales estaba desocupada.

Mina Invierno, en la Isla Riesco y las alteraciones sobre el medio ambiente, la contaminación generada y su carácter permanente corresponden a desequilibrios que comienzan a tener lugar tras la instalación del proyecto. Pese a esto, la instalación y el conflicto se sustentan sobre un desequilibrio territorial de carácter "nacional", o al menos, la postura de autoridades e instituciones que aprobaron el proyecto se fundamente en las necesidades energéticas del país, donde la matriz del centro al norte depende de la energía generada por las mencionadas centrales termoeléctricas (Bustos et al., 2016). Así, un desequilibrio localizado a kilómetros de distancia justificó la instalación de la Mina, dando lugar a impactos negativos que se constituyen en desequilibrios territoriales locales en las Costas Australes de Chile.

La Figura N°5 expone los conflictos localizados en las costas del sur austral en conjunto con la cobertura de bosque nativo, las áreas protegidas privadas, los parques y reservas nacionales, como una forma de exponer el desequilibrio que representan en su entorno.

Figura N°5.
Conflictos socio-ambientales, áreas de conservación privadas y bosque nativo



Fuente: Elaboración propia a partir de INDH (2021) e INE (2017).

Reflexión final

Los conflictos analizados son el resultado de diferentes perspectivas respecto al territorio, la valoración de sus componentes, los modos de relacionarse y usar el espacio por parte de pobladores locales, en contraposición con empresas nacionales, transnacionales, instituciones del Estado y otros actores generalmente externos que promueven proyectos y actividades ajenos al territorio y su población. Así nos encontramos con empresas mineras, termoeléctricas, hidroeléctricas, parques eólicos, inmobiliarias, proyectos de infraestructura portuaria, entre otras actividades que se confrontan con actores y organizaciones locales y externas, quienes movilizan y expresan valoraciones propias del territorio, sus modos de vida y prácticas por medio de marchas, protestas y la toma de acciones legales, por mencionar algunas, que permiten a los pobladores de la costa debatir, mejorar suspender y cancelar algunos proyectos.

Las relaciones de poder son centrales para comprender las características, el origen, los eventos y fenómenos asociados a los conflictos. Si bien, la población local nivela y a veces logra ejercer mayor influencia que las empresas o autoridades que respaldan los proyectos, generalmente, son las empresas las que poseen los medios para imponer sus actividades sobre el territorio. El poder económico es ejemplo de esto al permitir, desde financiar empresas que realizan evaluaciones de impacto ambiental, hasta la compensación por el apoyo a las iniciativas. De igual forma, las influencias políticas son elementos centrales, pues estas permiten desde el impulso de iniciativas "necesarias" para el desarrollo del país, hasta la aprobación directa de sus actividades.

Lo mencionado puede observarse por toda la costa, como en los casos de las centrales Punta Patache y Pacífico con sus aprobaciones que desconocieron planteamientos de la población local, o el caso de las dunas de Concón, los permisos de construcción no consideraron en su total dimensión la zonificación del Plan Regulador Comunal y las normas de uso de esta porción de borde costero. En el caso de las Salinas, el Estudio de Impacto Ambiental permite la continuidad del proyecto y, en el caso de Isla Riesco y minera Invierno, no siempre los más afectados son los comúnmente considerados como vulnerables, sino que también existen casos donde grupos privilegiados son severamente afectados por los conflictos (Bustos et al., 2016).

Los conflictos de las costas chilenas se vinculan con la distribución de los costos ambientales y los beneficios de las actividades mencionadas, donde los impactos negativos se acumulan sobre los territorios locales y sus entornos aledaños, mientras que los beneficios se distribuyen de forma limitada y fuera de este. Son las relaciones de poder las que permiten estas dinámicas, en las que agentes externos logran imponer sus modos de uso del territorio, su comprensión de la naturaleza, donde territorios y bienes comunes son simplemente apropiados. Siguiendo a Tecklin (2015), esto constituye una expresión concreta de la continua territorialización del Estado neoliberal chileno que traspasa diversas competencias a los privados, entre estas, la explotación de la naturaleza y sus recursos.

En torno a la costa, una parte de la matriz de generación de energía compuesta por termoeléctricas, hidroeléctricas y parques eólicos se vinculan con otras actividades económicas como la industria minera en el norte y el sur del país, montando más bien, una matriz de generación de conflictos socio-ambientales que incorpora otras actividades que impactan sobre una población local, que son sus principales opositores. Aquí el concepto de escasez es central, pues ante la escasez de recursos, la profundización de esta o la generación de otras, los pobladores locales se manifiestan y revelan su falta de poder político en torno a la toma de decisiones, es en estos procesos donde se revela la baja pertinencia de las actividades respecto a las características del territorio costero.

La escasez de algunos elementos y la expresión desigual de indicadores socio-ambientales fueron interpretados como desequilibrios territoriales, los cuales al igual que en otros casos de estudio nos permitieron comprender aspectos de importancia respecto a los conflictos y sus expresiones territoriales. Los ejemplos de los porcentajes de muerte y posibilidades de esta por enfermedades respiratorias en las comunas afectadas por centrales termoeléctricas en el Norte Grande, los altos porcentajes de población abastecida por camiones aljibes en el Norte Chico a causa del déficit hídrico, son ejemplos de desequilibrios presentes en el territorio y cuyas dificultades actuales, ya justifican el rechazo frente a actividades que las profundizan.

De igual forma, la generación de desequilibrios constituye otro elemento a destacar, pues existe una relación estrecha entre su generación a nivel ambiental y aquellos comprendidos como sociales, lo que da cuenta de la dialéctica existente entre componentes territoriales en la costa. Las alteraciones sobre el recurso hídrico impactan directamente en la agricultura, ganadería y cualquier forma de subsistencia en el norte del país. La alteración de la temperatura del mar por termoeléctricas y mineras impacta directamente en la cantidad de recursos, la actividad pesquera y el turismo, al igual que la contaminación atmosférica. Mientras que la contaminación ambiental de las mineras australes debiese comenzar a afectar las actividades económicas como la ganadería y el turismo, además de la salud de la población local.

Tras mostrar esta relación entre desequilibrios y conflictos, creemos que estos últimos constituyen indicadores concretos de desequilibrios territoriales, los cuales deben ser estudiados en profundidad, incorporando una diversidad de conflictos vinculados con pobreza, conflictos culturales y/o marginación

social, tomas de terreno, con la industria pesquera o la apropiación de espacios de playa, entre otros que no identificamos dentro del mapa de conflicto del INDH (2021). De igual forma, creemos evidente que los conflictos se vinculan con una serie de desequilibrios territoriales ambientales, sociales, político, económicos y de otra índole que interactúan al mismo tiempo y sobre un territorio, lo que no implica que se encuentren en la misma localización.

Finalmente, tras nuestro análisis se torna evidente una suerte de desincronización a lo largo de las costas de Chile y en diferentes escalas. Actores locales, organizaciones, autoridades, instituciones de Estado, actores privados, empresarios, políticos, políticas, normativas, planes de ordenamiento territorial, por mencionar algunos de los elementos y agentes que operan de forma poco articulada, dando lugar una serie de discrepancias, posturas e intereses que se oponen y generan tensión y conflictos en la costa. Si a esto, añadimos que la planificación de las costas de Chile no responde de forma adecuada a las dinámicas actuales (Peña-Cortés et al., 2020), se torna aún más evidente la necesidad de una ley de costas (Martínez et al., 2019), en este caso que articule y sincronice el accionar de los actores sobre el territorio, que equilibre las relaciones de poder entre estos dando una mayor relevancia en la toma de decisiones a quienes habitan los territorios y sufren los impactos de las actividades.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto FONDECYT 1181954: Escenarios Participativos para el Ordenamiento Territorial. Hacia la sustentabilidad del paisaje en las regiones de La Araucanía y Los Ríos.

Referencias Bibliográficas

ALLAIN, M. Conflictos y protestas socio-ambientales en Chile: Reflexiones metodológicas y resultados. Revista de Sociología, 2021, Vol. 34, N°1, p. 81-101. DOI: https://doi.org/10.5354/0719-529X.2019.54271

ARROYO, M., MARQUET, P., MARTICORENA, C., SIMONETTI, J., CAVIERES, L., SQUEO, F., ROZZI, R., y MASSARDO, F. El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. En COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE (Ed.), Biodiversidad de chile patrimonio y desafíos (pp. 90-93). Santiago: Ocho Libros Editores, 2008.

BALZA-MORENO, L. Policentrismo, y desarrollo territorial. Revista Geográfica Venezolana, Vol. 58, N°2, 2017, p. 282-305. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347753793003

BELTRÁN-BARRERA, Y. La biocolonialidad: una genealogía decolonial. Nomadas, N°50, 2019, p. 77-91. DOI: https://doi.org/10.30578/nomadas.n50a5

BUSTOS, B., PRIETO, M., y BARTON, J. (Eds.), Ecología Política en Chile: Naturaleza, propiedad, conocimiento y poder. Santiago: Universitaria, 2015.

BUSTOS, B., FOLCHI, M., & FRAGKOU, M. Coal mining on pastureland in Southern Chile; challenging recognition and participation as guarantees for environmental justice. Geoforum, 2016, N°84, p. 292-304. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.12.012

CABAÑA, G. Transición energética en Chiloé, ¿para qué y para quiénes? El Desconcierto, p. Online. Disponible en: https://www.eldesconcierto.cl/opinion/2021/03/12/transicion-energetica-en-chiloe-para-que-y-para-quienes.html

CAJIGAS-ROTUNDO, J. Anotaciones sobre la biocolonialidad del poder. Pensamiento Jurídico, 2007, N°18, p. 59-72. Disponible en: https://revistas.unal.edu.co/index.php/peju/article/view/38602

CALDERÓN, R. Ecología política: hacia un mejor entendimiento de los problemas socioterritoriales. Economía, Sociedad y Territorio, 2013, Vol. XIII, N°42, p. 561-569. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11126608009

CAMARA DE DIPUTADOS. Prohíbe la instalación y funcionamiento de centrales termoeléctricas a carbón en todo el país, a contar de la fecha que indica. 2020. [Revisado el 01-04-2021]. Disponible en: https://www.camara.cl/verDOC.aspx?prmID=52775&prmTipo=FICHAPARL

CAMUS, P. Environmental Conflict and Exploitation in the Coastal Areas of Chile. En Oxford Research Encyclopedia of Latin American History, 2019. DOI: https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199366439.013.774

CAMUS, P., CASTILLO, S., y HIDALGO, R. Bienes comunes, estado y conflictos litorales. Una aproximación a las dinámicas y disputas por los espacios costaneros de la provincia de concepción. (1931 - 1992). Historia, 2017, Vol. 7, N°2, p. 369-397.

CAMUS, P., y HIDALGO, R. "Y serán desplayados". Recorrido histórico sobre los bienes comunes, pescadores artesanales y control legal del litoral en Chile. Historia Critica, 17, N°63, p. 97-116. DOI: https://doi.org/10.7440/histcrit63.2017.05

CAMUS, P. Biogeografía marina de Chile continental. Revista Chilena de Historia Natural, 2001, Vol. 74, N°3, p. 587-617. DOI: https://doi.org/10.4067/s0716-078x2001000300008

CARDOSO, M. Desequilibrios territoriales en el área de expansión urbana. Geograficando, 2018, Vol. 14, N°2. DOI: https://doi.org/10.24215/2346898xe041

CONTRERAS-LÓPEZ, M., FIGUEROA-STERQUEL, R., SALCEDO-CASTRO, J., VERGARA-CORTÉS, H., ZULETA, C., BRAVO, V., PIÑONES, C., y CORTÉS-MOLINA, F. Vulnerabilidad de humedales y dunas litorales en Chile central. En A. BOTELLO, S. VILLANUEVA, J. GUTIÉRREZ y J. ROJAS-GALAVIZ (Eds.), Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático (pp. 227-246). Ciudad de Juárez: UJAT - UNAM – UAC, 2017. Disponible en: https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/10/Vulnerabilidad-de-las-Zonas-Costeras-de-Latinoamerica-al-Cambio-Climático.pdf

CORTES, S., YOHANNESSEN, K., TELLERIAS, L., y AHUMADA, E. Exposición a contaminantes provenientes de termoeléctricas a carbón y salud infantil: ¿Cuál es la evidencia internacional y nacional? Revista Chilena de Pediatría, 2019, Vol. 90, N°1, p. 102-114. DOI: https://doi.org/10.32641/rchped.v90i1.748

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA. [Revisado el 18/04/2021]. Disponible en: https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx

EJATLAS. El Pachón copper mine, San Juan, Argentina. [Revisado el 1/04/2021a]. Disponible en: https://ejatlas.org/ website: https://ejatlas.org/conflict/pachon-argentina-chile

EJATLAS. Parque eólico Pililín en Cerro Oncol de Acciona Energía, Chile. [Revisado el 1/04/ 2021b]. Disponible en: https://ejatlas.org/ website: https://ejatlas.org/conflict/parque-eolico-pililin-cciona-energia-chile-spa

ESCOBAR, A. Territorios de diferencia: Lugar, movimientos, vida, redes (Primera). Popayan, Colombia: Envion Editores, 2010.

ESCOBAR, A. Cultura y diferencia: la ontología política del campo de Cultura y Desarrollo. Wale'keru. Revista de Investigación en Cultura y Desarrollo, 2012, Vol. 1, N°2. Disponible en: http://edu-library.com/ca/show?id=595

ESPINOZA, X., y MEZA, V. Observaciones a propuesta de saneamiento de suelos Las Salinas. Valparaíso 2019. [Revisado el 3/04/21]. Disponible en: https://www.indh.cl/bb/wp-content/uploads/2020/09/Informe-de-Observaciones_Proyecto-Saneamiento-Las-Salinas_DMA_FIng_UPLA_Meza_Espinoza-1-1-1.pdf

FUNDACIÓN TERRAM. Las cinco zonas de sacrificio de Chile. [Revisado el 3/04/2021]. Disponible en: https://www.terram.cl/ website: https://www.terram.cl/carbon/2019/06/las-cinco-zonas-de-sacrificio-de-chile/

GAETE, G., ESPINOSA, C., y PUENTES, A. Estudio hidrogeomorfológico comuna de Concón Caso: Sector La Isla, curso inferior del rio Aconcagua. Notas Históricas y Geográficas, 2001, N°12, p. 283-301.

GARRIDO, J., RODRÍGUEZ, I., y VALLEJOS, A. Las respuestas sociales a la instalación de parques eólicos: el caso del conflicto Mar Brava en la Isla Grande de Chiloé (Chile). Papers, 2015, Vol. 100, N°4, p. 547-575.

GUIÑEZ, M., VALDÉS, J., y CASTILLO, A. Contenido de metales en sedimentos y en Emerita analoga (Stimpson, 1857), en bahía Mejillones del Sur, Chile. Latin American Journal of Aquatic Research, 2015, Vol. 43, N°1, p. 94-106. DOI: https://doi.org/10.3856/vol43-issue1-fulltext-9

HIDALGO, R., CAMUS, P., PAULSEN, A., OLEA, J., y ALVARADO, V. Extractivismo inmobiliario, expoliación de los bienes comunes y esquilmación del medio natural. El borde costero en la macrozona central de Chile en las postrimerías del neoliberalismo. Innsbrucker Geographische Studien, 2016, N°40, p. 251-270.

HIDALGO, R., SANTANA, D., ALVARADO, V., ARENAS, F., SALAZAR, A., VALDEBENITO, C., y ALVAREZ, L. En las costas del neoliberalismo. Naturaleza, urbanización y producción inmobiliaria: experiencias en Chile y Argentina. Santiago: LOM Ediciones, 2016.

HUBBARD, P. Legal pluralism at the beach: Public access, land use, and the struggle for the "coastal commons." Area, 2019, Vol. 52, N°2, p. 420-428. DOI: https://doi.org/10.1111/area.12594

INSTITUTO NACIONAL DE DERECHOS HUMANOS (INDH). Mapa de Conflictos en Chile. [Revisado 18/04/2021]. Disponible en: https://mapaconflictos.indh.cl/#/

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS (INE). Censo de población año 2017. [Revisado el 30/03/2021]. Disponible en: https://www.censo2017.cl

LEFF, E. La ecología política en América Latina: un campo en construcción. Sociedade e Estado, 2003, Vol. 18, N°1-2, p. 17-40. DOI: https://doi.org/10.1590/s0102-69922003000100003

LEHMAN, J. Expecting the sea: The nature of uncertainty on Sri Lanka's East coast. Geoforum, 2014, N°52, p. 245-256. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.05.010

MARTÍNEZ, C., ARENAS, F., BERGAMINI, K., y URREA, J. Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. Santiago: Serie Policy Papers CIGIDEN, 2019.

MARTÍNEZ, C., ROJAS, C., ROJAS, O., QUEZADA, J., LOPEZ, P., y RUIZ, V. Crecimiento urbano sobre geoformas costeras de la llanura de san pedro, area metropolitana de concepcion. En R. HIDALGO, D. SANTANA, V. ALVARADO, F. ARENAS, A. SALAZAR, C. VALDEBENITO y L. ALVAREZ (Eds.), En las costas del neolineralismo (pp. 287-312). Santiago: LOM Ediciones, 2016.

NIN, M., y SHMITE, S. El Mediterráneo como frontera: desequilibrios territoriales y políticas migratorias. Perspectiva Geográfica, 2015, Vol. 20, N°2, p. 339-364. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/pgeo/v20n2/v20n2a06.pdf

OJEDA, A. Puerto Natales en alerta por proyecto minero carbonífero. [Revisado el 30/032021]. Disponible en: https://radio.uchile.cl/2015/05/09/puerto-natales-en-alerta-por-proyecto-minero-carbonifero/

ORELLANA, R. Aproximaciones a un marco teórico para la comprensión y el manejo de conflictos socioambientales. En ORTIZ, P. (Ed.), Comunidades y Conflictos Socioambientales: Experiencias y Desafíos en América Latina. (pp. 89-108). Quito: Impresiones Digitales Docutech, 1999.

PAVÉZ, G. Conflicto en el paño contaminado de Las Salinas-Viña del Mar, un conflicto 100 % ambiental. [Revisado el 30/03/2021]. Disponible en: https://radio.uchile.cl/2020/11/05/conflicto-en-el-pano-contaminado-de-las-salinas-vina-del-mar-un-conflicto-100-ambiental/

PEÑA-CORTÉS, F., VERGARA-FERNÁNDEZ, C., SALINAS-SILVA, C., y PINCHEIRA-ULBRICH, J. Potencialidades y desequilibrios del borde costero de La Araucanía. Una base para su ordenamiento territorial y desarrollo local. En V. FUENTES, E. MONTECINOS, Y P. GÜELL (Eds.), El Nuevo Orden Regional Construcción Social y Gobernanza del Territorio (pp. 127-143). Valdivia: Ediciones UACh, 2020.

RAMÍREZ, P. El ignorado precedente brasileño. [Revisado el 29/03/2021]. Disponible en: https://www.ciperchile.cl/2008/09/29/el-ignorado-precedente-brasileno/

ROBBINS, P. Political Ecology. West Sussex: John Wiley y Sons, Ltd, 2011.

SÁNCHEZ, C. Saving the planet with green capitalism? Or re-signifying our existence with Mother Earth? The Mapuche-Valdivian case against the wind farm Pililín in the South of Chile. The Laws of Extraction– Environmental Rights and Legal Regulations in Struggles over Natural Resources in the Americas, 2018, Vol. 11, N°3, p. 32-46.

TECKLIN, D. La apropiación de la costa chilena: Ecología política de los derechos privados en torno al mayor recurso público del país. En BUSTOS, B., PRIETO, M. y BARTON, J. (Eds.), Ecología Política en Chile: Naturaleza, propiedad, conocimiento y poder (pp. 121-142). Santiago: Universitaria, 2015.

TIRONI, M., & RODRÍGUEZ-GIRALT, I. Healing, knowing, enduring: Care and politics in damaged worlds. Sociological Review Monographs, 2017, Vol. 65, N°2, p. 89-109. DOI: https://doi.org/10.1177/0081176917712874

VILLADIEGO-LORDUY, J., PIEDRA-CASTRO, L., TAPIA-CONTRERAS, H., MÉNDEZ-NOBLES, Y., y DÍAZ-HERNÁNDEZ, O. Corralito un humedal en vía de extinción en el corregimiento de Severá, municipio de Cereté, Colombia. Revista Geográfica de América Central, 2018, Vol. 2, N°61, p. 263-284. DOI: https://doi.org/10.15359/rgac.61-2.10

VIÑAS, C. Vivienda secundaria y turismo residencial como agentes de urbanización y segregación territorial en Cantabria. Scripta Nova, 2008, N°12, p. 256-280. DOI: https://doi.org/10.1344/sn2008.12.1415

WOODROFFE, C. Coasts: form, process and evolution. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

ZARAGOCIN-CARVAJAL, S., MOREANO-VELASCO, M., y ÁLVAREZ-VENEGAS, S. Hacia una reapropiación de la geografía crítica en América Latina. Íconos - Revista de Ciencias Sociales, 2018, N°61, p. 11-32. DOI: https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.17141/iconos.61.2018.3020

8.2.

Conocimiento geográfico poderoso para una educación geográfica sostenible en los territorios costeros de Chile

Powerful geographic knowledge for sustainable geographic education in Chile's coastal territories

Mónica Kaechele-Obreque[1], Fernando Peña-Cortés[2] y Elías Andrade Mansilla[3]

RESUMEN

La Educación Geográfica y la Educación Ambiental son fundamentales para la formación de las nuevas generaciones y de cómo estas puedan enfrentar los desafíos que actualmente imponen los riesgos naturales y antrópicos para nuestro entorno. La costa en Chile como espacio geográfico dinámico que se presenta en todo el territorio nacional y de relevancia económica, social y cultural, representa un ámbito de estudio y concienciación fundamental para niños/as y jóvenes. En esta materia, las reformas curriculares derivadas de la Ley General de Educación explicitan la educación ambiental como un elemento sustancial para la formación escolar a partir del conocimiento del entorno y la formación en protección ambiental. No obstante, al mismo tiempo que se ha ido avanzando en generar perspectivas comprehensivas sobre el espacio geográfico y la relación sociedad-naturaleza, también se ha disminuido el *core* de conocimiento en el currículo prescrito con relación a los fundamentos que permiten la comprensión de los fenómenos ambientales desde una perspectiva geográfica, es decir que involucra la complejidad de la interacción entre el ser humano y el medioambiente en distintas condiciones y a diferentes escalas. Se destaca también la ausencia de conocimiento educativo que reconozca la realidad y dinámica de la costa chilena. En este capítulo, se analizan las modificaciones curriculares de los decretos 2012 y 2013 en 5to y 6to de Educación Básica y Educación Media General hasta 2do medio, en la asignatura de Historia, Geografía y Ciencias Sociales (HGCS), y se plantea una perspectiva teórico-práctica desde el conocimiento geográfico poderoso, como herramienta para el estudio de los territorios costeros.

Palabras Clave: conocimiento geográfico, educación geográfica, curriculum, formación en espacios costeros.

ABSTRACT

Geographic Education and Environmental Education are fundamental for the formation of new generations and how they can face the challenges currently imposed by natural and anthropic risks to our environment. The coast in Chile, as a dynamic geographic space that is present throughout the national territory and of economic, social and cultural relevance, represents a fundamental area of study and awareness for children and young people. In this matter, the curricular reforms derived from the General Education Law make environmental education explicit as a substantial element for school education based on knowledge of the environment and training in environmental protection. However, at the same time that progress has been made in generating comprehensive perspectives on geographic space and the society-nature relationship, the core of knowledge in the prescribed curriculum has also diminished in relation to the fundamentals that allow the understanding of environmental phenomena from a geographic perspective, that is, involving the complexity of the interaction between human beings and the environment in different conditions and at different scales. The absence of educational knowledge that recognizes the reality and dynamics of the Chilean coast is also highlighted. In this chapter, we analyze the curricular modifications of the 2012 and 2013 decrees in 5th and 6th grades of Basic Education and General Secondary Education up to 2nd grade, in the subject of History, Geography and Social Sciences (HGCS), and we propose a theoretical-practical perspective from the powerful geographic knowledge, as a tool for the study of coastal territories.

Key words: geographic knowledge, geographic education, curriculum, training in coastal áreas.

1 Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco. Correo electrónico: mkaechele@uct.cl
2 Laboratorio de Planificación Territorial, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales. Correo electrónico: fpena@uct.cl
3 Programa de Doctorado en Educación, Universidad Católica de Temuco. Correo electrónico: elias.andrade.mansilla@gmail.com

Introducción

Chile es un país de costa y la protección de este territorio – actualmente fragilizado – por el cambio climático y las dinámicas antrópicas, requiere de acciones educativas sustanciales. Necesitamos, para afrontar las amenazas que afectan ecosistemas completos y la dinámica de vida de hombres y mujeres, formar tanto conciencia ambiental como "conocimiento geográfico poderoso", entendido este último como aquel que articula y da valor al conocimiento de la geografía en el currículum, con el fin de formar competencias para pensar, explicar, predecir y visionar alternativas del futuro en nuestro entorno usando el conocimiento geográfico (Young, 2010; Maude, 2015; Lambert, 2016) y, que permita a las nuevas generaciones comprender en plenitud el desafío humano de preservar el planeta. En el currículum escolar, la geografía puede jugar un rol significativo para movilizar las competencias que aportan al desarrollo de la Educación Ambiental y la conciencia del entorno como espacio de vida vital para la humanidad (Bednarz, 2006) como señala Dube:

> "En un plan de estudios escolar la geografía se considera un vehículo importante a través del cual se puede enseñar la educación ambiental. La geografía se ocupa de las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente y es interdisciplinaria: superposición entre las ciencias naturales, las ciencias sociales y las humanidades (Holloway, Rice y Valentine, 2003). Su naturaleza interdisciplinaria puede proporcionar un enfoque holístico para la enseñanza de la EA y la EDS según lo estipulado por la UNESCO (1978)" (2014: 130).

La Declaración de Lucerna (2007) dio énfasis a la necesidad de desarrollar una educación geográfica para el desarrollo sostenible que aborde paradigmáticamente el ecosistema hombre-Tierra, postura que ha sido refrendada en la declaración de la Unión Geográfica Internacional (UGI) del 2016. Además, incorpora una preocupación por cómo se está tratando la educación geográfica dentro del sistema de formación, indicando que "La educación geográfica está desatendida en algunas partes del mundo, y carece de estructura y coherencia en otras" (UGI, 2016: 4), llamando a visibilizar la Geografía como una disciplina fundamental para los ciudadanos de este siglo. La declaración desafía a *policy makers*, curriculistas, docentes y geógrafos a buscar los espacios comunes, para responder a la demanda formativa que ayude a combatir la falta de conocimientos geográficos tan necesarios para la protección de nuestro espacio de vida.

Este desafío, en el marco del desarrollo de un currículum más comprehensivo y centrado en el estudiante, nos obliga a revisitar el rol del conocimiento de la geografía, (Lambert, 2016) y su relevancia en el currículum (Stoltman et al., 2015; Maude 2015, 2016, 2018; Stampler y Graves, 2016) a fin de aportar decididamente a la formación integral y activa de niños/as y jóvenes en el conocimiento y protección de su entorno. Distintos autores se han referido a la reducción del estudio de la geografía dentro del currículum chileno actual (Araya, 2015; Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas [(SOCHIGEO]), 2016; Armijo, 2018), y las consecuencias de la falta de relevancia de las temáticas asociadas a la geografía, que se expresan en el tiempo lectivo, la falta de profundidad en el tratamiento del contenido y, a lo que podemos agregar, cierto grado de desajuste entre enfoques de la asignatura, indicadores de aprendizaje y formas de enseñanza descontextualizadas. Temas que son necesarios de abordar en la formación inicial docente, sobre todo en aquellos que se desempeñarán en escuelas con diversidad social y cultural (Quintriqueo et al., 2015).

No obstante, pese a los avances en las perspectivas sobre el conocimiento geográfico y su didáctica, uno de los aspectos críticos, sigue siendo la fuerte tradición descriptiva apegada más a la identificación de las cosas sobre el espacio, que a la relación compleja de los factores naturales, políticos e históricos que conforman la producción del espacio geográfico. Esta visión descriptiva se enlaza con la concepción representacional del conocimiento enraizada en los sistemas escolares, y en la reducción del conocimiento geográfico en el actual currículum escolar, para explicar procesos sociales de gran envergadura global y local, fundamentalmente a partir de las modificaciones realizadas en las bases curriculares del año 2013 (SOCHIGEO, 2016; Armijo, 2018).

El objetivo de este capítulo es utilizar el *conocimiento geográfico poderoso* como un concepto para analizar la manera en que el currículum de HGCS en el eje curricular de Geografía aborda la educación de la zona costera, considerando la situación de fragilidad que actualmente enfrenta este territorio y que afecta tanto su estructura como su biodiversidad (Martínez et al., 2019).

La metodología empleada consistió en una revisión analítica de los programas de estudio, usando la categoría de conocimiento poderoso levantado por Young (2010) y los tipos de conocimiento poderoso aplicados a la geografía por Maude (2015) que son:

a) Conocimiento que proporciona nuevas formas de pensar sobre el mundo: brinda a los jóvenes nuevas percepciones que influyen en sus percepciones, valores y comprensión, las preguntas que hacen y las explicaciones que exploran. Este tipo de conocimiento es poderoso porque cambia la forma en que los estudiantes observan el mundo y la forma en que piensan sobre el mundo y su propio lugar en él.

b) Conocimiento que provee a los estudiantes con formas poderosas de analizar, explicar y comprender: Los primeros vinculados con su método de estudio como el análisis de la distribución espacial, la comparación de distintas formas de distribución espacial, identificar

relaciones y estudiarlas a diferentes escalas. Los conceptos sustantivos se refieren a aquellos que les permiten teorizar y proyectar, por ejemplo, conceptos de concentración y centralidad, modelos de balance del agua, modelo atmosférico, cercanía y distancia (Maude 2015, 2016). Este tipo de conocimiento es poderoso porque permite a los estudiantes comprender mejor el mundo y explicarlo.

c) Conocimiento que permite a los estudiantes participar de debates significativos a nivel local, nacional y global: Proveer en el currículum la oportunidad de acercarse a tópicos relevantes, que son públicos y participar de ellos. Por ejemplo, degradación de los suelos, pérdida de las playas, riesgos socio-ambientales, seguridad alimentaria, sostenibilidad, cambio climático, inequidades globales, migraciones. Este tipo de conocimiento es poderoso porque permite a los estudiantes participar activamente en la sociedad.

d) Conocimiento del Mundo: Este es el conocimiento que apunta a llevar a los estudiantes – a través del estudio de la Geografía – más allá de los límites de su propia experiencia. Esto significa que es necesario que la enseñanza de la geografía recupere la diversidad de medioambientes, paisajes, culturas que se expresan en el mundo favoreciendo la interrogación y la curiosidad por comprender las complejas interrelaciones entre los lugares y sus culturas. Es una forma de desarrollar empatía y comprender la diversidad en la cual se ha desplegado la humanidad sobre la superficie del planeta (Mauden, 2015, 2016). Es poderoso porque lleva a los jóvenes más allá de sus propias experiencias.

Dos preguntas generales guiaron la elaboración de esta mirada panorámica: ¿Cómo se abordan los tópicos de la geografía en los programas y el plan de estudios de la asignatura de HGCS? ¿Cuál puede ser la utilidad del conocimiento geográfico poderoso como herramienta analítica para identificar temáticas en el desarrollo de la Educación Ambiental dentro del Eje de Geografía ? La primera pregunta busca establecer cómo se despliega la disciplina geográfica escolar dentro de los planes y programas de estudio y su organización; mientras que la segunda aborda los aspectos del conocimiento geográfico y cómo este se incorpora en las bases curriculares usando el concepto de conocimiento geográfico poderoso (Maude, 2015; Lambert, 2016), discutiendo las cuestiones sobre qué significa este tipo de conocimiento para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geografía y cómo abordar una geografía que promueva el pensamiento crítico y la problematización de temáticas locales y globales.

La importancia de la educación de los territorios costeros

Chile es un país con una longitud de 4.270 kilómetros de costa, en donde hombres y mujeres desarrollan múltiples actividades económicas, sociales y culturales -un mundo simbólico construido. De acuerdo con Martínez et al. (2019) hablamos de 83.000 km considerando los bordes costeros de las islas del territorio. Este espacio geográfico dinámico y frágil concentra según datos del 2010 cerca de 214.000 habitantes en nuestro país (Morales et al., 2020), con un aumento del 30.4% de población en una década. Es una de las áreas altamente impactada por los procesos del cambio climático y la acción antrópica derivados del uso de esta, como espacio de producción económica, social y cultural (Martínez et al., 2019; Morales et al., 2020). El incremento inmobiliario, turístico, energético, entre otras actividades asociadas a los recursos marinos ha impuesto una presión demográfica y extractiva creciente en esta área.

El concepto de zona costera, se define como una franja litoral que varía en anchura y es el resultado del contacto entre la naturaleza y las actividades humanas que se desarrollan bajo la influencia del mar (Morales et al., 2020). La Ley para protección de la costa (2019), afirma que este espacio territorial debe considerarse no solo como la línea de playa, sino como la línea de costa que marca el movimiento del mar desde el último período de cambio climático hace 6.000 años atrás (Martínez et al., 2019). Esta última definición pone de manifiesto la necesidad no solo de una actualización de la ley de protección de la costa, sino también de formación escolar que releve un currículo que considere los ambientes tensionados por los procesos de cambio climático y antrópico.

De acuerdo con el Centro de Investigación para la Gestión del Riesgo de Desastres (CIGIDEN), las costas chilenas están sometidas a una fuerte degradación que expone al país a mayores riesgos de desastre. Por una parte, el aumento de las marejadas y su intensidad afectan los procesos de recuperación de la playa, donde la erosión costera es uno de los principales problemas a contener, ya que expone a las costas del país a eventos de tsunami con mayor capacidad destructiva (Martínez et al., 2019). El informe del Ministerio del Medio Ambiente (2019) sobre el impacto climático, señala que al menos 972.623 personas actualmente están viviendo dentro de los primeros 10 metros sobre el nivel del mar, contabilizando 546 caletas de pescadores que están en riesgo por las continuas marejadas. Sumado a lo anterior, se encuentran en condición de vulnerabilidad una gran cantidad de infraestructuras y equipamientos costeros, siendo Chile uno de los países en Latinoamérica, que proyecta hacia el 2045 tener más de 45.000 personas viviendo en zonas costeras con riesgo de inundación (Diario La Tercera, 2019; Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Esto plantea desafíos desde la perspectiva de la educación y dentro del currículum escrito, donde el territorio, como laboratorio natural, sirva tanto para la

enseñanza, el aprendizaje, como para formar conciencia de la fragilidad ambiental y del riesgo natural que se enfrenta. No obstante, los contenidos del currículum siguen siendo insuficientes en esta materia.

Por otra parte, el deterioro de ambientes naturales como playas, dunas y humedales costeros que de acuerdo al catastro equivalen a 1.692 humedales, 256 campos dunares, 1.172 playas (Ministerio del Medioambiente, 2019), pone en riesgo no solamente las actividades humanas, sino también la vida de animales y otros organismos vivos imprescindibles para la mantención de estos ecosistemas. Pero las zonas costeras también son ricas en historia y patrimonio cultural, a lo largo del litoral, desde hace al menos 7.000 años encontramos los vestigios de asentamientos humanos. En este sentido, la zona costera ha sido un espacio de vida en los distintos momentos de la configuración de nuestro territorio, donde cazadores, mariscadores y pescadores desarrollaron formas de vida que hasta hoy nos llegan en la huella de los conchales, puntas de flecha, arpones de una barba, cuentas de hueso de ave, y que nos hablan de las distintas formas de apropiación del espacio y transiciones culturales, desde las costas del norte al sur de nuestro país (Motsny, 2006). Es además, un espacio donde los saberes locales históricamente han sido la base de conocimientos educativos propios, los que a partir de entornos naturales como los costeros, podrían tributar al desarrollo de diversas estrategias educativas en el aula y fuera del aula (Johnson, 2015).

El estudio de la zona costera debe significar comprender las características, dinámicas y funcionamiento de este espacio, al menos en cinco aspectos centrales:

a) Su rol de defensa y protección frente a distintos eventos naturales que amenazan la vida por medio de conocer sus características geográficas-ambientales.

b) Su condición de vulnerabilidad y riesgo, y cómo esto impacta e impactará en la vida de las personas de nuestro país.

c) La riqueza y fragilidad de su diversidad afectada por dinámicas naturales y antrópicas.

d) La riqueza cultural e histórica que es parte de nuestro patrimonio nacional.

e) Las transformaciones y escala de los cambios en las zonas costeras.

De esta manera, la educación de niños/as y jóvenes sobre nuestro litoral necesita orientarse a proveer de herramientas intelectuales que les permitan analizar y explicar distintos factores de la problemática ambiental de la zona costera, aprender sobre su cuidado, e involucrarse en temáticas que orienten a su protección desde una base de un conocimiento geográfico poderoso, que les permita comprender los fenómenos ambientales y actuar desde una perspectiva de la mitigación, prevención y gestión ambiental. Para que ello ocurra, se requiere que en Chile este conocimiento esté disponible para las generaciones más jóvenes, sobre todo si buscamos avanzar en el uso sostenible de los recursos en este extenso territorio y defender su patrimonio histórico y cultural, relevando el conocimiento de las culturas locales con identidad costera.

Identidades costeras e interculturalidad en Chile: ruralidad y culturas locales

La construcción de las identidades costeras se forja a partir de la relación de la sociedad con la naturaleza, donde el espacio geográfico le otorga una identidad sociocultural (Escobar, 2015). En este sentido, se reconoce el conocimiento geográfico que poseen los pueblos indígenas el que define, de acuerdo al lugar, tanto el contexto como las formas de aprender (Asselin, 2015). Lo anterior, producto de la interacción que los niños/as y jóvenes mantienen con el medio natural, cuyos conocimientos provienen tanto de la enseñanza-aprendizaje familiar y comunitaria como de la experiencia y observación de su entorno (Escobar, 2015). Al respecto, la Ley Indígena N°19.253 de 1993 reconoce la existencia de nueve pueblos indígenas de los cuales Rapa Nui, Mapuches de la territorialidad *lafkenche* (gente de mar), Kawashqar y Yaganes comparten identidades costeras. También compartían esta identidad Changos en el norte y Chonos en el sur del país, pueblos no reconocidos por esta ley dado que se consideran como extintos de la cultura del litoral.

De esta manera, emerge -a partir de relaciones tensionadas-, la necesidad desde los pueblos indígenas de exigir dicha ley, como un reconocimiento a la interculturalidad en Chile, donde además la educación se enseñe con pertinencia social, cultural y territorial, desde sus propios marcos de referencia como base de un currículum intercultural (Molina, 2002; Previl y Arias-Ortega, 2020). No obstante, aquello es solo funcional y responde a las políticas del Estado. Al respecto, los pueblos indígenas ubicados en zonas costeras poseen un amplio conocimiento geográfico que se sustenta en el poder de la memoria social, para comprender el presente y proyectarse al futuro (Quilaqueo et al., 2016), lo que podría constituirse en una gran herramienta desde la práctica, para la enseñanza de una Educación Geográfica Sostenible de los territorios costeros. Sin embargo, lo anterior, requiere de la participación de todos los actores del medio educativo y social, de tal manera que a partir del conocimiento experiencial de las comunidades proveniente de las diferentes localizaciones geográficas, se promueva su conocimiento geográfico poderoso. Sin

duda, ello podría brindar a los estudiantes indígenas una mayor valoración de su identidad, y una autoestima positiva a partir de valorar los saberes y conocimientos de las culturas locales que se construyen y reconstruyen, como resultado de la reflexión crítica y resiliencia de los pueblos indígenas. De esta forma, si bien un fenómeno natural como un tsunami es de conocimiento general, la interpretación de este no es universal, dado que así como existen distintos pueblos indígenas, también surgen múltiples interpretaciones, a raíz del pluralismo epistemológico que subyace desde sus cosmovisiones en las respectivas territorialidades indígenas (Raffles, 2002). En esta perspectiva los saberes y conocimientos de las distintas identidades costeras, podrían aportar a la construcción de un currículum escolar contextualizado.

Ejemplo de ello, son las experiencias educativas revisadas en la territorialidad mapuche *lafkenche*, donde los ecosistemas (*fijke mogen*) proveen a este pueblo, saberes y conocimientos relacionados con el medioambiente y la espiritualidad (Andrade et al., 2022), las que promueven en los niños/as y jóvenes indígenas, habilidades científicas interculturales (Johnson, 2015; Loncón et al., 2016). De esta manera, a partir de una educación intercultural contextualizada, sería posible abordar los contenidos desde una educación ambiental que incorpore tanto la observación y experimentación de los elementos del medioambiente, que aborde la concepción de tiempo y espacio costero, como los conflictos socioambientales, para relevar el conocimiento geográfico poderoso de las identidades costeras. No obstante, aún son escasos los proyectos educativos interculturales (Beltrán y Pérez, 2018), dado que el currículum aún está permeado por el colonialismo, donde los Estados han mantenido una educación monocultural de corte eurocéntrico-occidental y que responde a los planes y programas de los gobiernos (Previl y Arias-Ortega, 2020). Dicha situación, plantea un gran desafío para la inclusión de una educación geográfica y ambiental, que dé lugar a los conocimientos de las comunidades locales. En esta perspectiva, el saber local de los pueblos indígenas costeros da cuenta de los hechos históricos naturales o antrópicos ocurridos en la zona, como los terremotos (Cisternas, 2005), cuyos testimonios han aportado a la investigación científica, y a su vez posibilitan la sistematización de estos, a través de relatos.

La situación de la educación geográfica y ambiental en la costa de Chile: cómo preparamos a las nuevas generaciones para enfrentar los desafíos de su entorno

La educación geográfica y ambiental tienen fuertes nexos de conexión respecto de sus propósitos y el conocimiento que buscan formar para una ciudadanía moderna y crítica. Busca formar a estudiantes para comprender y valorar los lugares y espacios que habitamos, y tiene un papel significativo en ayudarnos a la comprensión de las consecuencias de nuestros actos en el entorno (Capel,1998; Graves, 2007; Araya, 2010; UGI, 2016). El espacio, como señala Santos (1996), es una construcción de relaciones mutuas entre la sociedad y la naturaleza que cristaliza en paisajes que reflejan la historia y la cultura de las distintas sociedades que compartimos este planeta. La Educación Ambiental por su parte, busca desarrollar las competencias para enfrentar los desafíos medioambientales "con la comprensión fáctica y conceptual de los entornos a nivel local, nacional y global, y la interacción que tiene lugar dentro de ellos" (Kelly, 1984: 138). Hoy los desafíos de ambas áreas, dentro de una sociedad enfrentada a múltiples retos y a múltiples riesgos, buscan aportar a un modelo de producción del bienestar equilibrado con el medioambiente.

El rol de la educación geográfica

La Unión Geográfica Internacional (2016) señala que la educación geográfica:

> "Nos capacita para afrontar preguntas acerca de qué significa vivir de forma sostenible en este mundo. Las personas educadas geográficamente comprenden las relaciones humanas y sus responsabilidades tanto con la naturaleza como con otros seres humanos. La educación geográfica ayuda a la gente a aprender cómo coexistir de forma armoniosa con todos los seres vivos" (UGI, 2016: 5).

Este es un desafío compartido con los propósitos de la Educación Ambiental, que desde sus orígenes se ha orientado a desarrollar el conocimiento necesario, pero también los valores y las actitudes para abordar los temas de estudio del entorno (Association´s Enviromental Education Group, 1980), a través del conocimiento espacial y geográfico que favorezcan la comprensión de patrones de producción y equilibrio sostenible (UGI, 2007).

En la enseñanza de la geografía dos enfoques han sido centrales. Uno, derivado de los postulados sobre

pensamiento espacial, que ha ido avanzando hacia una definición consensuada (Lee y Bednarz, 2012), e incluye las competencias cognitivas vinculadas a conocimiento de conceptos de espacio, el uso de herramientas de representación y procesos de razonamiento (Jo y Withman Berdnaz, 2009). Estas tres categorías permiten organizar una taxonomía para el desarrollo y evaluación de los procesos cognitivos vinculados con el pensamiento espacial. Gersmehl y Gersmehl (2006, 2007) "definieron el pensamiento espacial como habilidades que los geógrafos utilizan para analizar las relaciones espaciales en el mundo" (Lee y Bednarz, 2012:16), identificando diferentes formas de expresar las habilidades de pensamiento espacial. Entre ellas: definir una ubicación, describir las características de un lugar geográfico, distinguir y establecer conexiones espaciales (situación), hacer comparaciones espaciales, entre otras. El análisis comparativo de los autores presentado en el Cuadro Nº1, permite identificar los aspectos comparables de las taxonomías para el pensamiento espacial.

Cuadro Nº1.
Componentes del pensamiento espacial

Gersmehi and Gersmehi (2007)	Golledge et al. (2008)	Janelle and GoodChild (2009)
• Condición	• Identidad	• Objeto y campo
• Localización	• Localización	• Localización
• Conexión	• Conectividad • Distancia • Escala	• Red • Distancia • Escala
• Comparación	• Patrones de coincidencia	
• Aura	• Buffer	
• Región	• Adyacente, clasificación	• Vecindario y Región
• Jerarquía • Transición	• Gradiente y perfil	
• Analogía	• Coordinación	
• Patrón	• Patrón, distribución, orden, secuencia	
• Asociación espacial	• Asociación espacial, interpolación • Proyección Transformación	• Dependencia espacial, heterogeneidad espacial

Fuente: Lee y Bednarz (2012).

En el Cuadro Nº1 es posible identificar que los conceptos vinculados a localización, conexión, asociación espacial, delimitación espacial y región son relevantes en las tres taxonomías y se orientan al tipo de conocimiento poderoso para analizar, explicar y comprender espacialmente fenómenos de orden ambiental y geográfico.

Por su parte, el pensamiento geográfico se vincula con el estudio y análisis de las características propias del espacio geográfico involucrando los elementos básicos asociados al territorio, distribución e interrelación entre lo natural y lo humano, como señala De Miguel (2015), el pensamiento geográfico supone una dimensión humana y se caracteriza por incorporar atributos del espacio geográfico como escala, información geográfica, procesos territoriales, interacción sociedad-medio, cambio global y desarrollo sostenible. Anteriormente, Jackson (2006) identificó cuatro conceptos básicos en el trabajo de la geografía: espacio y lugar, escala y conexión, proximidad y distancia, pensamiento relacional. Cualquiera sea la definición de estos conceptos claves, la relevancia de su identificación aporta al desarrollo de la Educación Geográfica de un marco conceptual organizado que facilita conectar los grandes problemas actuales de globalización, crisis ambiental, cambio climático y migraciones, con los repertorios culturales de los y las estudiantes (Araya, 2015).

El conocimiento esencial de la geografía (Matthews y Herbert, 2008) para la formación de niños y jóvenes (Maude, 2015; SOCHIGEO, 2016; National Geographic Associations, 2018) tal como se aprecia en la Tabla Nº 2, identifica núcleos conceptuales que permiten integrar conocimiento intercultural y también conectar con los desafíos ambientales a los que estamos expuestos. Este conocimiento es lo que Jackson (2006) define como la *gramática de la disciplina*, una estructura que permite pensar geográficamente acerca de los problemas humanos, y nos permiten resistir "la tentación de listar contenidos, sino más bien ofrecer un conjunto de principios acerca de cómo el conocimiento geográfico puede ser conceptualizado" (Bustin, 2019: 72).

Cuadro N°2.
Los temas esenciales que organizan el conocimiento geográfico

Sociedad Geográfica Chilena	National Geographic Associations (2018)	Mathew&Heberts (2008)
	El mundo en términos espaciales	
Lugares, territorios y regiones	Lugares y regiones	Lugar
Patrones y relaciones espaciales	Sistema Físico	Espacio
	Sistemas humanos	
Medioambientes	Medioambiente y sociedad	medioambiente
Investigación espacial	Los usos de la geografía	
Ciudadanía		

Fuente: Elaboración propia.

Entendiendo el conocimiento geográfico como este marco de acción, Araya (2015) plantea la importancia de la Educación Geográfica para la sostenibilidad como un encuadre para la formación docente y su integración al sistema escolar, identificando aquellos elementos de la didáctica de la geografía que aportan al desarrollo de las habilidades y conocimientos para proteger al planeta. La formación del conocimiento espacial y geográfico en el currículum nacional chileno, está incorporado en el programa de HGCS, en el eje curricular de Geografía.

La preocupación por el medioambiente dentro del currículum ha estado presente desde la reforma curricular del año noventa, a través de la Ley Orgánica Constitucional de Educación (LOCE) se incorporaron en los objetivos fundamentales transversales el eje de la Persona y su Entorno. Pero es a través de la Ley General de Educación del año 2009 (Ley N°20.370) que la educación ambiental se incorpora de manera formal e incluye en los principios educativos el respeto por el medio ambiente. Sin embargo, una crítica al curriculum ambiental de Chile proviene del informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2016), que señala la necesidad de prestar atención a la potencial obsolescencia curricular en materias ambientales como resultado de la dinámica en las políticas medioambientales.

El rol de la Educación ambiental

La Educación Ambiental (EA) es una perspectiva educativa que no solo busca abordar los aspectos de la degradación ambiental y ecosistémica del planeta, sino también aquellos referidos a lo social, jurídico, ético y cultural (Zabala y García, 2008). Es por tanto una perspectiva teórica, política y pedagógica. Su conceptualización ha ido evolucionando junto con las ideas y necesidades que se han presentado en casi 50 años de su surgimiento, desde la Conferencia de Estocolmo (1972) hasta consolidarse en la Cumbre de Johannesburgo sobre el desarrollo sostenible el año 2002 declarándose el decenio de la Educación Ambiental por la Organización de las Naciones Unidas. Ha ido transformándose desde una posición inicial conservacionista y ecológica, hasta una perspectiva más actual del desarrollo sostenible (Roque, 2001; Vega y Suárez, 2005; Araya, 2015).

En Chile, la definición de Educación Ambiental de la Ley N°19.300 (1994) señala que la Educación Ambiental debe entenderse como un proceso interdisciplinario que promueve la ciudadanía en base a valores y conceptos para una convivencia armoniosa entre los seres humanos, su cultura y su bio-físico circundante. Junto con ello define dos instrumentos de gestión ambiental, la educación y la investigación. Respecto de la primera se señala que:

> "El proceso educativo, en sus diversos niveles, a través de la transmisión de conocimiento y de la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales, deberá incorporar la integración de valores y el desarrollo de hábitos y conductas que tiendan a prevenirlos y resolverlos".

La Ley General de Educación (Ley N°20.370 o LGE) del año 2009 establece el principio de la sostenibilidad, dentro del sistema educativo para promover y fomentar el respeto al medio ambiente natural y cultural, el uso racional de recursos y el cuidado del patrimonio natural para generaciones futuras (Ministerio del Medioambiente, 2018). A partir de la Ley, tanto los decretos que establecen las Bases Curriculares del sistema educativo, así como los programas de estudio correspondientes, han incorporado objetivos de aprendizaje (OA) relacionados con la sustentabilidad y la educación ambiental, es decir, los desempeños mínimos que se espera que los estudiantes logren en cada asignatura y nivel de enseñanza:

> "Esto significa que el trabajo que se desarrolle en las metodologías de enseñanza, debe especificar conocimientos, habilidades y actitudes favorables para la comprensión y toma de conciencia de los

problemas socio-ambientales. ...La sustentabilidad y la educación ambiental quedan expresadas tanto en las dimensiones de los objetivos de aprendizaje transversales (OAT) como en los objetivos de aprendizaje de las diversas asignaturas, lo que permite la incorporación en el proceso de enseñanza y de aprendizaje" (Ministerio del Medioambiente, 2018: 43).

El mismo año en que comienza la LGE (2009) se aprueba el documento de la Ley que define la Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable, la cual busca dar respuesta al llamado realizado en la cumbre para el desarrollo de una educación sostenible en el decenio 2005-2014. Desde entonces un fuerte énfasis en movilizar la EA para el desarrollo sostenible (en Chile usamos el concepto de sustentable). En este sendero, el MINEDUC define la educación para la sustentabilidad:

"Significa formar niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos, todos actores de la comunidad educativa, para fortalecer aquellos conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan tomar decisiones conscientes y responsables frente a las problemáticas sociales, ambientales, culturales y económicas, y que estas tienen consecuencias, positivas o negativas, que los implican, así como a la familia, al barrio, la escuela o el jardín infantil, la comuna o el país" (MINEDUC, 2013: 5).

Chile ha incorporado en su currículum, desde la reforma curricular del 90, en los Objetivos Fundamentales Transversales la preocupación por formar ciudadanos sensibles con su entorno y las problemáticas presentes en él. Al mismo tiempo en determinadas disciplinas escolares se ha incorporado el enfoque del medioambiente con mayor presencia, fundamentalmente desde los enfoques ecológicos en la asignatura de Ciencias Naturales. No obstante, la dinámica y problemáticas de la costa como unidad territorial no se abordan.

Los aportes de la geografía a la Educación Ambiental

Las bases teóricas de la educación ambiental se cimientan en un conjunto interdisciplinario que incluye ecología, ciencias naturales, ciencias ambientales, clima, ciencias sociales (Kelly, 1984). Desde este punto de vista existen conceptos que son entendidos interdisciplinariamente y que articulan el desarrollo de un componente central en educación ambiental, como es el conocimiento y la comprensión de los desafíos medioambientales. Algunos de estos conceptos claves son el *lugar*, *medioambiente* e *interacción.* Estos conceptos son compartidos con la geografía (Mattews y Herbert, 2008) que los integra en un núcleo significativo para comprender la interacción fundamental entre la sociedad y la naturaleza. En este sentido, la vinculación entre Geografía y Educación Ambiental es estrecha e indisociable. La Geografía se transforma en un marco referencial y una herramienta analítica que mira al futuro, necesaria para proyectar acciones de políticas ambiental y educativa. Revisemos al menos tres aspectos que son claves del papel de la Geografía para la Educación Ambiental:

a) La espacialidad y la multiescalaridad: La geografía aporta en aspectos espaciales claves para situar y analizar las relaciones de los fenómenos en el espacio que vivimos. La espacialidad es un factor relevante para comprender los tópicos medioambientales y analizar el entorno, usando las representaciones gráficas y respondiendo a preguntas de dónde y por qué allí (Geographical Association´s Environmental Education Working Group, 1980). El foco de distintas escalas facilita el estudio de las temáticas desde una visión tanto cercana como global. Como señalan Ruiz y Galicia (2015) el uso de la escala para referirse a la extensión de los fenómenos geográficos y la posibilidad de observar en mayor detalle dependiendo del fenómeno, la dimensión espacio temporal. La escala geográfica tal como señala Gibson (2000) citado en Ruiz y Galicia (2015: 139) alude a las "dimensiones espaciales, temporales, cuantitativas o analíticas usadas para medir y estudiar cualquier fenómeno". Esta condición de la escala y sus rasgos de extensión y jerarquía, permiten ser aplicado en Educación Ambiental y estudiar los efectos y acciones en niveles multiescalares, en su extensión temporal y espacial, su resolución en diversos niveles y los procesos emergentes de acción. Por ejemplo, el estudio de la degradación de las costas en Chile opera en distintas escalas nacionales y locales y permite observar los fenómenos desde las actividades humanas locales hacia los factores económicos, demográficos, culturales de carácter regional hasta las decisiones administrativas nacionales o los elementos globales del cambio climático. La escalaridad permite abordar el fenómeno en distintas dimensiones y comprender su complejidad.

b) Enfoques: La geografía ha incorporado nuevas aproximaciones para dar respuesta y explicar significativamente los cambios en el mundo (Mattews y Herbert, 2008) y el sentido de cómo las personas construyen sus concepciones del entorno, enfoques que consideran perspectivas de la conducta y de la percepción, el uso de las nuevas tecnologías y el estudio sobre la crisis ambiental, la perspectiva espacial de distintos aspectos claves de las sociedades actuales y que favorecen la incorporación de estrategias de enseñanza (Kelly, 1984), permitiendo el estudio de campo de tópicos relevantes para las comunidades y las personas. A partir de ello, podemos mencionar dos enfoques interculturales asociados a la percepción de las comunidades y la construcción cultural de la geografía, la etnometodología (Garfinkel, 1967; Firth, 2010) y el enfoque educativo intercultural (Cohen-

Emerique, 2013; Quintriqueo et al., 2016). En primer lugar, la etnometodología es un enfoque teórico-metodológico que se sustenta en la capacidad de reflexión e interpretación de cada persona. En segundo lugar, el enfoque educativo intercultural se sustenta en la articulación del conocimiento indígena con el conocimiento escolar, que desde un marco de co-construcción, permite que todos los actores del medio educativo y social se cohesionan para promover en los estudiantes indígenas y no indígenas un proyecto social común (Quilaqueo et al., 2014; Quintriqueo et al., 2016), que posibilite pedagogías interculturales en las aulas (CPEIP, 2018), desde un paradigma indígena.

c) Conceptos: Los conceptos centrales de la geografía, como espacio, lugar, medioambiente, interacción sociedad-naturaleza actúan como puentes entre distintos campos científicos. La geografía siempre se ha vinculado a la interacción humana y su aporte conceptual tanto desde el análisis de las características de los sistemas físicos de la Tierra, así como los humanos expresados en un *lugar* del planeta que favorecen ampliamente el desarrollo de acciones de protección, pero también de análisis y comprensión de las condiciones que llevan a situaciones de crisis medioambientales (Jackson, 2006; De Miguel, 2015). La Geografía funciona como una perspectiva integral de su análisis (Mattews y Herbert, 2008). Los conceptos geográficos son "poderosos" para observar, comprender y actuar sobre los territorios comprometidos en sus acciones de prevención y cuidado. Jackson (2006) sostiene que el poder de pensar geográficamente permite una forma única de ver el mundo y comprender la complejidad de los problemas actuales interconectados y en diferentes escalas.

El conocimiento geográfico y ambiental en el currículum escolar chileno

El currículum, como señala Pinar (1975) es lo que definen las generaciones mayores para transmitir a las generaciones más jóvenes, e incorpora aspectos institucionales como aspectos subjetivos de la experiencia educativa que se organizan de una manera determinada. El currículum incorpora una definición del tipo de conocimiento y cómo este conocimiento se despliega para ser adquirido (Young, 2014). El currículum chileno, a partir de las bases curriculares aprobadas en el Decreto 2960/2012 para Educación Básica y el Decreto 614/2013 para Educación Media, se organiza a través de objetivos de aprendizaje (OA) considerando tres elementos centrales: habilidades, conocimiento y actitudes. Dentro de esta modalidad de organización, el conocimiento se define como: información acerca de y como comprensión incorporando modelos interpretativos que estos enriquecen la comprensión del mundo y de los fenómenos (MINEDUC, 2013). El rol del conocimiento ha sido siempre una materia compleja y en discusión. En ella surgen dos aspectos importantes de desplegar. El primero dice relación con la construcción de la disciplina escolar, y el segundo con el tipo de conocimiento y contenidos involucrados en el currículum.

Respecto del primero, es necesario señalar que la disciplina escolar es una recontextualización de las disciplinas científicas. Mientras estas tienen por finalidad acercarse a un conocimiento propio y especializado, las disciplinas escolares buscan formar en los estudiantes saberes para comprender su entorno y desarrollar su vida. Como plantea Goodson (1991) y Viñao (2006) las disciplinas escolares son estructuras vivas y cambiantes. La geografía como disciplina escolar incorpora la cultura de los establecimientos, sus actividades prácticas e innovaciones, así como las definiciones desarrolladas por la investigación universitaria de orden académico. Si bien en la construcción de la disciplina geográfica escolar los docentes pueden encontrar espacios para desarrollar temáticas no establecidas dentro de esta, como el estudio de los territorios costeros y el desarrollo de problemáticas ambientales, también las concepciones sobre el conocimiento geográfico de los docentes y de la Educación Ambiental pueden limitar las oportunidades de aprendizaje de los y las estudiantes (Dube, 2014). Sepúlveda (2005), plantea que los conocimientos escolares muchas veces son transmitidos a los estudiantes como creencias, más que como ideas o modelos para trabajar y para expandir la comprensión. Por ejemplo, el concepto de *lugar* o de *costa* se tiende a trabajar como una descripción física y una definición, más que como una idea que permita comprender la complejidad de las relaciones sociedad-naturaleza. Bustin (2019) plantea, por ejemplo, que los modelos de uso del territorio se enseñan como *hechos* para ser aprendidos y que por tanto la riqueza de su estudio se pierde en un curriculum sobresimplificado.

El segundo elemento, es acerca de la naturaleza del conocimiento y cómo este se comprende dentro de la práctica escolar. Para avanzar sobre este aspecto es importante hacer una diferenciación entre contenidos y conocimiento. Los contenidos aluden a listas de temas o materias, mientras que el conocimiento se refiere a las estructuras internas y a los marcos explicativos que expresan una manera de pensar sobre los fenómenos en el mundo e incorporan los temas, principios y conceptos que organizan un ámbito de estudio, en el cual el producto y la práctica de producción se establecen en los campos disciplinarios (Jackson, 2006; Young, 2016; Bustin, 2019). Hasta ahora este conocimiento derivado de la práctica escolar en la enseñanza de la geografía ha respondido a una noción estática y descriptiva de los fenómenos geográficos, centrándose en pequeños fragmentos de información con poca coherencia y con una falta de narrativa que dé sentido al conjunto de los contenidos (Jackson, 2006; Bustin, 2019). Como señala

Maude (2015; 2016) y Bouwmans y Béneker (2018) el *conocimiento geográfico poderoso* puede ser una herramienta conceptual de utilidad, para que los docentes den estructura y sentido a los contenidos presentes en el currículum escolar, como herramienta de expansión cultural (Sepúlveda, 2005) a partir del conocimiento de la vida diaria. Este conocimiento se organiza en base a la experiencia, es personal, idiosincrático y empírico, mientras que el conocimiento geográfico poderoso es más bien un tipo de conocimiento sistemático y organizado que promueve formas de pensamiento *teórico*[4] (Davydov, 1999), como señala Lambert (2015 citado en Bouwmans y Béneker, 2018), las características del conocimiento poderoso en geografía son:

> "basado en evidencia; abstracto y teórico (conceptual); parte de un sistema de pensamiento; dinámico, en evolución, cambiante, pero confiable; comprobable y abierto al desafío; a veces contraintuitivo; existe fuera de la experiencia directa del profesor y el alumno; basado en la disciplina (en dominios que no son arbitrarios o transitorios)" (2018: 447).

Los estudiantes en geografía traen un conjunto de modelos acerca del mundo, de sus características y sus relaciones (Bale, 1986; Roberts, 2014) y es necesario vincular ambos espacios, el de la vida diaria y el conocimiento de la disciplina escolar para ayudar a desarrollar un tipo de conocimiento que vea la centralidad del objeto y no solo su apariencia. Tener acceso a este conocimiento es fundamental para todos los estudiantes y es una necesidad de justicia social, para aquellos que están en desventaja (Lambert y Hopkins, 2014; Young, 2016; Tarabini y Jacobvki, 2019).

El Conocimiento geográfico poderoso en el currículum nacional chileno

¿Cómo se abordan curricularmente los tópicos de la geografía en cuanto a extensión y contenido geográfico?

Un primer análisis para entender el lugar del conocimiento geográfico en el currículum nacional de Historia, Geografía y Ciencias sociales, para la Educación Básica y Media, en la disciplina de la Geografía ha sido revisar el *tiempo y cobertura* de este a partir de las últimas modificaciones curriculares de los decretos 2960/2012 y 614/2013 para Educación Básica y para Educación Media (en la formación general Obligatoria) respectivamente. Tal como señala Martinic (2015) el tiempo es sobretodo acerca de la calidad dedicada a la instrucción. No obstante, la cantidad de tiempo destinado a una actividad lectiva tiene también consecuencias en el aprendizaje:

> "En los conceptos de tiempo y de espacio descansan los principios que separan las materias y regulan las relaciones entre los profesores y de estos con sus estudiantes. La ampliación de horas de clases; la disminución de otras; la incorporación de los tiempos que se requieren para llevar a cabo las innovaciones" (Martinic, 2015: 483).

Tal como se aprecia en el número de horas y en el porcentaje de tiempo que los estudiantes dedican formalmente a su estudio (Cuadro Nº3 y Cuadro Nº4), el porcentaje para el desarrollo de las competencias geográficas y el tratamiento de los temas geográficos disminuye a medida que se avanza desde la Educación Básica a la Enseñanza Media general. En este último nivel los temas propios de la geografía se reducen a dos unidades en octavo y primero medio con un promedio de %19 del tiempo lectivo.

Cuadro Nº3.
Análisis curricular de la disciplina geográfica en el currículum nacional. Decreto 2960/2012

Horas	1°básico	2°básico	3°básico	4°básico	5°básico	6°básico
Total horas anuales de la asignatura HGCS.	114	114	114	114	152	152
Horas de Geografía en la asignatura	52	32	24	34	32	24
Porcentaje de tiempo dedicado al conocimiento geográfico.	45%	28%	15,7%	29,8%	28%	15,7%

Fuente: MINEDUC (2020).

4 Aquí el concepto de pensamiento teórico se usa de acuerdo a la definición de Davidov (1999) sobre un tipo de conocimiento organizado, sistemático, interconectado.

En Educación Básica, tal como se aprecia en el Cuadro Nº3 las materias de geografía se encuentran presentes en todo el ciclo de primero a sexto básico, sin embargo, decrece el tiempo (Nº de horas) estipulado para su estudio, de manera consistente a medida que se avanza en los distintos cursos. En sexto básico sólo el 15,7% del tiempo de las unidades son destinadas a estudios geográficos.

En el currículum de Educación Media, la propuesta interdisciplinaria organizó los contenidos, habilidades y actitudes a partir de ejes temáticos que buscan aportar a una mayor integración de los fenómenos estudiados (MINEDUC, 2016). Esta decisión incorpora, principalmente en los programas de primero y segundo medio los contenidos de los ejes de Historia, Geografía y Formación Ciudadana en torno a determinados temas. Este tratamiento acertado desde un punto de vista más holístico, también genera lo que Bustin (2019) denomina posibles corrupciones curriculares e invisibiliza ejes, énfasis y temáticas. En séptimo básico el tratamiento de los contenidos está asociado con la unidad, de Hominización, complejización de las primeras sociedades y civilizaciones fluviales; en octavo básico se incorpora a través de la unidad de Sociedad y Territorio en primero medio el tiempo es dedicado a formar en temáticas vinculadas con la conformación del territorio chileno y temáticas asociadas con Geografía Económica en la unidad de estudio de ciudadanía y consumo responsable. Finalmente, en segundo medio no existe un tratamiento directo de contenidos y temáticas geográficas (Cuadro N°4).

Cuadro Nº4.
Análisis curricular de la disciplina geográfica en el currículum nacional. Decreto 614/2013

Horas y porcentaje	7°básico	8°básico	1°medio	2°medio
Total horas anuales de la asignatura	152	152	152	152
Horas en la asignatura para los temas de geografía	36	27	58	0
Porcentaje de tiempo dedicado al conocimiento geográfico	23,6 %	17, 7%	38,1%	0

Fuente: MINEDUC (2020) (en base a Decreto N°628 y modificación N1265° de 2016).

Ahora bien, ¿hay posibilidades de formar conocimiento geográfico relevante?

¿Qué tan poderoso es el conocimiento del currículum en Geografía para aportar a la Educación Ambiental de los territorios costeros?

Para analizar las unidades curriculares, usaremos cuatro de las categorías propuestas por Maude (2015) desde la visión del conocimiento geográfico para identificar las oportunidades de aprendizaje del currículum acerca de los temas del litoral chileno y su protección. Estas son: *conocimiento para pensar acerca del mundo*, *conocimiento que provee a los estudiantes de formas poderosas de analizar, explicar y comprender, conocimiento del mundo* y, *conocimiento que permite a los estudiantes participar de debates significativos a nivel local, nacional y global*.

Las unidades de análisis para el estudio en Educación Básica son:

a) Unidad 1: Diversidad geográfica de Chile, de Quinto año Básico.

b) Unidad 4: Chile desde las diversas visiones geográficas, de Sexto Básico.

Las unidades de análisis para el estudio en Educación Media son:

a) Unidad 4: Sociedad y Territorio: la Región en Chile y América, de Octavo.

b) Unidad 3: Conformación del Territorio Nacional, de Primero Medio.

Cada una de las unidades curriculares se analizó usando una matriz de contenido.

Conocimiento que proporciona nuevas formas de pensar acerca del mundo

Este tipo de conocimiento es aquel que permite a los estudiantes comprender desde la construcción de metaconceptos su entorno. Cada unidad de los programas presenta conceptos claves que pueden articularse como núcleos conceptuales o metaconceptos (Maude, 2015): territorio -región como expresión construída del espacio geográfico en diferentes escalas; ambientes naturales- zonas naturales -riesgos naturales- paisaje como expresión de los sistemas físicos y humanos que coexisten y posibilitan el desarrollo de los grupos humanos en diversos entornos geográficos; recursos naturales - desarrollo sustentable - desarrollo humano que articulan una visión de desarrollo y medioambiente. En este aspecto, los conceptos relevantes de la Geografía, que permiten la articulación con la Educación Ambiental están presentes: Lugar, espacio, medioambiente, interacción sociedad Naturaleza.

Desde este punto de vista hay potencialidades para desarrollar conocimiento poderoso, puesto que existe el espacio curricular para abrir las oportunidades de reconocer la diversidad de paisajes a nivel nacional y las formas de adaptación de los grupos humanos y su responsabilidad con su protección. Sin embargo, hay algunos aspectos a señalar para el estudio de la zona litoral como por ejemplo, el énfasis en 5to y 6to básico a vincularlo principalmente con los sistemas físicos, usando el concepto de planicies litorales como rasgo geomorfológico y se trabaja asociado principalmente con el concepto de zonas naturales. En este mismo sentido el espacio geográfico está comprendido como un contenedor, se refieren a ..."elementos del espacio geográfico, como regiones, climas, paisajes, población, recursos y riesgos naturales" (MINEDUC, 2013) existe una tendencia a una perspectiva de lo geográfico como el paisaje natural y si los docentes siguen esa perspectiva la fuerza del metaconcepto de *lugar o espacio* como construcciones sociales y naturales complejas que no dependen de un solo elemento (Bustin, 2019) pueden quedar opacadas. En este mismo sentido otro aspecto común en educación es la ausencia de estudiar los tipos de paisajes desde el enfoque intercultural, que es una manera de expresar la diversidad espacial. No existen referencias ni a cómo se denominan los lugares, ni la perspectiva de uso de los recursos naturales desde un enfoque cultural. En las unidades de Educación Media en primero medio el tema costero no es visto directamente desde ninguna perspectiva. En este mismo sentido el concepto de medioambiente tiende a quedar reducido a los aspectos naturales y de alguna forma homologado al concepto de paisaje.

Conocimiento que provee a los estudiantes con formas poderosas de analizar, explicar y comprender

La revisión de las unidades curriculares en los objetivos de aprendizaje del eje de geografía para Quinto y Sexto Básico muestra que las actividades para desarrollar el pensamiento espacial están orientadas principalmente a la localización y ubicación espacial, tanto absoluta como relativa, y al uso de herramientas cartográficas de mapas físicos, políticos y temáticos. Las principales actividades para el tratamiento de los contenidos que se especifican son: identificar, caracterizar, describir y localizar. En sexto básico se agrega de manera frecuente explicar dando ejemplos, y la representación espacial. Sin embargo, no se aprecian modelos explicativos desde la geografía para analizar y explicar los fenómenos. En el abordaje de los contenidos de recursos naturales se integra en los indicadores de aprendizaje el concepto de distribución. Los indicadores de aprendizaje son claros en lo que se espera que los estudiantes logren en la asignatura: identificar, describir, localizar, caracterizar y comparar. Las actividades sugeridas se orientan a generar organizadores gráficos, cuadros comparativos y de resumen con la información, trabajar con fotografías de paisajes, usar los mapas para localizar áreas, lugares y ciudades. Los trabajos de mayor complejidad cognitiva están asociados a tareas de indagación e investigación en Quinto y Sexto Básico. En octavo básico en la unidad de Sociedad y Territorio los estudiantes tienen más oportunidad de acercarse a formas de pensamiento analíticas propias de la geografía, desde el análisis regional y utilizando el concepto de desarrollo para el análisis territorial. Si consideramos desde el conocimiento poderoso de la geografía los conceptos sustantivos para analizar, explicar y generalizar, es posible identificar -utilizando la taxonomía de pensamiento espacial de Gersmehi y Gersmehi (2007) que, en los cursos de Educación Básica de Quinto y Sexto los estudiantes desarrollan habilidades de pensamiento espacial orientados principalmente a la localización y comparación con poco uso de conceptos explicativos. No obstante, estos están identificados en los programas: Zonas naturales, territorio, desastres naturales, entre otros, pero no se utilizan como herramientas analíticas sino más bien como hechos o datos para aprender. En la unidad de Octavo Básico el desarrollo analítico es más claro, aplicando por ejemplo, el concepto de región o usar los conceptos de conexión y aislamiento para el análisis territorial. No obstante, nuevamente los aspectos interculturales o modelos explicativos escalares de medioambiente para el estudio de las regiones costeras se ve ausente de manera explícita.

Conocimiento del mundo

Un aspecto clave del conocimiento poderoso en la geografía es promover el conocimiento más allá de la propia experiencia situada, desarrollando la curiosidad en los estudiantes y que los invite a explorar y a comprender otras realidades. En el currículum nacional de Quinto y Sexto Básico los estudiantes aprenden de la diversidad de paisajes de Chile y amplían horizontes más allá de sus regiones y localidades. En Octavo se suma el continente americano. Sin embargo, esta diversidad se expresa principalmente en las características geográficas-naturales del medio ambiente y en menor medida en aspectos culturales. El conocimiento del litoral desde este punto de vista es tratado con la identificación de los recursos marinos y actividades económicas, pero no se abordan temas ambientales específicos comparables con su propia comunidad, por ejemplo.

Conocimiento que permite a los estudiantes participar de debates significativos a nivel local, nacional y global

Este conocimiento es esencial para la participación en la sociedad y en el empoderamiento de los y las jóvenes para tomar decisiones y acciones que promuevan el bienestar de sus comunidades, fortalece la democracia y los vínculos dentro de las comunidades. Formar este conocimiento es aún más relevante en una sociedad expuesta a múltiples riesgos y que requiere fortalecer una ciudadanía informada. El programa de HGCS contempla en las unidades estudiadas este tipo de conocimiento a través de objetivos como: "informarse y opinar sobre temas relevantes de su localidad y/o país. Este objetivo se asocia con temáticas de medioambiente y se recomienda trabajar articuladamente con las habilidades de investigación que son transversales tanto en Educación Básica como Media.

Los programas de estudio de la asignatura permiten acercarse a estos debates, desde distintos tópicos: actividades vinculadas a la protección de los recursos naturales, mineros y marinos y a acciones de desarrollo sustentable para su protección; desastres naturales (incorporado así en el programa de estudio) y actividades para analizar criterios de centralización y descentralización. Esta última temática se profundiza en la unidad de Octavo cuando abordan los temas de la región y sus características. A excepción de los recursos naturales, las problemáticas vinculadas a la fragilidad costera de Chile prácticamente no se abordan. Este es un tema ausente en las unidades revisadas. Queda al arbitrio del docente incorporarlas. En este sentido, el currículo abre la oportunidad de incorporarlo, tal como algunas escuelas han hecho con los temas del océano y los humedales que también son ausentes del currículum en los programas de estudio.

Podemos concluir que el currículum de la Asignatura de Historia, Geografía y Ciencias Sociales incorpora algunos de los elementos discutidos aquí sobre conocimiento poderoso. La diversidad de paisajes, por ejemplo, abre oportunidades distintas para conocer el territorio nacional y americano y tratar de comprender sus rasgos esenciales. Sin embargo, y pese a los propósitos curriculares, los objetivos de aprendizaje y las recomendaciones de actividades se continúan desplegando como listados. Si bien es posible distinguir una progresión en ámbitos temáticos esto no se visualiza en el desarrollo de habilidades cognitivas superiores de análisis y explicación desde el conocimiento geográfico. Si tienen un docente preparado en temas de geografía es probable que estudien los humedales como ejemplo de espacios en riesgo socio-ambiental o bien la contaminación de mares y océanos. Pero desde el currículum de geografía, estos temas no están intencionados.

Educación geográfica en acción: recomendaciones para la creación de conciencia e identidad de las zonas costeras usando el conocimiento geográfico poderoso

Esta propuesta presenta una secuencia didáctica para organizar contenidos y actividades en los procesos de enseñanza-aprendizaje en Geografía a través de cuatro fases: El reconocimiento del entorno, su problematización, su actuación sobre el conocimiento geográfico y su actuación sobre su comunidad. Vincula la experiencia y el conocimiento cotidiano de los y las estudiantes con el conocimiento geográfico poderoso, para explicar las transformaciones de su entorno y los fenómenos naturales que deben enfrentar.

Reconocimiento del entorno, incorpora preguntas claves asociadas a la observación del territorio costero. Las preguntas son un elemento central a la hora de iniciar una ruta de aprendizaje que busca la comprensión y la actuación en el entorno geográfico. Las preguntas claves vinculan la experiencia del estudiante con los temas relevantes, como señala Stone (2008), estas "definen lo que vale la pena comprender". Desde el punto de vista del desarrollo del pensamiento geográfico, en esta fase podemos organizar los temas que guiarán la

comprensión del estudiante acerca del litoral a través de los conceptos de lugar, costa, litoral, línea de costa, línea de playa. Así como los temas relevantes que desde la geografía aportan a la Educación Ambiental como son, los sistemas de producción y actividades económicas, modificaciones físicas a partir del cambio climático u otras relevantes, el foco es ayudar a los estudiantes a observar su entorno desde los temas geográficos para actuar sobre él con conciencia ambiental. En esta fase el conocimiento para participar en debates significativos a nivel local y nacional se vuelve relevante como factor motivacional y como proyecto de estudio. Entrevistas, revisión de periódicos, documentales serán actividades que permitan delimitar el problema a estudiar.

La problematización del entorno significa refinar las preguntas iniciales, y observar el espacio-lugar desde una perspectiva no habitual. Aquí no basta solo con caracterizar o identificar desde su conocimiento cotidiano y tradicional. Se requiere promover un pensamiento analítico que les permita cuestionar su entorno cotidiano. Promover la generación de hipótesis que permitan dar sentido a un proceso de aprendizaje basado en la indagación. En este momento el análisis topográfico y físico de las zonas costeras ayudará a los estudiantes a hacerse preguntas. ¿Por qué las viviendas están localizadas allí? ¿Cuál es el espacio económico para la pesca artesanal? ¿Estamos en zonas seguras? ¿Cuáles son los potenciales riesgos en el litoral? Interrogarse y establecer un camino de indagación no habitual (Engeström, 1997; Sepúlveda, 2005). Evidenciar con ejemplos el concepto central, por ejemplo de medioambiente para avanzar en las nuevas formas de pensar su entorno. El concepto de medio ambiente permite entender la interacción sociedad naturaleza a través de diversos ejemplos.

Actuar sobre el conocimiento geográfico se refiere a la acción de manipular de manera auténtica lo disponible desde la geografía para construir conocimiento, esto implica el uso de las herramientas de análisis e interpretación. Los estudiantes en esta fase utilizarán objetos de visualización, interpretarán cartografías, construirán o utilizarán datos disponibles para realizar análisis e interpretaciones geográficas. En esta fase los estudiantes utilizan el conocimiento poderoso de la geografía para analizar en profundidad, aplicar modelos de planificación, de concentración de población, modelos físicos de estudio de las mareas, modelos teóricos sobre riesgos naturales o migraciones, utilizar las cartografías y mapas topográficos para analizar los fenómenos y comparar distintos lugares o sistemas costeros. Esta fase es fundamental para desarrollar tanto las habilidades del pensamiento espacial determinadas en el currículum e incorporar el análisis de las consecuencias de la actuación humana sobre el entorno en base a evidencias empíricas. Esta fase requiere instalar las formas propias del análisis geográfico incluído los trabajos de campo y de laboratorio en sala. Hacer funcionar los modelos analíticos para que los y las niños/as y jóvenes comprendan la geografía como una herramienta para pensar su entorno. Finalmente, en la fase de actuar sobre el entorno, los estudiantes aplican, actúan y comunican soluciones o interpretaciones respecto de los temas estudiados y despliegan sus competencias para dar soluciones basadas en evidencia. Los estudiantes se involucran en los debates de su localidad, pero también de su país y del mundo. Pueden tener opinión, por ejemplo respecto de las leyes de cuotas de pesca y sus consecuencias o la complejidad de equilibrar los sistemas ecológicos y económicos en Chile y cómo buscar o imaginar soluciones tal vez no pensadas. El resultado del aprendizaje no son solo descripciones de paisajes, ni caracterizaciones comparativas de los rasgos físicos del litoral, sino que una comprensión del lugar y su complejidad. Nuevamente la interconexión humana y ambiental se vuelven presentes para niños/as y jóvenes, quienes se enfrentan a ella para desarrollar una racionalidad reflexiva. El estudio del litoral costero es una oportunidad para que las y los estudiantes incorporen en su análisis toda la complejidad actual y futura y, permita expandir la noción económica y descriptiva con la que se plasma en el currículum nacional.

Reflexión final

En relación a cómo se abordan los tópicos de geografía en los programas y el plan de estudios de la asignatura de HGCS, podemos identificar tres elementos respecto a ello. Primero, *la secuencia* en la cual se despliegan los contenidos y su profundidad en el desarrollo del pensamiento espacial. Las taxonomías de pensamiento espacial para el análisis geográfico muestran distintas habilidades cognitivas que se desarrollan para pensar espacialmente. Usando las categorías principales el programa de estudio secuencia y organiza desde: Localizar, comparar y analizar fenómenos espaciales. No se profundiza en habilidades de jerarquía espacial, conexiones espaciales, patrones, asociaciones para el análisis territorial y sistema de escalas para el estudio de fenómenos geográficos y ambientales. Segundo, *los conceptos sustantivos* asociados al análisis y explicaciones teóricas desde la geografía, como: Territorio, zona natural, paisaje, concentración, ciudades, relieve son utilizados más como datos y contenido que como herramientas de pensamiento. Los contenidos incorporados acerca del estudio del litoral y los espacios costeros en Chile son expositivos, centrados principalmente en las características de estos como ambientes naturales o bien se enfatizan tipos de comparaciones simples en base a criterios externos y observables. La costa se presenta como "hecho", como un "dato" a ser descrito con énfasis en sus características físicas externas. Respecto a los riesgos naturales – temática incorporada en Quinto Básico- respecto del litoral y la formación específica de riesgos asociados a este espacio como olas asociadas a temporales, variaciones del nivel del mar, movimientos de laderas y erosión de acantilados, inundaciones costeras, no son estudiados. En este sentido es relevante señalar que, para los eventos del Terremoto y Tsunami del 2010, los ejemplos del Programa de Estudio no mencionan el evento Tsunami en las costas de Chile, poniendo principal atención al fenómeno de terremoto. Podemos interpretar que la representación cognitiva de las costas está ligada principalmente a descripciones externas (Padilla y Sotelo y Luna, 2005) y su condición de ambiente de transición, frágil que requiere una acción educativa y jurídica no se trabaja en la formación escolar.

Tercero, las modificaciones curriculares han afectado el *tiempo lectivo*, el tiempo es un elemento positivo en el aprendizaje tanto en cantidad como en calidad (Martinic, 2015) más aún para estudiantes en contextos complejos y vulnerables. El tiempo destinado para el aprendizaje de la Geografía disminuyó gradualmente en el currículum de Educación Básica. Mientras en primero básico responde al 45% de los contenidos curriculares de la asignatura, en los cursos superiores comienza a disminuir hasta llegar al 15,7% de los contenidos estudiados en el Sexto Básico. Con un promedio de 27,0% en los seis años. En Educación media la propuesta de integración invisibiliza aún más las temáticas geográficas dentro de un currículum, en el cual los temas históricos principalmente son usados para la integración. Esta modalidad curricular puede ser beneficiosa, pero al mismo tiempo puede ser un riesgo (Bustin, 2019) en tanto genera opacidad sobre otras temáticas relevantes y actuales como: Degradación de los espacios por la acción humana, la planificación de las ciudades en el nuevo siglo, la interculturalidad en la construcción del espacio, el deterioro de las costas o las consecuencias del cambio climático para las ciudades y actividad económica litoral, entre otros. Cómo se definen los temas de integración en el currículum y cómo se reconsidera en las estructuras ya instaladas de la arena de la legitimación del conocimiento (Goodson, 1991) lo que los estudiantes necesitan aprender de Geografía. Al mismo tiempo, la integración curricular exige a quienes implementen el currículum tener una fuerte formación para interpretar y decidir respecto de lo accesorio y de lo relevante en la formación del pensamiento geográfico.

En relación al trabajo con sustentabilidad y Educación Ambiental. El estudio desde la geografía aportaría de manera importante a construir una visión de protección al medio, sin embargo, en los programas de estudio se presenta aún de modo marginal. En Educación Básica las actitudes definidas no contemplan de manera específica los aspectos de protección naturales, lo que sí ocurre en enseñanza media. El tratamiento de los contenidos tiene un espacio en la unidad de los recursos naturales, pero no es el eje articulador de los contenidos y ni siquiera se menciona como concepto clave sino solo hasta octavo básico. Esto representa una necesidad formativa actual y también legal para enfrentar los dilemas ambientales de tantas zonas del país y comprender sus reales efectos sobre los sistemas ambientales y la calidad de vida de las personas. Respecto a los contenidos del currículum e interculturalidad, cabe señalar que estos tópicos se encuentran disociados, donde la geografía se encuentra en una asignatura, mientras que la interculturalidad sólo se trabaja en Lengua y Cultura de los Pueblos Originarios, asignatura que además se dicta solo en establecimientos educacionales que posean un 20% o más de matrícula indígena (Decreto Supremo N°280/2009), y en aquellos que opten por dictar esta asignatura de manera voluntaria. Ello, en la actualidad está brindando una apertura a la educación intercultural, donde los sellos educativos otorguen una oportunidad de una enseñanza que permita a niños/as y jóvenes aprender y desarrollar habilidades científicas interculturales (Johnson, 2015; Loncón et al., 2016), que en lo posible se constituyan en la base de contenidos educativos transversales dentro del currículum.

Finalmente, el conocimiento geográfico poderoso puede transformarse en una herramienta conceptual de utilidad para desarrollar los objetivos de la Educación Ambiental, a través de trabajar el concepto de medioambiente y espacio geográfico que posibilitan profundizar esquemas analíticos, identificando los conceptos sustantivos que los estudiantes deben usar para explicar, analizar y establecer relaciones entre fenómenos naturales y sociales. Al mismo tiempo puede servir de herramienta a los docentes para organizar los temas que provee el

curriculum analizandolos desde estas dimensiones que profundizan en el desarrollo del pensamiento geográfico crítico y activo. El conocimiento geográfico poderoso, tal como se ha desarrollado previamente nos provee de una categoría conceptual para desarrollar prácticas que favorezcan el aprendizaje expansivo e identificar aquellos conocimientos geográficos relevantes para explicar y analizar (Maude, 2016; Bustin, 2019) la situación de degradación de la costa y actuar apropiadamente. Una primera aproximación en este orden es el estudio de las zonas litorales utilizando el concepto de *la costa* como espacio físico y mental, avanzando desde el concepto de paisaje y su descripción a una noción compleja de los sistemas costeros, que no solo se representa por el límite marino entre el océano y la tierra (Padilla et al., 2005). Incorporar en el currículum el concepto de costa *como herramienta de análisis*, permite desplegar su estudio tanto desde la percepción del valor del lugar, personal, económico y jurídico; comprendiendo el significado que este tiene para las personas y cómo se construyen mutuamente (Santos, 1996), como desde un pluralismo epistemológico, para formar ciudadanos reflexivos y con apertura a las leyes y teorías de los fenómenos naturales, ya sea de interpretación occidental como indígena, de manera tal que se logre una verdadera interculturalidad desde el diálogo de saberes (Quintriqueo y Arias-Ortega, 2019).

Referencias Bibliográficas

ANDRADE, E., QUINTRIQUEO, S., ARIAS-ORTEGA, K., y PEÑA-CORTÉS, F. Contenidos educativos mapuches y espacios ecológicos-culturales en La Araucanía: desafíos para una educación intercultural. Revista Diálogo Andino, 2022, N°67, p. 88-98. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812022000100088

ARAYA, F. Educación Geográfica para la Sustentabilidad. La Serena. Editorial: Universidad de La Serena, 2010.

ARAYA, F. Educación Geográfica para la Sustentabilidad. Universidad de la Serena, 2015, N°15, p. 1-16. Disponible en: http://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/view/1698

ARMIJO, F. Pensar geográficamente: Una aproximación a la enseñanza de la Geografía desde el Curriculum al Aula. Revista saberes Educativos, 2018, N°1, p. 83-101. DOI: 10.5354/2452-5014.2018.51608

ASSELIN, H. Indigenous forest knowledge. In Routledge handbook of forest ecology, edited by K. Peh, R. Corlett and Y. Bergeron. Routledge, New York, 2015, p. 586-596.

BALE, J. Didáctica de la geografía en la escuela primaria. España. Ediciones: Morata, 1986.

BELTRÁN, J., y PÉREZ, S. Factores que dificultan la relación educativa entre la educación escolar y el saber y conocimiento mapuche. Revista Diálogo Andino, 2018, N°57, p. 9-20.

BEDNARZ, R. Environmental Research and Education in US Geography. Journal of Geography in Higher Education, 2006, Vol. 30 N°2, p. 237-250. DOI: 10.1080/03098260600717315

BUSTIN, R. Bringing the 'Geography' Back in. In: Geography Education's Potential and the Capability Approach. Palgrave Macmillan, Cham, 2019.

BOUWSMAN, M., & BÉNEKER, T. Identifying powerful geographical knowledge in integrated curricula in Dutch schools. London Review of Education, 2018, Vol. 16, N°3, p. 445-459. DOI: https://doi.org/10.18546/LRE.16.3.07

CAPEL, H. Una geografía para el siglo XXI. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, 1998, N°19. Disponible en: http://www.ub.edu/geocrit/sn-19.htm

CENTRO DE PERFECCIONAMIENTO, EXPERIMENTACIÓN E INVESTIGACIONES PEDAGÓGICAS (CPEIP). Prácticas pedagógicas interculturales: Reflexiones, experiencias y posibilidades desde el aula. 1° Edición. Santiago: Ministerio de Educación, 2018.

CISTERNAS, M. Suelos enterrados revelan la prehistoria sísmica del centro-sur de Chile durante los últimos dos milenios. Revista de Geografía Norte Grande, 2005, N°33, p. 19-31.

CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica, del saber sabio al saber enseñado. Montevideo: Aiqué, 1991.

COHEN-EMERIQUE, M. Por un enfoque intercultural en la intervención social en Educación Social. Revista de Intervención Socioeducativa, 2013, N°54, p. 11-38.

DAVIDOV, V. What is real Learning Activity. En: Learning Activity and Development. Dinamarca: Aarhus University Press, 1999.

DE MIGUEL, R. Del pensamiento espacial al conocimiento geográfico a través del aprendizaje activo con Tecnologías de la Información Geográfica. Giramundo, Río de Janeiro, 2015, Vol. 2, N°4, p. 7-13.

DUBE, C. Environmental Concerns in the Geography Curriculum: Perceptions of South African High School Teachers. Southern African Journal of Environmental Education, 2014, Vol. 30, p. 130-146.

ENGESTRÖM, Y. Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research (2nd ed). Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

ESCOBAR, A. Territorios de diferencia: la ontología política de los "derechos al territorio". Cuadernos de Antropología Social, 2015, 41, p. 25-38.

FIRTH, A. Etnometodología. Discurso & Sociedad, 2010, Vol. 4, N°3, p. 597-614.

GARFINKEL, H. Studies in ethnomethodology. Prentice Hall, 1967.

GEOGRAPHICAL ASSOCIATION´S ENVIROMENTAL EDUCATION GROUP. Geography and environmental Education: A discussion paper. Teaching Geography, 1980, Vol. 6, N°1, p. 35-37.

GOODSON, I. La construcción social del currículum: Posibilidades y ámbitos de investigación de la Historia del Curriculum. Revista de Educación, 1991, N°295, p. 7-37.

GRAVES, N. La enseñanza de la geografía. Editorial: Visor Libros S.L., 1998.

JACKSON, P. Thinking Geographically. Geography. 2006, Vol. 91, N°3, p.199-204. DOI: https://doi.org/10.1080/00167487.2006.12094167

JO, I., & WITHAM, S. Evaluating Geography Textbook Questions from a Spatial Perspective: Using Concepts of Space, Tools of Representation, and Cognitive Processes to Evaluate Spatiality. Journal of Geography, 2009, Vol. 108, N°1, p. 4-13. DOI: 10.1080/00221340902758401

JOHNSON, D. Formar ciudadanos interculturales en un mundo global: algunas notas desde los estudios curriculares. Revista Diálogo Andino, 2015, N°47, p. 7-14.

KELLY, V. Geography and Environmental Education in Schools. Geographical Association. 1984, Vol. 69, N°2, p. 138-140. Disponible en: http://www.jstor.org/stable/40570811

LAMBERT, D., & HOPKIN, J. A possibilist analysis of the geography national curriculum in England, International Research in Geographical and Environmental Education, 2014, Vol. 23, N°2, p. 64-78. DOI: 10.1080/10382046.2013.858446

LAMBERT, D. A response to Graves and Slater. International Research in Geographical and Environmental Education. 2016, N°25, 192-193.

LEE, J., y BEDNARZ, R. Components of Spatial Thinking: Evidence from a Spatial Thinking Ability Test. Journal of Geography. 2012, Vol. 111, N°1, p. 15-26. DOI: 10.1080/00221341.2011.583262

LONCÓN, E., CASTILLO, S., y SOTO, J. Consultoría que oriente el proceso de definición del concepto de interculturalidad para el sistema educativo. Santiago: Ministerio de Educación de Chile y UNICEF-Chile, 2016.

MARTÍNEZ, C., ARENAS, F., BERGAMINI, K., y URREA, J. Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. Editorial: CIGIDEN, 2019.

MARTINIC, S. El tiempo y el aprendizaje escolar. Revista Brasileira de Educação, 2015, Vol. 20, N°61, p. 479-499.

MATTEWS, H., y HERBERT, D. Geograpfhy. A very Short History. UK: Oxford. Oxford University Press, 2008.

MAUDE, A. What is Powerful Knowledge and Can It Be Found in the Australian Geography Curriculum? Geographical Education, 2015, N°28, p. 18-26.

MAUDE, A. What might powerful geographical knowledge look like?, Geography, 2016, Vol. 101, N°2, p.70-76. DOI: 10.1080/00167487.2016.12093987

MAUDE, A. Geography and powerful knowledge: a contribution to the debate. International Research in Geographical and Environmental Education, 2018, N°27, p.179-190. DOI: https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1320899

MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE. Educación Ambiental una mirada desde la institucionalidad ambiental chilena. Chile: Santiago, 2018. Disponible en: https://educacion.mma.gob.cl/

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Volumen 2: Exposición, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile", Documento preparado por: WINCKLER, P., CONTRERAS-LÓPEZ, M., VICUÑA, S., LARRAGUIBEL, C., MORA, J., ESPARZA, C., SALCEDO, J., GELCICH, S., FARIÑA, J. M., MARTÍNEZ, C., AGREDANO, R., MELO, O., BAMBACH, N., MORALES, D., MARINKOVIC, C., & PICA, A. Santiago, Chile, 2019.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Programas de Estudio de Educación Básica. Chile: Santiago, 2013.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Programas de Estudio de Educación Media (General). Chile: Santiago, 2016.

MORALES, E., WINCKLER, P., y HERRERA, M. Costas de Chile. Medio Natural, Cambio Climático, Ingeniería Oceánica, Gestión Costera. Valparaíso. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, 2020.

MOLINA, F. Sociología de la educación intercultural: vías alternativas de investigación y debate. España. Editorial Distribuidora Lumen SRL, 2002.

MOTSNY, G. Prehistoria de Chile. Editorial: Universitaria S. A., 2006.

NATIONAL GEOGRAPHIC ASSOCIATIONS. National Geography Standards: Geography is for life in every sense of that expresión, 2018. Available at: https://www.nationalgeographic.org/standards/national-geography-standards/

PADILLA Y SOTELO, L., y LUNA, A. La importancia cognoscitiva de la educación ambiental como parte de la enseñanza de la Geografía en los territorios costeros de México. Revista Geográfica, 2005, N°138, p. 47-69.

PREVIL, C., & ARIAS-ORTEGA, K. La persistance d'une crise éducative autochtone au Québec (Canada) et dans l'Araucanie (Chili): une approche comparative. En MAHEUX, G., PELLERIN, G., QUINTRIQUEO, S., & BACON, L. La décolonisation de la scolarisation des jeunes Inuit et des Premières Nations. Presses de l'Université du Québec, 2020.

QUILAQUEO, D., QUINTRIQUEO, S., RIQUELME, E., y LONCÓN, E. Educación mapuche y educación escolar en La Araucanía: ¿doble racionalidad educativa? Cadernos de Pesquisa, 2016, Vol. 46, N°162, p. 1050-1070. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/198053143599

QUILAQUEO, D., QUINTRIQUEO, S., TORRES, H., y MUÑOZ, G. Saberes educativos mapuches: aportes Epistémicos para un enfoque de educación intercultural. Chungara Revista de Antropología Chilena, 2014, Vol. 46, N°2, p. 271-283.

QUILAQUEO, D., y TORRES, H. Multiculturalidad e interculturalidad: Desafíos epistemológicos de la escolarización desarrollada en contextos indígenas. Alpha, 2013, N°37, p. 285-300.

QUINTRIQUEO, S., y ARIAS-ORTEGA, K. Educación intercultural articulada a la episteme indígena en Latinoamérica. El caso mapuche en Chile. Revista Diálogo Andino, 2019, N°59, p. 81-91.

QUINTRIQUEO, S., MORALES, S., QUILAQUEO, D., y ARIAS-ORTEGA, K. Interculturalidad para la Formación Inicial Docente: desafíos para construir un diálogo intercultural. 1° Edición. Temuco: Ediciones Universidad Católica de Temuco, 2016.

QUINTRIQUEO, S., QUILAQUEO, D., GUTIÉRREZ, M., y PEÑA-CORTÉS, F. Enseñanza de Historia, Geografía y Ciencias Sociales. Hacia una perspectiva intercultural. °1 Edición. Temuco. Ediciones Universidad Católica de Temuco, 2015.

RAFFLES, H. Les savoirs intimes. Revue Internationale des Sciences Sociales, 2002, Vol. 3, N°173, p. 365-375. DOI:10.3917/riss.173.0365

ROBERTS, M. Powerful knowledge and geographical education. The Curriculum Journal, 2014, Vol. 25, N°2, p.187-209. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/09585176.2014.894481

RUIZ RIVERA, N., y GALICIA, L. La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socio- ambientales", Revista: Investigaciones Geográficas, 2016, N°89, p. 137-153. DOI: dx.doi. org/10.14350/rig.47515

ROQUE, M. La educación ambiental: Acerca de sus fundamentos teóricos y metodológicos. Medio Ambiente y Desarrollo. Revista Electrónica de la Agencia de Medio Ambiente, 2001, N°1.

SANTOS, M. Metamorfosis del espacio habitado. España: Barcelona. Editorial: Oikus-Tau,1996.

SCOTT, D. Knowledge and the curriculum. The Curriculum Journal, 2014, Vol. 25, N°1, p. 14-28. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/09585176.2013.876367

SEPÚLVEDA, G. Los contenidos como herramienta de expansión cultural. Chile: Temuco. Grupo Innovat, 2005.

SOCHIGEO. Una Educación Geográfica para Chile. Chile: Santiago. Editorial: Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas, 2016. Disponible en: http://sociedadchilenadecienciasgeograficas.cl/

SLATER, F., GRAVES, N., & LAMBERT, D. Geography and powerful knowledge. International Research in Geographical and Environmental Education, 2016, Vol. 25, N°3, p. 189-194. DOI: https://doi.org/10.1080/10382046.2016.1155321

STOLTMAN, J., LIDSTONE, J., y KIDMAN, G. Powerful knowledge in geography: IRGEE editors interview Professor David Lambert, London Institute of Education, October 2014. International Research in Geographical and Environmental Education, 2015, Vol. 24, N°1, p. 1-5. DOI: 10.1080/10382046.2015.987435

STONE, M. Enseñanza para la comprensión. España: Barcelona. Editoral Paidós, 1999.

TARABINI, A., y JACOVKIS, J. ¿Qué conocimiento para quién? Itinerarios escolares, distribución del conocimiento y justicia escolar. Revista e-Curriculum, São Paulo, 2019, Vol. 17, N°3, p. 880-908.

UNIÓN GEOGRÁFICA INTERNACIONAL. Declaración de Lucerna sobre la Educación Geográfica para el desarrollo Sostenible, 2007.

UNIÓN GEOGRÁFICA INTERNACIONAL. Declaración Internacional de Educación Geográfica, 2007.

VEGA-MARCOTE, P., y SUÁREZ, P. Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2005, Vol. 4, Nº1.

VIÑAO, A. La historia de las disciplinas escolares. Historia De La Educación, 2006, N°25, p. 243-269. Disponible en: https://revistas.usal.es/index.php/0212-0267/article/view/11181

YOUNG, M. El futuro de la educación en una sociedad del conocimiento: el argumento radical en defensa de un currículo centrado en materias. Pedagogía y Saberes, Universidad Pedagógica Nacional, 2016, N°45, p. 79-88. DOI: https://doi.org/10.17227/01212494.45pys79.88

ZABALA, I., y GARCIA, M. Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. Revista de Investigación, 2008, Vol. 32, N°63, p. 201-218.

8.3.

Conociendo la agenda mediática de la costa central chilena: una caracterización necesaria para promover la gestión participativa del riesgo

Interrogating the media agenda of the Chilean central coast: a necessary characterization to promote participatory risk management

Karla Palma[1], Michael Lieberherr[2]

RESUMEN

En este estudio de carácter descriptivo, abordamos cómo los medios le dan sentido y forma a la opinión pública de la costa central chilena. Con este objetivo analizamos discursivamente la agenda noticiosa acerca de la costa entre enero de 2017 y junio de 2020. A partir del análisis, de un corpus de 206 noticias publicadas en el periodo, se destaca la falta de pluralismo en la construcción noticiosa, que privilegia las fuentes que representan a las empresas privadas y autoridades, donde en tercer lugar aparecen las fuentes científicas que logran generar un enfoque noticioso a partir de la presentación de estudios y con ello un impacto en la discusión de normativas y leyes. En la cobertura, las comunidades locales son principalmente invisibilizadas como fuentes válidas y emergen en tanto se judicializan los conflictos ambientales. Por otro lado, las temáticas que describen a la costa chilena giran en torno a tres enfoques noticiosos: disputas judiciales, informes científicos y discusión de normativas y proyectos de ley. La descripción de amenazas y riesgos se hace presente en los tres enfoques, pero poco reportan los medios sobre adaptación frente a las amenazas.

Palabras clave: agenda mediática, pluralismo, gestión del riesgo.

ABSTRACT

In this descriptive study, we address how the media give meaning and shape to public opinion on the central Chilean coast. With this objective, we discursively analyze the news agenda about the coast between January 2017 and June 2020. Based on the analysis, of a corpus of 206 news items published in the period, the lack of pluralism in news construction stands out, which privileges the sources that represent private companies and authorities, wherein third place appear the scientific sources that manage to generate a news focus from the presentation of studies and with it an impact on the discussion of regulations and laws. In coverage, local communities are mainly invisible as valid sources and emerge as environmental conflicts are prosecuted. On the other hand, the themes that describe the Chilean coast revolve around three news focuses: judicial disputes, scientific reports, and discussion of regulations and bills. The description of threats and risks is present in all three approaches, but the media reports little on adaptation to threats.

Key words: media agenda, pluralism, risk management.

1 Universidad de Chile, CIGIDEN.
2 Universidad de Chile.

Introducción

Frente a los efectos del cambio climático, crisis socio ambientales y la presente discusión sobre una nueva ley de costa para Chile, el debate público que se construye en los medios, sobre los riesgos que afectan a la costa, se vuelve aún más relevante. Este debate forma un marco de interpretación sobre la costa y dirige la conversación sobre los tópicos donde concentramos nuestra atención, pero ¿coinciden estos intereses mediáticos con la preocupación sobre los riesgos que amenazan la costa?, ¿se alinea la discusión pública con la preocupación de la comunidad científica?, ¿se reflejan las diferentes posturas en la cobertura sobre la costa?, ¿qué imaginario de la costa se construye en los medios de comunicación?

A través de este capítulo conoceremos la diversidad de temas y quiénes son los actores que participan de la discusión mediática sobre la costa en Chile, con el propósito de poder identificar qué temas y quiénes faltan en la construcción de una discusión representativa de la costa y con esto, poder avanzar en la gestión sistémica participativa del riesgo de desastre. Pues, para que esta última ocurra, es necesarioque los diversos actores, experiencias y conocimientos sean reconocidos en el espacio público. Entenderemos, por lo tanto, que la agenda mediática entorno a los desastres tiene un efecto en la gestión de estos.

Pluralismo para gestionar el riesgo

La comunicación y el rol informativo de la práctica periodística es fundamental para la gestión exitosa del riesgo y los desastres, ya sean de carácter natural, humano y/o sanitarios (UNDRR, 2020). A través de las agendas noticiosas, los medios aportan a los marcos de interpretación que son utilizados por las personas para interactuar y generar expectativas en sus interacciones con el entorno (Echavarren, 2010). En el escenario de riesgos, los medios aportan a la construcción de la percepción social de este y la significación que se le adjudica (Rosas y Barrios, 2017). De esta manera, los medios ejercen un rol en la construcción de lo que la población entiende sobre su entorno y, por ende, cómo estos participan de la construcción del sentido de las amenazas. A partir de lo anterior, se hace imperativo conocer las características de la cobertura que se le da a los temas socio ambientales, pues la percepción que tiene la sociedad sobre los riesgos va en directa relación con la información que las personas manejan sobre estos (Bauman, 2013).

Una de las características de las agendas noticiosas que construyen los medios, está dada por el pluralismo al momento de informar. El pluralismo es un valor en el ejercicio de la profundización de las democracias y se observa en la diversidad de temas, líneas editoriales y los actores que son representados en los discursos periodísticos (UNESCO, 2006). Al respecto, en Chile el sistema informativo experimenta un gran centralismo que contribuye a la falta de diversidad de perspectivas sobre los temas que se abordan, como estos se desarrollan, así como la representatividad del contenido y la homogeneización de las narrativas periodísticas (Mastrini & Becerra, 2011; Mönckeberg, 2011, Lagos & Rodríguez, 2013, Corrales & Sandoval, 2003; León-Dermota, 2003).En Latinoamérica, Chile es uno de los países que presenta más altos niveles de concentración de la propiedad de medios, al duopolio de la prensa se le suma una alta concentración en televisión, de telecomunicaciones y conectividad a internet (Becerra & Mastrini, 2017). Este escenario de concentración mediática tiene un impacto en la construcción de la opinión pública, que frente a temas relacionados con problemáticas ambientales, encuentra dificultades en la toma de decisiones por falta de información, lo que termina impactando en la sustentabilidad de los territorios.

En Chile, en relación al caso de conflictos socio ambientales, la calidad de la información que las personas consumen, así como el acceso a la información en los momentos oportunos, no está resguardada. Cumplir con las condiciones para que el acceso a la información se ejerza, es de gran relevancia para las comunidades locales que enfrentan estos conflictos, pues la toma de decisiones oportunas acerca de riesgos y amenazas depende del manejo de información crítica (Palma & Alcaíno, 2020). En este contexto, la desigualdad ambiental y la desigualdad comunicacional van de la mano: cuando se omite información ambiental de los medios o se borran ciertos escenarios de conflicto ambiental, se silencia información que "alimenta los procesos de decisión, el dinamismo de la democracia y la participación de la ciudadanía" (Carmona & Jaimes, 2015: 77).

En ocasiones, parte de las agendas noticiosas sobre temas ambientales incluye narrativas científicas, que tienen el potencial de convertirse en instrumentos que permiten delinear una opinión pública, a la vez de contribuir a la construcción de líneas de base para la gestión de los futuros ecosistemas en Chile (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2019). Sin embargo, este potencial no garantiza que la información científica termine siendo considerada en la construcción noticiosa, porque el escenario de la construcción de opinión pública en Chile está definido en gran parte por la concentración de la propiedad

de los medios, con ello sus agendas editoriales, y por prácticas periodísticas. Esto quiere decir que, los contenidos y enfoques de las noticias, junto con la cultura periodística, contribuyen a la configuración de la información. La literatura al respecto describe cómo las prácticas periodísticas contribuyen a la homogeneidad de los temas cubiertos por los medios, a partir de un elitismo que permea el contenido de las noticias, que privilegia cierta información por sobre otra a partir de las fuentes oficiales o comunicados de prensa, excluyendo de las noticias fuentes diversas que abordan historias, puntos de vista y conocimientos, que son dejados de lado (Salinas & Stange, 2015; Mönckeberg, 2011; León-Dermota, 2003).

Agenda mediática sobre desastres

La cobertura sobre temas ambientales y desastres tiene sus propios desafíos. En primer lugar, las rutinas periodísticas se ven alteradas y los periodistas enfrentan retos adicionales, como los reportados post terremoto y tsunami el 2010 en Chile, donde periodistas hicieron frente a: desafíos emocionales al reportar eventos traumáticos, en los que ellos también se encuentran afectados; desafíos en la logística de la cobertura, donde conectividad y suministros se ven impactados; desafío en el acceso restrictivo de la información y el acceso a fuentes confiables, que se agudiza frente a la insistente demanda de tener que entregar información a la población; y el desafío de las limitaciones éticas que enfrentan periodistas que se agudizan por el contexto (Puente et al., 2013).

En segundo lugar, se detecta que los científicos ubicados lejos de las áreas afectadas por desastres emergen como portavoces clave para describir o explicar tales eventos (Campbell, 2014). Lo anterior podría ser un acierto, sin embargo, como ejemplifica Shrestha et al. (2014), la cobertura, si no posee también una perspectiva local, puede llevar a errores interpretativos de los riesgos que las comunidades enfrentan y, por ende, que se tomen decisiones que no consideren las diferentes dimensiones de las amenazas. Por otra parte, esta situación no solo afecta a los medios masivos, ya que la elitización en la selección de fuentes, también puede ocurrir en medios alternativos, donde una élite política, y su énfasis en el activismo político, puede jugar un rol en la selección de fuentes (Atton & Wickenden, 2005).

En tercer lugar, en el caso particular de la cobertura sobre cambio climático, esta es bastante singular, porque se ve entorpecida al no cumplir con criterios de noticiabilidad, en tanto que se aborda de forma global y eventual, y porque es costoso ponerle un rostro a las noticias reportadas (Gibson et al., 2015). Por otra parte, la literatura sobre comunicación y cambio climático demuestra que aprender únicamente sobre los riesgos frente al cambio climático, puede resultar en sentimientos de impotencia en la población, sin embargo, cuando las personas adquieren herramientas para entender como responder a las amenazas, se aprecia mayor disposición de tomar acción al respecto (Milfont, 2012). Según Peppina & Kain (2015), este tipo de comunicación del riesgo es una de las tareas más difíciles que enfrentan científicos y tomadores de decisiones, ya que la comunicación para la adaptación y cambio climático debería cumplir con un encuadre adecuado, uso atractivo de imágenes, un lenguaje accesible y consideración por la particularidad de cada audiencia. En Chile, el estudio de Dotson et al. (2012) muestra que la cobertura sobre cambio climático en los periódicos nacionales privilegia como fuentes a las autoridades de gobierno, por sobre los científicos. De las noticias analizadas en el estudio de Dotson et al. (2012) cerca de un 80 por ciento se enfoca en los efectos del cambio climático y un poco más del 20 por ciento, logra hablar sobre las causas.

Es en este contexto que proponemos el estudio de la agenda mediática que habla y representa la costa central chilena en un escenario multi amenazas, pues entendemos que a través de los medios es que se construye la opinión pública y un imaginario de la costa, lo que afecta en el conocimiento de la población frente a esta y con ello, la manera como se gestiona el riesgo.

Metodología

En este estudio realizamos un análisis textual y descriptivo de dos elementos de la agenda noticiosa, con el propósito de conocer ¿qué temas y quiénes construyen la agenda temática noticiosa de la costa central chilena? Con este fin, estudiamos el contenido a partir del texto, que evidencia la variedad de temas que se abordan sobre el riesgo en la costa central y las fuentes, enfocándonos en los actores que encuentran espacio para participar en la construcción noticiosa.

El corpus de análisis de este estudio está compuesto por 206 piezas noticiosas publicadas en el periodo comprendido entre el 01 de enero de 2017 y 30 de junio de 2020. En primera instancia, se identificó todas las noticias publicadas en torno a la costa central chilena, en medios de alcance nacional y regional, se agrega además a la muestra 4 medios internacionales que hacen eco de las temáticas. Por un tema de accesibilidad, se trabajó con noticias publicadas en formato escrito y digital.

Las 206 noticias fueron analizadas en dos grandes grupos divididos en: a) ¿Quién dice? donde se identifican las fuentes, el espacio que llegan a ocupar en cada noticia y sexo;y b) ¿Qué se dice? con el fin de caracterizar el contenido se generan categorías analíticas a partir de la descripción del contexto del evento; descripción del espacio que se describe en la noticia; descripciones territoriales; qué y cómo se describe el desastre; la relación que se establece entre fuentes en el contenido noticioso; la aparición de la memoria en los eventos noticiosos; y la existencia o no de un enfoque de género en la noticia reportada.

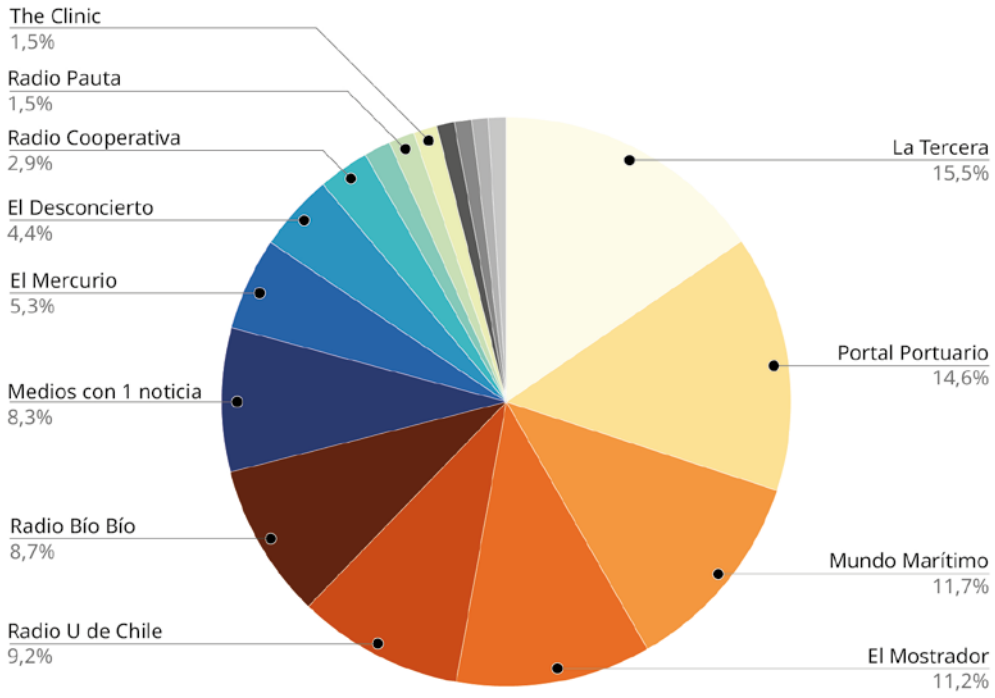
El texto noticioso se analizó a partir del análisis crítico discursivo (Fairclough, 2006; Wodak & Meyer, 2009; Mendizabal, 2018) que propone el estudio del lenguaje, como un elemento crucial para abordar la complejidad de problemas sociales, poniendo especial énfasis en cómo el discurso se constituye, cómo y en qué condiciones participan los diversos actores en la construcción del discurso, y el cómo se sostiene el discurso en las prácticas del ejercicio del poder. Con el fin de dilucidar las dimensiones de qué se dice y por quién, de la agenda mediática sobre la costa central chilena, nos enfocamos en la dimensión textual del discurso presente en la cobertura noticiosa. Los enfoques noticiosos que se identifican se logran dilucidar a partir de su prevalencia en las noticias analizadas.

Análisis

Los medios que publicaron temas relacionados con la costa central entre enero de 2017 y junio de 2020 tienen características y líneas editoriales muy variopintas (Figura N°1). Por un lado, tenemos los medios masivos que cuentan con cobertura y difusión nacional y que publicaron gran parte del total de noticias en la temática (70). Por otro lado, en la muestra también contamos con noticias de medios especializados en temas portuarios o ambientales, estos en total publicaron 62 noticias durante el periodo. Los medios que mantienen una línea de editorial alternativa (Downing, 2001), en su mayoría medios que solo existen de forma digital, publicaron 38 noticias del total de la muestra. Destaca la Radio Universidad de Chile, que es considerada un medio institucional, que publicó 19 noticias en la temática. Por último, existe un grupo bastante amplio de medios que publicaron solo una noticia durante el periodo[3].

3 Los medios de comunicación que publicaron solo una noticia en el período estudiado son: Soy Chile; Líder de San Antonio; Publimetro; Diario Proa regional; Revista Qué Pasa; La Izquierda Diario;Radio Futuro; La Razón; Ciper; Radio Recreo; As Chile; T21mx; Ecoticias; El Economista América;Emol; InduAmbiente; Meteored. En total son 17 medios con una pieza noticiosa.

Figura N°1.
Medios y su participación en la cobertura de la costa central en el periodo de enero 2017 y junio 2020



Fuente: Elaboración propia.

En los 3 años y medio de agenda mediática analizada (206 noticias), se destacan tres hitos que captan la agenda. En primer término, el conflicto ambiental en Quintero-Puchuncaví (58 noticias) se muestra como el primer hecho mediático que convoca transversalmente a los diferentes medios de comunicación. Posteriormente, como segundo hito aparece el anuncio de la construcción del Megapuerto de San Antonio (62 noticias) y las notas posteriores relacionadas. Finalmente, la tramitación de la nueva ley de costa y las actividades realizadas en torno al tema, emergen como el tercer hecho noticioso del periodo (20 noticias).

¿Quiénes son las principales fuentes de la noticia?

En su mayoría, las fuentes utilizadas por los medios para reportar sobre la costa se concentran en las autoridades nacionales, representantes de empresas privadas y la academia. En 9 de las 206 noticias analizadas, se incluyó a habitantes de las comunidades locales como fuentes. En contraste, se consultó a 70 fuentes de empresas privadas. Esto quiere decir que para la construcción de la agenda noticiosa, se prioriza la consulta de fuentes que representan a las empresas privadas en más de 7 veces en comparación con los habitantes de comunidades locales.

Las autoridades nacionales son la fuente preferida de los medios para construir las noticias, con 95 apariciones en total. Sin embargo, no es el tipo de fuente que tiene mayores citas (cuñas) dentro de las noticias. Las fuentes relacionadas con la empresa privada tienen 226 referencias en 70 noticias, mientras que las autoridades nacionales tienen 218 menciones en 95 noticias. Este hecho demuestra que la información reportada sobre la costa privilegia a las fuentes que actúan en representación de las instituciones de gobierno y a los representantes de empresas privadas. Las personas que viven en las comunidades costeras no son consideradas principalmente como fuentes.

Cuadro N°1.
¿Quién habla sobre la costa central en los medios chilenos?

¿Quién dice?	Número de veces en que fuentes fueron consultadas	Número de veces en que las fuentes fueron citadas en las noticias
Autoridades nacionales	95	218
Empresa privada	70	226
Academia	51	191
Fundaciones y ONG	38	85
Instituciones gubernamentales	37	71
Organizaciones locales	36	76
Habitantes	9	19
Autoridades internacionales	3	7

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, también es importante destacar que quienes hablan sobre la costa central son principalmente hombres, estos son consultados más veces y a la vez, se les cita en mayor proporción dentro de las noticias cuando se les consulta, en comparación con las citas que se registran de mujeres.

Cuadro N°2.
Participación como fuentes noticiosas por género

Sexo	Número de veces en que fuentes fueron consultadas	Número de veces en que las fuentes fueron citadas en las noticias
Hombre	150	518
Mujer	89	214

Fuente: Elaboración propia.

Las mujeres que hablan de la costa lo hacen a partir de diferentes posiciones, hay ministras de estado, parlamentarias, directora de fundación, académicas y profesionales, que son consultadas en tanto su expertise y rol. En el caso de las mujeres que son entrevistadas por su calidad de representante de las comunidades locales y sus organizaciones de base, estas abordan principalmente los conflictos socioambientales, y desde esta posición, instalan en la agenda noticiosa los temas de afectación a la salud de las comunidades locales, poniendo especial atención a la salud de niños y niñas de las comunidades que habitan:

> "Entre los testimonios de los principales representantes de organizaciones sociales de la zona María Araya, presidenta del consejo consultivo del Hospital Adriana Cousiño de Quintero, relata cómo la contaminación ha afectado principalmente a los menores de edad 'Los niños son vulnerables, no pueden hacer cosas normales'. A veces no pueden respirar afuera, o no pueden ir a la escuela o hacer ejercicio. Todos los días que vivimos estamos sacrificando a nuestros hijos. El porcentaje de personas que están enfermas de asma, cáncer o tienen necesidades especiales, es el doble del número de una comuna de tamaño similar" (la brutal realidad de Quintero-Puchuncaví, medio británico expone el abandono de sus habitantes en una de las ciudades más contaminadas del mundo, El Mostrador, 24 de febrero de 2020).

¿Cuáles son los enfoques noticiosos utilizados para hablar de la costa?

Existen ciertos enfoques que se repiten cuando se informa sobre la costa, estos son la judicialización de conflictos, la presentación de informes o estudios científicos y la discusión sobre el cumplimiento de normas y la creación de nueva legislación. Estos enfoques se caracterizan por el rol que cumplen diversos actores, así como por las temáticas que abordan. A partir de esto, los enfoques mediáticos también muestran las diferencias que construyen lo que es y se experimenta sobre la costa a partir de los actores retratados.

Judicialización de la costa

Las noticias que involucran la judicialización de temas de la costa tienen como principales actores a las comunidades locales, el sistema judicial y las empresas extractivas presentes en los territorios. Además, aparece la Superintendencia del Medio Ambiente en representación del gobierno. Las comunidades aparecen como actores en resistencia, la Superintendencia fiscaliza y el sistema judicial responde. Estas noticias por lo general relatan eventos de contaminación y muestran a las comunidades como denunciantes, como se aprecia en los siguientes ejemplos:

> "El juzgado de Garantía de Quintero acogió a trámite la querella colectiva presentada por 92 habitantes de esa comuna, en contra de quienes resulten responsables por los últimos episodios de contaminación e intoxicación masiva ocurridos durante las últimas semanas tanto en esa comuna como en Puchuncaví" (acogen querella colectiva contra responsables de episodios de contaminación en Quintero y Puchuncaví, Biobío, 26 de septiembre de 2018).

> "La solicitud se generó luego de los peak de SO_2 de los últimos días, situación que obligó a decretar alerta ambiental para estas tres comunas (...) Debido a ello, pidieron a través de una medida cautelar innovativa la inmediata paralización de Codelco Ventanas, AES Gener y Enap, acusando que estas empresas son las responsables del 76% de las emisiones de material particulado, 99% del SO_2 y 81% de las emisiones de nitrógeno, según dio a conocer la vocera de Mujeres en Zonas de Sacrificio, Katta Alonso" (Agrupación de mujeres pide eliminar Plan de Descontaminación de Quintero y Puchuncaví debido a la "laxitud y permisividad" del instrumento. El Mostrador, 30 de abril de 2020).

En segundo lugar, las empresas mencionadas en las noticias regularmente no entran en el diálogo discursivo de las notas, esto quiere decir que no son sus cuñas las que aparecen en el relato noticioso que explican los eventos judicializados. En su lugar, la participación de las empresas, como fuentes, se destaca cuando se trata de proyectos de inversión e infraestructura en la costa.

De esta forma, cuando hablamos de que existe un enfoque noticioso que se construye a partir de la judicialización de eventos relacionados con la costa, identificamos que se representa a la costa como un espacio en tensión, donde las comunidades y el sistema judicial ocupan la palabra, mientras las empresas aparecen como un telón de fondo para los conflictos. Por ejemplo:

> "En un fallo unánime, la Corte Suprema acogió los recursos de protección que presentaron organizaciones sociales y comunidades dirigidos contra Enap, Enel, Copec, Epoxa GNL, Oxiquim, Codelco, Aes Gener, entre otras empresas, y contra la institucionalidad ambiental por graves vulneraciones a los derechos de quienes viven en la Zona de Sacrificio de Quintero-Puchuncaví-Ventanas." (Triunfo ambiental: Suprema reconoce graves vulneraciones en Quintero-Puchuncaví y ordena cambio al Plan Regulador, El Desconcierto, 28 de mayo de 2019).

> "La Superintendencia de Medio Ambiente formuló cuatro cargos contra AES Gener S.A. Dos de las infracciones fueron calificadas de carácter grave e incluyen episodios críticos de dióxido de azufre (SO_2), las que generaron un riesgo significativo para la salud de la población" (Incluyen episodios críticos de SO_2 formulan cargos contra AES Gener por incumplimientos en Ventanas. Biobío, 2 de octubre de 2019).

Informes y estudios científicos

La costa en los medios está altamente representada por estudios realizados por investigadores e investigadoras de universidades, junto con otras entidades como la Defensoría de la Niñez o la Comisión Investigadora de la Cámara de Diputados. Los estudios de instituciones no académicas abordan principalmente conflictos socioambientales, mientras que los estudios donde participan académicosabordan principalmente amenazas y riesgos que experimenta la costa. Como se ejemplifica en los siguientes textos:

> "Un estudio realizado por la Defensoría de la Niñez y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso reveló que 17 derechos del niño están siendo vulnerados por la contaminación registrada en Quintero y Puchuncaví" (17 derechos del niño son vulnerados por contaminación en Quintero y Puchuncaví, El Dínamo, 3 de agosto de 2019).

> "El aumento del nivel del mar, por el derretimiento de los glaciares, o las consecuencias de los gases invernadero en la temperatura terrestre, han sido tema de análisis entre los expertos internacionales que se dedican a medir los efectos del calentamiento global y el cambio climático. Una realidad que no estaría muy lejos de afectar a nuestro país (...) Prueba de ello es el sondeo llamado elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base 1980-2010 y proyección 2050 encargado por el Ministerio del Medio Ambiente, que fija a la Región de Valparaíso

como la zona del país que sería más afectada por este fenómeno" (Valparaíso será la región más afectada por el cambio del clima en 2050, La Tercera, 14 de enero de 2017).

En las noticias que abordan los riesgos, se rescata un enfoque hacia la necesidad de adaptación de la costa frente al cambio climático, en este prevalece un tono descriptivo sobre la emergencia ambiental que experimenta la costa. Las noticias con este enfoque tienen como principales fuentes a las y los expertos que presentan sus estudios, que logran una amplia cobertura en distintos tipos de medios:

> "El calentamiento global, la sobreexplotación de recursos y la contaminación destacan como los principales factores incidentes en el empeoramiento de las condiciones ecosistémicas de Chile, de acuerdo a un extenso estudio liderado por la Universidad de Chile y realizado en colaboración con la Cepal e investigadores de otras universidades" (Informe País sobre medio ambiente alerta deterioro generalizado de los ecosistemas chilenos, Radio Universidad de Chile, 30 de noviembre de 2019).

> "Desde 2015 a la fecha el proceso erosivo en las playas del litoral de Chile Central se ha acelerado, -pero el aumento se observa en playas desde la Región de Coquimbo a la Región de Bío Bío-, de acuerdo a estudios realizados por el centro científico FONDAP, CIGIDEN y otras universidades. El resultado es que hoy los ecosistemas costeros que incluyen costa, campos dunares y humedales, entre otros, se encuentran en una preocupante fragilidad" (Informe científico advierte que la costa chilena requiere de urgente protección, Radio Futuro, 20 de agosto de 2019).

En este enfoque de informes y estudios científicos, la costa se presenta como un espacio en tensión, pero principalmente bajo amenaza. Se conoce de la costa por el trabajo realizado por universidades, centros de estudios y fundaciones dedicadas a temas ambientales y se hace hincapié en hablar sobre amenazas, riesgos y la urgencia en la necesidad de acción sobre la zona. Por ejemplo:

> "De hecho según conclusiones de este estudio, las proyecciones dicen que entre el año 2026 y el 2045 habrá más de 45 mil personas a lo largo del país, que estarán en zona de riesgo de inundación" (más de 18 mil asentamientos y estructuras costeras estarían expuestas a los impactos del cambio climático en el país. La Tercera, 31 de diciembre de 2019).

Como caso excepcional, también aparecen los Estudios de Impacto Ambiental como fuente noticiosa, de estos se recoge información para describir el territorio (líneas de base) y presentar posibles "afectaciones", como lo que ocurre en el caso del proyecto del Megapuerto de San Antonio:

> "De acuerdo a lo señalado en el EIA del proyecto, se reconocen 13 impactos significativos específicos entre los que se encuentran la afectación a la actividad socioeconómica de la pesca por construcción de las obras portuarias en las caletas Pacheco Altamirano, Puertecito y Boca del Maipo, así como la afectación de sitios de significación cultural de la comunidad en el borde costero de Llolleo" (Organizaciones sociales y ambientales advierten sobre los impactos del proyecto Puerto Exterior de San Antonio, El Desconcierto, 6 de mayo de 2020).

En estas noticias, se observa el hincapié que se realiza en resaltar las instituciones que financian los estudios o bien donde estos se desarrollan y la afiliación de investigadores, lo que corrobora el ejercicio de selección elitista de las fuentes que se pronuncian sobre la costa. Cabe destacar que durante el período analizado Chile organizó la COP 25, evento que también influyó en un mayor desarrollo de la agenda mediática sobre la costa, en especial sobre su relación con el cambio climático.

Normas y proyectos de ley

En este tercer enfoque, se privilegia la discusión sobre normas y regulaciones sobre la costa chilena, según retratan los medios, se enmarca en torno a la evidencia científica provista por instituciones que generan investigación en la materia, así como los espacios para su discusión, como se ilustra a continuación:

> "El conversatorio se enfocará principalmente en la importancia de la protección y preservación de las rompientes en Chile y cómo podemos protegerlas. Actualmente en nuestro país existen más de 80 olas que se encuentran vulnerables frente a posibles amenazas por el mal uso del borde costero, debido a la baja regulación y planificación medioambiental. Ante esta situación, se vuelve necesario promulgar una ley que asegure una protección real de las olas y ecosistema marino" (Ley de Rompientes en Chile ¿Por qué es importante proteger el medioambiente?, El Mostrador, 28 de febrero de 2020).

> "En la actualidad el Ministerio del Medio Ambiente está promoviendo y levantando la información para hacer una Ley Marco de Cambio Climático y en uno de sus artículos, se define el Plan Nacional de Adaptación en el Borde Costero. Para ello es muy importante entender que el borde costero es una zona de transición que puede estar afecta al cambio climático pero también es muy sensible al efecto de los terremotos y tsunamis. Por eso lo ideal sería tener una Ley de Costa que defina no el borde costero si no la zona costera para ordenamiento territorial" (más 18 mil asentamientos y estructuras costeras estarían expuestas a los impactos del cambio climático en el país, La Tercera, 31 de diciembre de 2019).

Parte de este enfoque sobre normas y proyectos de ley, aborda la revisión del cumplimiento de normas que se establece a partir del resultado de estudios, mientras que las propuestas de ley van de la mano de la evidencia provista por informes en que se mencionan riesgos y amenazas que le dan forma a la costa, también se observa un enfoque sobre la adaptación a partir de los proyectos. Por ejemplo:

> "Amenazas naturales como marejadas, aluviones y trombas, o presiones antrópicas como el crecimiento urbano, la pesca y la actividad industrial, son parte de los factores que durante los últimos años han impactado fuertemente la costa chilena, haciendo evidente la urgencia por reflexionar y avanzar en su protección. Con miras hacia ese objetivo, en dependencias de la Intendencia Regional de Valparaíso, se realizó el seminario ´Ley de costas en Chile: por una gobernanza costera en contexto de cambio climático´, organizado por el Observatorio de la Costa y el Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN)" (Fundación Terram por Ley de Costas "El proyecto no busca resolver los problemas de la zona costera, está pensado en quienes tienen o se hacen con derechos para usarla", larazon.cl, 17 de enero de 2020).

A pesar de que las normativas y leyes afectan directamente a las comunidades locales, estas no aparecen como actor principal, sino que se subentienden como parte de la discusión sobre la protección de la costa. Por otra parte, el rol de las empresas en este enfoque, se da más bien de forma pasiva, pues aparecen indicadas como responsables de afectaciones ambientales:

> "La crisis ambiental en la zona es fruto de largos años de emisiones por encima de la norma internacional de poderosas empresas (públicas y privadas) en la bahía, que han hecho un intenso y exitoso lobby para seguir funcionando así, y la desidia del Estado, que ha sido incapaz de imponer una ley con estándares internacionales. (...) Otra exigencia es crear un Plan de Descontaminación y normas de azufre en episodios críticos o de contaminantes en el suelo. Un Plan ya propuesto, que debía entrar en vigor en 2018, fue rechazado por la Contraloría en diciembre pasado. Según la entidad, 'no se ajusta a derecho' ni cumplía su propósito" (Combinación fatal en Quintero, mezcla de contaminantes, ausencia de normativas y lobby empresarial, El Mostrador, 29 de agosto de 2018).

Reflexión final

La costa chilena a través de los medios es una zona descrita a partir de las disputas judiciales, reportes científicos y la discusión y propuesta de normativas y leyes. En primera instancia, el enfoque judicial nos hace ver cómo la costa está mediada importantemente por un discurso jurídico y que las comunidades únicamente logran ser consideradas por la agenda mediática, en tanto son gestoras de promover una discusión mediada por la ley. Es decir, el evento noticioso pocas veces es el desastre ambiental, más bien es la judicialización de ese conflicto el que brinda la costa a la noticia. Este ejercicio de mediación es doble, pues la costa emerge en tanto existe un conflicto que es judicializado y las comunidades afectadas emergen, en tanto, existe una intervención del aparato judicial. Ni la costa presenta agencia por sí misma, ni las comunidades logran cobertura a partir de su propia voz, la validación se da por invocar la ley.

En este mismo sentido, la costa chilena es mediada por otro discurso, que es el que levantan científicos e instituciones afines. En este caso, la noticia son los riesgos y amenazas de causas antrópicas y naturales, que logran ser detectadas por la ciencia, se destaca la urgencia frente a los riesgos y se constatan amenazas. Este enfoque complementa la descripción de la costa que generan las comunidades y se vincula con la justicia ambiental. Si bien, la tendencia descrita por Dotson et al. (2012) pareciera continuar, porque la noticia continúa siendo los efectos visibles de por ejemplo, eventos inusuales (desde un criterio periodístico) en las mareas, el enfoque noticioso también comienza a incorporar un lenguaje de amenazas y riesgos, lo que se considera un avance en la complejidad de los discursos de la costa representados en los medios. Existe, además, una variación de la agenda noticiosa, ya que se levanta un enfoque a partir de la intervención de los y las científicas que promueven la discusión de proyectos de ley. La evidencia científica, en la vocería de la academia, interviene en la costa y en este caso la mediación de la costa se da a partir del discurso científico. Quienes desarrollan investigación logran ser voceros de sus propios estudios y su posición de experto les permite ser mediadores de su conocimiento.

En estos casos, como se puede observar, existe una continuidad en la elitización de la selección de fuentes, pues las comunidades locales se entienden que son actores en la discusión del riesgo, sin embargo no se sabe mayormente sobre sus preocupaciones ni sus apreciaciones de la costa, apareciendo de forma excepcional hablando de estos temas. Tampoco se sabe sobre su conocimiento, medidas de mitigación y/o adaptación, entre otros. De cierta manera, se podría plantear que el enfoque sobre las comunidades se parece al enfoque que recibe la costa, que siempre es mediado por la autoridad de otro, en este caso, la ciencia o la ley. El que las comunidades no tengan un rol mayor en la construcción noticiosa debe provocar alarma por varios motivos, entre estos porque el discurso mediático de la costa no logra abordar la complejidad de este espacio y no se llega a conocer las vivencias, experiencias ni conocimientos locales, que son opacadosen la construcción de opinión pública.

Un desafío importante para poder gestionar una discusión participativa de la costa debiese incorporar el relevar en el espacio público, por lo menos, a las comunidades que están directamente involucradas en el tema y que son más vulnerables a los riesgos que se presentan en los estudios publicados por la academia y abordados por la prensa. Dentro de esto, es importante destacar la heterogeneidad de las experiencias, ya sea por diversidad de género y racial, entre otras. Si la desigualdad ambiental, es un correlato de la desigualdad comunicacional, entonces al menos, el visibilizar la diversidad de actores que habitan y hacen uso de la costa, sería un primer paso hacia una gestión participativa del riesgo.

Por otra parte, desde una perspectiva de la agenda mediática, se construye una división de una posible mirada sistémica de la costa, pues las comunidades locales abordan conflictos socioambientales, mientras científicos e investigadores, abordan riesgos y amenazas, junto con plantear la necesidad de la adaptación. Esto, aunquefácil de ser invisibilizado en el análisis, es de gran relevancia para la gestión participativa del riesgo, pues nos muestra un quiebre mayor en la mirada del espacio mediático sobre cuáles son los temas que le corresponde a unos y otros, cada vez que se habla de costa. La costa parece ser un ente distinto si la describen comunidades locales o comunidades de científicos. Hay una desconexión, que marca los enfoques, que es necesario explorar en mayor profundidad para lograr entender cómo los medios, y las agendas mediáticas que construyen, impactan en el cotidiano de las personas y el devenir de la costa chilena.

Referencias Bibliográficas

ATTON, C. & WICKENDEN, E. Sourcing Routines and Representation in Alternative Journalism: a case study approach. Journalism Studies, 2005, Vol. 6, N°3, p. 347-359.

BAUMAN, Z. Miedo líquido. La sociedad contemporánea y sus temores. México: Paidós, 2013.

BECERRA, M. & MASTRINI, G. La concentración infocomunicacional en América Latina (2000-2015). Nuevos medios y tecnologías, menos actores. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes - Observacom. Hipertextos, 2017, Vol. 5, N°8, p. 111-116.

CAMPBELL, V. Framing Environmental Risks and Natural Disasters in Factual Entertainment Television. Environmental Communication, 2014, Vol. 8, N°1, p. 58-74.

CARMONA, J. & JAIMES, M. Desigualdad ambiental y desigualdad comunicacional. Las portadas de El Mercurio de Valparaíso sobre el derrame de petróleo en la bahía de Quintero, Cuadernos.info, 2015, Nº 36, p. 77.

CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA. El Antropoceno en Chile: evidencias y formas de avanzar. Santiago: (CR)2, 2019.

CORRALES, O. & SANDOVAL, J. Concentración del Mercado de los Medios Pluralismo y Libertad de Expresión. Santiago: Centro de Estudio de la Comunicación, Universidad de Chile, 2003.

DOTSON, D., JACOBSON, S., KAID, L.L. & CARLTON, J. S. Media Coverage of Climate Change in Chile: A Content Analysis of Conservative and Liberal Newspapers, Environmental Communication, 2012, Vol. 6, N°1, p. 64-81.

DOWNINIG, J. Radical Media: Rebellious Communications and social movements. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2001.

FAIRCLOUGH, N. Analysing discourse: Textual analysis for social research (First Ed.). Routledge, 2003.

GIBSON, T., CRAIG, R., HARPER, A. & ALPERT, J.Covering global warming in dubious times: Environmental reporters in the new media ecosystem. Journalism, 2015, p.1-18.

LAGOS, C. & RODRÍGUEZ, R. Cambios, transformaciones y continuidades de la estructura de medios: radio y televisión en Chile. Congreso Internacional VIII ULEPICC. Comunicación, políticas e industria. Procesos de digitalización y crisis, sus impactos en las políticas y la regulación, 2013.

LEÓN-DERMOTA, K. ...And well tied down, Chile's press under democracy. EE.UU: Praeger, 2003.

MASTRINI, G. N. & BECERRA, M. Estructura, concentración y transformaciones en los medios del Cono Sur latinoamericano.[Structure, concentration and transformations in the media of the Latin American South Cone]. Comunicar, 2011, Vol. 18, N°36, p. 51-59.

MENDIZÁBAL, I. Análisis del discurso en Latinoamérica: un estado de arte. Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación, 2018, Nº139, p. 15-66.

MILFONT, T. L. The interplay between knowledge, perceived efficacy, and concern about global warming and climate change: A one-year longitudinal study. Risk Analysis, 2012, N°32, p. 1003-1020.

MONCKEBERG, M. O. Los Magnates de la Prensa [The press Tycoons]. Random House Mondadori, 2011.

PALMA, K. & ALCAÍNO, C. Mining the Media: How Community Radio Breaks Through Extractivist Discourse Articulations in a Context of Disaster and Socio-environmental Conflicts, Environmental Communication, 2020, Vol. 14, N°6, p. 830-843.

PEPPINA, M. & KAIN, D. Sea-Level Rise RiskCommunication: Public Understanding, Risk Perception, and Attitudes about Information, Environmental Communication, 2015, Vol. 10, N°5, p. 612-633.

PUENTE, S., PELLEGRINI, S. &GRASSAU, D. How to Measure Professional journalistic Standards in Television News Coverage of Disasters? 27-F Earthquake in Chile. International Journal of Communication, 2013, N°7, p. 1896-1911.

ROSAS, M. E. & BARRIOS, A. Comunicación de riesgo, cambio climático y crisis ambientales, Chasqui, Revista Latinoamericana de Comunicación, 2017,N°136, p. 179-194.

SALINAS, C., STANGE, H., JARA, R. & DEL VALLE, C. Los desafíos de la integración y el pluralismo: La prensa nacional y regional en Chile. Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación, 2015, N°130, p. 313-328.

SHRESTHA, S., BURNINGHAM, K.& GRANT, C. Construction of climate change on the Radio and in Nepalese Lay focus groups. Environmental Communication, 2014, Vol. 8, N°2, p. 161-178.

UNESCO. El pluralismo informativo. Disponible en: http://portal.unesco.org/es/ev.php- url_id=33889&url_do=do_topic&url_section=201.html, 2006.

UNDRR. Comunicar e Informar en Tiempos de Riesgo Mundial. Pandemia por la Covid- 19. Disponible en: https://www.undrr.org/es/publication/comunicar-e-informar-en-tiempos-de-riesgo-mundial-pandemia-por-la-covid-19, 2020.

WODAK, R. & MEYER, M. Methods of Critical Discourse Analysis. London: Sage Publication, 2009.

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA
FACULTAD DE HISTORIA, GEOGRAFÍA
Y CIENCIA POLÍTICA

Este GEOlibro **HACIA UNA LEY DE COSTAS EN CHILE: BASES PARA UNA GESTION INTEGRADA DE AREAS COSTERAS** es un esfuerzo académico del Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, del Proyecto FONDECYT No 1200306; de la Cátedra UNESCO-Cousteau "Formación de especialistas en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable de la Zona Costera"; del Observatorio de la Costa; del Programa Austral Patagonia, Universidad Austral de Chile; del Centro de Investigación para la Gestión integrada del Riesgo de Desastres-CIGIDEN (ANID/ FONDAP/15110017) y del Instituto Milenio en Socioecología Costera (SECOS) ANID/Millennium Science Initiative Program–ICN2019_015.

Este nuevo volumen de la Serie GEOlibros compila, a través de su 28 capítulos, las bases técnico-científicas para el análisis y la comprensión del espacio marino-costero chileno, contribuyendo a la construcción de un nuevo marco normativo y gobernanza sobre la zona costera en Chile, considerando las necesidades de este desafiante siglo XXI, cuyo foco principal constituye la transformación sostenible, fundamentada en ciencia, la participación efectiva y el diálogo y colaboración entre sus distintos actores y ámbitos de preocupación.

Esperamos que este libro blanco de la Ley de Costas para Chile promueva espacios de diálogo, la reflexión y la acción coordinada, frente a problemas urgentes y desafíos ineludibles sobre la sostenibilidad de nuestros espacios marino-costeros, la justicia ambiental, la equidad y la reducción de la vulnerabilidad social, en un marco de adaptación al cambio climático y de un mayor y mejor desarrollo humano.

ISBN: 978-956-414-182-4

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Cátedra UNESCO-Cousteau / Chile
Formación en Especialistas en Ordenamiento y Desarrollo Sustentable de la Zona Costera
CIGIDEN
OBSERVATORIO DE LA COSTA
SECOS
INSTITUTO MILENIO EN SOCIO-ECOLOGÍA COSTERA
Programa Austral Patagonia
Universidad Austral de Chile