



UNIVERSIDAD DE CHILE

UNIVERSIDAD DE CHILE -FACULTAD DE CIENCIAS -ESCUELA DE PREGRADO

“Identificando oportunidades en el manejo del huiro negro (*Lessonia spicata* y *Lessonia berteriana*) para la adaptación al cambio climático de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) en localidades costeras del norte de Chile”

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga Ambiental.

Rocío de los Ángeles Ramírez Fernández

Directora del Seminario de Título: Dra. Milen Duarte.

Co-directora de tesis: Dra. Alejandra González.

Abril 2023

Santiago - Chile



UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por la **Srta. Rocío de los Ángeles Ramírez Fernández**.

“Identificando oportunidades en el manejo de huiro negro (*Lessonia berteroa*/*Lessonia spicata*) para la adaptación al cambio climático de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos en localidades costeras del Norte de Chile”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga con mención en medio ambiente.

Directora Seminario de Título:

Dra. Milen Duarte.

Co-directora Seminario de Título

Dra. Alejandra González

Comisión Revisora y Evaluadora

Presidente Comisión: Dr. David Véliz.

Evaluador: Dra. Caren Vega.

Santiago de Chile, enero de 2023.

"Pero uno bien puede preguntarse: ¿no habremos sido capaces de sobrevivir, cuando sobrevivir era imposible, porque supimos defendernos juntos y compartir la comida? Esta humanidad de ahora, esta civilización del sálvese quien pueda y cada cual a lo suyo, ¿habría durado algo más que un ratito en el mundo?"

“¿Cómo pudimos?” - Eduardo Galeano

Biografía



Mi nombre es Rocío de los Ángeles Ramírez Fernández, nací un 18 de enero de 1994 en la lejana ciudad de Iquique. Toda mi vida tuve una relación estrecha con el mar, en donde durante largas semanas en vacaciones de verano me sumergí en la costa pacífica y me deslumbraba por los diferentes animales y algas que podía encontrar. Estudié en el Liceo Academia Iquique, en donde me motivaron, junto a mis hermanas mayores, a seguir estudiando fuera de la región para alcanzar nuevos desafíos. No fue hasta tres años después de ingresar a la educación superior, en donde me conecté nuevamente con la curiosidad que me despertaba el mar y la naturaleza, y al mismo tiempo crecía mi preocupación por la crisis climática y la vulnerabilidad de las comunidades. Es por esto que opté cambiar de carrera a Biología ambiental, en donde adquirí conocimientos que me ayudaron a comprender que para lograr la conservación del medio ambiente se requiere trabajar por el bienestar de las personas que lo habitan. Me siento agradecida de culminar mi proceso educativo en el mar, en el mismo lugar en donde empezó mi admiración al mundo natural, junto a comunidades que luchan día a día por sobrevivir y conservar el lugar que los vio crecer.

Agradecimientos

Primero que todo agradezco a mis hermanas Valerie y Lía, quienes son mis modelos a seguir, mujeres científicas poderosas y resilientes, gracias por guiarme en el pedregoso camino de la investigación y el trabajo duro.

A mi familia, mi Tía Nelly, Tía Nidia, a mi abuela Dominga y a mi madre Julieta, gracias por construir hogar entre mujeres y enseñarme que nosotras nunca nos rendimos, aunque el mundo intente doblegarnos.

A mis amigas de la vida: Nicole, Fernanda y Constanza, siempre agradecida de su refugio y contención en cada momento que lo necesitaba. Por las risas, los llantos y los retos que me permitieron llegar hasta aquí.

Agradezco a Ricardo, mi compañero de vida, por siempre estar y ser calma en la tormenta, gracias por tanta comprensión y amor compartido.

Agradezco al carnaval, la música y la danza, que me salvaron de caer en la desesperación y me permitieron siempre conectar con mi centro.

A mis compañeras y compañeros de Facultad, especialmente a la Anita, gracias por permitirnos soñar y reír, gritar y sentirlo todo, por todo el aprendizaje compartido, porque esto siempre se consigue con esfuerzo colectivo.

Agradezco a mi profesora guía Milen Duarte, por siempre compartir su conocimiento y confiar en mis capacidades, sobre todo en los momentos en donde las cosas se ponían cuesta arriba. A mi co-tutora Alejandra González, por sus enseñanzas de la rigurosidad de las ciencias y su compromiso con sus estudiantes.

Agradezco al proyecto Packard Grant (V3-251121) y FONDEF IDEA (ID20I10167) “Valoración del Alga Chilena (*Lessonia spp.*) para el secuestro de carbono en planes de adaptación al cambio climático y nuevas estrategias de gestión sostenible para los derechos de uso territorial en pesca (AMERB)” financiado por la Fundación The David & Lucile Packard Foundation, que me permitió contar con financiamiento para desarrollar este seminario y conectarme con grandes investigadoras e investigadores que me entregaron inestimable conocimiento.

Y, por último, pero no menos importante, a todas y todos los pescadores que tuve el placer de conocer en el norte grande de este país, ustedes son los verdaderos y verdaderas maestras del mar aunque los niegue la historia oficial, gracias por los saberes compartidos y la constante hospitalidad, sin ustedes esto no hubiera sido posible

Índice de contenidos

Índice de tablas	9
Índice de figuras	10
Índice de abreviaturas	11
Glosario	12
Resumen	13
Abstract	14
1. Introducción	19
1.1. Objetivo general	28
1.2. Objetivo específico	28
2. Materiales y métodos	29
2.1. Área de estudio	29
2.2. Organismo de estudio	31
2.3. Metodología	31
2.3.1. Selección de indicadores globales para la evaluación del manejo local de <i>Lessonia spp.</i> frente al cambio climático.	34
2.3.2. Caracterización de los sistemas socio-ecológicos de tres AMERB, así como sus prácticas de manejo local asociadas al recurso huiro negro, a través del análisis de contenido de entrevistas	36
2.3.3. Evaluación del manejo local de las AMERB para la adaptación al cambio climático	40
3. Resultados	43

3.1.	Selección de indicadores globales para la evaluación del manejo local de <i>Lessonia spp.</i> frente al cambio climático.	43
3.2.	Caracterización de los SES y del manejo local de las AMERB	46
3.3.	Evaluación del manejo local del huiro negro y comparación entre AMERB	53
4.	Discusión y proyecciones	58
5.	Conclusiones	66
6.	Bibliografía	67
7.	Anexo	77
7.1.	Anexo I	77
7.2.	Anexo II	78
7.3.	Anexo III	78
7.4.	Anexo IV	79
7.5.	Anexo V	83
7.6.	Anexo VI	84
7.7.	Anexo VII	95
7.8.	Anexo VIII	100

Índice de tablas

Tabla I.- Matriz del análisis de frecuencia para la selección de indicadores de manejo de algas pardas para la adaptación al cambio climático. Aquellos indicadores en gris son los seleccionados al obtener una frecuencia entre 3-4	45
Tabla II.- Sistema de categorías del manejo local del huiro negro de las áreas de estudio ...	48
Tabla III.- Oportunidades del manejo local del recurso huiro negro para la adaptación frente al cambio climático de cada AMERB.	55
Tabla IV.- Resultados obtenidos del análisis multicriterio. Los valores finales indican que Punta de Talca es la organización con más oportunidades en su manejo local.	56

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de Áreas de Manejo para la Explotación de Recursos Bentónicos participantes en el proyecto de investigación	30
Figura 2.- Vista de campo de praderas de <i>L. berteroana</i> (a) y <i>L. spicata</i> (c), las escalas son de 1 m en (a y c) y de 10 cm (b y d)	32
Figura 3.- Esquema metodológico resumido. En (5) la asignación de puntajes a cada indicador cambia según el sistema de categorías y frecuencia de códigos	33
Figura 4. Diagrama que indica la estructura social de la comercialización de las algas, en donde los y las algueras se encuentran en la base del proceso productivo	46
Figura 5. Diagrama de Sankey del sindicato de pescadores Punta Frodden. Los números indican la frecuencia de cada categoría	49
Figura 6. Diagramas de Sankey del sindicato de pescadores Punta de Talca. Los números indican la frecuencia de cada categoría	49
Figura 7. Diagrama de Sankey del sindicato de pescadores Totoralillo Norte. Los números indican la frecuencia de cada categoría	51
Figura 8. Diagrama de Sankey de co-ocurrencias de los códigos agrupado en las categorías “Conflictos” y “Comercialización del alga”	51
Figura 9. Diagrama de Sankey de co-ocurrencias de los códigos agrupado en las categorías “Planes de manejo” (naranja) y “Conflictos” (morado)	52
Figura 10. Gráficos radar donde se muestran los puntajes obtenidos para cada indicador por AMERB. (a) Totoralillo norte, (b) Punta de Talca, (c) Punta Frodden, (d) Comparación entre áreas de manejo	54

Índice de abreviaturas

AMERB: Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos.

CC: Cambio climático

CDE: Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica.

CMA: Co-Manejo Adaptativo.

ESBA: Estudio Situación Base del Área

MBE: Manejo basado en Ecosistemas

EBM: Ecosystem-based management

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

PMEA: Plan de Manejo y Explotación del Área

RPA: Resolución de Calificación Ambiental

SE: Servicio Ecosistémico.

SERNAPESCA: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

SES's: Sistemas Socioecológicos.

SUBPESCA: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Glosario

- **Barroteo:** Técnica de extracción de organismos de *Lessonia* directo desde la roca, con una barra larga metálica.
- **Braveza:** Altos niveles del mar y con fuerza.
- **Caletón:** Lugares escondidos, similares a barrancos, de difícil acceso.
- **Varadero:** Zonas en la orilla de playa donde arriban los individuos de *Lessonia sp.* arrancados naturalmente.
- **Balsa de barroteo:** Balsa artesanal construida de materiales reciclables para sostener a las matas de huiro negro arrancados.

Resumen

A lo largo de Chile, los ambientes costeros se encuentran dominados por bosques de macroalgas pardas. Algunas de las especies más abundantes que constituyen estos bosques son reconocidas vernacularmente como huiro negro (*Lessonia spicata* y *Lessonia berteroana*). Estas generan numerosos servicios ecosistémicos y son además comercializadas como materia prima para la industria alimentaria, farmacéutica y cosmetológica. La extracción de macroalgas pardas es un oficio común en las comunidades costeras del norte de Chile y se ha convertido en uno de los mercados con mayor retorno económico en el país. Su explotación se encuentra parcialmente regulada bajo el sistema de administración Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), basado en la sesión de derechos de uso territorial a organizaciones de pescadores artesanales, los cuales ejercen un co-manejo de una zona cisterna delimitada junto a las instituciones involucradas en la gobernanza ambiental, con el objetivo de asegurar la sustentabilidad de los recursos bentónicos explotables. A pesar de esto, los bosques naturales de huiro negro se encuentran en declive por la fuerte presión de extracción y además por su vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático. Lamentablemente, el manejo de las AMERB aún no considera el cambio climático dentro de sus objetivos, lo cual es clave para disminuir la vulnerabilidad de los ecosistemas marinos y asegurar la sustentabilidad de las especies. En diferentes partes del mundo se ha implementado el Manejo Basado en Ecosistemas (MBE) para abordar la dimensión del cambio climático dentro de la gobernanza ambiental en sistemas costeros. Este marco de trabajo se basa en reconocer las funciones ecológicas, económicas y culturales de los ecosistemas productivos como los son los bosques de *Lessonia*

spp; además de considerar las variaciones ambientales como el cambio climático. Por otra parte, reconoce que es necesario identificar los conocimientos locales de las comunidades humanas, ya que las prácticas de manejo se generan a partir de la observación constante del medio y han sido adaptadas durante generaciones frente a las fluctuaciones ambientales y sociales, las que pueden seguir siendo beneficiosas, pero ahora para la adaptación al cambio climático. El objetivo de esta investigación es identificar las oportunidades del manejo local del huiro negro (*Lessonia berteroa*/*Lessonia spicata*) para la adaptación al cambio climático de las AMERB del norte de Chile. Para alcanzar este objetivo primero se caracterizaron las diferentes AMERB a partir de encuestas, *focus group* y revisión bibliográfica especializada, obteniendo información sobre sus dimensiones ecológicas, sociales y económicas. Se seleccionaron criterios globales utilizados en el MBE, y con ellos se construyeron indicadores para evaluar el manejo local del huiro negro de cada AMERB. La información levantada se analizó utilizando la codificación de entrevistas y el análisis multicriterio, y finalmente se establecieron las oportunidades del manejo local de cada AMERB. Los resultados sugieren que el monitoreo, el manejo a múltiples escalas institucionales, la participación ciudadana y el co-manejo que se lleva a cabo actualmente en el manejo local del huiro negro son los aspectos con mayores oportunidades para la adaptación al cambio climático. Sin embargo, existen desafíos relevantes que dificultan el establecimiento de planes de manejo con enfoque en la adaptación al cambio climático, como los problemas por el uso del espacio y acceso a las AMERB y, por sobre todo, la extracción ilegal de macroalgas pardas fuera y dentro de las AMERB. Por otra parte, del análisis de las entrevistas se desprende que el manejo local se basa principalmente en los conocimientos locales, por ejemplo, la regulación en la extracción según la estación del año y diferentes técnicas de organización del

trabajo y extracción que permiten realizar el oficio de forma segura y productiva. Finalmente, se recomienda trabajar en instrumentos de regulación y gestión que apunten a cumplir con los criterios globales para la adaptación al cambio climático, así como potenciar las oportunidades que ya existen en las prácticas de manejo de los pescadores.

Palabras claves: Lessonia, Huiro negro, Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, Manejo Basado en Ecosistemas, conocimiento local, adaptación al cambio climático.

Abstract

Throughout all of Chile, coastal environments are dominated by forests of brown macroalgae, some of the most abundant species that make up these forests are vernacularly recognized as black seaweed (*Lessonia spicata/Lessonia berteroana*). These species generate numerous ecosystem services and are also marketed as raw material for the food, pharmaceutical and cosmetology industries. The extraction of black seaweed is a common trade in the coastal communities of the northern part of the country and has become one of the markets with the highest economic returns in the country. Its exploitation has been regulated by the Chilean State since 2004, under the Benthic Resources Management and Exploitation Areas (TURF) administration system, based on granting territorial use rights to artisanal fishermen's organizations, called Sindicatos, which co-manage a delimited tank zone together with the institutions involved in environmental governance, with the objective of ensuring the sustainability of exploitable benthic resources. In spite of this, the natural forests of black seaweed are in decline due to strong extraction pressure and also because of their vulnerability to climate change impacts. Unfortunately, the management of AMERB's does not yet consider climate change among its objectives, which is key to reducing the vulnerability of marine ecosystems and ensuring the sustainability of the species. Ecosystem-based management (EBM) has been implemented in different parts of the world to address the climate change dimension within environmental governance in coastal systems. This framework is based on recognizing the ecological, economic and cultural functions of productive ecosystems such as *Lessonia* spp. forests, as well as considering environmental fluctuations such as climate change. On the other hand, it indicates that it is necessary to identify the local knowledge of human communities,

considering that they are management practices derived from constant observation of the environment and have been adapted over generations to environmental and social fluctuations, which can contribute to climate change adaptation. The objective of this research is to identify the opportunities of local management of the black seaweed (*Lessonia berteroana/Lessonia spicata*) for climate change adaptation in the AMERB's of northern part of Chile. To achieve this goal, the different AMERB's were first characterized based on surveys and specialized literature review, obtaining information on their ecological, social and economic dimensions. Then, global indicators were selected that have been used in the EBM framework, which allowed the assessment of the local management of the Black seaweed in each AMERB. Prior to the evaluation, three focus groups were conducted to record and describe the local management practices carried out by artisanal fishermen and women dedicated to the extraction of *Lessonia* spp. All the information collected was analyzed using social data analysis tools, and finally the opportunities for local management of each AMERB were established. The results suggest that monitoring, management at multiple institutional scales, citizen participation and co-management currently being carried out in the local management of the black snake are the aspects with the greatest opportunities for adaptation to climate change, which are addressed within the official management plans. In addition, the Unions have very similar black seaweed management practices. However, there are relevant challenges that hinder the establishment of management plans focused on climate change adaptation, such as problems related to the space and access to the AMERBs and, above all, the illegal extraction of brown macroalgae. The interviews analysis showed that local management is based mainly on local knowledge, such as seasonal harvesting regulations and different techniques for work organization and extraction

that allow safe and productive harvesting. It is recommended that these management practices based on local knowledge be used and recorded in the AMERB management plans, in addition to strengthening and monitoring the aspects identified as opportunities.

Key words: Lessonia, Black seaweed, Territorial Use Rights for Fisheries (TURF), Ecosystem Based Management, local knowledge, adaptation to climate change.

1. Introducción

Las macroalgas pardas pertenecientes al orden Laminariales -reconocidas internacionalmente como Kelp-, se encuentran presentes en al menos un cuarto de las zonas costeras alrededor del mundo, tanto en lugares templados como subpolares, y en ambos hemisferios (Hamilton et al., 2022; Smale et al., 2019). Las macroalgas pardas forman verdaderos bosques y son considerados como uno de los ecosistemas más productivos y diversos en el mundo, ya que estos bosques tienen altas tasas de producción primaria y albergan una gran cantidad de organismos intermareales, entregándoles protección y alimento (Hamilton et al., 2022; Smale, 2020; Wernberg et al., 2018; Teagle et al., 2017). Estos ecosistemas no sólo son reconocidos por cumplir un rol fundamental dentro de los sistemas ecológicos costeros, sino que también por sus implicancias económicas, ya que son extraídas por pescadores y recolectores artesanales para su exportación, principalmente por sus ácidos algínicos apreciados en la industria alimentaria, textil, cosmética y farmacéutica (Smale, 2020; Vásquez et al., 2014).

En las costas del territorio chileno se encuentran vastas praderas y bosques de macroalgas pardas, siendo algunas de importancia económica y cultural para el país (Comité Científico COP25 Chile, 2019; S. Gelcich et al., 2017; IFOP, 2009). Las especies más dominantes en Chile pertenecen al género *Lessonia* y agrupan a 11 especies diferentes. Tres de ellas poseen mayor importancia para la pesquería artesanal: *Lessonia trabeculata*, *Lessonia berteroa* y *Lessonia spicata* (Tellier et al., 2011, IFOP, 2009, Rosenfeld et al., 2019). La especie *Lessonia trabeculata* Villouta y Santelices, conocida comúnmente bajo el nombre de “Huiro palo”, se distribuye en zonas submareales, entre Perú (17° S) y Puerto Montt (41°S)

(Villouta & Santelices, 1986). Mientras que *Lessonia berteroa* Montagne y *Lessonia spicata* (Suhr) Santelices, habitan la zona rocosa intermareal (IFOP, 2009), sin embargo, difieren en su distribución geográfica: mientras *L. berteroa* se extiende desde Perú (17°S) hasta Chile central (30°S), *L. spicata* se encuentra desde Chile central (29°S) llegando a los Canales Magallánicos Subantárticos (48°S) (Tellier et al., 2009; Tellier et al., 2011; González et al., 2012; Rosenfeld et al., 2019). Cabe mencionar que ambas especies anteriormente correspondían a una sola especie llamada *Lessonia nigrescens* Bory (Tellier et al., 2011), la que fue separada en dichas especies ya que, a pesar de ser especies morfológicamente indistinguibles, difieren en su filogenia, se encuentran aisladas reproductivamente y presentan disparidad en sus características ecológicas y fisiológicas (Tellier et al., 2009; Tellier et al., 2011; González et al., 2012).

En el norte de Chile, se han asentado y desarrollado cuantiosas comunidades humanas que mantienen una fuerte dependencia económica, social y cultural con los océanos, en donde la pesca y recolección artesanal de distintas especies marinas son reconocidos como oficios familiares que se traspasan de generación en generación, originando un alto sentido de pertenencia, e incluso de arraigo cultural desde la identidad de los pueblos changos (Comité Científico COP25 Chile, 2019; Márquez & Vásquez, 2020). En sus inicios, la actividad artesanal de recolección de huiros era principalmente para mantener las economías familiares y no era una actividad masiva sino hasta cerca del año 2000, en donde diversas empresas asiáticas irrumpieron en las caletas (puertos pesqueros), ofreciendo altas sumas de dinero por la compra del huiro negro, el que hasta entonces se mantenía con un valor marginal (Márquez & Vásquez, 2020; OCEANA, 2021). A partir de ese momento, el número de recolectores de huiro incrementó notablemente al igual que su extracción, llegando actualmente a extraer 400.000

toneladas anuales de macroalgas pardas, con un retorno al país entre los 100 y 250 millones de dólares anuales, posicionando a la recolección de estos recursos como uno de los rubros más importante en el norte de Chile (Márquez & Vásquez, 2020; Ministerio del Medio Ambiente, 2019; OCEANA, 2021).

Antes de 1990, no existían mayores regulaciones sobre la extracción de recursos bentónicos en Chile lo cual derivó en un colapso en las pesquerías de algunos recursos de importancia económica, principalmente del gasterópodo *Concholepas concholepas* (nombre común: Loco), que fue una de las especies con mayor presión de extracción debido a su alto valor en el mercado asiático (Castillas et al., 2007; Gelcich et al., 2018). Este fenómeno, junto a distintos procesos sociales, motivaron a una transformación en la gobernanza ambiental de esa época, generando nuevas formas de administración y regulación sobre la extracción de recursos bentónicos que perduran hasta el día de hoy (Thorpe et al., 1999; Gelcich et al., 2008; Cieplan, 2019). La gobernanza ambiental se entiende como las estrategias y acciones para la gestión y manejo efectivo de los territorios y sus recursos naturales, llevada a cabo de forma multisectorial, multiescalar y multiactor, es decir, que involucre a la sociedad civil, las instituciones estatales y los sectores públicos/privados relevantes (Valverde, 2016; Cieplan, 2019). Actualmente, la gestión ambiental de la pesca artesanal de recursos bentónicos en Chile se realiza bajo distintos tipos de administración: (1) la extensa red de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y (2) las Áreas de Libre Acceso (ALA) (Hamilton et al., 2020; Decreto n°355 y 45, última versión 2010).

El régimen AMERB se basa en la sesión de derechos de usos territoriales a las organizaciones que ejercen el oficio de la pesca artesanal, bajo principios de propiedad común y co-manejo, entendiendo que el acceso seguro y la división del control sobre los recursos pueden crear incentivos para generar acuerdos entre los distintos actores asociados al sector de la pesca artesanal, con la participación y decisión de todos los involucrados (Castilla, 2010; S. Gelcich et al., 2017; Mesa de Algas Pardas, 2012; Valverde; 2016). Bajo la política de co-manejo, la institución estatal especializada en otorgar estos derechos de uso territorial es la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) (Decreto n°355 y 45, última versión 2010). Las macroalgas pardas no fueron consideradas como recurso dentro del régimen AMERB hasta el 2004, en donde el aumento global de la demanda por alginato provocó una intensa y activa explotación de los bosques de kelp, cambiando las formas de extracción: de recolección de orilla de individuos a la extracción directa desde la roca irrumpiendo los procesos naturales y sobrepasando la tasa de renovación natural en distintos puntos geográficos del norte de Chile, poniendo en riesgo la sustentabilidad de este recurso en la zona (Tellier et al., 2011; Vásquez et al. 2012; Westermeier et al. 2017; Campos et al., 2021).

La percepción de los y las pescadoras, al igual que las y los presidentes de los sindicatos de Pescadores y Recolectores, indican que la implementación del régimen AMERB ha sido un agente de cambio positivo para la pesca artesanal, ya que se han cumplido la gran mayoría de los objetivos de manejo, recuperando y conservando especies claves para la economía de los habitantes, y han mejorado el funcionamiento de las organizaciones de pescadores en cuanto al comportamiento individual, el empoderamiento territorial, la consolidación de las organizaciones y el acceso a recursos para el desarrollo de proyectos locales, indicando que los beneficios

obtenidos son multidimensionales (Gelcich et al., 2009; Schumann, 2007; Mesa de Algas Pardas, 2012). Sin embargo, este régimen y los planes de regulación ponen el foco en la conservación de los recursos específicos, lo cual para las macroalgas pardas ha sido poco exitoso debido a la intensidad de las cosechas comerciales (SERNAPESCA, 2020).

Frente a este escenario, cambiar o adaptar las estrategias de manejo de las macroalgas pardas se ha tornado urgente. Según Gelcich et al. (2017) el 63% de las y los pescadores asociados a alguna AMERB consideran necesario potenciar el repoblamiento de especies debido a la disminución en los stocks, además de agregar valor a los recursos pesqueros, como “etiquetados sustentables” y “bonos de carbono”. Consecuentemente, un incentivo monetario fue establecido por ley (N°20925, 2022) promoviendo el repoblamiento y cultivo para reducir los riesgos de colapso en las pesquerías artesanales, lo que ha fomentado los repoblamientos de macroalgas pardas a partir de cultivos de plántulas de distintas especies de *Lessonia* (SUBPESCA, 2013). A pesar de estos esfuerzos, un manejo deficiente y los impactos del cambio climático ponen en riesgo la sobrevivencia de los repoblamientos de kelps y los stocks naturales de macroalgas pardas, lo cual no ha sido considerado dentro de la gobernanza ambiental del país a nivel global, ni tampoco en los planes de manejo a nivel local (Gelcich et al., 2017).

Algunos de los efectos del Cambio Climático (CC) reportados a la fecha son: el aumento en la intensidad de las marejadas y la temperatura del océano, el incremento del nivel del mar, la acidificación de las aguas, la pérdida de oxígeno, masivas mortandades biológicas, aumento en la contaminación de los sistemas marinos, la eutrofización y la proliferación de algas tóxicas,

entre otros, los cuales se espera se verán incrementados en los próximos años (Comité Científico COP25 Chile, 2019; FAO, 2012). Para los ecosistemas de macroalgas pardas esto puede significar graves consecuencias, ya que, son particularmente susceptibles tanto a las variaciones de temperatura (aumento gradual crónico como a los eventos extremos) como también a la contaminación, provocando cambios en su distribución y supervivencia y afectando al desarrollo morfológico de los organismos (Smale et al., 2019; González et al., 2018; Oyarzo-Miranda et al., 2020). Frente a esto, se ha vuelto imperante encontrar soluciones que permitan enfrentar sus efectos, reducir sus impactos, disminuir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad adaptativa de las comunidades costeras, transformándolos en sistemas ambientales más resilientes (Comité Científico COP25 Chile, 2019; FAO, 2012).

En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en conjunto con la SUBPESCA, han desarrollado el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Pesca y Acuicultura, instrumento que tiene por objetivo “hacer frente al CC para minimizar sus impactos negativos y al mismo tiempo, aportar a la reducción de gases de efecto invernadero” (MMA, 2022). En dicho Plan, se consideran tanto las recomendaciones de la OCDE en la materia, como los objetivos estratégicos de la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB), traduciéndose en una serie de medidas que tienen por objetivo aumentar la resiliencia de los ecosistemas como una forma de mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático, es decir apuntando a aumentar la capacidad del ecosistema de absorber los impactos sin cambiar a un estado alternativo que genere pérdidas en sus funciones y servicios (MMA, 2022; Côté & Darling, 2010). Además, la Mesa de Biodiversidad de la 25° Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP25) de 2019, que fue presidida por Chile, indicó

una serie de recomendaciones para potenciar la adaptación de los ecosistemas marinos y terrestres frente al cambio climático (Marquet P.A et al., 2019). A pesar de estos esfuerzos, los Planes nacionales están contruidos a partir de lo que indican los modelos climáticos, como por ejemplo los reportes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), por lo que se entregan directrices y recomendaciones generales a escala nacional para afrontar estos cambios, sin embargo no se consideran los impactos sobre los ecosistemas locales ni se proponen formas concretas de operacionalizar, implementar ni adaptar el manejo y la gestión ambiental de cada zona hacia un enfoque de adaptación al cambio climático (Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Pesca y Acuicultura, 2015; Marquet et al., 2019).

Las zonas costeras bajo régimen AMERB son consideradas como sistemas socioecológicos (SES's), en donde los componentes sociales, económicos, ecológicos, culturales y políticos están íntimamente ligados (Ostrom, 2009). La gobernanza ambiental necesaria para gestionar los SES's debe considerar las acciones que llevan a cabo las personas y las fuerzas motivadoras que influyen en las actividades que realizan, ya que son estas las que impactan sobre los ecosistemas y su capacidad de proveer recursos y servicios (Petrosillo et al., 2015). Durante la última década, a nivel mundial han emergido distintos enfoques para el manejo de los SES's ligados a ecosistemas marinos, siendo uno de los más utilizados el llamado Manejo Basado en Ecosistemas (MBE) o más conocido en inglés como Ecosystem-Based Management (EBM) (Springer et al., 2010; Leslie & McLeod 2007, Levin & Lubchenco 2008, McLeod & Leslie 2009). Este marco de trabajo se basa en reconocer por una parte que las especies explotadas cumplen múltiples funciones ecológicas y proveen a las comunidades humanas de diversos Servicios Ecosistémicos (SE), y por otra parte reconoce que las diferentes actividades

humanas, como la pesquería artesanal, junto al cambio climático puede afectar la sustentabilidad de los recursos marinos y los ecosistemas que los proveen, por lo que el entendimiento de estas dimensiones son primordiales para establecer planes de manejo efectivos a nivel local (Leslie & McLeod 2007, Levin & Lubchenco 2008, McLeod & Leslie 2009).

A pesar de que no exista una descripción única del MBE, este marco de trabajo debe cumplir con ciertos principios: la planificación a nivel de ecosistemas, la zonificación, la restauración de hábitats, la gestión conjunta a distintas escalas institucionales y comunitarias, la gestión adaptativa y el monitoreo a largo plazo (Arkema et al., 2006). La metodología para implementar un MBE requiere del uso de indicadores que permitan evaluar el progreso de los objetivos ecológicos, socio-culturales y económicos, ya que proveen a los actores involucrados en la gobernanza ambiental información necesaria para evaluar las estrategias de manejo que se deben adquirir para la sustentabilidad de los recursos y la adaptación al cambio climático (Levin & Möllmann, 2015). Debido a la importancia de los indicadores para establecer una gestión adaptativa frente al cambio climático de los ecosistemas, el año 2012 el CDB solicitó a los países partícipes que establecieran un Sistema de Evaluación de la Efectividad del Manejo para sus Sistemas de Áreas Protegidas, con el propósito de medir el esfuerzo para el cumplimiento de los objetivos para los que fueron creadas (Montaño et al., 2006). En el caso de las AMERB, no se han planteado indicadores específicos para medir el desempeño de otros aspectos que no sea la dimensión productiva, impidiendo establecer si los objetivos de conservación de los ecosistemas se han cumplido con éxito (SERNAPESCA, 2020).

Por otra parte, la importancia de caracterizar las prácticas de manejo tradicionales radica en que estos son sistemas complejos de gestión del territorio, ejecutados por las mismas personas que habitan en él y creados a partir de la observación, implementación y modificación constante de estas prácticas según las condiciones del medio ambiente, además de ser traspasadas de generación en generación (Lavorel et al., 2020). Estas prácticas podrían potenciar la sustentabilidad de los recursos y la adaptación al cambio climático de los SES's, como las AMERB (Lavorel et al., 2020).

Entonces, el objetivo de este estudio es identificar las oportunidades dentro del manejo local que fomenten la adaptación al cambio climático respecto al huiro negro (*Lessonia berteriana/Lessonia spicata*), utilizando para ello los casos de las AMERB de la Región de Atacama y Región de Coquimbo. Para ello, se caracterizarán a nivel social, ecológico y económico 3 áreas de manejo (Punta de Talca, Punta Frodden y Totoralillo norte) localizadas geográfica y administrativamente en regiones distintas, se seleccionarán los indicadores globales para evaluar las prácticas del manejo local, se caracterizarán las prácticas de manejo local respecto recurso huiro negro que se desarrollan actualmente en las tres AMERB, se evaluarán estas acciones de manejo local para determinar las oportunidades en términos de adaptación al cambio climático y se compararán las acciones de manejo de cada AMERB mediante un análisis multicriterio.

1.1. **Objetivo general**

- Uso de indicadores globales para identificar oportunidades en el manejo local del recurso huairo negro (*Lessonia berteriana/Lessonia spicata*) que fomenten la adaptación al cambio climático en los sistemas socioecológicos de las AMERB de la Región de Atacama y Región de Coquimbo.

1.2. **Objetivos específicos**

1. Seleccionar indicadores globales y locales que permitan evaluar el manejo local del recurso *Lessonia berteriana/Lessonia spicata* a partir de la literatura científica internacional y planes nacionales propuestos para Chile.
2. Caracterizar los sistemas socio-ecológicos de tres AMERB, así como sus prácticas de manejo local asociadas al recurso huairo negro, a través del análisis de contenido de entrevistas.
3. Evaluar las acciones de manejo local para determinar oportunidades en términos de adaptación al cambio climático a partir de la valorización de los indicadores globales seleccionados y compararlas a través de un análisis multicriterio.

2. Materiales y métodos

2.1. Áreas de estudio

El trabajo se llevó a cabo en tres caletas pesqueras del norte de Chile: (1) Punta Frödden (26°56'S, 70°47'O) con administración en la Región de Atacama, (2) Totoralillo Norte (29°29'S, 71°19'O) perteneciente a la Región de Coquimbo y (3) Punta de Talca (30°55'S, 71°41'O) que su administración también está dentro de la Región de Coquimbo (Figura 1). Inicialmente el Sindicato de la caleta Chigualoco, perteneciente a la Región de Coquimbo, estaba incluido dentro del estudio, sin embargo, no pudo participar por problemas ajenos al estudio.

Las tres localidades están bajo la administración AMERB, es decir, que estas zonas son administradas por Sindicatos de Pescadores Artesanales y que cumplen con un plan de manejo de los recursos bentónicos. La aprobación de los PMEAs de cada AMERB es tarea de SUBPESCA y la fiscalización del cumplimiento de la normativa, la de SERNAPESCA.

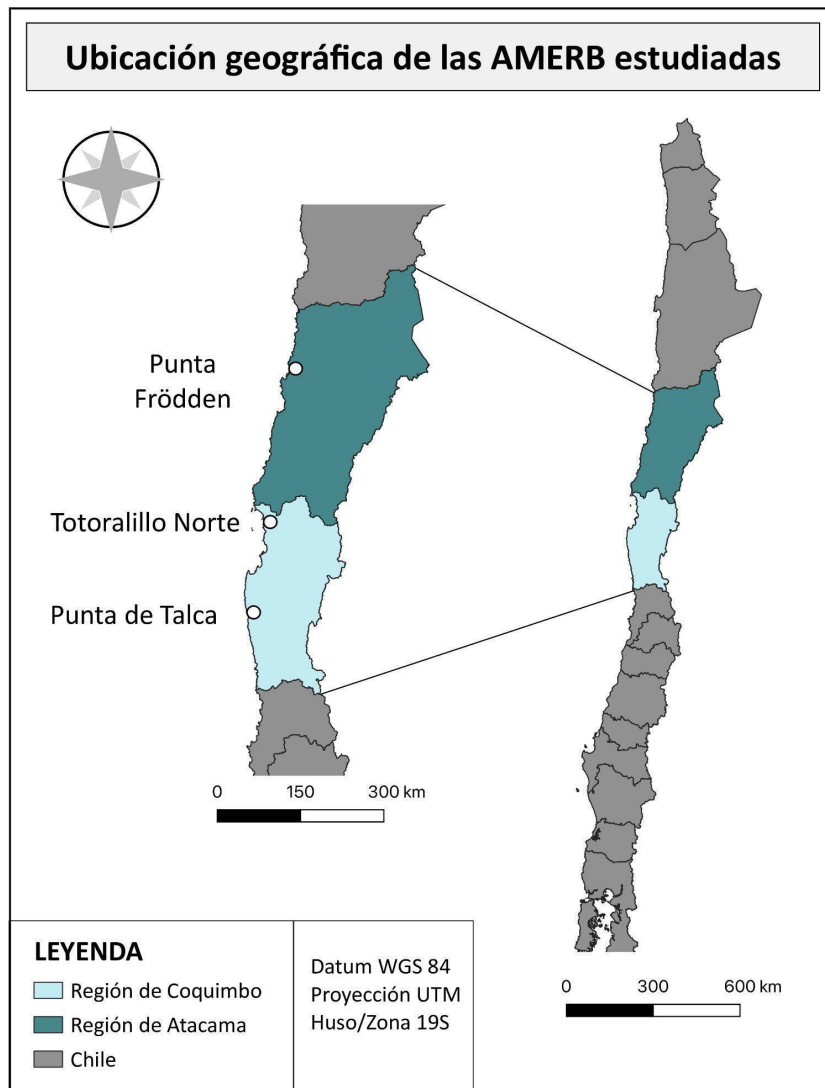


Figura 1.- Ubicación geográfica de las Áreas de Manejo para la Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) evaluadas en este trabajo. Fuente: elaboración propia.

2.2. Organismo y recurso en estudio

El organismo en estudio corresponde a las especies *Lessonia berteroana* Montagne y *Lessonia spicata* (Suhr) Santelices, las cuales son dos especies endémicas simpátricas que dominan el mismo hábitat, pero difieren en los límites de su distribución y sus características fisiológicas (Tellier et al., 2011) (Figura 2). El hábitat común de ambas especies corresponde a la zona rocosa intermareal (IFOP, 2009).

La especie *L. berteroana* se encuentra catalogada como recurso principal dentro de los planes de manejo en las AMERB Punta Frödden y Totoralillo Norte, mientras que en la AMERB Punta de Talca el recurso principal es *L. spicata*. La extracción de estas especies se realiza a través de dos métodos: (1) la recolección de orilla, en donde se recogen de individuos que llegan a la orilla luego de ser removidos naturalmente del sustrato rocoso y (2) el “barroteo”, que es la extracción directa desde la roca con instrumentos especializados.

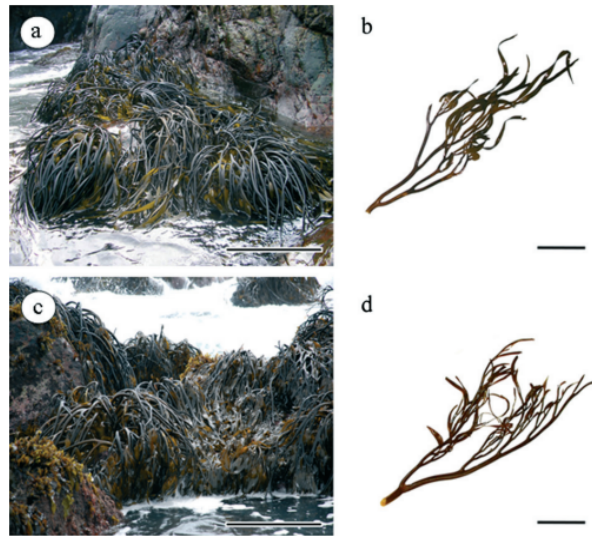


Figura 2.- Hábitat y hábito de las macroalgas intermareales de Chile central: a y b corresponden a *L. berteriana*, c y d corresponde a *L. spicata*. Las escalas corresponden a 1 m en (a y c) y de 10 cm (b y d). Modificado de González et al; (2012).

2.3. Metodología

Para poder cumplir con el objetivo general de investigación, se utilizó una metodología cualitativa y secuencial (Ariza-Montobbio & Cuvi, 2020; Munda, 2008). Esto significa que se llevó a cabo en distintas fases que responden a cada objetivo específico, utilizando herramientas de obtención y análisis de datos sociales (Figura 3)



Figura 3.- Esquema metodológico resumido.

2.3.1. Selección de indicadores globales para la evaluación del manejo local de *Lessonia spp.* frente al cambio climático.

Para poder evaluar las acciones de manejo local de cada AMERB se construyó una matriz de indicadores globales, obtenidos a partir de una revisión bibliográfica y seleccionados a partir de un análisis de frecuencia.

1) Revisión bibliográfica

El listado de indicadores globales se obtuvo a partir de la revisión bibliográfica de fuentes secundarias. La búsqueda se realizó principalmente en las plataformas de ISI Web of Knowledge y Google scholar, considerando los siguientes criterios de selección: (1) artículos que explícitamente ocuparan los enfoques de MEB en ambientes costeros y/o ecosistemas de macroalgas pardas (todas las especies del orden Laminariales), (2) año de publicación (2000-2022) y (3) artículos que explícitamente contuviera un listado de principios/criterios de manejo y su descripción correspondiente.

Por otra parte, se revisaron Planes y Programas nacionales sobre manejo y adaptación al cambio climático para ecosistemas costeros en Chile en los últimos años (2015-2022), de esta forma se cruzaron tanto los conceptos internacionales con los utilizados en el territorio nacional.

2) Análisis de frecuencia y validación de expertos

Para la selección final de los indicadores globales recopilados en la revisión bibliográfica, se realizó un análisis de frecuencia que permitiera elegir aquellos que fueran los

más utilizados en contextos nacionales e internacionales (Long et al., 2015).

La selección se basó en la cantidad de veces que un indicador salió nombrado en las distintas fuentes secundarias, bajo los siguientes requisitos: (1) estar contenidos en tres o más documentos, (2) estar contenidos como mínimo en un artículo científico y un informe público local generado/validado por alguna entidad estatal chilena.

Los indicadores seleccionados fueron validados por el panel de expertos asociado al proyecto Packard V3-251121 “Valoración del Alga Chilena (*Lessonia spp.*) para el secuestro de carbono en planes de adaptación al cambio climático y nuevas estrategias de gestión sostenible para los derechos de uso territorial en pesca (AMERB)” (2021-2022) y FONDEF IDeA ID17I10080 “Quimeras: una Solución-basada en la naturaleza + (I+D) para restaurar ecosistemas intermareales con *Lessonia spp.*, y reducir el impacto ecológico y socioeconómico del cambio climático”, que cuentan con vasto conocimiento sobre la ecología y gestión de los ecosistemas de macroalgas pardas (ANEXO I).

Finalmente se obtuvo una **Matriz de Indicadores globales para la evaluación del manejo local del recurso huiro negro en las AMERB** la que fue utilizada posteriormente para la evaluación de las acciones de manejo.

2.3.2. Caracterizar los sistemas socio-ecológicos de tres AMERB, así como sus prácticas de manejo local asociadas al recurso huiro negro, a través del análisis de contenido de entrevistas.

Para conocer el estado actual de cada AMERB en sus dimensiones ecológicas, económicas y sociales se realizó una revisión bibliográfica y encuestas individuales. Por otra parte, para caracterizar las prácticas de manejo local asociadas al huiro negro, se realizó un análisis de contenido de entrevistas del tipo *focus group*.

1) Caracterización de las AMERB

La bibliografía técnica consultada fue principalmente la disponible en la plataforma online de SERNAPESCA, logrando acceder a los planes de seguimiento de cada área de manejo (noviembre del 2022). Se recopilaron datos sobre los recursos principales y secundarios, indicaciones de extracción y acciones de manejo extraordinarias desde la fecha de decreto de cada AMERB hasta el último Plan de Seguimiento disponible. Todos estos informes fueron elaborados por las consultoras ambientales asociadas a cada sindicato de pescadores y recolectores, para luego ser aprobados por la SUBPESCA.

La información disponible respecto a las dimensiones ecológicas se obtuvo a partir de publicaciones científicas de los siguientes autores: Gelcich S; Vásquez J; Tala F; Stotz W; Miranda F; y Aburto J, ya que han desarrollado proyectos de investigación asociados a estas localidades.

Por otra parte, con el objetivo de profundizar sobre la información obtenida en la

revisión bibliográfica referente a las dimensiones social, económica y ecológica de las AMERB, se utilizaron datos obtenidos en la encuesta socioecológica “Valoración de Servicios Ecosistémicos”. Estas se realizaron en el año 2021 dentro del Proyecto FONDEF ID20110167. La información extraída trata sobre el nivel de escolarización, ocupación principal y edad de las y los pescadores encuestados (ANEXO II).

2) **Caracterización del manejo de huiro negro en las AMERB**

Para cumplir con el objetivo específico de caracterizar el manejo local del recurso huiro negro en las tres AMERB se realizaron entrevistas semiestructuradas bajo el formato de *focus group* y un análisis de contenido de estas entrevistas.

- ***Focus group***

Para levantar información respecto a las acciones de manejo de las AMERB que no están registradas en los PMEAs, se realizaron entrevistas semiestructuradas en formato de talleres de tipo *focus group*. Esta técnica de obtención de datos sociales se eligió debido a que los *focus group* permiten levantar ideas y opiniones de fenómenos que afectan a un grupo, además de comprender la relevancia y el razonamiento de estas opiniones (Newing et al., 2010). Los *focus group* apuntaron a levantar información sobre (1) uso de las áreas de manejo, (2) interacciones que establecen con el ambiente, (4) prácticas de manejo local, (5) estructura organizacional y (6) gobernanza ambiental.

Se realizaron 3 *focus group*, uno por cada localidad, durante los meses de mayo y junio del 2022. El contenido de las entrevistas-semiestructuradas se generó en colaboración con una

especialista de las ciencias sociales antropóloga y magíster, mientras que la ejecución y sistematización de los talleres fueron realizado por las y los integrantes del equipo de trabajo socioambiental del proyecto Packard V3-251121 “Valoración del Alga Chilena (*Lessonia spp.*) para el secuestro de carbono en planes de adaptación al cambio climático y nuevas estrategias de gestión sostenible para los derechos de uso territorial en pesca (AMERB)” (2021-2022).

Durante las entrevistas, paralelamente, se utilizó la técnica de mapeo participativo para la obtención de información espacial sobre los procesos y lugares utilizados en el ejercicio del oficio de extracción de huiro negro, además de la gestión de las AMERB en general. El mapeo participativo es una técnica que facilita el abordaje y la problematización de territorios sociales, subjetivos y geográficos, además su característica participativa permite generar espacios de socialización y debate, haciendo posible la identificación y registro en mayor profundidad del conocimiento y la experiencia de las y los pescadores artesanales (Risler & Ares, 2013).

- **Análisis de contenido**

Para realizar una caracterización acabada del manejo local del huiro negro en las AMERB se realizaron análisis de contenido de entrevistas, esto para dar sentido e interpretar el conjunto de datos empíricos obtenidos a partir de las entrevistas semi-estructuradas (Carrasco et al., 2012). De esta forma se construye un conocimiento basado en la experiencia de los propios sujetos, logrando caracterizar el manejo local del recurso huiro negro de cada AMERB según lo relatan los mismos pescadores artesanales que ejercen el oficio de extracción del recurso (Amezcuca & Carricondo Guirao, 2000).

Este análisis se realiza a partir de la construcción de códigos que derivan en un sistema de categorías, las cuales describen los temas de la información recolectada. La codificación teórica tiene tres procesos: codificación abierta, codificación axial y codificación selectiva, los que a partir de la definición de (San Martín Cantero, 2014) se pueden describir de la siguiente forma:

- La **codificación abierta** es profundamente inductiva, ya que prescinde de una teoría para aplicar conceptos, leyes o dimensiones al texto que se está codificando. Los datos son comparados en términos de sus similitudes y diferencias y son identificados con códigos. El resultado es una lista de códigos de la cual se obtiene una clasificación de segundo grado, denominada categoría

- La **codificación axial** es el proceso de identificación de las relaciones entre las categorías obtenidas en la codificación abierta, acomodando sus propiedades, identificando sus interacciones y denotando hipótesis sobre cómo se pueden relacionar las categorías principales entre sí.

- La **codificación selectiva** tiene como propósito obtener una categoría central con un mayor nivel de abstracción, que integre las categorías y subcategorías de la codificación abierta y axial. Éstas se hacen converger en una unidad conceptual, que integra la vivencia expresada por todos los sujetos de la investigación.

A través de esta metodología de análisis, se construyó un sistema de categorías que describe los tópicos principales del manejo local del huiro negro en cada AMERB.

Además de este proceso, para identificar cuáles temáticas eran las más relevantes se realizaron los cálculos de la frecuencia de categorías y la frecuencia de co-ocurrencia de códigos.

El cálculo de frecuencia de códigos se basa en el conteo de la cantidad de veces que una categoría se repite dentro de cada transcripción de entrevistas, entre más frecuente es un código o una categoría, mayor es su relevancia dentro del manejo local del recurso huero negro bajo régimen AMERB. Los resultados se pueden observar en Diagramas Sankey, los cuales muestran con nodos y aristas la magnitud (frecuencia) de cada categoría.

Por otra parte, se considera que dos o más conceptos son co-ocurrentes cuando aparecen juntos reiteradamente dentro de un mismo conjunto de registros y raramente aparecen separados. Cuando los conceptos co-ocurrentes tienen mayor frecuencia de aparición se genera una regla de categoría, lo cual entrega información sobre la vinculación entre las categorías y permite alcanzar un mayor entendimiento la dinámica de cada comunidad humana en estudio.

Para todo el procedimiento de análisis de contenidos se utilizó el software Atlas. ti, herramienta usada en análisis de datos cualitativos en la investigación en ciencias sociales.

2.3.3. Evaluación del manejo local de las AMERB para la adaptación al cambio climático

Para determinar las oportunidades del manejo local del huero negro que fomenten la adaptación al cambio climático de cada AMERB, se evaluaron las prácticas de manejo realizadas por cada Sindicato de Pescadores valorando la Matriz de Indicadores globales seleccionados

anteriormente. Además, se compararon dichas oportunidades del manejo local entre las AMERB, mediante un análisis multicriterio utilizando la metodología TOPSIS.

1) Evaluación de las prácticas de manejo

Los valores de cada uno de los indicadores globales, para las tres AMERB, se infirieron a partir de la interpretación de los resultados de la caracterización socioecológica, el sistema de categorías obtenido en los análisis de contenido de entrevistas, las frecuencias de las categorías y las co-ocurrencias de los códigos (Ariza-Montobbio & Cuvi, 2020).

Cada indicador global se valorizó en un rango entre 0 y 3, siendo 0 la situación más restrictiva y 3 la más habilitante para alcanzar un manejo local que fomente la adaptación al cambio climático (Ariza-Montobbio & Cuvi, 2020). Cuando las acciones cumplieran aspectos intermedios entre los rangos se usaron decimales, considerando tres posibilidades: 0,25; 0,5; o 0,75, según la cercanía a los bordes de los rangos (Ariza-Montobbio & Cuvi, 2020).

Los resultados de la valorización para cada uno de los indicadores globales se presentaron en gráficos de radar por localidad (Ariza-Montobbio & Cuvi, 2020). Los gráficos fueron obtenidos utilizando el paquete “fmsb” del software R. 4. 2. 2 (ver código en ANEXO III).

Por último, se establecieron las **oportunidades del manejo local a partir del valor obtenido para cada indicador, aquellos que alcanzaron una calificación mayor a 1.25 se consideraron como oportunidades, los demás fueron considerados falencias o debilidades.**

Los resultados obtenidos de todo este proceso metodológico fueron presentados y

validados por los pescadores de cada AMERB que participaron en el proyecto, a través de un taller de cierre realizado el 20 de diciembre del 2022 en la comuna de Caldera, Región de Atacama. Para dicha validación, se entrevistó presencialmente a los presidentes de los sindicatos de pescadores, mostrándoles las categorías obtenidas del análisis de contenido y los valores alcanzados para cada indicador. De ser necesario, los valores de los indicadores fueron discutidos en dicha validación.

2) Comparación entre las AMERB

● Análisis multicriterio

A partir de la Matriz valorizada de indicadores globales para la evaluación del manejo local del huero negro, se realizó un análisis multicriterio que permitió identificar con más detalle cuál de las localidades lleva a cabo un manejo local con más oportunidades de adaptación al cambio climático. Dentro de los análisis multicriterio existen distintos tipos de metodologías dependiendo del tipo de investigación y sus objetivos, en este caso se eligió la metodología llamada TOPSIS, que en español significa “Orden de Preferencia por Similitud con la Solución Ideal” (Hwang & Yoon, 1981). Este método permite identificar cuál de las opciones está más cercana al objetivo ideal considerando múltiples criterios cualitativos y/o cuantitativos, para efectos de esta investigación esta metodología permite reconocer cuál de las AMERB tendría un manejo local del recurso huero negro más cercano a los valores máximos de los indicadores globales y, por consecuencia, es más habilitante para la adaptación al cambio climático.

Este método es empleado porque el proceso es sencillo y estructurado en un algoritmo,

permitiendo la búsqueda de las mejores alternativas según cada criterio con una fórmula matemática sencilla (Ceballos et al., 2013). Según la metodología descrita en Ceballos et al. (2013), el procedimiento sigue los siguientes pasos:

- (a) Construcción de la matriz de decisión con los valores de cada indicador.
- (b) Normalización de la matriz de decisión.
- (c) Construcción de la matriz de decisión normalizada ponderada.
- (d) Obtención de la solución ideal positiva (PIS) y la solución ideal negativa (NIS).
- (e) Cálculo de las medidas de distancia.
- (f) Cálculo de la proximidad relativa (radio) a la solución ideal.
- (g) Ordenación de preferencias según valor del radio.

Todos estos pasos metodológicos están descritos en detalle en el ANEXO IV. Por último, la AMERB que obtuvo un valor de radio más alto es aquella que tendría mayores oportunidades en su manejo local en comparación a las otras localidades.

3. Resultados

3.1. Selección de indicadores globales para la evaluación del manejo local de *Lessonia spp.* frente al cambio climático.

Los resultados de la revisión bibliográfica en esta fase metodológica corresponden a la recopilación de un total de 15 artículos, de los cuales finalmente se seleccionaron ocho: cuatro artículos científicos y cuatro documentos públicos sobre la gestión de sistemas costeros en Chile

(ANEXO V), obteniendo un listado con 29 indicadores globales diferentes.

El análisis de frecuencia de los indicadores en los artículos resultó en 10 principios con frecuencia uno (Tabla I), seis con frecuencia dos, seis con frecuencia tres, cinco con frecuencia cuatro y uno con frecuencia cinco. De ellas, se seleccionaron aquellos principios con frecuencia entre tres y cinco. Sin embargo los indicadores “costo efectividad” y “accesos a la información” fueron descartados ya que no cumplían los el requisito de estar presente tanto en las publicaciones científicas internacionales como en informes nacionales, por lo que finalmente se eligieron 10 indicadores globales: “monitoreo”, “manejo a distintas escalas temporales y espaciales”, “manejo a distintas escalas institucionales”, “uso de conocimiento científico”, “participación ciudadana”, “manejo adaptativo”, “conexión de ecosistemas”, “sustentabilidad”, “co-manejo” y “principio precautorio”.

Los indicadores seleccionados se agruparon en 3 dimensiones diferentes dependiendo de sus características, estas dimensiones son:

- 1) **Ecosistema y bienestar humano:** Monitoreo, Manejo a distintas escalas temporales y espaciales, Sustentabilidad, Conexión de ecosistemas y Manejo adaptativo.
- 2) **Organización e institucionalidad:** Manejo a distintas escalas institucionales, y Co-manejo.
- 3) **Conocimiento:** Uso de conocimiento científico, Participación ciudadana y Principio precautorio.

Tabla I.- Matriz del análisis de frecuencia para la selección de indicadores de manejo de algas pardas para la adaptación al cambio climático. Aquellos indicadores en gris son los seleccionados al obtener una frecuencia entre 3-4.

Principios / Autores	Hamilton et al., 2022.	Arkema et al., 2006.	McLeod & Heather, 2007.	Long R et al., 2015.	Comité científico de Cambio Climático COP25, Mesa Biodiversidad (2019).	MMM, Oficina de Cambio Climático (2014)	MMA, Ley Marco CC (2022)	MMA, Oficina de Cambio Climático (2015)	Total
Monitoreo	X	X		X				X	4
Manejo a distintas escalas temporales y espaciales	X		X	X				X	4
Manejo a distintas escalas institucionales	X		X		X	X	X		4
Sustentabilidad		X		X				X	3
Co-manejo	X	X		X			X		4
Límites		X		X					2
Principio precautorio	X			X			X	X	4
Sistemas socioecológicos acoplados		X		X					2
Conexión de ecosistemas	X		X	X					3
Participación ciudadana			X	X		X	X		4
Uso de conocimiento científico				X		X	X		3
Manejo adaptativo	X			X				X	3
Manejo integrativo				X		X			2
Ecosistemas y biodiversidad				X		X			2
Reconocimiento de incertezas				X					1
Dinamismo ecosistémico	X			X					2
Interdisciplinariedad				X					1
Acceso a la información					X		X	X	3
Costo-efectividad					X	X	X		3
Autonomía					X				1
Flexibilidad						X	X		2
Complemento de medidas						X			1
Equidad y justicia climática							X		1
No regresión							X		1
Principio preventivo							X		1
Progresividad							X		1
Vulnerabilidad						X		X	2
Coherencia							X		1
Urgencia climática							X		1
N° de principios	8	5	4	16	4	9	14	7	

3.2. Caracterización de los SES y del manejo local de las AMERB

La estructura de funcionamiento del SES de cada AMERB es principalmente piramidal (figura 4), en donde la base de la pirámide corresponde al grupo más numeroso de personas, disminuyendo hacia su punta. La base la conforman los pescadores artesanales, los que se dedican al oficio de la extracción de macroalgas pardas, luego siguen los compradores, luego los proveedores, exportadores y finalmente los países importadores. Estos dos últimos grupos se encuentran en la esfera internacional, mientras que los demás en la esfera local/nacional.

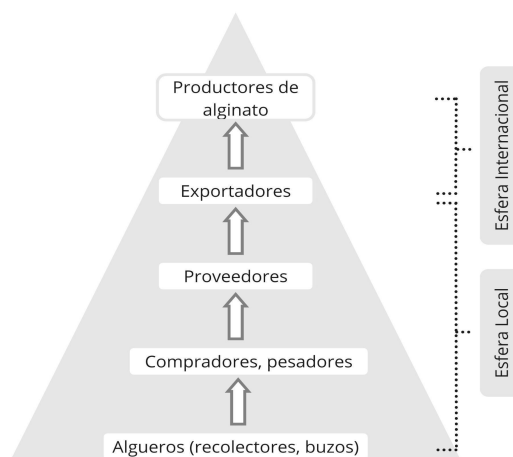


Figura 4.- Diagrama que indica la estructura del SES en torno a la comercialización de las algas, en donde los y las pescadores artesanales se encuentran en la base del proceso productivo. Modificado de Márquez & Vásquez (2010).

En cuanto a la conformación de las AMERB, estas sólo pueden ser solicitadas por las organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas, conocidos como Sindicatos de Pescadores, y cada socio/a debe contar con una Resolución de Pescador Artesanal (RPA),

permitiendo tener un registro y control de la actividad (Decreto n°355 y 45, última versión 2010). Para poder crear una AMERB se debe presentar por parte de los Sindicatos un Proyecto de Manejo y Explotación el cual debe contar con un Estudio de la Situación Base del Área (ESBA) y de una propuesta de Plan de Manejo y Explotación del Área (PMEA), poniendo el foco principalmente en las especies que se extraerán (Decreto n°355 y 45, última versión 2010; Tellier et al., 2011). Los ESBA deben ser realizados con asesoría técnica de instituciones ligadas al mar (consultoras ambientales privadas y/o Universidades) y deben contener la descripción de las comunidades bentónicas, las especies principales, la cuantificación de sus stocks, las características del sustrato y, por último, la descripción socioeconómica de la organización solicitante (Decreto n°355 y 45, última versión 2010). En base a los resultados del ESBA se construyen los PMEAs, en donde se indican las especies principales y secundarias que se extraerán en cada AMERB (ver análisis para cada AMERB en el ANEXO VI), los criterios de explotación, las cuotas de extracción y las formas o artes de pesca utilizados, esto con el objetivo de mantener la sustentabilidad de los recursos en el tiempo (Decreto n°355 y 45, última versión 2010).

Por otra parte, la evaluación de las acciones de manejo a partir del contenido de las entrevistas realizadas en cada *focus group* (Fotografías en la Figura 1, ANEXO VII) muestra un sistema de 5 categorías generales sobre el manejo local del huiro negro de las 3 AMERB. Estas categorías, a su vez, presentan 20 subcategorías (Tabla II).

Cabe mencionar que el análisis de contenido permitió construir un sistema de categorías que es transversal para todas las localidades. El detalle de las categorías y subcategorías se encuentra en el ANEXO VII.

Tabla II. Sistema de categorías del manejo local del huiro negro de las áreas de estudio.

Categoría	Subcategoría	Descripción categorías
Plan de manejo	Técnicas de extracción	Corresponde a todas las prácticas de manejo local que realizan los y las pescadores que se encuentran dentro del Plan de Manejo presentado a SUBPESCA.
	Indicaciones de extracción	
	Replamamiento	
	Actores involucrados	
Contexto social y relaciones	Diferencia de género	Esta categoría describe la estructura social y las relaciones interpersonales, al igual que los vínculos con los distintos actores involucrados en el manejo de cada área. Por otra parte, también incluyen las perspectivas sobre los roles entre hombres y mujeres dentro del oficio de recolección de algas.
	Democracia y toma de decisiones	
	Relaciones de respeto y compañerismo	
Conocimiento local	Buenas prácticas	Corresponden a todas las acciones y prácticas de manejo que se realizan fuera de lo estipulado en los planes de manejo institucionales, esto está basado en la experiencia en el oficio y el entendimiento profundo de las dinámicas naturales, sociales y hasta geográficas de cada área.
	Ciclo de vida del recurso y ecosistemas	
	Experiencia en el oficio	
	Transferencia tecnológica local	
Conflictos	Cambio climático	Los distintos aspectos que los y las pescadoras reconocen como un conflicto que interfiere negativamente en el manejo local del recurso huiro negro.
	Fiscalización	
	Contaminación	
	Ilegalidad/mafia	
Comercialización del alga	Acuerdos	La dinámica del mercado de algas impacta en las relaciones sociales y la vinculación que tienen los pescadores con el medio que los rodea, modelando las formas en que se gestiona y planifica el manejo local, además, de injerir en las acciones que se llevan a cabo en cada una de las áreas de manejo.
	Buen precio de venta	
	Falta de regulación	
	Presión de explotación	
	Valor agregado	

Las frecuencias de cada categoría de las entrevistas muestran que para Punta Frodden (Figura 5), la categoría con mayor frecuencia es “Plan de manejo (46), luego “Conocimiento

local” (42), “Conflictos” (30), “Comercialización del alga” (23) y “Contexto social y relaciones” (20).

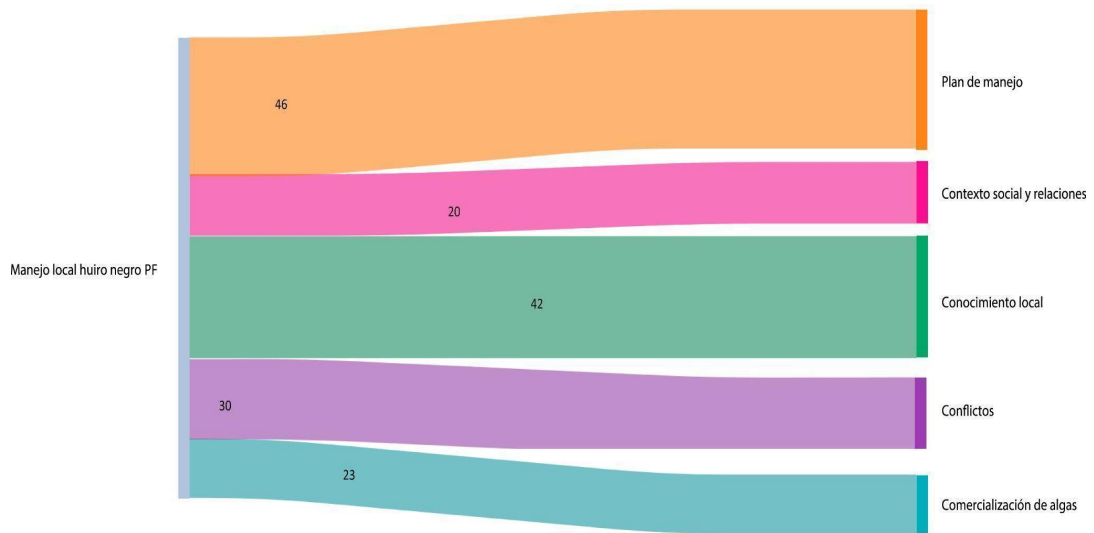


Figura 5.- Diagrama de Sankey del sindicato de pescadores Punta Frodden. Los colores indican las categorías, mientras que los números indican la frecuencia de cada categoría.

Para Punta de Talca (Figura 6) las categorías “Conocimiento local” y “Plan de manejo” tienen la misma frecuencia de códigos (45), luego le sigue “Contexto social y relaciones” (23), “Conflictos” (19) y “Comercialización del alga” (15).

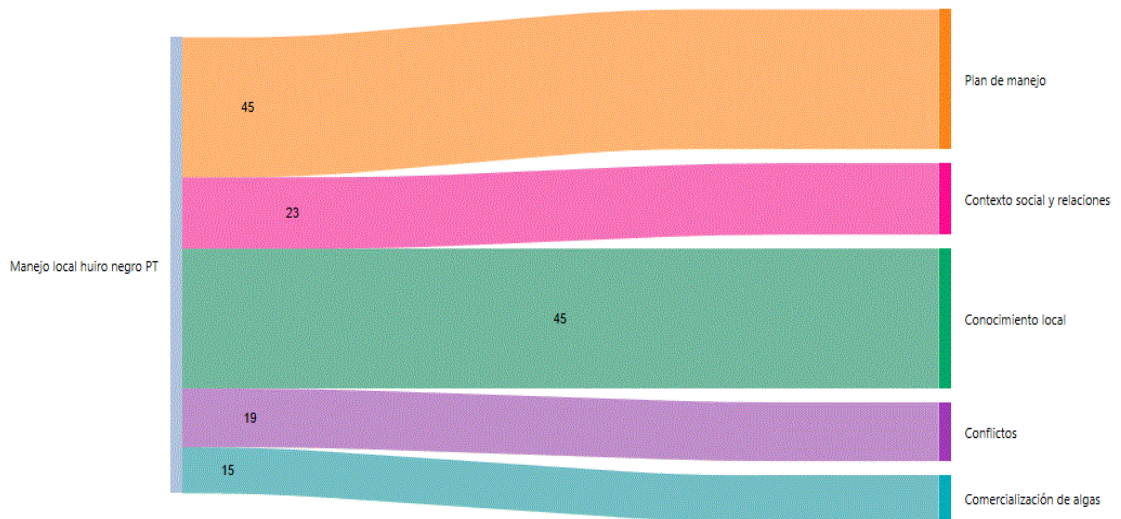


Figura 6.- Diagrama de Sankey del sindicato de pescadores Punta de Talca. Los colores indican las categorías, mientras que los números indican la frecuencia de cada categoría.

Por último, para Totoralillo norte la categoría más frecuente es “Conocimiento local” (67), seguido por “Plan de Manejo” (42), luego por “Conflictos (29), “Contexto social y relaciones” (27) y “Comercialización de las algas” (20) (Figura 7).

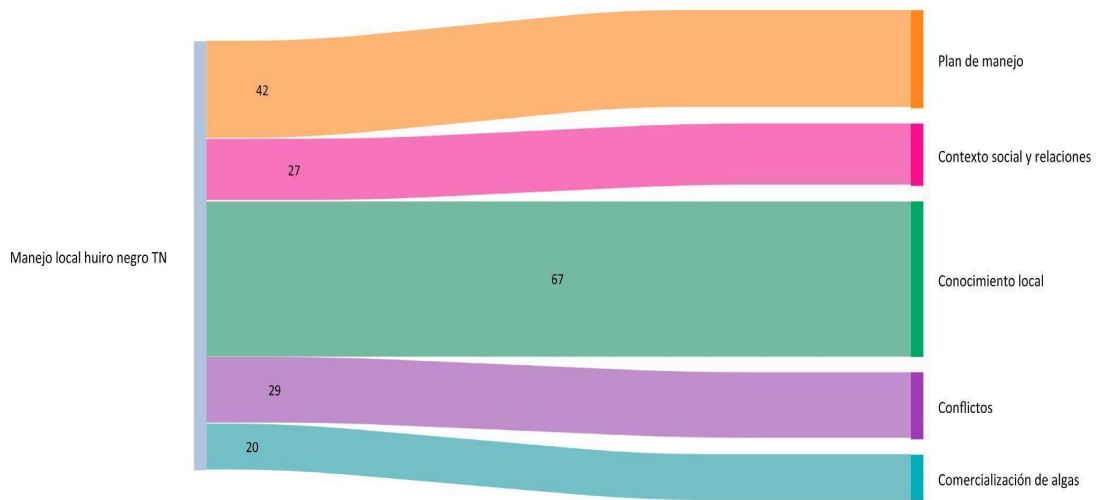


Figura 7.- Diagrama de Sankey del sindicato de pescadores Totoralillo Norte. Los colores indican las categorías, mientras que los números indican la frecuencia de cada categoría.

En cuanto a las co-ocurrencias de sub-categorías de forma global, incluyendo en el análisis a todas las AMERB. La “Falta de regulación” (Figura 8, categoría “Comercialización del alga”), posee una vinculación entre las sub-categorías “Ilegalidad/Mafia” y “Fiscalización” (Categoría: “Conflictos”).

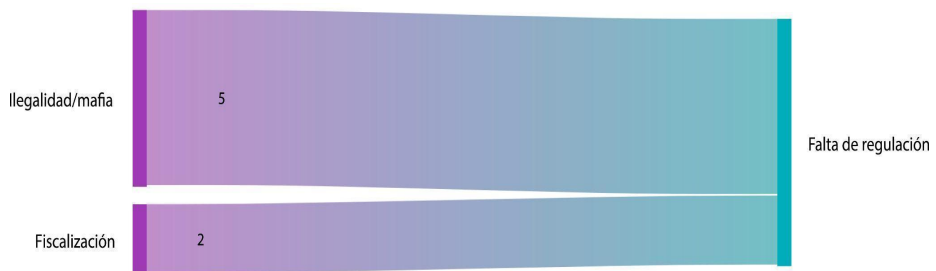


Figura 8.- Diagrama de Sankey de co-ocurrencias de los códigos agrupado en las categorías “Conflictos” y “Comercialización del alga”.

Por último, existen múltiples co-ocurrencias entre las sub-categorías pertenecientes a “Plan de Manejo” y “Conflictos” (Figura 9), relacionado fuertemente los conflictos por faltas o formas erróneas de cómo se lleva a cabo el manejo desde lo propuesto por la institución. Uno de las co-ocurrencias más relevantes es “Actores involucrados” con “Ilegalidad/Mafia” y “Fiscalización”, en donde se indica la falta de Fiscalización a pescadores ilegales y comerciantes por parte de SERNAPESCA, lo que se vincula con un aumento de la extracción ilegal.



Figura 9.- Diagrama de Sankey de co-ocurrencias de los códigos agrupado en las categorías “Planes de manejo” (naranja) y “Conflictos” (morado).

3.3. Evaluación del manejo local del huero negro y comparación entre AMERB

1) Valorización de indicadores

En cuanto a los valores para cada indicador global seleccionado, las tres localidades presentan puntajes similares (ANEXO VIII, y gráficamente en la Figura 10), por lo que se puede

inferir que el manejo local del recurso huero negro presenta características bastante homogéneas respecto de su capacidad de adaptación al cambio climático. en el siguiente acápite, se realiza la comparación numérica entre AMERB. El indicador que obtuvo la mayor puntuación para todas las áreas de manejo fue “Co-manejo”, por el contrario, los indicadores “Principio precautorio” y “Manejo adaptativo” obtuvieron el mínimo valor para dos de las tres AMERB.

Otros indicadores que obtuvieron un alto puntaje son “Participación ciudadana”, indicando que en las tres áreas existe una vinculación de la directiva y de la comunidad con los distintos actores institucionales.

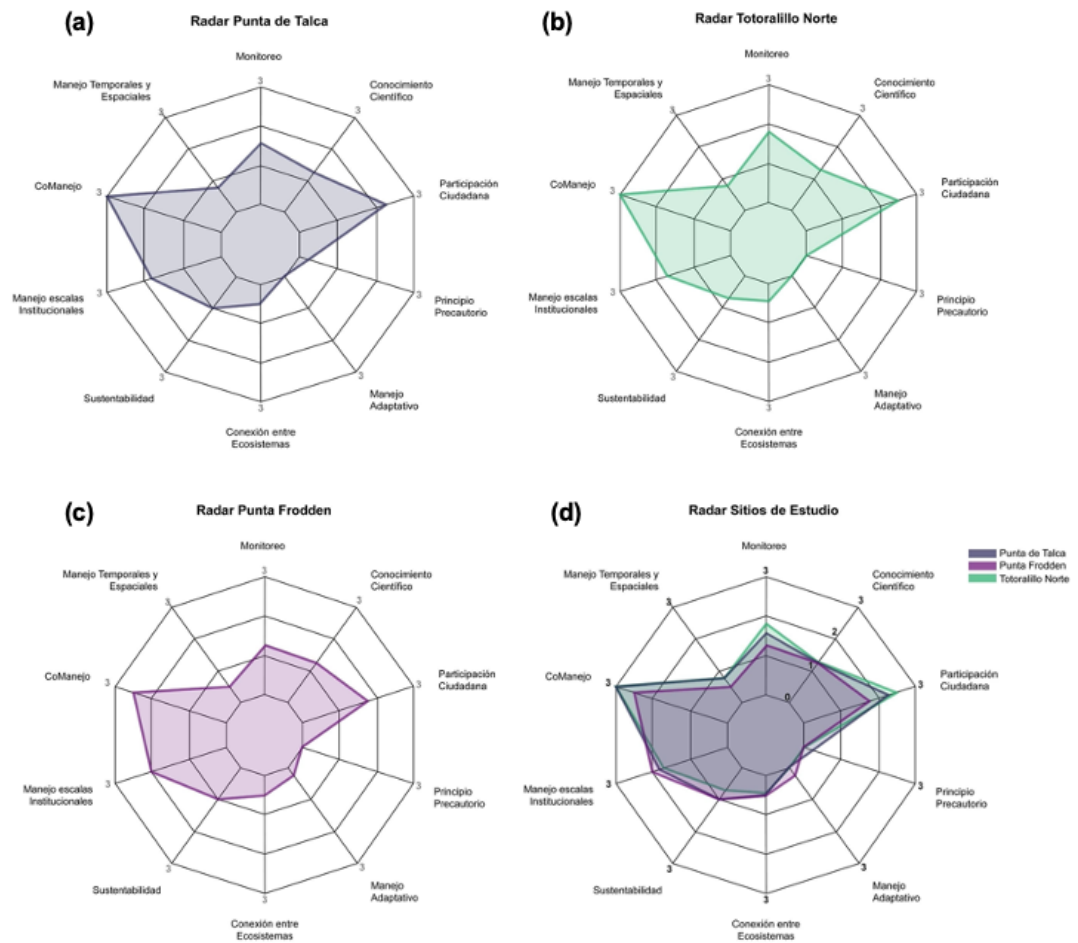


Figura 10.- Gráficos radar donde se muestran los puntajes obtenidos para cada indicador por AMERB. (a) Punta de Talca, (b) Totoralillo norte, (c) Punta Frodden y (d) Comparación entre AMERB.

Según los valores obtenidos para cada indicador se establecieron las **oportunidades que presenta cada AMERB** respecto al manejo local que realizan sobre el huero negro (Tabla III).

Tabla III.- Oportunidades del manejo local del recurso huero negro para la adaptación frente al cambio climático de cada AMERB.

Localidad	Indicadores
Punta Frodden	Manejo a distintas escalas institucionales
	Co-manejo
	Participación ciudadana
Punta de Talca	Monitoreo
	Manejo a distintas escalas institucionales
	Co-manejo
	Participación ciudadana
Totalillo norte	Manejo a distintas escalas institucionales
	Co-manejo
	Participación ciudadana

2) Análisis multicriterio

Respecto a los resultados del análisis multicriterio, específicamente en cuanto a los valores obtenidos sobre la proximidad relativa a la solución ideal, las localidades presentan valores parecidos. La localidad que obtuvo el valor más alto fue Punta de Talca (Tabla IV).

Esto quiere decir que el sindicato “ALGAMAR” asociado a la AMERB Punta de Talca presenta mayores oportunidades dentro de su manejo local del huero negro que fomentan la adaptación al cambio climático, mientras que Totalillo Norte es la localidad con menos oportunidades.

Tabla IV.- Resultados obtenidos del análisis multicriterio. Los valores finales indican que Punta de Talca es la organización con más oportunidades en su manejo local. *Los valores de los Radios se multiplicaron por 100.

Matriz de decisiones										
Localidad	Monitoreo	Manejo a distintas escalas temporales y espaciales	Manejo a distintas escalas institucionales	Sustentabilidad	Co-manejo	Principio precautorio	Conexión de ecosistemas	Participación ciudadana	Uso de conocimiento científico	Manejo adaptativo
Punta Frodden	1,25	0,50	2,00	1,00	2,5	0,00	0,50	1,75	1,25	0,25
Punta de Talca	1,50	0,75	1,75	1,00	3,00	0,25	0,50	2,25	1,25	0,00
Totalillo norte	1,75	0,75	1,75	0,75	3,00	0,00	0,50	2,50	1,25	0,00
Matriz normalizada ponderada										
Localidad	Monitoreo	Manejo a distintas escalas temporales y espaciales	Manejo a distintas escalas institucionales	Sustentabilidad	Co-manejo	Principio precautorio	Conexión de ecosistemas	Participación ciudadana	Uso de conocimiento científico	Manejo adaptativo
Punta Frodden	0,05	0,04	0,06	0,06	0,05	0,00	0,06	0,05	0,06	0,10
Mineral de Talca	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,10	0,06	0,06	0,06	0,00
Totalillo norte	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,00	0,06	0,07	0,06	0,00
* A+	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,10	0,06	0,07	0,06	0,10
* A-	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,00	0,06	0,05	0,06	0,00
Radios y distancias										
Localidad	Distancias A+			Distancias A-			Radios			

Punta Frodden	0,09	0,08	46,78	
Punta de Talca	0,08	0,08	50,18	Mayor oportunidades
Totalillo norte	0,10	0,08	43,97	Menor oportunidades

4. **Discusión y proyecciones**

El presente estudio fue realizado en tres AMERB's emplazadas en zonas rurales de la costa de Chile. Estas, son administradas por sindicatos con más de 20 años de funcionamiento, donde uno de los principales recursos es el huiro negro, el que se encuentra en declive en dichas áreas. Esta situación podría acrecentarse, dado que a la presión de extracción se suma el cambio climático. Para evaluar si las acciones de manejo que allí realizan son oportunidades para la adaptación al cambio climático, se requirió seleccionar indicadores globales, siguiendo los principios del Manejo Basado en Ecosistemas. Estos indicadores globales resultaron ser: *Monitoreo, Manejo a distintas escalas temporales y espaciales, Manejo a distintas escalas institucionales, Sustentabilidad, Co-manejo, Uso de conocimiento científico, Principio precautorio, Conexión entre ecosistemas, Manejo adaptativo y Participación ciudadana.*

Al comparar el manejo local de las tres AMERB con dichos indicadores, los resultados indican que aquellos que son oportunidades para el manejo del huiro negro son el “*Co-manejo*”, “*Participación ciudadana*” y “*Manejo a distintas escalas institucionales*”, y además “*Monitoreo*” se considera una oportunidad tanto para Totalillo norte como para Punta de Talca. Además, el análisis multicriterio muestra que el área Punta de Talca posee las mayores capacidades de adaptación al cambio climático si se consideran todas las acciones de manejo local que llevan a cabo.

Estos resultados permiten establecer metas para desarrollar más y mejores acciones para adaptar los planes de manejo de las AMERB frente al cambio climático, reconociendo cuales son

las oportunidades o fortalezas, pero a su vez cuales son aquellas áreas en donde las AMERB deberían desarrollarse para así avanzar en la adaptación al cambio climático.

- **Manejo local del huero negro y oportunidades para la adaptación al cambio climático**

Los aspectos identificados como oportunidades, es decir, que podrían facilitar la adaptación al cambio climático, coinciden con las dimensiones que son relevantes dentro del Reglamento AMERB (Decreto N°355 y N°49, SUBPESCA), en particular con las formas de solicitud de asignación y su tramitación (Título IV), el contenido de los proyectos y planes de manejo y explotación (Título V), las actividades de repoblamiento e instalación de colectores (Título VI) y las instituciones ejecutoras (Título VIII). Las distintas escalas institucionales involucradas se encuentran estipuladas en este decreto, se explicitan los roles que cumplen los distintos niveles de gobernanza ambiental y la forma en que se cruzan con el manejo efectivo que ejercen los y las pescadoras. Por ejemplo, la normativa indica que los procesos de fiscalización los debe realizar SERNAPESCA y las indicaciones de extracción de cada plan de manejo debe ser aprobado por SUBPESCA, para luego ser ejecutadas por los sindicatos y organizaciones a cargo de las AMERB. También contempla la participación ciudadana en distintas instancias o escalas institucionales, principalmente a través de la Directiva, elegida democráticamente por las bases de cada organización, y por el Comité de Manejo del mismo sindicato. Estas figuras de representación forman parte de distintas instancias en donde se discuten los objetivos y alcances de los planes de manejo, además de tener derecho a decidir

sobre la asignación y distribución de tareas, metodologías de trabajo, organización para la implementación del Plan de Manejo y Explotación, los períodos de cosecha y la racionalización del uso de recursos materiales y humanos (González et al., 2000).

En cuanto al monitoreo, resulta ser una oportunidad para los sindicatos de Totalillo Norte y Punta de Talca, y no así para Punta Frodden, que dado los conflictos locales que posee sobre el control de la AMERB, no puede desarrollar un monitoreo adecuado. Los monitoreos se realizan tanto para la evaluación de las acciones de manejo desarrolladas a lo largo del periodo que dura el PMEÁ, como también para alcanzar una gobernanza costera que tenga éxito en la sustentabilidad de los recursos, el aumento de la resiliencia y la adaptación al cambio climático. En primer lugar, monitorear las acciones de manejo permite conocer el estado de las poblaciones de los recursos principales y generar un análisis del desempeño del área respecto a los objetivos los que se basan en los beneficios económicos (n° de desembarques, retorno monetario) y la sustentabilidad del recurso (stock de praderas disponibles). En segundo lugar, dado que en el monitoreo participan tanto los pescadores como las empresas públicas o privadas como encargados técnicos del monitoreo (artículo 32, DS N°355 y N°49, SUBPESCA), este cumple un importante rol en la gobernanza ya que es llevado a cabo través de distintas escalas institucionales como por los miembros de cada comunidad permitiendo puntos de encuentro entre los distintos actores claves, intercambio de opiniones y prácticas, además de disminuir su costo y permitir implementarse a distintas escalas temporales (Díaz et al. 2003). Aun así, los resultados de este trabajo muestran desafíos importantes para el monitoreo a futuro. Una de las razones es que, bajo un enfoque adaptativo, el monitoreo se debe realizar considerando no sólo una especie o recurso en particular, sino que debe involucrar a los distintos sistemas naturales

que se encuentran asociados al ecosistema, al igual que incluir distintas escalas espaciales y temporales para su evaluación (Arkema et al., 2006; Hamilton et al., 2022; Long et al., 2015; Yáñez et al., 2012). Las macroalgas pardas presentan ciclos de vida cortos en donde se generan picos de aumento y caída rápida de la población (González et al., 2018; 2021). Estas características aumentan la vulnerabilidad frente a los disturbios naturales y artificiales, como afectación por las tormentas y oscilaciones climáticas, cambiando dramáticamente los tamaños poblacionales, por lo que incluir la frecuencia de fenómenos de marejadas y patrones climáticos como es El Niño-Oscilación Sur (ENSO), podrían robustecer los seguimientos y fomentar la capacidad de adaptación (Hamilton et al., 2022; Hynes et al., 2021; Lavorel et al., 2020). Este conocimiento de la biología y ecología de las especies es pobremente incorporado a los monitoreos, por lo que resulta un desafío actual y también para la adaptación al cambio climático en general.

Por otra parte, a nivel global se ha demostrado que las intervenciones estatales pueden producir efectos negativos y/o impredecibles, tanto sobre los recursos como en las relaciones entre los pescadores artesanales, y con la misma institución y que esto va a depender de los contextos económicos, culturales y sociales que cada organización presenta dentro de su territorio (Boonstra & Hentati-sundberg, 2016; Kosamu, 2015; Miranda & Stotz, 2021). Localmente, la evidencia apunta a la fuerte influencia de las normativas sobre el manejo de las AMERB, aunque con variaciones entre los distintos grupos humanos, dependiendo de variables sociales como las actitudes, personalidades y sus formas de vida históricas, al igual que sus características sociodemográficas como la edad, el nivel de escolarización y el género (S. Gelcich et al., 2016). Si bien este estudio no evaluó directamente el efecto de la normativa sobre

el manejo real, los resultados de este estudio muestran que el manejo entre las AMERB es bastante similar, lo que sugiere un alineamiento entre la normativa y el manejo local que se lleva a la práctica

- **Desafíos del manejo local del huiro negro para la adaptación al cambio climático**

Uno de las brechas o desafíos que se interponen en la gestión y manejo efectivo de las AMERB es la extracción ilegal de los recursos, incluido el huiro negro (*Lessonia berteroa*/*Lessonia spicata*). Esta situación aqueja a todas las organizaciones, incluso llegando a constituir un conflicto ambiental, social y legal a nivel nacional (S. Gelcich et al., 2016; Hamilton et al., 2022). La extracción o recolección por parte de sujetos no autorizados (sin Resolución de Pescador Artesanal -RPA-) se lleva a cabo mediante la técnica de barroteo en lugares donde se encuentra prohibido, al igual que el incumplimiento de las vedas extractivas (SUBPESCA, 2013). Para afrontar dicho problema, las organizaciones disponen de recursos humanos y económicos para aumentar la vigilancia de las zonas y disminuir la intromisión de otros pescadores ilegales al área, acción que se ha replicado en otras zonas. Sin embargo, los esfuerzos no alcanzan para impedir la extracción ilegal. Como se ve en el análisis de co-ocurrencia de categorías, existe una percepción por parte de los y las pescadoras artesanales de que existe una relación entre la falta de fiscalización por parte de SERNAPESCA y la falta de regulación de la extracción ilegal. Sin embargo, las razones no solo recaen en la falta de regulación, sino que se asocia con las prácticas y sitios de pesca artesanal históricas, como lo son las ALA, que se contraponen con el régimen AMERB (Miranda & Stotz, 2021). Por lo tanto, esta problemática es más bien una amenaza para el buen funcionamiento de las AMERB

generando una gran inversión de energías y tiempo por parte de los sindicatos. Esto podría explicar la gran cantidad de indicadores internacionales que no se abordan en el ejercicio del manejo actual y se configuran como brechas para la adaptación al cambio climático.

Por otra parte, existen problemáticas particulares a cada AMERB, que afectan al manejo local y disminuyen las posibilidades de adoptar enfoques adaptativos para su gestión. Para Punta Frodden los conflictos territoriales por la toma de un terreno que se encuentra en la caleta Los Patos, contigua al AMERB, es una preocupación, y explica la menor puntuación alcanzada para los indicadores globales “Monitoreo” y “Manejo a distintas escalas espaciales y temporales” en esta AMERB, dado que un acceso continuo al territorio costero permitiría una gestión del territorio más eficiente y a distintas escalas, por consecuencia, facilitaría los procesos adaptativos frente a cambios ambientales (Gallardo et al., 2011). A pesar de esto, el sindicato no propone la expulsión del grupo humano que se encuentra en el lugar, sino que la sesión de una porción de tierra contigua para el establecimiento de una nueva caleta asociada al sindicato, que permita la convivencia de ambas comunidades y el acceso constante al área. Por otra parte, para el sindicato de Punta de Talca, la existencia de un relave minero abandonado genera preocupación, dado que existe un riesgo de derrame o filtración de los lodos. Este asunto los ha llevado a solicitar a las autoridades que se tome en consideración dentro de los PMEAs obteniendo respuestas negativas, lo que justifica la baja valoración del indicador global “Principio precautorio”, ya que no se proponen a ninguna escala institucional un manejo de riesgos y desastres como potencialmente podría ser el relave abandonado. Finalmente, para Totalillo norte, la geografía del segmento de costa asignada presenta características complejas, lo que no permite la recolección de orilla y solamente permite la extracción por medio de la

técnica de barroteo. Debido a esto, ellos han diseñado distintos implementos para facilitar su labor y disminuir el riesgo, como la construcción de balsas con desechos de la Pesca industrial y el trabajo en cuadrillas, demostrando su capacidad de adaptación e innovación frente a escenarios complejos. En los tres casos, se demuestran las nociones que han adquirido las y los pescadores sobre el manejo a partir de la experiencia y el conocimiento adquirido. En estos resultados, el conocimiento local se pone como piedra angular para alcanzar un manejo adecuado de los ecosistemas costeros que fomente la adaptación al cambio climático. Entonces, se refuerza la idea de que el régimen AMERB debe transitar, aún más, a una estructura “bottom-up”, no solo a nivel de administración del área, sino potenciando el contacto entre pescadores/as, científicos/as y las instituciones, y en donde los y las pescadoras tengan un rol más activo para la elaboración de futuras innovaciones productivas, regulación de cuotas y vedas, y soluciones para la adaptación al cambio climático (Aburto et al., 2014; S. Gelcich et al., 2016; Pomeroy, 1996)

● **Manejo Basado en Ecosistemas para la gestión de territorios costeros**

Durante los últimos años han sido sobreexplotados o han colapsado los stocks del 67% de las pesquerías reportadas por la SUBPESCA (SUBPESCA, 2019), derivando en vedas extractivas y prohibiciones que afectan las formas de vida de las poblaciones humanas, las cuales se relacionan con el mar y los servicios que provee. Las consecuencias de las formas convencionales del sistema de gestión, junto con los avances en planes de restauración y repoblamiento, ha inducido un deseo por el cambio y una toma de conciencia por parte de los

distintos actores involucrados (Long et al., 2015). En ese sentido, la aprobación de la Ley Marco para el Cambio Climático (Ley Marco de Cambio Climático, 2022) genera altas expectativas respecto a la forma y principios que rigen la planificación y gestión de los territorios terrestres y marítimos, en esta se explicita una lista de principios y acciones, provenientes desde el enfoque del MBE, que se deben considerar para que el eje principal de la gobernanza ambiental sea salvaguardar los recursos naturales, el bienestar humano y la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas, adecuada de las realidades locales con un enfoque adaptativo respecto al cambio climático.

En relación con las limitaciones de este estudio, la evaluación y análisis propuesto para establecer las oportunidades del manejo local del huiro negro para la adaptación son extrapolables al sistema AMERB en general que rige en el norte del país, sin embargo, deben también dar cuenta de las distintas realidades de cada organización y ecosistema asociados, desde un enfoque socioecológico, por lo que sigue siendo un trabajo que requiere grandes esfuerzos multidisciplinarios. En ese sentido, si bien la muestra de tres AMERB permitió generalizar sobre las oportunidades para la adaptación, se sugiere aumentar el número de AMERB e incluir algunas con características demográficas y organizacionales diferentes a las involucradas en este estudio, de esta forma se podría enriquecer la evaluación del desempeño de cada organización respecto a la adaptación al cambio climático bajo un régimen AMERB y, si existen diferencias y similitudes, estas se podrían abordar de forma conjunta entre las distintas organizaciones e instituciones asociadas.

5. Conclusiones

Se concluye que existen elementos del manejo local de las AMERB que constituyen oportunidades para adaptarse al cambio climático. Estos aspectos son “Co-manejo”, “Participación ciudadana” y “Manejo a distintas escalas institucionales”. Sin embargo, se requiere la evaluación y adaptación de la normativa actual y los planes de manejo de forma urgente para una gestión adaptativa, sobre todo en aquellos indicadores globales deficientes para las AMERB, como son principalmente la “Sustentabilidad”, “Principio precautorio” y el “Manejo adaptativo”, claves para generar proceso de coproducción de conocimiento y aprendizaje social, que permite la adaptación frente a la crisis climática.

El desarrollo de este seminario permitió identificar fortalezas en las organizaciones a cargo de las AMERB; como el fuerte liderazgo por parte de los y las dirigentes de cada organización que de forma sistemática, coordinada y sinérgica se articulan con los distintos sectores institucionales y vinculan los conocimientos generados para la modificación y/o incorporación de nuevas y/o mejoradas prácticas de manejo, además del conocimiento local de las comunidades humanas que constituyen una oportunidad en sí para fomentar la resiliencia de los ecosistemas de *Lessonia spp.* con miras a la adaptación al cambio climático.

6. Bibliografía

Aburto, J. A., Stotz, W. B., & Cundill, G. (2014). Social-Ecological Collapse: TURF Governance in the Context of Highly Variable Resources in Chile. *Ecology and Society*, 19(1), 2. <https://doi.org/10.5751/ES-06145-190102>.

Amezcu, M., & Carricondo Guirao, A. (2000). Investigación Cualitativa en España. Análisis de la producción bibliográfica en salud. *Index de Enfermería*, 28-29:26-34.

ALGAMAR, S. de T. independientes. (2022). *Estado Población Lessonia AMERB Punta Talca*.

Ariza-Montobbio, P., & Cuvi, N. (2020). Adaptación Basada en Ecosistemas en Ecuador: buenas prácticas para el Co- Manejo Adaptativo. *Ambiente & Sociedad*, 23, 28.

Arkema, K. K., Abramson, S. C., & Dewsbury, B. M. (2006). Marine ecosystem-based management: from characterization to implementation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(10), 525–532. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)4\[525:MEMFCT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)4[525:MEMFCT]2.0.CO;2).

Basurto, X., Gelcich, S., & Ostrom, E. (2013). The social – ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries.

Global Environmental Change, 23(6), 1366–1380.

<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.08.001>.

Beckensteiner, J., Scheld, A. M., Fernández, M., Kaplan, D (2020). Drivers and trends in catch of benthic resources in Chilean TURFs and surrounding open access areas. *Ocean and Coastal Management*, 183(May 2019), 104961.

<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104961>.

Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10(October), 1251–1262.

[https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2).

BITECMA. (2022). *Estado Población Lessonia AMERB Punta Frodden*.

Boonstra, W. J., & Hentati-sundberg, J. (2016). Classifying fisheries' behaviour. An invitation to fishing styles. *Fish and Fisheries*, 17, 78–100.

<https://doi.org/10.1111/faf.12092>.

Carrasco, E., Zúñiga, C., & Espinoza, J. (2012). Elección de Carrera en Estudiantes de Nivel Socioeconómico Bajo de Universidades Chilenas Altamente Selectivas. *Calidad En Educación*, 40, 96–128. <https://doi.org/10.4067/S0718-45652014000100004>.

Castilla, J. C. (2010). Fisheries in Chile: small pelagics, management, rights, and sea zoning. *Bulletin of Marine Science*, 86(2), 221–234.

Cavalcanti, L., Santos, M., Gasalla, M. A., Dahdouh-guebas, F., & Dantas, M. (2017).

Socio-ecological assessment for environmental planning in coastal fishery areas: A case study in Brazilian mangroves. *Ocean and Coastal Management*, 138, 60–69.

<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.01.009>.

Ceballos, B., Lamata, M. T., Pelta, D., & Sanchez, J. M. (2013). El Método TOPSIS Relativo vs. Absoluto. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 14, 181–192. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4743030>.

Comité Científico COP25 Chile. (2019). *Evidencia científica y cambio climático en Chile*.

https://static.emol.cl/emol50/documentos/archivos/2019/12/04/file_20191204095012.pdf.

FAO. (2012). Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. In *FAO Fisheries and Aquaculture*.

Gallardo, G. L., Stotz, W., Aburto, J., & Mondaca, C. (2011). Emerging commons within artisanal fisheries. The Chilean territorial use rights in fisheries (TURF's) within a broader coastal landscape. *International Journal Oh the Commons*, 5(2), 459–484.

Gelcich, S., Cinner, J., Donlan, C. J., Tapia-Lewin, S., Godoy, N., & Castilla, J. C. (2016). Fishers' perceptions on the Chilean coastal TURF system after two decades: Problems, benefits, and emerging needs. *Bulletin of Marine Science*, 93(1), 53–67.

<https://doi.org/10.5343/bms.2015.1082>.

Gelcich, Stefan, Hughes, T. P., Olsson, P., Folke, C., Defeo, O., Fernández, M., & Foale, S. (2010). *Navigating transformations in governance of Chilean marine coastal resources*. *PNAS* 107(39), 16794–16799. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012021107>.

Gelcich, S., Cinner, J., Donlan, C. J., Tapia-Lewin, S., Godoy, N., & Castilla, J. C. (2017). Fishers' perceptions on the Chilean coastal TURF system after two decades: Problems, benefits, and emerging needs. *Bulletin of Marine Science*, 93(1), 53–67. <https://doi.org/10.5343/bms.2015.1082>.

Gelcich, Stefan, Godoy, N., & Castilla, J. C. (2009). Artisanal fishers' perceptions regarding coastal co-management policies in Chile and their potentials to scale-up marine biodiversity conservation. *Ocean and Coastal Management*, 52(8), 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.07.005>.

González, A., Beltrán, J., Hiriart-Bertrand, L., Flores, V., de Reviers, B., Correa, J. A., & Santelices, B. (2012). Identification of cryptic species in the *Lessonia nigrescens* complex (phaeophyceae, laminariales). *Journal of Phycological*, 48, 1153–1165. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2012.01200.x>.

González, J., Tapia, C., Wilson, A. E., Garrido, J., Cortés, C. R., Figueroa, R., Miranda, H. H., Toledo, C. M., & Guevara, C. (2000). *Estudio de la situación base ESBA y proposición del plan de manejo y explotación área de manejo Totoralillo Norte, sector A, IV región*. <https://aquadocs.org/handle/1834/7633>.

Hamilton, S. L., Gleason, M. G., Godoy, N., Eddy, N., & Grorud-Colvert, K. (2022).

Ecosystem-based management for kelp forest ecosystems. *Marine Policy*, 136, 104919.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104919>.

Heather, M. L., & McLeod, K. L. (2007). Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(10), 540–548. <https://doi.org/10.1890/060093>.

Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). Methods for Multiple Attribute Decision Making. *Multiple Attribute for Decision Making*, 58–191.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3.

Hynes, S., Chen, W., Vondolia, K., Armstrong, C., & Connor, E. O. (2021). Valuing the ecosystem service benefits from kelp forest restoration restoration: A choice experiment from Norway. *Ecological Economics*, 179 (September 2020), 106833.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106833>.

Kawulich, B. B. (2005). Participant Observation as a Data Collection Method. *Forum: Qualitative Social Research*, 6(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-6.2.466>.

Kosamu, I. B. M. (2015). Conditions for sustainability of small-scale fisheries in developing countries. *Fisheries Research*, 161, 365–373.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.09.002>.

Lavorel, S., Colloff, M. J., McIntyre, S., Doherty, M. D., Murphy, H. T., Metcalfe, D. J., Dunlop, M., Williams, R. J., Wise, R. M., & Williams, K. J. (2015). Ecological

mechanisms underpinning climate adaptation services. *Global Change Biology*, 21(1), 12–31. <https://doi.org/10.1111/gcb.12689>.

Lavorel, S., Locatelli, B., Colloff, M. J., & Bruley, E. (2020). Co-producing ecosystem services for adapting to climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1794.), 20190119. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0119>.

Ley Marco de Cambio Climático, 1 (2022). <https://bcn.cl/3210z>.

Levin, S. A., & Lubchenco, J. (2008). Resilience , Robustness , and Marine Ecosystem-based Management. *BioScience*, 58(1), 27–32. <https://doi.org/10.1641/B580107>.

Long, R. D., Charles, A., & Stephenson, R. L. (2015). Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, 57, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.013>.

Marquet P. A., A. Altamirano, M. T. K. Arroyo, M. Fernández, S. Gelcich, K. Górski, E. Habit, A. Lara, A. Maass, A. Pauchard, P. Pliscoff, H. Samaniego y C. Smith-Ramírez (editores) (2019). Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Márquez, R., & Vásquez, J. A. (2020). El extractivismo de las algas pardas en el norte de Chile. *European Review of Latin American and Caribbean Studies*, 0(110), 101.

<https://doi.org/10.32992/erlacs.10590>.

Martinez-Alier, J. (2001). Ecological Economics. *International Encyclopedia of the Social and Behavioural Sciences*, 9.

https://ddd.uab.cat/pub/estudis/2001/hdl_2072_1216/UHE5-2001.pdf.

Mesa de Algas Pardas. (2012). *Plan de Manejo de Algas Pardas Región de Atacama*.

Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Volumen 7: Vulnerabilidad y Riesgo en Caletas Pesqueras*, en “Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile”.

Ministerio del Medio Ambiente/Oficina de Cambio Climático. (2014). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

Miranda, F. V, & Stotz, W. B. (2021). Why do state interventions in artisanal fisheries often fail in Chile? Misalignment to the way of life of fishers. *Marine Policy*, 132(June), 104693. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104693>.

Munda, G. (2008). *Social Evaluation for a Sustainable Economy*. Berlin: Springer.

Newing, H., Eagle, R. K., & Watson, C. W. (2010). Conducting Research in Conservation. In Routledge (Ed.), *Conducting Research in Conservation. Social Science Methods and Practice*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203846452>.

Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325, 419–422.

<https://doi.org/10.1126/science.1172133>.

Petrosillo, I., Aretano, R., & Zurlini, G. (2015). Socioecological Systems. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09518-X>.

Pomeroy, R. S. (1996). Community-based and co-management institutions for sustainable coastal fisheries management in Southeast Asia. *Ocean and Coastal Management*, 27(3), 143–162. [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(95\)00042-9](https://doi.org/10.1016/0964-5691(95)00042-9).

Prellezo, R., & Curtin, R. (2015). Confronting the implementation of marine ecosystem-based management within the Common Fisheries Policy reform. *Ocean and Coastal Management*, 117, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.005>.

Risler, J., & Ares, P. (2013). *Manual de Mapeo Colectivo. Recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa*. (1st ed.). Tinta Limón.

Rosenfeld, S., Mendez, F., Calderon, M. S., Bahamonde, F., Rodríguez, J. P., Ojeda, J., Marambio, J., Gorny, M., & Mansilla, A. (2019). A new record of kelp *Lessonia spicata* (Suhr) Santelices in the Sub-Antarctic Channels: implications for the conservation of the “huir negro” in the Chilean coast. *PeerJ*, 1–16. <https://doi.org/10.7717/peerj.7610>.

San Martín Cantero, D. (2014). Teoría fundamentada y Atlas . ti: recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16, 104–122. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412014000100008&script=sci_abstract&tlng=pt.

Schumann, S. (2007). Co-management and “consciousness”: Fishers’ assimilation of management principles in Chile. *Marine Policy*, 31(2), 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2006.05.008>.

Smale, D. A. (2020). Impacts of ocean warming on kelp forest ecosystems. *New Phytologist*, 225(4), 1447–1454. <https://doi.org/10.1111/nph.16107>.

Smale, D. A., Wernberg, T., Oliver, E. C. J., Thomsen, M., Harvey, B. P., Straub, S. C., Burrows, M. T., Alexander, L. V., Benthuyssen, J. A., Donat, M. G., Feng, M., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., Payne, B. L., & Moore, P. J. (2019). Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change*, 9(4), 306–312. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0412-1>.

SUBPESCA. (2020). *Resolución Décimo Plan de Seguimiento del Área de Manejo Punta de Talca*.

SUBPESCA. (2015). *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura*.

SUBPESCA. (2021). *Resolución Décimo Sexto Informe de Seguimiento de Área de Manejo*.

SUBPESCA. (2013). *Estado Actual Régimen AMERB III Región de Atacama y IV Región de Coquimbo*.

Teagle, H., Hawkins, S. J., Moore, P. J., & Smale, D. A. (2017). The role of kelp species as biogenic habitat formers in coastal marine ecosystems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 492, 81–98. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.017>.

Vásquez, J. A., Zuñiga, S., Tala, F., Piaget, N., Rodríguez, D. C., & Vega, J. M. A. (2014). Economic valuation of kelp forests in northern Chile: values of goods and services of the ecosystem. *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 1081–1088. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0173-6>.

Wernberg, T., Krumhansl, K., Filbee-Dexter, K., & Pedersen, M. F. (2018). Status and trends for the world's kelp forests. In *World Seas: An Environmental Evaluation Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts* (Second Edi). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00003-6>.

Yáñez, E., Barbieri, Á., Plaza, F., & Silva, C. (2012). *Cambio Climático y Pesquerías en Chile*.

Zuñiga, S., Ramírez, P., Valdebenito, M. (2010). Medición de los impactos socioeconómicos de las Áreas de Manejo en las comunidades de pescadores del norte de

Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(1), 15–26.

<https://doi.org/10.3856/vol38-issue1-fulltext-2>.

7. Anexos

1. Anexo I.

❖ Panel de expertos

➤ Listado de profesionales

- 1) Doctora en ciencias, mención ecología y biología evolutiva.
Universidad de Chile (UCH).
- 2) Doctora en Ciencias, mención Ecología y Biología Evolutiva.
Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB).
Universidad de Chile (UCH).
- 3) Doctora en Ciencias, Mención Botánica.
Directora Ejecutiva Centro de I+D Tecnológico en Algas y otros Recursos (CIDTA).
Universidad Católica del Norte (UCN).
- 4) Magister en Ciencias, Economía Ambiental y Cambio Climático.
Director Instituto de Políticas Públicas UCN.
Universidad Católica del Norte (UCN).
- 5) Magister en Ciencias Veterinarias, Patología de peces e Inmunología.
Directora ejecutiva AcuaNativa.
Universidad de Las Américas (UDLA).

2. Anexo II.

Tabla I.- Listado de preguntas utilizadas, extraídas de la encuesta “Valoración de Servicios Ecosistémicos”, realizada en el año 2021 dentro del Proyecto FONDEF ID20I10167.

Código	Pregunta	Indicador
I.1	Edad	Promedio
I.2	Sexo	% femenino/ % masculino / % prefiero no decir
II.1.1	¿Hasta qué curso de la escuela/liceo llegó?	% Personas básica/ % Personas media
II.1.4	¿Ha tenido usted estudios universitarios?	% Personas con estudios universitarios
III.1.a	Trabajo/rol/oficio	% Personas dedicadas a la recolección de huiro negro
III.1.b	Independiente/asalariado	% Personas independiente/ % Personas asalariadas
III.1.c	Permanente/temporal	% Personas permanentes / % Personas temporal

3. Anexo III

❖ Descripción del código utilizado para la construcción de gráficos radar en software

R studio.

```
library(fmsb)
```

```
data <- data.frame(MO = c(3, 0, 1.75, 1.50, 1.25),
```

```
  MET = c(3, 0, 0.75, 0.75, 0.50),
```

```
  CO = c(3, 0, 3.00, 3.00, 2.50),
```

```
  MEI = c(3, 0, 1.75, 1.75, 2.00),
```

```
  SB = c(3, 0, 0.75, 1.00, 1.00),
```

```
  CE = c(3, 0, 0.50, 0.50, 0.50),
```

```
  MA = c(3, 0, 0.00, 0.00, 0.25),
```

```
  PP = c(3, 0, 0.00, 0.25, 0.00),
```

```
  PC = c(3, 0, 2.50, 2.25, 1.75),
```



```

CC = c(3, 0, 1.25, 1.25, 1.25),
row.names = c("Max", "Min", "Totoralillo Norte", "Punta de Talca", "Punta
Frodden"))
radarchart(data,
  seg = 3,
  title = "Sitios de estudio",
  axistype = 2,
  pcol = colors_border, pfc col = colors_in, plwd=4 , plty=1,
  cglcol = "grey", cglty = 1, axislabcol ="grey", cglwd = 1.5,
  vl cex = 0.8)
legend(x= 1.5,
  y= 1.35,
  legend = row.names(data[-c(1,2),]),
  bty = "n", pch= 20, col = colors_border, cex = 1.05, pt.cex = 3)

```

4. Anexo IV

❖ Procedimiento metodológico para realizar el análisis multicriterio TOPSIS obtenido de Ceballos et al., 2013.

a) Construcción de la matriz de decisión

La matriz se construye partiendo de m alternativas A_i , $i=1, 2, \dots, m$, que serán evaluadas a partir de los criterios C_j , $j=1, 2, \dots, n$, obteniéndose la matriz de decisión de la forma en que se muestra en la tabla II. En este caso la matriz de decisión corresponde a la Matriz valorizada de

Indicadores globales para la evaluación del manejo local del huiro negro en las AMERB.

	w_1	w_2	...	w_n
	C_1	C_2	...	C_n
A_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}
A_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}
...
A_m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mn}

Tabla II. Forma de la matriz de decisión resultante, en donde x_{ij} representa la valoración de la alternativa A_i con respecto al criterio C_j y, $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ es el vector de pesos asociado a los criterios.

b) Normalización de la matriz de decisión

Los elementos de la matriz de decisión pueden no estar definidos en el mismo dominio y por ello han de ser normalizados. La norma que se usa estará dada por la expresión (1).

$$n_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij})^2}, \quad j = 1, \dots, n, \quad i = 1, \dots, m \quad (1)$$

Luego de la normalización de los datos, el rango de valores va desde 0 a 1.

c) Construcción de la matriz de decisión normalizada ponderada

Los elementos de la matriz de decisión normalizada ponderada se calcularán con la expresión (2).

$$v_{ij} = w_j \times n_{ij}, \quad j = 1, \dots, n, \quad i = 1, \dots, m \quad (2)$$

donde w_j es el peso asociado a cada criterio.

d) Obtención de la solución ideal positiva (PIS) y la solución ideal negativa (NIS).

Los valores ideales positivos y negativos (A^+ y A^-) se determinan mediante las expresiones (3) y (4), respectivamente.

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij}, j \in J \right) \left(\min_i v_{ij}, j \in J' \right) \right\} \quad (3)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{ij}, j \in J \right) \left(\max_i v_{ij}, j \in J' \right) \right\} \quad (4)$$

Para esta investigación, todos los criterios tienen la condición de alcanzar el ideal mientras más se incrementa su valor, por lo que la situación ideal será los máximos valores alcanzados y la situación anti-ideal será los menores valores alcanzados en cada criterio.

e) Cálculo de las medidas de distancia

En esta parte se calculan las distancias de cada vector de la matriz normalizada con la situación ideal y la situación anti-ideal, utilizando las expresiones algebraicas (5) y (6).

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, \dots, m \quad (5)$$

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, \dots, m \quad (6)$$

Si se analiza con precaución, estas distancias corresponden al cálculo de la distancia Euclídea o cuadrática de un punto a otro punto en un plano de coordenadas de dos dimensiones, como se graficó en la figura 5.

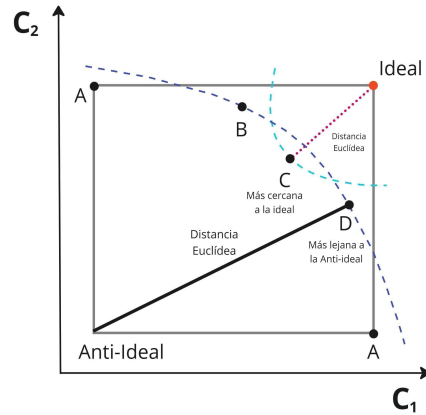


Figura 5. Ejemplo gráfico de las medias distancias al punto ideal y anti-ideal.

f) Cálculo de la proximidad relativa a la solución ideal

La proximidad relativa R_i a la solución ideal positiva se calculó mediante la expresión algebraica (7).

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad i = 1, \dots, m \quad (7)$$

En donde d_i^- es la distancia a la situación anti-ideal y d_i^+ es la distancia a la situación ideal.

5. Anexo V

❖ Artículos científicos considerados para la selección de indicadores globales para evaluar el manejo local del huero negro en AMERB.

- Arkema, K. K., Abramson, S. C., & Dewsbury, B. M. (2006). Marine ecosystem-based management: from characterization to implementation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(10), 525–532. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)4\[525:MEMFCT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)4[525:MEMFCT]2.0.CO;2).
- Hamilton, S. L., Gleason, M. G., Godoy, N., Eddy, N., & Grorud-Colvert, K. (2022). Ecosystem-based management for kelp forest ecosystems. *Marine Policy*, 136, 104919. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104919>.
- Heather, M. L., & McLeod, K. L. (2007). Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(10), 540–548. <https://doi.org/10.1890/060093>.
- Long, R. D., Charles, A., & Stephenson, R. L. (2015). Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, 57, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.013>.

❖ Informes institucionales considerados para la selección de indicadores globales para evaluar el manejo local del huero negro en AMERB.

- Ley Marco de Cambio Climático, 1 (2022). <https://bcn.cl/3210z>.
- Marquet P. A., A. Altamirano, M. T. K. Arroyo, M. Fernández, S. Gelcich, K. Górski, E. Habit, A. Lara, A. Maass, A. Pauchard, P. Pliscoff, H. Samaniego y C. Smith-Ramírez

(editores) (2019). Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

- Ministerio del Medio Ambiente/Oficina de Cambio Climático. (2014). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
- SUBPESCA. (2015). Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura.

6. Anexo VI.

❖ Caracterización social, ecológica y económica por AMERB.

1) Punta Frodden

El área de manejo Punta Frödden está adjudicada por el Sindicato de Trabajadores Independientes de Buzos Mariscadores y Artesanales del Mar de Caldera (Figura 1).

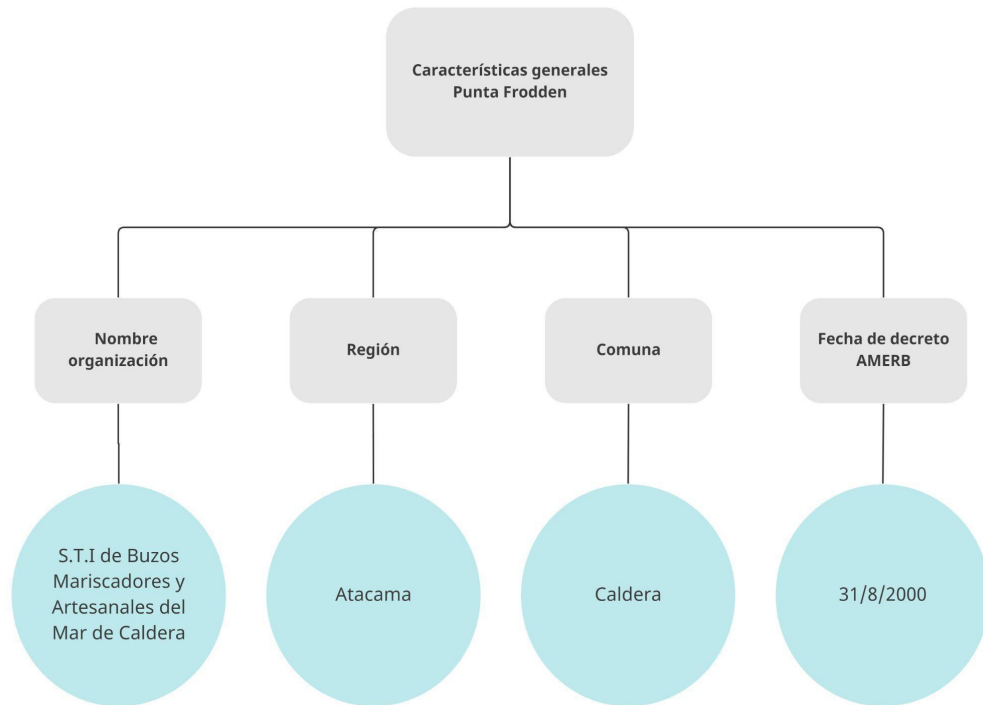


Figura 1.- Características administrativas AMERB Punta Frodden.

El recurso principal que extraen es el erizo rojo (*Loxechinus albus*) y el loco (*Concholepas concholepas*). Sin embargo, también son recolectores de orilla del recurso huiro negro (*Lessonia berteroana*). El área de manejo fue decretada en el año 2000, no obstante, la organización asentada en el lugar data de los años 90^º, pero existía un abandono del sector hasta que la nueva directiva del sindicato se hizo cargo de la gestión del territorio.

Entre 2018 y 2020 la densidad del recurso huiro negro aumentó de 0,61 ind/m² a 2,78 ind/m², mientras que la abundancia y biomasa estimadas disminuyeron notoriamente, así como la

fracción explotable (BITECMA, 2022). La zona de Punta Frödden, actualmente está compuesta por individuos de *L. berteroa* de menor tamaño en comparación a años anteriores (Figura 2) (BITECMA, 2022).

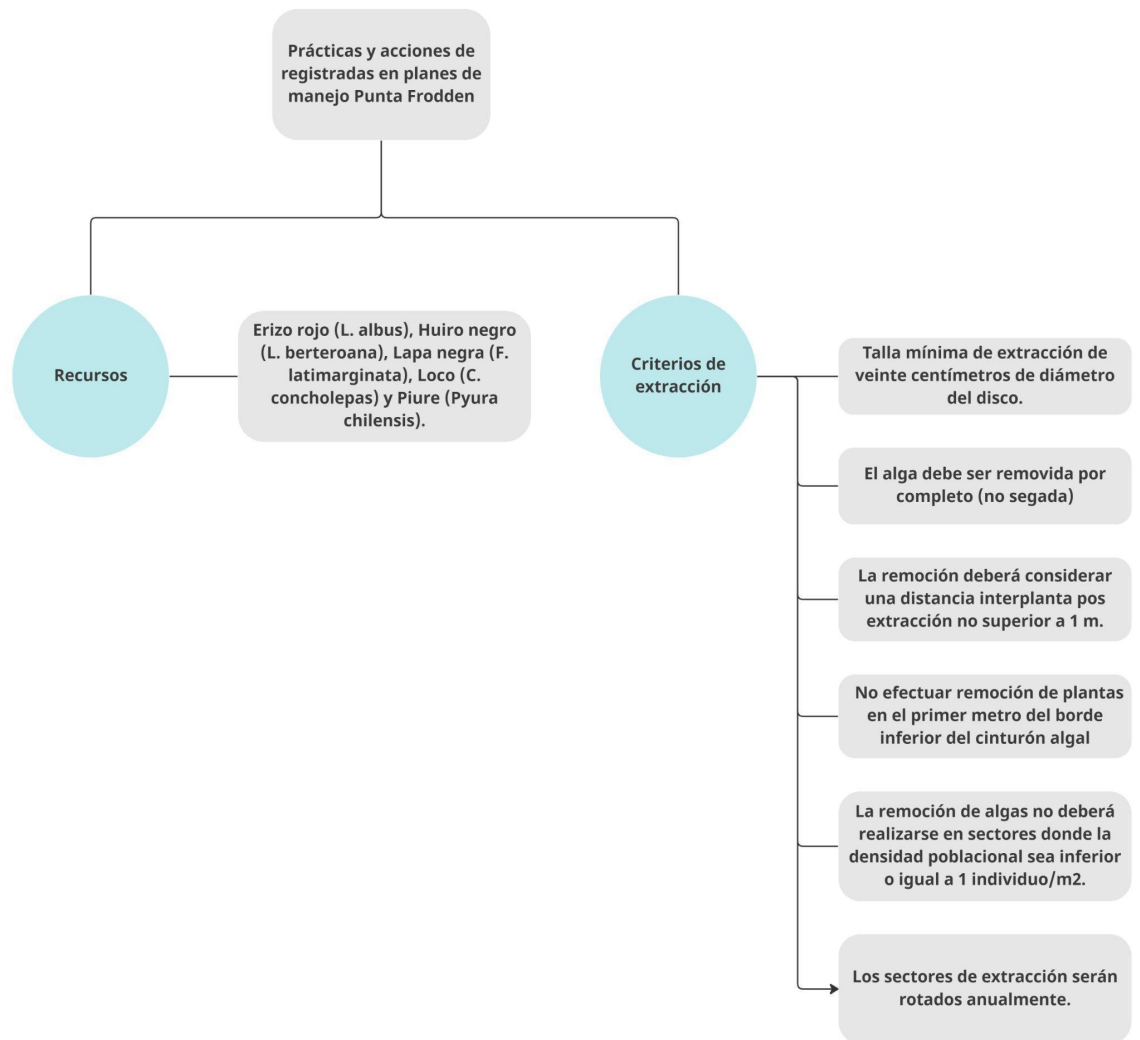


Figura 2.- Prácticas y acciones registradas en planes de manejo, AMERB Punta Frodden.

El sindicato tiene a hombres y mujeres como socios dentro de su organización. Según los resultados de la encuesta “Valoración de Servicios Ecosistémicos”, se indica que existen diferencias entre ambos géneros, por ejemplo, las mujeres alcanzan mayor nivel de escolaridad, en donde aproximadamente el 100% tiene enseñanza media completa, mientras que los hombres en general alcanzaron la enseñanza básica completa. La ocupación principal de las mujeres es el trabajo doméstico y algunas presentan segundas ocupaciones como auxiliar de aseo, pequeños emprendimientos personales y administración. Por otra parte, todos los hombres tienen una Resolución de Pescador Artesanal y tienen licencia de buzo mariscador y recolector de orilla, sin embargo, el oficio de pescador y recolector es reconocido como una ocupación temporal (Figura 3).

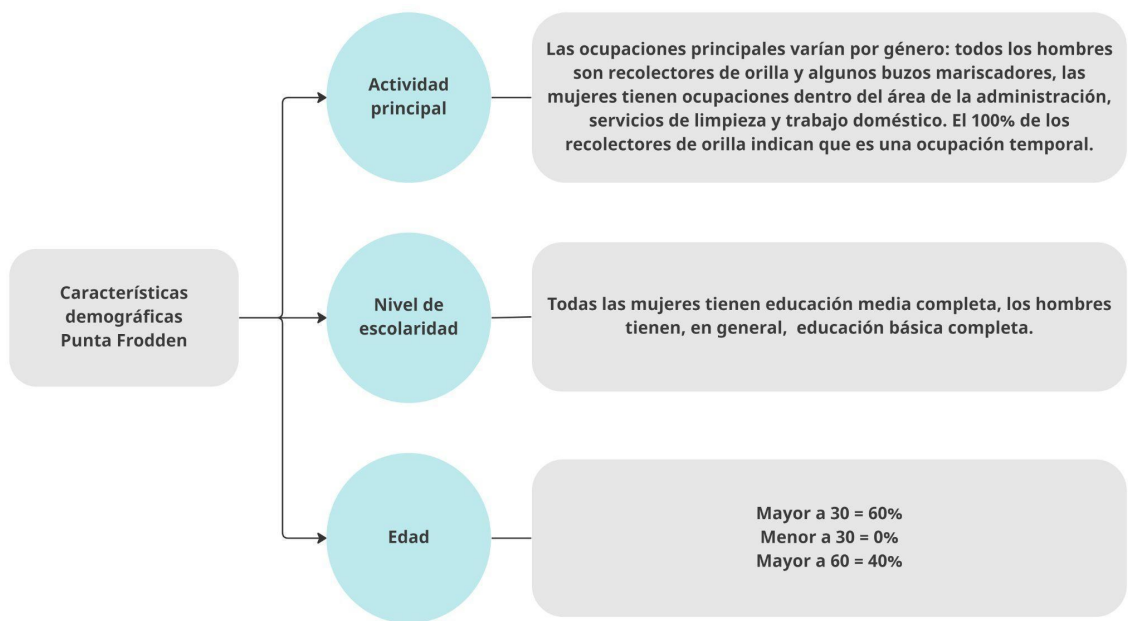


Figura 3.- Características demográficas, AMERB Punta Frodden.

2) Punta de Talca

Caleta Talca se sitúa a 75 km al sur de Ovalle, capital de la provincia del Limarí, muy cercana a una antigua mina de oro abandonada. Tras el cierre de la explotación minera, una decena de familias permanecieron en el lugar, dedicándose principalmente a la extracción de mariscos (Figura 4).

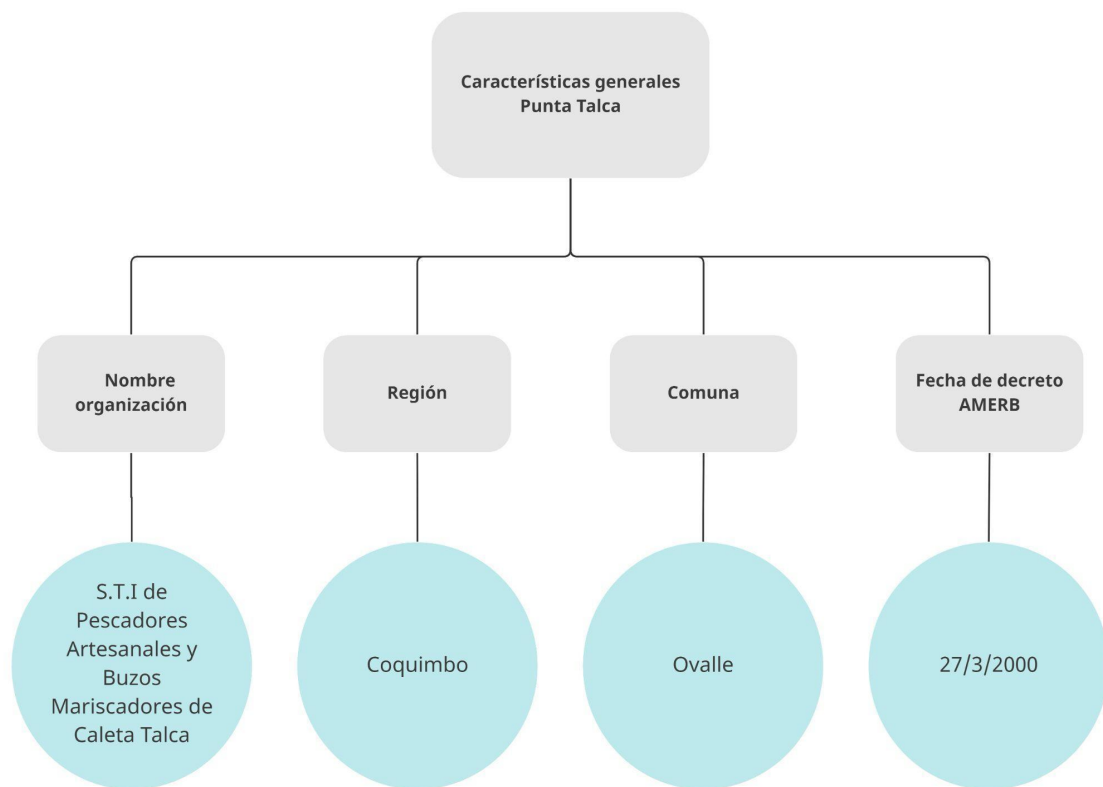


Figura 4.- Características administrativas, AMERB Punta de Talca.

Durante el año 2000 las personas que se mantenían en la zona constituyeron un sindicato y solicitaron a SUBPESCA un área de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB),

específicamente para la explotación del recurso loco (*Concholepas concholepas*) y dos especies de lapa (*Fissurella* spp) (Márquez & Vásquez, 2020). En el año 2007, el Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores de Caleta Talca "ALGAMAR", decidió incluir dentro de los recursos explotables al huiro, tanto de las especies de Huiro negro (*Lessonia spicata*), como de Huiro palo (*Lessonia trabeculata*) y Huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*) (SUBPESCA, 2020); coincidiendo con el año en que el desembarque de macroalgas pardas y su exportación aumentó significativamente en comparación a años anteriores (J. Vásquez, relato personal). Desde el 2011 la densidad de individuos de huiro negro ha tendido a la baja, alcanzando su mínimo el año 2016 con a 1.1 ind/m² (Figura 5) (ALGAMAR, 2022).

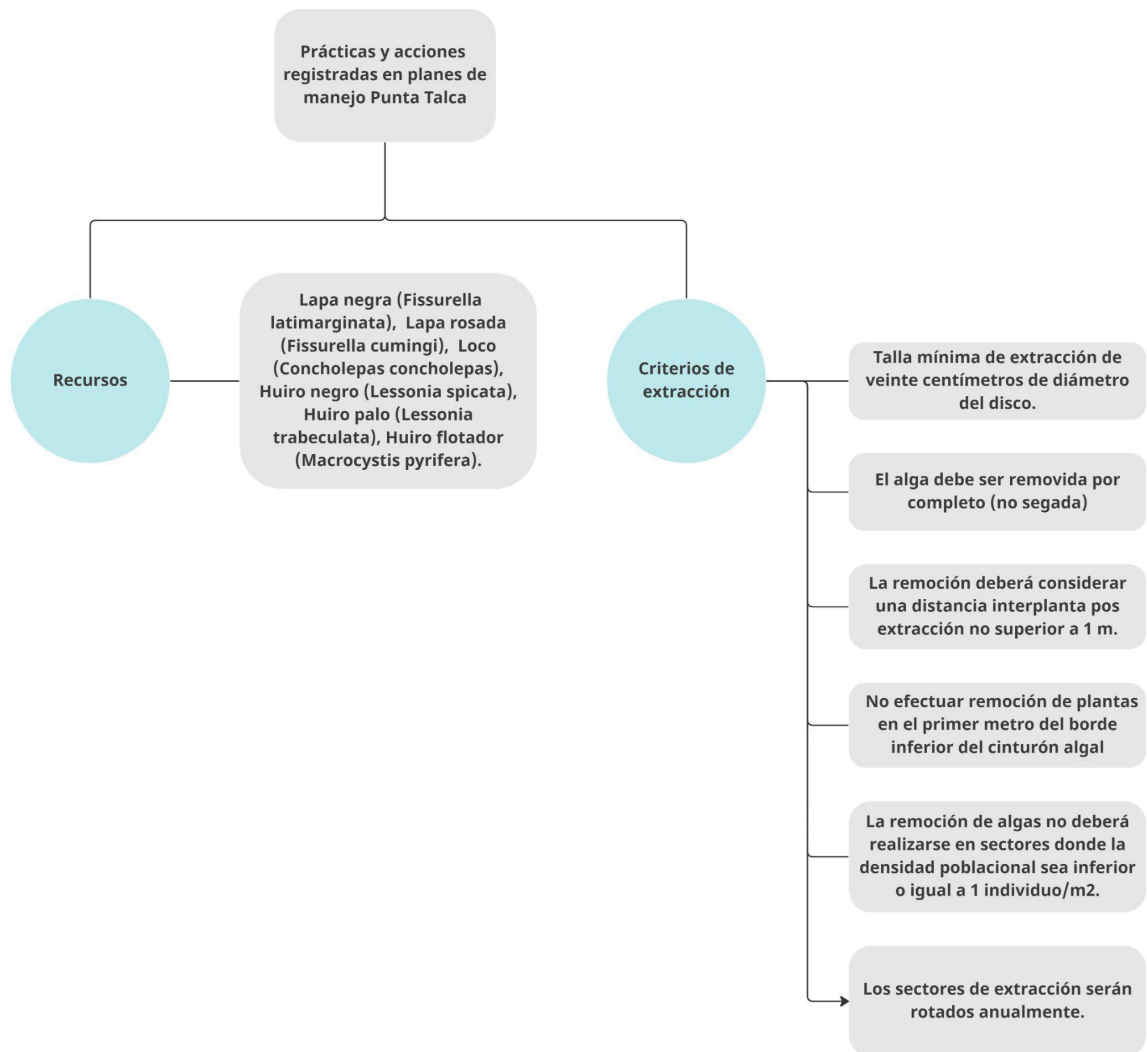


Figura 5.- Prácticas y acciones registradas en planes de manejo, AMERB Punta de Talca.

El sindicato “ALGAMAR” es una organización mixta, el nivel de escolarización alcanza la educación básica completa, tanto hombres como mujeres. El 100% de sus socios y socias son recolectores de orilla y lo consideran su ocupación principal y permanente (Figura 6).

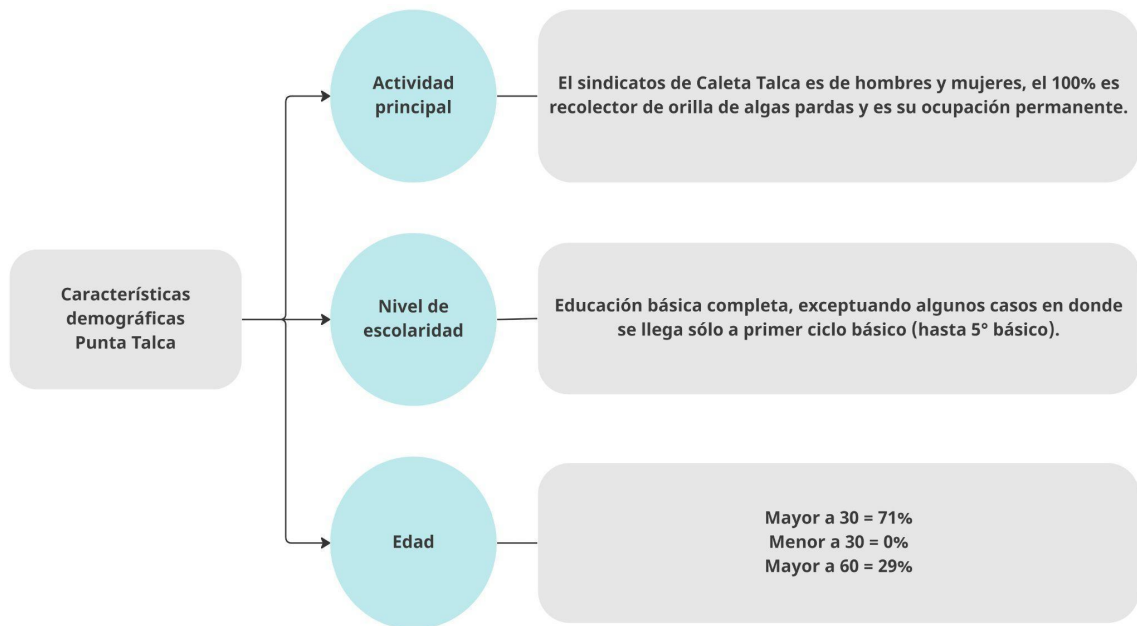


Figura 6.- Características demográficas, AMERB Punta de Talca.

3) Totalillo norte

El Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales de Totalillo Norte tiene adjudicadas 3 distintas áreas de manejo: Totalillo Norte A, Totalillo Norte B y Totalillo Norte C. Las dos primeras áreas fueron decretadas en 1998 y el sector C en 2001 (Figura 7) (SUBPESCA, 2021) .

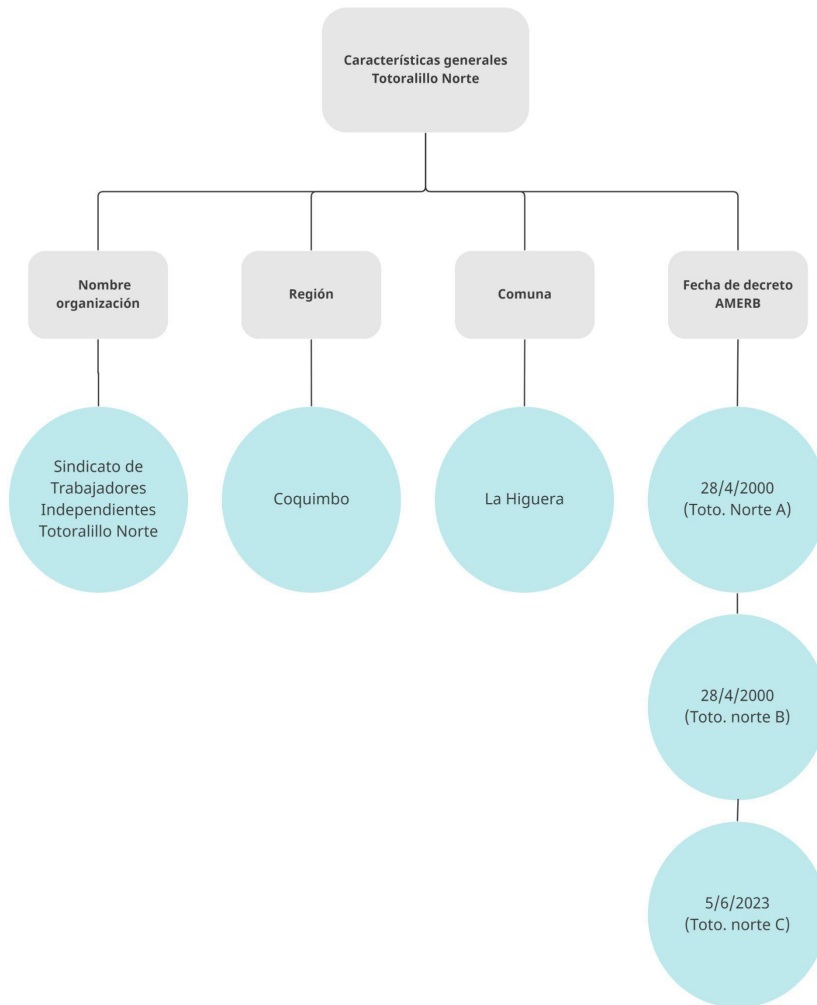


Figura 7.- Características administrativas de AMERB Totoralillo Norte.

Los recursos explotados son: Lapa negra (*Fissurella latimarginata*), Loco (*Concholepas concholepas*) y Huiro negro (*Lessonia spicata*) en las tres zonas, mientras que Huiro palo (*Lessonia trabeculata*) es considerado un recurso explotable sólo en Totoralillo C. Los valores

de densidad del recurso huiro negro en el sector han fluctuado entre 2,7 hasta 3.6 matas/m², siendo el valor de la última evaluación el registro más alto obtenido en los últimos 6 años (Figura 8) (González et al., 2000).

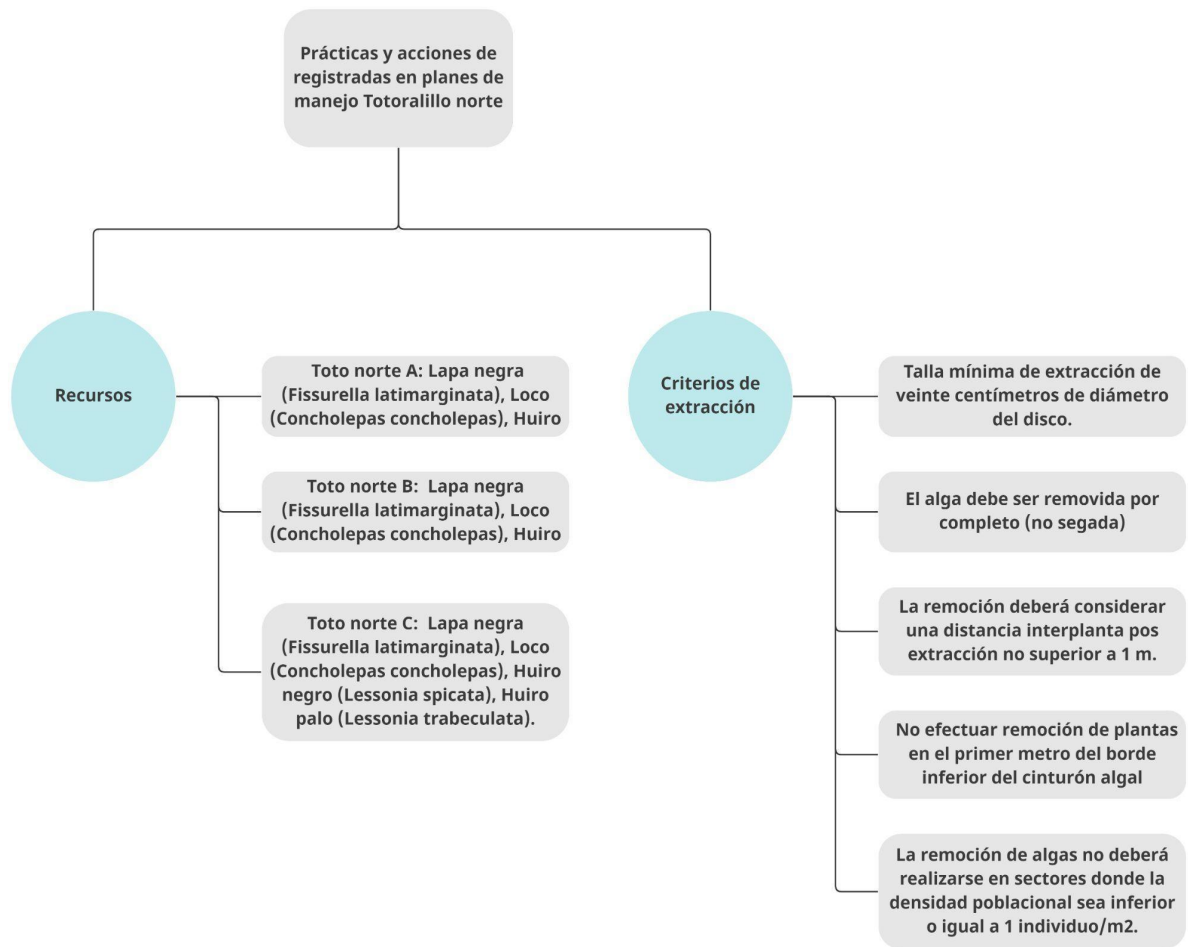


Figura 8.- Prácticas y acciones registradas en planes de manejo AMERB Totoralillo Norte.

El sindicato de Totalillo Norte se compone principalmente por buzos mariscadores. Cuando se completan las cuotas de lapa negra (*Fisurella latimarginata*), lapa rosada (*Fisurella cumingii*) y loco (*C. concholepas*), los pescadores se enfocan en la recolección de huiros, por lo que ser recolector es considerado como una segunda ocupación. El oficio de buzo y recolector son ocupaciones permanentes. El nivel de escolaridad, en general, alcanza la educación básica incompleta, sin embargo, la directiva del sindicato tiene educación media completa (Figura 9).

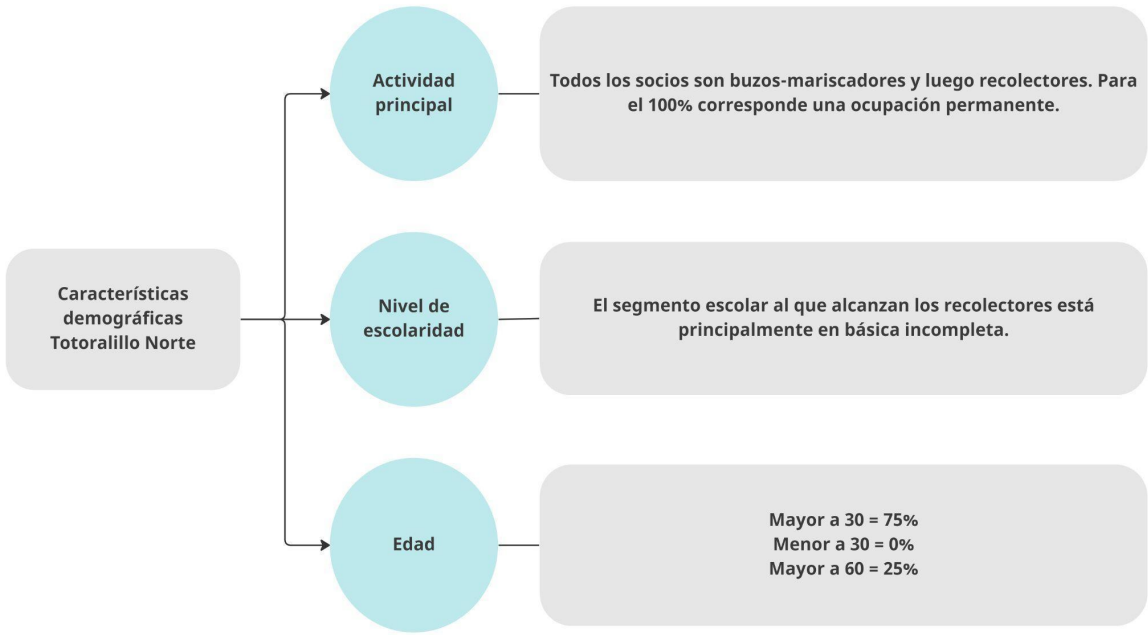


Figura 9.- Características demográficas, AMERB Totalillo Norte.

7. Anexo VII.

- ❖ **Focus group y descripción detallada del sistema de categorías generado a partir del análisis de contenido de las entrevistas semi-estructuradas de las tres AMERB.**

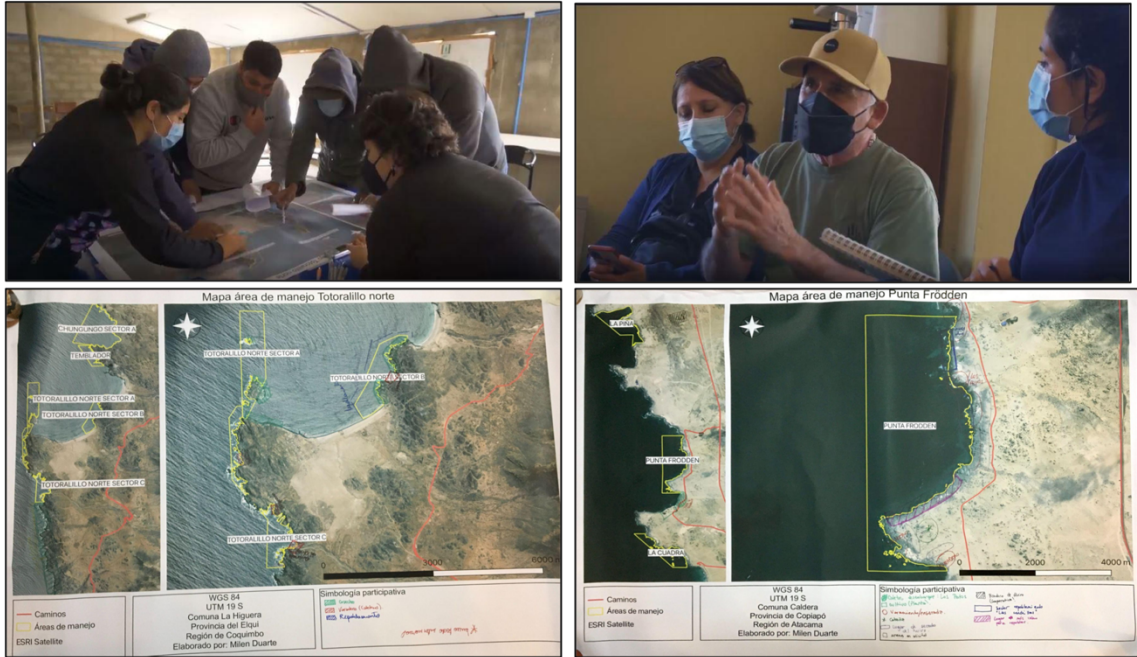


Figura 1.- Las imágenes de arriba corresponden al registro de la ejecución de *focus group* en AMERB. Las fotografías de abajo son resultados del mapeo participativo.

Sistema de categorías

A. Conocimiento local

Los resultados indican que la frecuencia más alta, en general la obtuvo la categoría “Conocimiento local”, esta esfera está constituida por las subcategorías: “Experiencia en el oficio”, “Buenas prácticas”, “Transferencia tecnológica local”, “Ciclo de vida del recurso y

ecosistemas” y “Zonas de descanso y extracción”. Como se indica en la tabla V, esta categoría involucra todo lo relacionado con el manejo local basado en el conocimiento adquirido durante los años de ejercicio del oficio de pescador y recolector de orilla, por fuera de lo establecido en los planes de manejo institucionales. Para las tres localidades este aspecto es predominante dentro del manejo local y, además, las experiencias y prácticas son, de igual forma, similares entre ellas.

B. Planes de manejo

La segunda categoría con mayor relevancia es “Plan de manejo”, que se refiere a todas las prácticas y acciones de manejo que adhieren a los objetivos de los planes de manejos presentados a SUBPESCA y que se rigen según la norma descrita en el decreto AMERB y la Ley de Pesca y Acuicultura. Las sub-categorías corresponden a: “Indicaciones de extracción”, “Técnicas de extracción”, “Actores involucrados”, “Replamamiento” y “Acciones de manejo extraordinarias” y “Planes de seguimiento”. En general, esta categoría recoge perspectivas y conocimiento técnico que llevan a cabo los y las pescadores según los planes de manejo propuestos, además de todas las dimensiones que involucra.

C. Conflictos

El tercer aspecto con mayor relevancia corresponde a la categoría de “Conflictos”, que presentan las subcategorías: “Ilegalidad/mafia”, “Contaminación”, “Fiscalización”, “Cambio climático” y “Recambio de generaciones”, siendo subcategorías emergentes para Punta Frodden los “Conflictos territoriales” y “Delincuencia”.

La percepción principal de los y las pescadoras respecto a esta categoría es que el factor humano es preponderante en la degradación de los ecosistemas, debido a la extracción descontrolada e ilegal que toma lugar en cada área de manejo y genera problemas para un manejo local adecuado del recurso huero negro. La responsabilidad recae principalmente en la falta de fiscalización, que debería ser llevada a cabo por SUBPESCA, y la ineficiencia con que se lleva a cabo.

Para Punta Frodden, uno de los conflictos más complejos que impide la buena gestión y manejo del área es la toma de terreno ilegal asentada en la caleta “Los Patos”, quienes recolectan el huero y otros recursos presentes de forma ilícita hace varios años. Actualmente este asentamiento irregular de personas formalizó su organización sindical y solicitaron una AMERB en la zona colindante, lo cual para los y las recolectoras de Punta Frodden es visto como una posible solución, ya que no existen problemas por el compartir los derechos de uso del área sino que la falta de regulación y los efectos que genera la sobreexplotación.

D. Contexto social y relaciones

Esta categoría describe la estructura social y las relaciones interpersonales, al igual que los vínculos con los distintos actores involucrados en el manejo de cada área. Las subcategorías presentes son “Diferencias de género”, “Relaciones de respeto y compañerismo” y “Democracia y toma de decisiones”. En general, todas las caletas indican tener relaciones horizontales entre los y las representantes con el resto de la organización sindical. La organización Totoralillo Norte tiene una forma de organización basada en la distribución de tareas y responsabilidades de forma equitativa, que permite el trabajo mancomunado de forma eficiente y segura.

A pesar de que la subcategoría “Diferencias de género” podría ser considerada como un conflicto, no se percibe como tal. Para Punta Frodden y Punta de Talca, las cuales son caletas mixtas y en donde esta última tiene una representante mujer, las diferencias sobre el rol que cumplen dentro de la extracción de huiro negro va acorde a sus posibilidades físicas pero de igual forma participan activamente en todo el proceso de cosecha y tampoco existen diferencias entre las ganancias que reciben actualmente.

Por otra parte, Totoralillo norte no tiene mujeres en el sindicato y tampoco planea tenerlas, sus impresiones son que existen complicaciones para que ejerzan el oficio por distintas razones, tanto por la fuerza física y el desgaste que implica este tipo de ocupación, la inseguridad económica y las costumbres arraigadas entre los pescadores que pueden generar ambientes incómodos y complejos para el trabajo.

E. Comercialización del alga

La categoría “Comercialización del alga” refiere a toda la dinámica del mercado de las algas, desde el punto de vista de los recolectores que son los actores que se encuentran en la base de la pirámide de la estructura asociada a ese mercado y presenta las subcategorías “Acuerdos”, “Buen precio de venta”, “Falta de regulación”, “Valor agregado”. Según la perspectiva de los y las pescadores, el mercado de algas influye en el manejo local principalmente por la presión de extracción que genera el precio de venta

8. Anexo VIII

Tabla IV.- Matriz valorizada de indicadores globales para evaluar el manejo local del huiro negro en las AMERB.

Dimensión	Indicadores	Descripción general	Peso	Rango de puntajes	Punta Frodden	Punta de Talca	Totalillo Norte
Ecosistema y bienestar humano	Monitoreo	Registrar cambios de los componentes ecosistémicos abióticos, bióticos y humanos para los propósitos del manejo.	0,1	<p>0 No se realizan monitoreos a ninguno de los componentes ecosistémicos.</p> <p>1. Se realizan monitoreos solamente en un componente</p> <p>2. Se realizan monitoreos al menos dos componentes</p> <p>3. Se realizan monitoreos al menos 3 componentes</p>	1,25	1,50	1,75
Ecosistema y bienestar humano	Manejo a distintas escalas temporales y espaciales	Considerar los escalas espaciales y temporales es fundamental para determinar el contexto social en donde se establecen los planes de manejo y las influencias en la estructura y el funcionamiento de las	0,1	<p>0. Se establecen los planes de manejo solamente a una escala espacial y temporal (ej: a nivel nacional por 1 año para todas las acciones).</p> <p>1. Los planes de manejo consideran más de una escala espacial pero a</p>	0,50	0,75	0,75

		comunidades ecológicas.		<p>una escala temporal particular (ej: manejo a nivel nacional y regional durante 1 año para todas las acciones).</p> <p>2. Los planes de manejo se construyen a más de 2 escalas espaciales y temporales.</p> <p>3. El manejo local se propone a más de 3 escalas espaciales a distintas escalas temporales según sus requerimientos y objetivos.</p>			
Organización e institucionalidad	Manejo a distintas escalas institucionales	Promover la participación coordinada del Gobierno a nivel central, regional y local, así como la participación del sector privado, la academia y la sociedad civil.	0,1	<p>0. Solamente el gobierno a nivel central participa en el establecimiento de planes de manejo.</p> <p>1. Los niveles de gobernanza central, regional y local participan activamente en la generación de los</p>	1,00	1,00	0,75

				planes de manejo.			
				2. Los planes de manejo son propuestos involucrando a los 3 niveles de gobernanza y tanto a la sociedad civil como a la academia.			
				3. Participan los 3 niveles de gobernanza en la generación de planes de manejo y se incluye el sector privado, la academia y la sociedad civil.			
Ecosistema y bienestar humano	Sustentabilidad	Enfatiza en el mantenimiento de más de uno o más aspectos del ecosistema.	0,1	0. El manejo local no tiene como metas y/u objetivos el mantenimiento del ecosistema como tal, sólo la gestión de la explotación de praderas de huiro. 1. El manejo local contempla el mantenimiento de 1 aspecto del ecosistema (ej: recurso principal)	0,50	0,50	0,50

				<p>2. El manejo local plantea como objetivo la mantención de 2 aspectos del ecosistema (ej: recurso principal y características fisicoquímicas).</p> <p>3. El manejo local se enfoca en la mantención de las especies pero también considera mínimo 3 aspectos del ecosistema (ej: características físicas, químicas y genéticas).</p>			
Organización e institucionalidad	Co-manejo	Promover la responsabilidad compartida para el manejo entre los múltiples niveles de gobernanza y actores claves.	0,1	<p>0. Las prácticas del manejo se ejecutan solamente por la institucionalidad central a cargo.</p> <p>1. Las prácticas de manejo se llevan a cabo</p>	0,25	0,00	0,00

				<p>por la gobernanza central y regional, tomando distintos roles para su ejecución.</p> <p>. 2. Las prácticas de manejo se llevan a cabo por la gobernanza central, regional y local según los roles que especifica la normativa.</p> <p>3. El manejo local se ejecuta de forma compartida involucrando todos los niveles de gobernanza y las comunidades territoriales según distintos roles específicos.</p>			
Conocimiento	Principio precautorio	<p>Cuando haya un riesgo o peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas para evitar dichos riesgos o peligros o impedir los efectos adversos del cambio climático, considerando</p>	0,1	<p>0. Los planes de manejo no contemplan evaluación de riesgos frente a distintos impactos ecológicos y sociales.</p> <p>1. Los planes de manejo realizan una evaluación de riesgos frente a impactos significativos a nivel ecológico (ej:</p>	2,00	1,75	1,75

el principio de
costo-efectividad.

desastres naturales), sin embargo no se traduce en acciones concretas para evitar el daño.

2. Los planes de manejo realizan una evaluación de riesgos frente a impactos significativos a nivel ecológico y social (ej: demanda del mercado, aumento presión de extracción, cambio en la normativa ambiental) pero no se traduce en acciones concretas para evitar el daño.

3. Se realizan evaluaciones de riesgos frente a impactos significativos en todos los planes de manejo, lo cual permite la adopción de medidas precautorias para evitar los posibles daños ambientales.

Ecosistema y bienestar humano	Conexión de ecosistemas	Conectar las políticas ambientales y los esfuerzos de manejo considerando los distintos sistemas limitantes (aire, tierra y agua).	0,1	<p>0. En el manejo local no considera al sistema completo, solo el recurso en particular.</p> <p>1. Dentro del manejo local sólo se considera el ecosistema de interés (ej: ecosistemas costeros para el manejo de los recursos bentónicos).</p> <p>. 2. El manejo local considera la conexión entre el ecosistema de interés y 1 sistema limitante (ej: ecosistema costero intermareal y ecosistema terrestre como orilla de playa)</p> <p>3. Todos los ecosistemas colindantes al sistema de interés son considerados dentro de los planes de manejo local.</p>	2,50	3,00	3,00
Conocimiento	Participación ciudadana	Promoción de la participación ciudadana de manera igualitaria, in distinguir por sexo, raza	0,1	0. En los planes de manejo no se considera la participación	1,75	2,25	2,50

o condición social y considerando la pertinencia ética.

ciudadana en ninguno de sus procesos, tanto en la producción, ejecución y evaluación.

1. Existen instancias de participación ciudadana pero solo participa el presidente/a de la asociación y luego la información es llevada hacia las bases.

2. La participación ciudadana es abierta a las directivas de los sindicatos en su conjunto y luego la información es llevada hacia las bases.

3. La participación ciudadana es abierta a todas las personas de la comunidad asociada al sindicato

1,25

Conocimiento	Uso de conocimiento científico	Uso del conocimiento científico disponible y mejora del conocimiento de los efectos del cambio climático, con el fin de precisar la toma de decisiones públicas en materia de adaptación	0,1	<p>0. Las tomas de decisiones para la adaptación frente al cambio ambiental se basan solo en lo expresado en la normativa.</p> <p>1. Las acciones de manejo local se toman a nivel institucional según indicadores productivos y no se considera la recomendación científica sobre el cambio ambiental.</p> <p>2. El conocimiento científico es considerado como sugerencias y recomendaciones para la toma de decisiones en el manejo local, sin embargo no es vinculante.</p> <p>3. La toma de decisiones para el manejo local considera el conocimiento científico como base fundamental para la adaptación frente al</p>	1,25	1,25
--------------	--------------------------------	--	-----	--	------	------

				cambio ambiental, siendo información vinculante.			
Ecosistema y bienestar humano	Manejo adaptativo	Los sistemas algales tienen cambios bruscos por su dinamismo y su presión antrópica, se deben considerar planes predictivos para fomentar la resiliencia de estos sistemas.	0,1	<p>0. No se contemplan ni se desarrollan modelos predictivos para el manejo local.</p> <p>1. La academia propone modelos predictivos a través de proyectos de investigación específicos pero no se consideran dentro de los planes de manejo local.</p> <p>2. Los modelos predictivos son considerados dentro de los planes de manejo, sin embargo sólo se basan en la dimensión ecológica.</p> <p>3. Todos los planes de manejo consideran modelos predictivos involucrando los componentes ecológicos, económicos y sociales para la resiliencia de los</p>	0,00	0,25	0,00

ecosistemas.
