

Propuesta para la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos para Pisagua

Gorny M, Muñoz V, Marin Lu T, Van der Meer L.
Oceana

Propuesta para la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos para Pisagua

Informe Oceana
Santiago, Chile

Para Citar:

Gorny M, Muñoz V, Marin Lu T, Van der Meer L. 2020. Propuesta para la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos para Pisagua. Informe Oceana, Santiago, Chile: 166p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	7
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	7
SISTEMA DE CORRIENTES DE HUMBOLDT (SCH)	10
CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y ENOS	11
ÁREA PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UN ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA (AMCP-MU)	13
UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DEL AMCP-MU	14
1. Fundamentos biológicos	16
1.1. Diversidad de especies	16
1.1.1. <i>Mamíferos marinos</i>	16
1.1.2. <i>Aves marinas</i>	19
1.1.3. <i>Peces</i>	24
1.1.4. <i>Macroinvertebrados bentónicos</i>	31
1.2. Ecosistemas y hábitats	40
2. Modos de vida y caracterización socioeconómica	47
2.1. Antecedentes generales comuna de Huara	47
2.2. Antecedentes generales localidad de Pisagua	47
2.3. Beneficios de un AMCP-MU	49
3. Amenazas	50
3.1. Actividad pesquera industrial y sus riesgos para la zona de protección	50
CONCLUSIONES	55
AGRADECIMIENTOS	56
REFERENCIAS	57
ANEXO	63
INFORME SHOA 2017	
INFORME SHOA 2018	
INFORME EXPEDICIÓN CIENTÍFICA	
REGISTRO FOTOGRÁFICO	

RESUMEN

- Se propone un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) para la comuna de Huarra la que se extiende en la costa entre Caleta Mejillones del Norte, en el sur, y Punta Gorda en el norte, abarcando las aguas territoriales hasta aproximadamente 12 millas náuticas en el océano. La propuesta contempla un área de protección de aproximadamente 1.316 km².
- El AMCP-MU propuesto será la primera zona costera de conservación marina de los ecosistemas en el Norte Grande, y unas de las más extensas en la costa continental de Chile.
- El área representa todos los ecosistemas marinos identificados en la ecorregión del Norte Grande, comprendiendo numerosos hábitats que albergan una alta diversidad de especies marinas, las que se encuentran en muy baja abundancia o amenazadas en otras partes de la costa chilena.
- Presencia de zonas de mínimo oxígeno, así como surgencia de aguas frías ricas en nutrientes frente a Punta Pichalo caracterizan el área, afectando la distribución espacial de peces e invertebrados desde el talud hasta las costas, generando una alta productividad biológica en el lugar.
- Cardúmenes de anchoveta y jurel se encuentran con frecuencia muy cerca de la costa, siendo alimento clave para mamíferos y aves marinas que visitan o se reproducen en la zona.
- Punta Pichalo es el único lugar en el Norte Grande donde se reproducen tanto el lobo común como el lobo fino austral. Además, es probable que estos lobos pertenezcan a una población que se distribuye exclusivamente desde el sur de Perú hasta Punta Pichalo.
- Los bosques todavía intactos de macroalgas albergan un sinfín de invertebrados y una abundancia inédita de algunas especies de peces de rocas que en otras partes de la costa chilena ya no existe.
- En el talud superior se encuentran bancos de corales plumosas (octocorales), un hábitat que, en convenios internacionales, es considerado de alta importancia para la conservación marina.
- Hasta el momento, se han identificado más de 150 especies en el área, distribuidas en 15 especies de mamíferos, 49 especies de aves marinas, 36 especies de peces en el sublitoral y talud, 49 especies de macroinvertebrados en el sublitoral y 26 especies de macroinvertebrados asociados a los bosques de macroalgas.

INTRODUCCIÓN

Los océanos entregan múltiples servicios ecosistémicos, entre los que encontramos una fuente importante de alimentos y de gran parte del oxígeno que respiramos. Además, nos protegen contra eventos climáticos extremos y actúan como sumideros de carbono, disminuyendo la temperatura superficial de la atmósfera y aportando en la regulación del clima global (Covich *et al.*, 2004). En el escenario del cambio climático, sumado a las pérdidas de biodiversidad causadas por la contaminación, la degradación de hábitats y la sobreexplotación de recursos marinos, los océanos y los beneficios asociados a los servicios ecosistémicos se han visto altamente amenazados (Worm *et al.*, 2006; Hoegh-Guldberg & Bruno, 2010).

La creación de áreas protegidas se ha utilizado ampliamente como una herramienta para conservar los ecosistemas que entregan beneficios y servicios ecosistémicos y, de alguna manera, mitigan los impactos del cambio climático (Mooney *et al.*, 2009). Las áreas marinas protegidas (AMPs) comprenden desde pequeñas zonas para la protección de especies amenazadas, hábitats únicos, o sitios de interés cultural o histórico, hasta reservas y parques de gran tamaño con propósitos de conservación, económicos o sociales que incluyen distintos niveles y tipos de protección.

De esta manera, la implementación de áreas protegidas trae consigo beneficios económicos asociados al turismo, a la recreación y al aumento de la productividad en pesquerías (Dixon, 1993), además de entregar beneficios a la naturaleza, tales como el mantenimiento y la protección de las estructuras, funciones e integridad de los ecosistemas (Ángulo-Valdés & Hatcher, 2010). Así, el correcto establecimiento y manejo de AMPs aportaría en gran medida a la construcción y mantenimiento de la resiliencia del océano (Walker & Salt, 2012).

Chile, luego de adherir a acuerdos internacionales para cumplir con las metas de desarrollo sustentable como miembro de la Organización de Naciones Unidas, se comprometió a aumentar la protección de los ecosistemas marinos y costeros en al menos un 10% para 2020 (UN, 2019). Por esto, la declaración de nuevas áreas protegidas aumentó de 4,1% a 40,2% el área de protección de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) en 2018, posicionándose entre los países líderes en esta materia. Sin embargo, la zona norte del país se encuentra subrepresentada en términos de la protección de la zona marítima. Esto quiere decir que, de toda la zona económica exclusiva del país, sólo un 0,4% corresponde a zonas costeras y, de ellas, un mínimo porcentaje se encuentra en la zona norte del país. Casi el 91% del territorio marítimo protegido es en las islas oceánicas del archipiélago de Juan Fernández, islas Desventuradas, Rapa Nui y Salas & Gómez. Por lo tanto, sólo el 1% restante representa a territorio protegido del continente chileno y el porcentaje mínima se encuentra dentro de la zona del Norte Grande (Figura1).

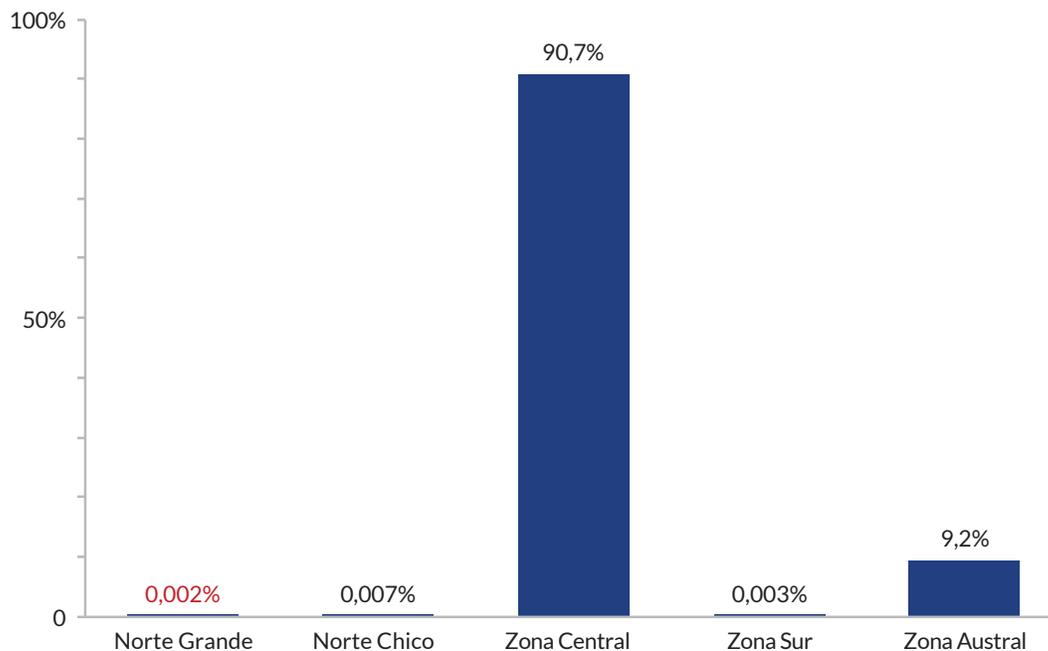


Figura 1. Distribución porcentual de superficies de Áreas Marinas Protegidas por zona en Chile. El valor de 90,7% para la zona central se explica por los parques marinos alrededor de las islas oceánicas.

La zona marítima del norte del país ha entregado históricamente una plétora de recursos, servicios y beneficios como, por ejemplo, la extracción de grandes biomásas de recursos pesqueros de importancia económica global tales como la sardina y la anchoveta. Sin embargo, aún no existe ningún área protegida en esta zona que permita resguardar áreas de importancia biológica y reproductiva para este tipo de especies, de manera que se asegure su resiliencia.

Pisagua es una de las pocas comunidades pesqueras artesanales de la zona Norte, considerando que en esta latitud del país se han desarrollado principalmente actividades mineras. Desde 2017 Oceana se encuentra realizando estudios para levantar información científica básica de la zona costera hasta las 20 Millas Náuticas (MN). En un principio, nos enfocamos en el rol ecosistémico de la anchoveta, pero durante nuestras expediciones junto a la Universidad Arturo Prat y sus científicos, descubrimos zonas muy diversas y abundantes, por lo cual en conjunto con la comunidad y las autoridades locales comenzamos a trabajar en una propuesta.

A continuación, se presentan las bases para la creación de un Área Marina Costera Protegida frente a la región de Tarapacá, particularmente frente a la localidad de Pisagua que incluye, además, una zona que previamente fue establecida como sitio prioritario para la conservación por las instituciones regionales.

ANTECEDENTES

Ubicación geográfica

El Norte Grande de Chile, que se encuentra entre los 18°S y 25°S, corresponde al área geográfica más árida del país y se compone por las regiones administrativas de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. Asimismo, el trabajo de Thiel *et al.*, (2007) ha reconocido a esta zona como una unidad pesquera que frente a las costas de las dos primeras regiones es posible encontrar importantes zonas de surgencia, principalmente en las localidades de Mejillones y Antofagasta, así como también cerca de la localidad de Pisagua (Figura 2).



Figura 2. Se muestran las zonas de surgencia en Chile, indicando las zonas principales con surgencias frecuentes y fuertes y también zonas con surgencias menos intensas y menos frecuentes. (Elaboración propia en base de datos de Thiel *et al.*, 2007).

La región de Tarapacá, cuya capital es Iquique, se extiende desde la latitud 19°13'S hasta la 21°38'S, y se caracteriza por la presencia de la denominada Puna, que presenta una alta elevación y grandes acantilados que van desde la cordillera de la costa hacia la planicie litoral (Cereceda *et al.*, 2008). Por otro lado, hacia el Este también se pueden observar acantilados pertenecientes a la árida cordillera de la costa. Sobre esta cordillera se encuentra la zona de Pampa, una gran planicie a 3000-3500 metros sobre el nivel del mar, cubierta por arena, sal, nitrato y otras sales minerales. A pesar de la aridez, en la latitud 19°S es posible observar yacimientos de agua que corren desde las montañas en dirección al mar (Bollaert, 1851), por el río Pisagua que desemboca justo al norte de Punta Pisagua.

Clima

Dada su ubicación geográfica y la directa influencia de la Pampa y del Desierto de Atacama, la zona costera de la región de Tarapacá y sus respectivas localidades corresponde a un desierto costero, aunque húmedo y, generalmente, con abundante nubosidad (Cereceda *et al.*, 2008). La temperatura al nivel del mar en la región de Tarapacá es cálida, con un promedio anual de 18°C. La media máxima se presenta en enero con 21°C y la menor temperatura se registra en Julio con un promedio de 15°C. Mientras que prácticamente no hay precipitaciones anuales, junio es el único mes en que se registran precipitaciones con un promedio de 1mm (Cereceda *et al.*, 1999). La humedad relativa en la costa de la región de Tarapacá es generalmente alta, con un promedio anual cercano al 70%. El clima de la región de Tarapacá se define según la clasificación de Köppen como BWn, siendo la BW la denotación de un clima seco y árido, mientras que la n indica neblina y nubosidad constantes (Cereceda *et al.*, 2008).

Ecorregiones y ecosistemas

Según Spalding *et al.*, (2007), la zona marina frente a la región de Tarapacá se encuentra en la ecorregión *Humboldtiana*, que se incluye en la provincia marina templada-cálida del sureste del Pacífico, y que se extiende entre los 12°S hasta los 25°S (Sullivan & Bustamante, 1999). Actualmente, el Ministerio del Medio Ambiente acogió una clasificación de ecorregiones y de ecosistemas considerando geoformas singulares, tipo de sustrato de fondo y zonas de surgencia (Rovira & Herreros, 2016). De esta forma, se distinguen 93 unidades ecosistémicas (ecosistemas) en el país, permitiendo generar un inventario que servirá como base de datos sobre la biodiversidad (ley 19300, Art. 70, letra j). De acuerdo con estos criterios, la ecorregión *Humboldtiana* de Spalding se divide en la ecorregión del Norte Grande y la ecorregión Paposo – Taltal, correspondiendo a las provincias I y II de Spalding. El área de esta propuesta entonces se ubica en la ecorregión del Norte Grande donde se han establecido 6 ecosistemas marinos (Tabla 1, Figura 3).

Tabla 1. Ecosistemas marinos reconocidos frente a la ecorregión del Norte Grande. (Fuente: elaboración propia a partir de Rovira & Herreros, 2016).

ECORREGIÓN	ECOSISTEMAS
Norte Grande	Litoral
	Litoral duro
	Litoral blando
	Epibentónico duro
	Epibentónico blando
	Zona de Surgencia



Figura 3. Ecosistemas marinos de la ecorregión del Norte Grande (Fuente: Rovira & Herreros, 2016).

Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH)

A lo largo de la costa de Chile, desde los 45°S hasta los 4°S en el Perú, se encuentra el Sistema de la Corriente de Humboldt o SCH (cf. Figura 2), que comprende uno de los ecosistemas más productivos del planeta (Yáñez *et al.*, 2001). El SCH está compuesto por un complejo de corrientes o masas de agua provenientes de distintos orígenes (Silva *et al.*, 2009). Por ejemplo, frente a las costas del Norte Grande se pueden apreciar 4 masas de agua principales (Figura 4) entre las que se reconoce una gran proporción de aguas profundas (mayor a 200 m) provenientes de la Antártica (AAIW) y que son frías y ricas en nutrientes.

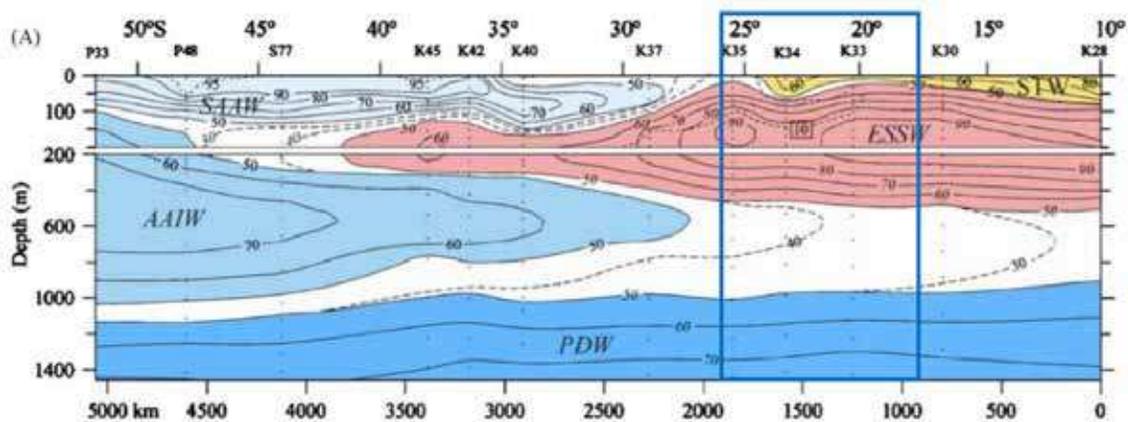


Figura 4. Distribución vertical de las masas de agua frente a Perú y Chile (desde los 10°S hasta los 50°S), donde STW: aguas subtropicales; SAAW: aguas subantárticas; EESSW: aguas ecuatoriales subsuperficiales; AAIW: aguas antárticas intermedias; PDW: aguas profundas del Pacífico. El cuadro azul delimita la zona del Norte Grande. (Fuente: Silva *et al.*, 2009).

El SCH corresponde además a un ecosistema de surgencia este (*Eastern Boundary Upwelling Ecosystem*) que se caracteriza por sus condiciones geográficas, y que junto con la presión ejercida por los patrones de vientos provenientes del sur, provocan el surgimiento de la AAIW hacia la superficie y, con ello, la afluencia de los nutrientes necesarios para sostener una alta productividad primaria (Hill *et al.*, 1998). Este patrón enriquece la zona costera de Chile mediante eventos de surgencia frecuentes u ocasionales (Figura 2), entregando las condiciones biológicas óptimas para mantener niveles altos de biomasa y productividad pesquera (Thiel *et al.*, 2007). En la ecorregión se han registrado 11 puntos de surgencias, siendo Punta Pichalo el lugar más al norte donde ocurre este evento con frecuencia e independiente de condiciones océano-atmosféricas frías La Niña o eventos cálidos El Niño, pero relacionado con elementos geográficos terrestres, entre los que se cuentan las puntas presentes en la línea de costa y su exposición respecto al viento predominante. (Barahona & Gallegos, 2000).

La presencia del SCH con las zonas de surgencia frente a la zona del Norte Grande de Chile resulta en una alta productividad primaria mediante las zonas de surgencia, lo que provoca una consecuente presencia de altas biomásas de zooplancton que sirven de alimento para una gran cantidad de peces de importancia socioeconómica como la sardina, la anchoveta, la merluza y el jurel; y estas especies, a su vez, son el alimento de especies de mayor tamaño como aves y mamíferos marinos.

Condiciones oceanográficas y ENOS

Oceanografía

La zona costera del norte de Chile se encuentra caracterizada, principalmente, por la presencia del SCH y sus masas de agua correspondientes (Thiel *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2009). Se destaca la importancia de los eventos de surgencia en la zona, que se producen por las características geográficas de la bahía y los patrones de vientos provenientes desde el sur (Hill *et al.*, 1998; Montecino & Lange, 2009), generando eventos de surgencia permanentes entre los 19-22°S. Esta surgencia se evidencia por la distribución vertical de condiciones determinadas de temperatura, densidad, oxígeno disuelto y nutrientes (Morales *et al.*, 1996) como el nitrato y el fosfato.

De esta forma, los eventos de surgencia se dan, principalmente, porque las condiciones oceanográficas frente a la costa favorecen la afluencia de las capas profundas y sus nutrientes sobre la plataforma continental (Morales *et al.*, 1996; Reyes *et al.*, 2007), lo que, a su vez, permite la mantención de una gran biomasa de fitoplancton (productores primarios), que corresponde a la base de la trama trófica y que sostiene a los niveles superiores, entre ellos, a peces de importancia comercial presentes en la costa. Por ejemplo, el estudio de Castillo *et al.*, (1996) indica que la distribución espacial de la anchoveta, la sardina y el jurel en el norte de Chile es estratificada, y está asociada a condiciones dadas de temperatura y salinidad.

Por otra parte, la zona mínima de oxígeno (ZMO) corresponde al sector de la columna de agua que tiene concentraciones de oxígeno disuelto menores a 1 mL·L⁻¹ (Silva *et al.*, 2009). Estas condiciones están determinadas principalmente por procesos físicos y biológicos que promueven altas tasas de consumo de oxígeno por parte del fitoplancton y zooplancton en la superficie (productores primarios), donde se encuentran altas concentraciones de nutrientes (Figura 5 b) y las condiciones de luz necesarias (zona fótica). El producto derivado de dicha utilización de oxígeno en la superficie por parte del plancton, corresponde a materia orgánica particulada que cae hacia el fondo marino provocando afloramientos bacterianos que utilizan el oxígeno disponible bajo la zona fótica (donde no llega la luz), disminuyendo las concentraciones de oxígeno que tiene como consecuencia la ZMO (Pantoja *et al.*, 2004; Thiel *et al.*, 2007). Típicamente esta zona se encuentra en aguas subsuperficiales (Figura 5 a) y, en el norte de Chile, se extiende entre los 100 y los 1000 metros de profundidad aproximadamente (Blanco *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2009).

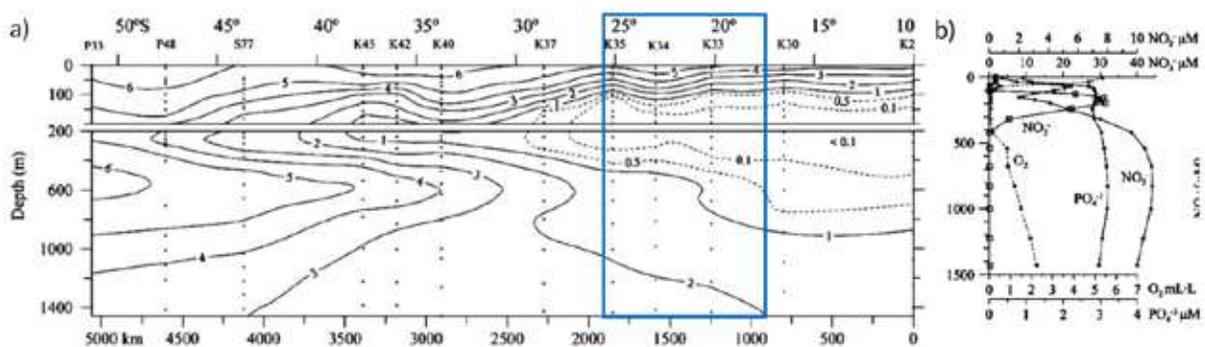


Figura 5. A) Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL·L⁻¹). El cuadro azul delimita la zona del Norte Grande. B) Distribución vertical de nutrientes nitrato, fosfato y oxígeno disuelto en la estación de muestreo K33. La zona de mínima de oxígeno ($\approx 1\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$) frente a la costa del Norte Grande se extiende a partir de los 100 metros hasta aproximadamente 600-800 metros de profundidad. (Fuente: Silva *et al.*, 2009).

La importancia de las condiciones oceanográficas es que tienen influencia directa en la composición de especies en un área en particular. Es decir, las concentraciones de nutrientes y la profundidad de la ZMO modelan las dinámicas de las tramas tróficas presentes en un área específica. Por ejemplo, las bajas concentraciones de oxígeno en aguas subsuperficiales (ZMO) tienen directa influencia con las interacciones predador-presa debido a que evita el movimiento de las presas hacia aguas profundas (Thiel *et al.*, 2007). Estudios recientes indican una expansión de las ZMO debido al cambio climático (Breitbart *et al.*, 2018). Las concentraciones de nutrientes en la superficie determinarán las concentraciones y composición de fitoplancton y zooplancton disponibles que, a su vez, tendrán directa relación con la biomasa de peces que se alimentan de estos recursos. Sin embargo, un cambio en la distribución espacial o un aumento de las ZMO afectará drásticamente la distribución de peces (Breitbart *et al.*, 2018). Por un lado, algunas pesquerías locales se verán beneficiadas, aunque a largo plazo resultará en una disminución de las biomásas y el colapso de los ecosistemas, causando daños económicos y sociales.

El Niño Oscilación del Sur

El Niño Oscilación del Sur (ENOS), es un importante patrón de oscilaciones climáticas que ocurren en el Pacífico tropical que se da por interacciones entre procesos atmosféricos y oceanográficos (Rasmusson & Carpenter, 1982), y que se presenta con una cierta frecuencia temporal que aún no está bien descrita. La oscilación del sur hace referencia a los cambios de presión atmosférica que ocurren a cada lado (este y oeste) del sur del océano Pacífico, y que tiene consecuencias a nivel climático, atmosférico, oceanográfico e, indirectamente, biológico. Según Bernal, *et al.*, (1983), estas oscilaciones provocan variaciones espaciotemporales en la costa este del Pacífico, que se manifiestan en eventos de periodos cálidos llamados El Niño (EN), y periodos fríos llamados La Niña (LN).

En general, los eventos LN se caracterizan por una disminución anómala de la temperatura superficial del mar (TSM) (Cantillanez *et al.*, 2005), que hace que la termoclina ascienda hacia la superficie, provocando que los eventos de surgencia sean más frecuentes y de mayor extensión (Bello *et al.*, 2004). Por el contrario, durante los eventos EN, se producen anomalías de la TSM que disminuyen la productividad en la costa de Chile asociada al SCH, ya que ésta depende de los eventos de surgencia mencionados anteriormente. De esta forma, ENOS y sus respectivos periodos cálidos EN provocan variaciones espaciotemporales en las comunidades y poblaciones que habitan la costa este del Pacífico sur oriental (Castilla & Camus 1992) debido a la disminución de la biomasa de fitoplancton causada por el aumento de la TSM (Pennington *et al.*, 2006). Un ejemplo de lo anterior se refleja en el estudio de Avaria & Muñoz (1987), en el que se reporta una disminución de la productividad primaria en el norte de Chile durante uno de los episodios EN más fuertes registrados hasta la fecha (1982-1983), indicando que luego del episodio, hubo una consecuente recuperación de las condiciones normales del fitoplancton en la zona de estudio. Asimismo, Iriarte & González (2004) registraron cambios en la biomasa, composición y tamaño del fitoplancton en el norte de Chile debido a la entrada de aguas cálidas y oligotróficas asociadas a EN. Estos antecedentes se dieron, en general, por la disminución de la productividad primaria producida por el régimen de aguas cálidas de EN (Iriarte & González, 2004; Reyes *et al.*, 2007; Valdés *et al.*, 2008).

Lo anterior tiene como consecuencia cambios tanto positivos como negativos, dependiendo del caso, sobre la composición, abundancia, biomasa, ecología, metabolismo, procesos reproductivos y dinámicas poblacionales de toda la trama trófica, afectando tanto al zooplancton (e. g., Escribano & Hidalgo, 2000; Ulloa *et al.*, 2001), como a especies bentónicas (e. g., Gaymer *et al.*, 2010), peces como la sardina y anchoveta (Blanco *et al.*, 2002; Yáñez *et al.*, 2001), aves marinas como el pingüino de Humboldt (Hays, 1986), piqueros (Jahncke & Goya, 2000) e incluso mamíferos como el lobo marino (Sielfeld & Guzmán, 2002).

De esta forma, también se han registrado cambios en la composición de especies de peces producto de la entrada de aguas cálidas a la corriente de Humboldt. Un ejemplo de esto se refleja en el estudio desarrollado por Sielfeld *et al.*, (2010), en el que se encontró que las anomalías de la TSM asociadas a los eventos EN, estarían directamente relacionadas con el número de especies de peces invasoras provenientes de latitudes menores (tropicales), así como con el número de especies afectadas por estos eventos.

Dada la presencia de ENSO frente a las costas de la zona del Norte Grande de Chile, y que este tiene efectos sobre la fauna marina de la región, sumado a que estas condiciones climáticas extremas se verán exacerbadas por el cambio climático, la creación de un área marina protegida en el norte de Chile comprende una herramienta fundamental para resguardar áreas de importancia biológica y reproductiva para la fauna nativa de manera que se asegure su resiliencia.

Área propuesta para la creación de un área marina protegida (AMCP-MU)

En la zona costera de la comuna de Huara, ubicada en la región de Tarapacá al norte de Chile, se encuentra la localidad de Pisagua, una pequeña caleta de pescadores que a comienzos del siglo XX funcionaba como uno de los principales puertos del Océano Pacífico para la exportación del salitre que se extraía en ese tiempo (Billingham, 1889). Este poblado se emplaza en una bahía que enfrenta al océano Pacífico y que se limita por dos cabos, Punta Pisagua al norte y Punta Pichalo al sur, generando condiciones propicias para el fondeo de embarcaciones marítimas y como puerto de embarque que lo hicieron importante durante el período de la Guerra del Pacífico hasta hoy. Aledaño a la localidad de Pisagua se encuentran otras localidades como Caleta Chica al norte, y Caleta Ojanazca, Caleta Junin y Caleta Mejillones del Norte al sur del poblado de Pisagua (Figura 6).

Dado el alto valor ecológico, ambiental y socioeconómico de la zona costera frente a Pisagua y sus caletas aledañas, en el presente informe se muestran las bases para la justificación de la creación de un AMCP-MU, en una importante zona marítima del Norte Grande.

El área que se propone como AMCP-MU se extiende en la costa de la Comuna de Huara, Región de Tarapacá, desde Punta Gorda, ubicada al norte de Caleta Chica, hasta Caleta Mejillones del Norte, ubicada al sur de Caleta Pisagua y Caleta Junín (Tabla 3, Figura 6). La propuesta contempla un área de protección de aproximadamente 1.316 km², lo que equivale a 131.600 hectáreas de superficie marina.

Ubicación georreferenciada del AMCP-MU

Tabla 3. Coordenadas del polígono de la propuesta de AMCP-MU en Pisagua (Formato datum WGS 1984).

PUNTO	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
A (Punta Gorda en la costa)	19°18'28.48"	70°17'03.01"
B (10 mn mar adentro frente a Punta Gorda)	19°19'17.86"	70°27'36.84"
C (10 mn mar adentro frente a Punta Pichalo)	19°37'11.26"	70°25'07.61"
D (10 mn mar adentro frente a Mejillones del Norte)	19°50'43.43"	70°20'29.48"
E (Caleta Mejillones del Norte en la costa)	19°49'45.74"	70°09'52.12"

14 |



Figura 6. Propuesta de área marina protegida para la localidad de Pisagua, comuna de Huara, que se extiende desde Punta Gorda (19°18' S) al norte hasta Caleta Mejillones del Norte al sur (19°49' S).

El área propuesta para la protección en el sector de Pisagua contempla varios usos en zona, dentro de los cuales se señala el Sitio Prioritario para la protección de la Biodiversidad regional en el sector comprendido entre Punta Pichalo y Caleta Junín hasta la caleta Mejillones del norte, debido a la presencia de diversas especies de peces, muchas de ellas sobreexplotadas y que son extensa e intensivamente extraídas por pescadores y buzos (Espinoza & Galleguillo, 2008).

Según SERNAPESCA, las áreas aptas para la acuicultura o AAA existentes en el lugar, no están en uso, mientras que las dos AMERB que pertenecen al STI N°1 de Pisagua, están operativas y en constante evaluación. Por otra parte, existe de acuerdo con la RES. EX. N° 3075 del 12 de septiembre del 2019 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, zonas de penetración de la pesca industrial en el área propuesta.



1. Fundamentos biológicos

1.1. Diversidad de especies

1.1.1. Mamíferos marinos

1.1.1.1. Resumen

- Se han registrado 15 especies de mamíferos marinos en el área.
- Existe una gran colonia reproductiva de lobos marinos en Punta Pichalo.
- Punta Pichalo es el único lugar en el área donde se reproduce el lobo marino común y el lobo fino.
- El área representa una ruta migratoria y de alimentación para ballenas y delfines.

1.1.1.2. Diversidad de mamíferos marinos

En total se registraron 15 especies de mamíferos marinos en al área (Tabla 4). Una de las particularidades del área son las rutas migratorias o corredores biológicos que ocupan ballenas y delfines. Por otro lado, lobos marinos y nutrias marinas ocupan la zona costera, cerca de acantilados y sectores rocosos de la costa de Pisagua (Punta Piojo y Punta Pichalo), para reproducirse, criar y alimentarse.

Los mamíferos marinos que se distribuyen ampliamente en la zona costera propuesta, es el lobo marino común (*Otaria flavescens*) y el Chungungo (*Lontra felina*). Esta especie usa las praderas de macroalgas como áreas de alimentación (Thiel *et al.*, 2007), un hábitat predominante en la zona propuesta.

Los cetáceos usan el área como corredor biológico. Se han registrado en el área dos tipos de Mysticetos: la ballena fin (*Balaenoptera physalus*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Y se han avistado seis especies de Odontocetos: las orcas (*Orcinus orca*), el delfín común (*Delphinus delphis* y *D. capensis*), el delfín de risso (*Grampus griseus*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), y el delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*).

La Marsopa espinosa (*Phocoena spinipinnis*), es un visitante ocasional, que ha sido observado en épocas de la bajada del Río Tana, al norte de la localidad de Pisagua (observación personal, T. Marin, Pisagua Sumergida). Otras especies que se han avistado en la zona son la falsa orca (*Pseudorca crassidens*) y también hay registros de la presencia de elefante marino (*Mirounga leonina*).

El Cachalote (*Physeter macrocephalus*) es una especie en estado de conservación “vulnerable” (UICN, 2019), presentando registros de interferencia asociados a la pesquería industrial de anchoveta, observándose en la franja comprendida entre las 30 y las 35 mn (Lancellotti, 2017).

1.1.1.3. Representatividad

La mayoría de las especies de mamíferos avistadas en el área se han registrado previamente en otros lugares de la ecorregión (Hudson *et al.*, 2008); sin embargo, la diversidad de delfines supera los registros previos obtenidos hacia el sur de la bahía de Mejillones.

1.1.1.4. Exclusividad

Lo que más se destaca en el área es la presencia del lobo marino común y del lobo fino austral (*Arctophoca australis*); ambas especies se reproducen en Punta Pichalo. El lobo fino austral se distribuye entre los 18° a 23° S y entre 43° a 56° S, lo que significa que existe un área donde no se registra la especie en alrededor de 2,300km de largo (Pavéz, 2019). Existen varias hipótesis que tratan de explicar este patrón de distribución, siendo la más aceptada aquella relacionada con el efecto deletéreo de la actividad peletera del siglo XVIII sobre las poblaciones de lobos marinos. Actualmente, estudios genéticos establecieron una alta divergencia entre las poblaciones peruanas y las que se encuentran al sur de Chile, lo que sirve como evidencia para explicar que la ausencia del lobo fino en la costa central de Chile tuvo lugar hace más de 10.000 años, y significa que la peletería del 1800 no sería mayoritariamente responsable de la ausencia que se observa hoy día (Pavéz, 2019). En consecuencia, la población de lobos finos en el área corresponde a una población que se comparte entre Perú y el Norte Grande, siendo Punta Pichalo uno de los lugares más al sur de la distribución geográfica de esta población.

1.1.1.5. Servicios ecosistémicos

Los mamíferos se encuentran en un nivel trófico alto dentro de las tramas tróficas del SCH (Thiel *et al.*, 2007) y, debido a esto, representan buenos indicadores para la salud de los ecosistemas marinos ya que actúan como depredador tope, regulando las poblaciones de su alimento principal, i. e. crustáceos y peces. Por otro lado, las colonias de lobos y los avistamientos de ballenas y delfines corresponden a un atractivo altísimo para el ecoturismo, y su presencia puede beneficiar la economía local de empresas dedicadas a este rubro (e. g. centros de buceo), como lo que ocurre, por ejemplo, en lugares como Punta de Choros o Chañaral de Aceituno.

1.1.1.6. Amenazas

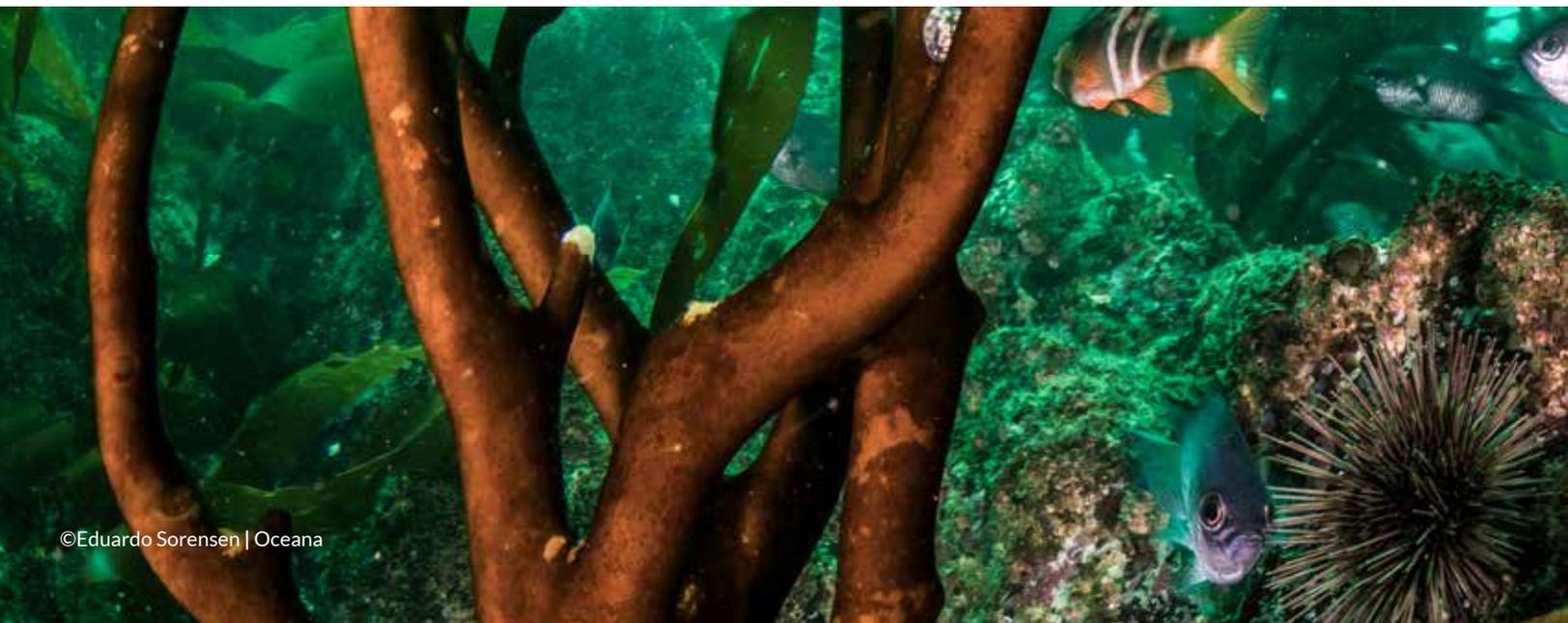
Debido a que los mamíferos marinos siguen a los cardúmenes de peces como la anchoveta para alimentarse, existe una sobreposición entre sus zonas de alimentación con la actividad pesquera (cf. Capítulo 3 de esta propuesta). Otras amenazas típicas para los mamíferos marinos son el ecoturismo no regulado (e. g. acercarse a las colonias reproductivas) y el tránsito marítimo que puede provocar impactos sobre las especies de cetáceos como ballenas y delfines, como choques, impactos de hélices y contaminación acústica.



Tabla 4. Listado de las 15 especies de mamíferos marinos observados en los alrededores de Pisagua y en la comuna de Huará (observaciones realizadas por la consultora " Pisagua sumergido" para Oceana, 2020).

MAMIFEROS MARINOS				ESTADO CONSERVACIÓN
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VERNICULAR	UICN
<i>Cetartiodactyla</i>	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena Fin	Vu (Vulnerable)
<i>Cetartiodactyla</i>	Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena Jorobada	LC (Preocupación Menor)
<i>Cetartiodactyla</i>	Delphinidae	<i>Orcinus orca</i>	Ballena Orca	DD (Informacion Deficiente)
<i>Cetartiodactyla</i>	Delphinidae	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín Común	LC (Preocupación Menor)
<i>Cetartiodactyla</i>	Delphinidae	<i>Delphinus capensis</i>	Delfín Común	DD (Informacion Deficiente)
<i>Cetartiodactyla</i>	Delphinidae	<i>Grampus griseus</i>	Delfin de Risso	LC (Preocupación Menor)
<i>Cetartiodactyla</i>	Delphinidae	<i>Tursiops truncatus</i>	Delfin Nariz de Botella	LC (Preocupación Menor)
<i>Cetartiodactyla</i>	Delphinidae	<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfin Oscuro	LC (Preocupación Menor)
<i>Carnivora</i>	Phocidae	<i>Mirounga leonina</i>	Elefante Marino del Sur	LC (Preocupación Menor)
<i>Cetartiodactyla</i>	Delphinidae	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa Orca	NT (Casi Amenazado)
<i>Carnivora</i>	Otariidae	<i>Arctocephalus aff. australis</i>	Lobo Fino	LC (Preocupación Menor)
<i>Carnivora</i>	Otariidae	<i>Otaria flavescens</i>	Lobo Marino Común	LC (Preocupación Menor)
<i>Cetartiodactyla</i>	Phocoenidae	<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa Espinosa	NT (Casi Amenazado)
<i>Carnivora</i>	Mustelidae	<i>Lontra felina</i>	Nutria de Mar	EN (En Peligro)
<i>Artiodactyla</i>	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Vu (Vulnerable)

18 |



1.1.2. Aves marinas

1.1.2.1. Resumen

- Existen registros de 48 especies de aves marinas en el área; todos representativos de la ecorregión, siendo las aves guaneras características para toda la costa del SCH.
- Un total de 11 especies de aves marinas anidan en el área y se destaca al pingüino de Humboldt que se reproduce en Punta Pichalo.
- Aves migratorias como los petreles aprovechan la alta abundancia de peces pelágicos presentes en la zona para alimentarse durante sus migraciones reproductivas hacia y desde el sur.

1.1.2.2. Diversidad de aves marinos

Chile reúne una gran diversidad de aves marinas, que se encuentran en diferentes ambientes como estuáridos, playas, rocas típicamente marinas o pelágicas. De las 473 especies de aves que nidifican o visitan Chile, el 31,2% (148 especies) corresponde a aves marinas distribuidas en cuatro órdenes (Sallaberry, 2010), Procellariiformes, (albatros, petreles, fardelas, golondrinas de mar y yuncos), Sphenisciformes (pingüinos), Pelecaniformes, que incluye aves tales como piqueros, pelicanos, cormoranes y aves fragata y, por último, Caradriformes, constituido por chorlos, pilpilenes, playeros, gaviotas y gaviotines de mar, entre otros. Sin embargo, algunos autores también incluyen a los Podicipediformes (zambullidores) en del grupo de las aves marinas (Harrison, 1983). Dentro de la ecorregión se encuentra una gran variedad de aves, con 239 especies en total; de ellas, 49 son aves marinas que utilizan el territorio para descansar, alimentarse o nidificar. Toda la zona entre Arica e Iquique cuenta con seis áreas de importancia para aves donde destacan lugares costeros como Caleta Vitor, Caleta Camarones, Mejillones del Norte - Caleta Junín y los alrededores de Pisagua. Sin embargo, no existe mucha información específica o georreferenciada para la costa entre Arica e Iquique. Por otro lado, y con ayuda de observaciones en terreno realizadas constantemente por operadores del centro de turismo y de buceo "Pisagua sumergido", ubicado en Pisagua, se puede contar con datos de terreno, cuyos resultados se presentan en esta propuesta (Tabla 5). Según estas observaciones, el sector de la Bahía de Pisagua y sus alrededores (Punta Piojo-Punta Gorda), representa una importante área de alimentación, descanso y nidificación para un total de 48 especies, siendo la mayoría de estas aves endémicas del SCH; de las 14 especies de aves marinas citadas para la Corriente de Humboldt (Thiel et.al., 2007), 12 de ellas se encuentran en el polígono propuesto para el AMCP-MU. En total, 33 de las 48 especies de aves presentes corresponden a aves marinas.



Tabla 5. Listado de 49 especies de aves observadas en los alrededores de Pisagua y en la comuna de Huara (observaciones realizadas por la consultora "Pisagua sumergido" para Oceana, 2020). Se indica su estado de residencia y las categorías del estado de conservación según la UICN.

ORDEN	FAMILIA	AVES MARINAS			ESTADO
		NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VERNICULAR	ESTADO RESIDENCIA	UICN
<i>Sphenisciformes</i>	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Nidificante	VU Vulnerable
<i>Pelecaniformes</i>	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Residente	NT Casi Amenazado
<i>Pelecaniformes</i>	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nidificante	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Laridae	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	Nidificante	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nidificante	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota Garuma	Nidificante	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Migratorio	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Laridae	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	Nidificante	NT Casi Amenazado
<i>Charadriiformes</i>	Laridae	<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín Elegante	Migratorio	NT Casi Amenazado
<i>Charadriiformes</i>	Laridae	<i>Sterna hirundinacea</i>	Gaviotín Sudamericano	Migratorio	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Laridae	<i>Rynchops niger</i>	Rayador	Migratorio	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Migratorio	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Playero velpiedras	Migratorio	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Scolopacidae	<i>Aphria virgata</i>	Playero de las rompientes	Migratorio	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero Semipalmado	Migratorio	NT Casi Amenazado
<i>Charadriiformes</i>	Haematopodidae	<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén Negro	Nidificante	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén Común	Nidificante	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Charadriidae	<i>Calidris alba</i>	Playero Blanco	Migratorio	LC Menor Riesgo
<i>Charadriiformes</i>	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo Semipalmado	Migratorio	LC Menor Riesgo

Tabla 5. Continuación

ORDEN	FAMILIA	AVES MARINAS			ESTADO CONSERVACIÓN
		NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VERNICULAR	ESTADO RESIDENCIA	UICN
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus occidentalis</i>	Chorlo Nevado	Ocasional	LC Menor Riesgo
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanodroma hornbyi</i>	Golondrina de mar de collar	Residente	DD Datos Insuficientes
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanodroma markhami</i>	Golondrina de mar negra	Residente	DD Datos Insuficientes
Procellariiformes	Oceanitidae	<i>Oceanites oceanicus</i>	Golondrina de mar	Residente	LC Menor Riesgo
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Fulmarus glacialisoides</i>	Petrel Plateado	Migratorio	LC Menor Riesgo
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel Gigante Antartico	Migratorio	LC Menor Riesgo
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormoran Yeco	Nidificante	LC Menor Riesgo
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Cormoran Lile	Nidificante	NT Casi Amenazado
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormoran Guanay	Migratorio	NT Casi Amenazado
Suliformes	Sulidae	<i>Sula variegata</i>	Piquero	Residente	LC Menor Riesgo
Suliformes	Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	Piquero Patas Azules	Ocasional	LC Menor Riesgo
Passeriformes	Furariidae	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete Costero	Nidificante	LC Menor Riesgo
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	Ocasional	LC Menor Riesgo
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Pelecanoides garnotii</i>	Yunco	Residente	EN En Peligro
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Ardenna grisea</i>	Fardela Negra	Migratorio	NT Casi Amenazado

1.1.2.3. Representatividad

Las colonias de aves guaneras son características a lo largo de las costas del SCH, así como también la presencia de colonias reproductivas de estas aves en la cercanía de zonas de surgencias (Thiel *et al.*, 2007). Una de las especies más representativas de la ecorregión es el Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), un ave guanera que utiliza las costas de Pisagua para realizar sus ciclos biológicos. Según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y el RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres), su estado de conservación es Vulnerable. Dentro de las otras especies de aves guaneras presentes que se pueden encontrar en esta zona están el Pelicano y tres especies de cormoranes, el Lile, Guanay y Yeco. Estas aves se alimentan preferentemente de especies de peces pelágicos, principalmente de anchoveta y jurel.

1.1.2.4. Exclusividad

De las 33 especies de aves marinas presentes en el sector de Pisagua (Tabla 5), 11 especies nidifican en el sector. Solo dos de estas especies nidifican en playas de arena cercanas: el pilpilén negro (*Haematopus ater*) y pilpilén común (*Haematopus palliatus*). Todas las otras especies nidifican en roqueríos y acantilados costeros. Dentro de las aves que nidifican se destaca al pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), el huairavo (*Nycticorax nycticorax*), la gaviota peruana (*Larus belcheri*), la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), el gaviotín monja (*Larosterna lorata*), el yeco (*Phalacrocorax brasilianus*), el lile (*Phalacrocorax gaimardi*), y el churrete costero (*Cinclodes nigrofumosus*). Por otro lado, seis especies se destacan como aves marinas residentes, entiéndase este término como aves que se encuentran durante todo el año en la región, sin reproducción probada, utilizando el territorio como zona de alimentación; estas especies son las siguientes: piquero (*Sula variegata*), yunco (*Pelecanoides garnotii*), pelicano (*Pelecanus thagus*) y 3 tipos de golondrinas de mar: golondrina de mar de collar (*Oceanodroma hornbyi*), golondrina de mar negra (*Oceanodroma markhami*) y golondrina de mar (*Oceanites oceanicus*), todas estas especies con serios problemas de conservación. Debido a la surgencia de aguas ricas en nutrientes frente a la costa de Pisagua, es posible encontrar especies ocasionales, tales como juveniles del piquero de patas azules (*Sula nebouxii*) que provienen desde la zona ecuatorial para alimentarse de anchoveta en episodios de abundancia de estos peces, principalmente en otoño-invierno. El blanquillo (*Podiceps occipitalis*) es otra especie ocasional que se ha avistado dentro de la bahía de Pisagua. También se pueden identificar con frecuencia algunas aves pelágicas como el petrel plateado (*Fulmarus glacialisoides*), el petrel gigante antártico (*Macronectes giganteus*) y la fardela negra (*Ardenna grisea*), que se acercan a la costa en búsqueda de alimento, principalmente de lobos marinos muertos que flotan a la deriva.

1.1.2.5. Servicios ecosistémicos

Las aves marinas representan componentes integrales y fundamentales dentro de los ecosistemas marinos, ya que forrajean, por lo general, dentro de grandes áreas y en distintos niveles tróficos debido a sus preferencias de hábitats (Mallory *et al.*, 2010). Dadas estas características, se consideran como buenos indicadores para la salud de los ecosistemas acuáticos (Cairns, 1987; Furness & Camphuysen, 1997). Las aves guaneras se alimentan principalmente de peces pelágicos como la anchoveta y regulan, de esta manera y en forma natural, las poblaciones de estos peces (Thiel *et al.*, 20107). Otras aves marinas como el Pilpilén, se alimentan de macroinvertebrados (Gracia-Walter, 2017), controlando el balance de las poblaciones de crustáceos o moluscos que caracterizan el intermareal, submareal y sublitoral.

1.1.2.6. Amenazas

Aves como la golondrina de mar de collar (*O. hornbyi*), la golondrina de mar negra (*O. markhami*), la golondrina de mar (*O. oceanicus*) y otras especies, presentan serios problemas de conservación. La contaminación lumínica producida por las luces de las ciudades e industrias ubicadas en el borde costero corresponde a una de sus principales amenazas, ya que entorpece el vuelo migratorio entre las zonas de reproducción y de alimentación en el mar. También la contaminación luminosa correspondiente a la de barcos pesqueros industriales que operan durante la noche, irrita y confunde a estas especies, provocando potenciales choques contra las infraestructuras de las embarcaciones como puentes o mástiles.

La sobreexplotación de recursos, como la extracción descontrolada de macroalgas que tiene consecuencias para la macrofauna asociada de peces, crustáceos o moluscos, es otra amenaza fuerte, al igual que la pesca industrial pelágica dentro de las 5mn que disminuye la disponibilidad de alimento para estas especies, ya que se extraen sus principales presas (peces pelágicos como la anchoveta o jurel y fauna acompañante como los langostinos que emergen del fondo marino).

Otra amenaza fuerte son restos de redes de pesca abandonados por pescadores en el mar y la basura arrojada en las playas y restos de plásticos (incluyendo microplásticos) que se encuentran tanto en la superficie del mar como en la columna del agua (Figura 7).



©T. Marín | Oceana

Figura 7. Nido del cormorán Lile con restos de materiales de red de pesca y plásticos (Foto. T. Marín, Pisagua Sumergido)

1.1.3. Peces

1.1.3.1. Resumen

- Las aguas someras costeras albergan 24 especies de peces.
- El bilagay y la castañeta son las especies más frecuentes del litoral superior.
- Cardúmenes de anchoveta se acercan frecuentemente a la costa.
- Cardúmenes de juveniles de jurel usan los bosques de *Macrocystis* como refugio.
- La mayor diversidad de peces en aguas profundas se encuentra entre 300 y 800 m.
- Peces bentodemersales como el congrio, anguila de profundidad, manta rayas y tiburones frecuentan el talud superior.

1.1.3.2. Composición y distribución general de peces

Por lo general, la franja costera entre 18°S y 23°S se caracteriza por la alta abundancia y diversidad de peces costeros del litoral superior. La mayoría de los estudios publicados sobre la ictiofauna del Norte Grande son investigaciones sobre los peces del litoral asociados a los bosques de macroalgas (Medina *et al.*, 2004; Pérez-Matus *et al.*, 2014; Villegas *et al.*, 2018). Sin embargo, la información sobre peces que habitan ecosistemas profundos es escasa, ya que solo existen algunas investigaciones del siglo pasado sobre peces demersales y bentodemersales encontrados al borde de la plataforma continental hasta la parte superior de la fosa de Atacama, o también llamada fosa chileno-peruana (Sielfeld & Vargas, 1996). Oceana, por su parte, estudió entre 2017 y 2019 la composición de peces desde los 10m hasta los 800m de profundidad mediante buceos, filmaciones con un robot submarino (ROV) y una cámara autónoma sumergida al fondo (*dropcam*) (Oceana 2018, 2019; Petit *et al.*, 2020; Petit *et al.*, MS en redacción; Gorny *et al.*, MS en prep).

Según Sielfeld *et al.*, (2010), la plataforma continental del Norte Grande de Chile es habitada por 249 especies de peces aproximadamente, mientras que en el estudio de Pérez-Matus *et al.*, (2014) se identificaron, para el litoral superior en la misma zona, 25 especies de peces, la mayoría asociados a los bosques de las macroalgas huiro palo *Lessonia trabeculata* y huiro flotador *Macrocystis pyrifera*. El trabajo de Espinoza & Galleguillo (2008) reporta, para el sector comprendido entre Punta Junín y Mejillones del Norte, la presencia de al menos 9 especies de peces que frecuentan el litoral rocoso (pejeperro, sargo, mulato, apañado, San Pedro, pejesapo, acha, cabrilla, vieja colorada), indicando, además, que estas especies se encuentran bajo una fuerte presión de pesca y sobreexplotación al no existir ningún tipo de regulación o protección. Más hacia afuera de la costa, en la zona mesopelágica del Norte Grande y entre los 200m y 700m de profundidad, se detectaron 39 especies de 21 familias de peces pelágicos y bento-demersales (Sielfeld *et al.*, 1995), siendo los peces linterna de la familia *Myctophidae* los más abundantes en términos de biomasa. Luego, el estudio de Sielfeld & Vargas (1996) reportó, en la zona demersal entre Arica y Antofagasta y desde 50m hasta 1050 m de profundidad, 50 especies de 31 familias, siendo las familias *Macrouridae* y *Ophidiidae* las más representativas. Finalmente, las filmaciones realizadas por parte de Oceana con una *dropcam* en 2019 permitieron observar 12 morfoespecies de peces bentodemersales (Gorny *et al.*, MS en prep).

1.1.3.3. Composición, distribución y abundancia de la Ictiofauna de aguas someras costeras

La mayoría de los peces registrados durante los muestreos realizados por Oceana en el litoral (18 especies) se encontró asociada a los bosques de macroalgas y frecuentando profundidades entre los 10m y los 20 m; solo dos de estas especies, el rollizo (*Pinguipes chilensis*) y el jurel (*Trachurus murphi*), se encontraron hasta los 60m de profundidad (Tabla 6). El jurel (*T. murphyi*), la cabinza (*Isacia conceptionis*) y la anchoveta (*Engraulis ringens*) son las únicas tres especies encontradas en la columna del agua (pelágicas), el resto de las especies costeras se encuentran asociadas al fondo marino (bentónicos). Entre los 10m y 30m de profundidad, el bilagay (*Cheilodactylus variegatus*) y la castañeta (*Chromis crusma*) fueron las especies más frecuentemente observadas en todas las estaciones de aguas someras donde se realizaron buceos y donde se utilizó el ROV. Los lugares con la mayor diversidad de ictiofauna fueron los puntos de buceo Ojanazca y Dos Hermanas, con 12 y 10 especies de peces, respectivamente; ambos lugares se ubican entre Punta Pichalo y Punta Junín (Figura 8). Grandes cardúmenes de la anchoveta se observan con frecuencia a lo largo de toda la bahía, sin embargo, las mayores agregaciones se observaron en octubre/noviembre de 2019 frente a la desembocadura del río Camiña, entre los sectores Los Morros y Punta Pisagua.

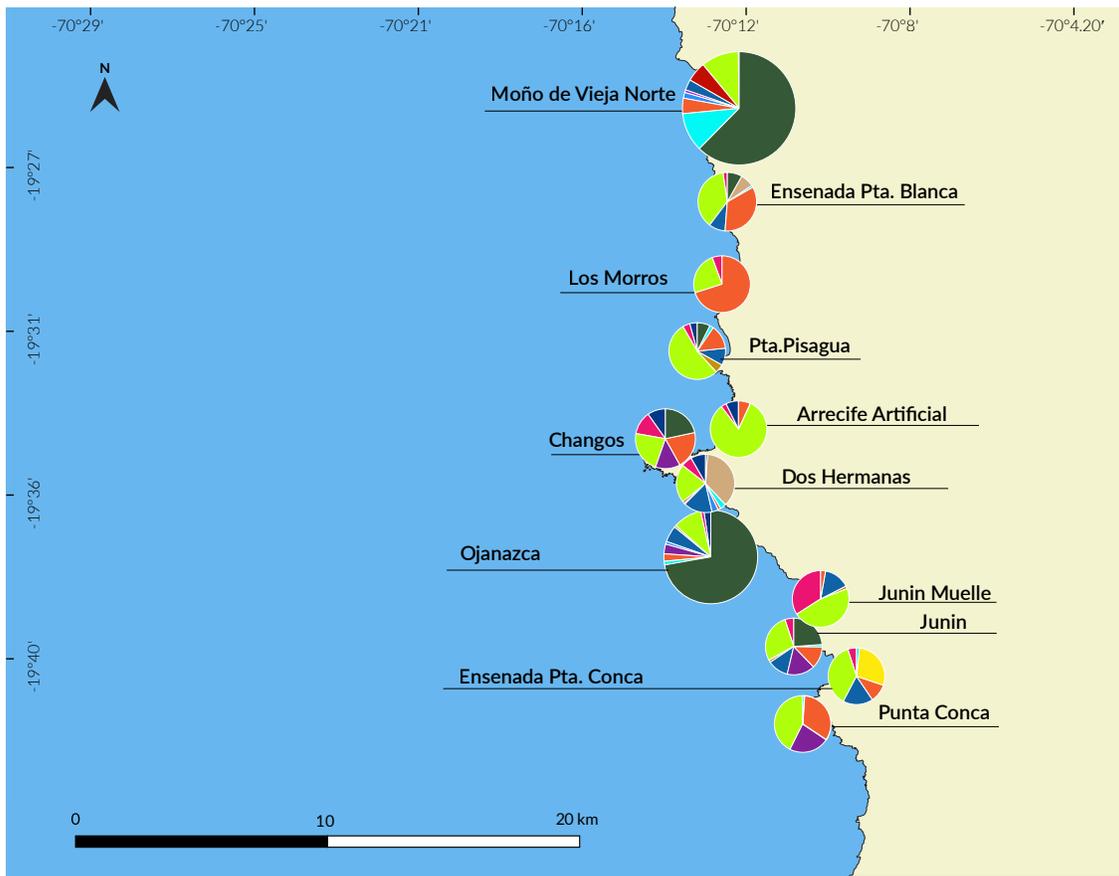


Tabla 6. Listado de peces costeros observados durante los estudios de Oceana de observaciones con ROV (2017 y 2018) y buceos (2018 - 2019) entre Punta Gorda y Caleta Mejillones del Norte. (Fuentes: Pérez-Matus *et al.*, (2014); distribución geográfica: FishBase (www.fishbase.org). Categorías de la lista roja IUCN: SR – sin registro, LC – preocupación menor (least concern), DD – data deficiente).

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	PISAGUA						LIMITE NORTE	LIMITE SUR	ZONA PRINCIPAL DE DISTRIBUCION	ESTADO DE CONSERVACION IUCN
			BUCEO 10-20M*	ROV 20-40M	ROV 40-60M	REGISTROS PESCAARTESANAL**	SOLO EN LA ECOREGION (18°20' - 24°S)					
<i>Aplodactylus punctatus</i>	jergilla o puntada	Aplodactylidae	x			x		5°S	37°S	tropical subtropical	sr	
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	pintacha o bilagay	Cheilodactylidae	x	x		x		5°S	37°S	tropical subtropical	sr	
<i>Chromis crusma</i>	burrito o castañeta	Pomacentridae	x			x		5°S	39°S	tropical subtropical	LC	
<i>Girella laevisfrons</i>	baunco	Kiphosidae	x	x		x		Lima	Taltal	Tropical	sr	
<i>Helcogrammoides chilensis</i>	trombollito de tres aletas	Tripterygiidae	x					Limite con Peru	sur de Concepcion	Templado	LC	
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	trombollito robusto	Blenniidae	x					Limite con Peru	Valdivia	Templado	LC	
<i>Isacia conceptionis</i>	cabinza	Haemulidae	x			x		5°S	55°S	Tropical -Templado	LC	
<i>Labrisomus philippii</i>	chalaco	Labrisomidae	x					3°S	40°S	Tropical -Templado	LC	
<i>Nexilosus latifrons</i>	castaneta del norte	Pomacentridae	x				x	N. de Peru / Is Galapagos	Antofagasta	Tropical	LC	
<i>Paralabrax humeralis</i>	cabrilla	Serranidae	x			x		31°N	34°S	Tropical subtropical	DD	
<i>Pinguipes chilensis</i>	Rollizo	Pinguipedidae	x	x	x			3°S	54°S	Templado	sr	
<i>Prolatilus jugularis</i>	blanquillo	Pinguipedidae	x					11°S	44°S	Tropical -Templado	LC	
<i>Scartichthys gigas</i>	borrachilla	Blenniidae	x				x	9°N	Antofagasta	Tropical subtropical	LC	
<i>Scartichthys viridis</i>	borrachilla verde	Blenniidae		x				Islas Lobos Peru	Valparaiso	Subtropical	LC	
<i>Semicossyphus darwini</i>	pejeperro	Labridae	x	x			x	Ecuador, Galapagos	31°S	Tropical subtropical	LC	
<i>Trachurus murphyi</i>	jurel	Carangidae	x	x	x			2°S	51°S	Tropical -Templado	LC	
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	trombollito robusto	Blenniidae	x					Antofagasta	Valparaiso	endemico de Chile	LC	
<i>Hemilutjanus macrophthalmos</i>	apanado	Serranidae		x		x		2°S	54°S	Tropical -Templado	DD	
<i>Paralichthys adspersus</i>	lenguado	Paralichthyidae	x					2°S	46°S	Tropical -Templado	sr	
<i>Engraulis ringens</i>	anchoveta	Engraulidae	x	x				2°S	43°S	tropical subtropical	LC	
<i>Seriolaella violacea</i>	cojinova	Centrolophidae				x		1°S	34°S	tropical subtropical	LC	
<i>Sebastes oculatus</i>	cabrilla	Sebastidae				x		10°S	56°S	Tropical -Templado	sr	

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los peces costeros se asocia a los bosques de macroalgas. De estos, la mayoría (en términos de biomasa), fueron observados entre los bosques de huiro flotador, siendo principalmente dominados por el jurel. En cambio, el bilagay, el rollizo y la castañeta se encontraron con más frecuencia asociados al huiro palo (Petit *et al.*, 2020).

El estudio de biomasa de peces del litoral superior identificó dos especies dominantes: el bilagay (*C. variegatus*), que contribuyó al 23,03% de la biomasa total de peces observados, con una biomasa promedio de media tonelada por hectárea; y el jurel (*T. murphyi*), que contribuyó al 38,23% de la biomasa total, con una biomasa promedio menor a la del bilagay, aunque se registraron entre 2,5 a 3,5 toneladas por hectárea en el punto Moño de Vieja Norte y Ojanazca (Figura 9). Luego, las especies que siguen a las anteriores en biomasa fueron el rollizo (*P. chilensis*), la cabinza (*I. conceptionis*) y la cabrilla común (*Paralabrax humeralis*).



| 27

COMPOSICIÓN DE PECES DE ROCA

- | | |
|---|---|
| ■ <i>Aplodactylus punctatus</i> | ■ <i>Nexilosus latifrons</i> |
| ■ <i>Chromis crusma</i> | ■ <i>Paralabrax humeralis</i> |
| ■ <i>Cheilodactylus variegatus</i> | ■ <i>Pinguipes chilensis</i> |
| ■ <i>Girella laevifrons</i> | ■ <i>Prolatilus jugularis</i> |
| ■ <i>Helcogrammoides chilensis</i> | ■ <i>Scartichthys gigas</i> |
| ■ <i>Hypsoblennius sordidus</i> | ■ <i>Semicossyphus darwini</i> |
| ■ <i>Isacia conceptionis</i> | ■ <i>Trachurus murphyi</i> |
| ■ <i>Labrisomus philippii</i> | |

BIOMASA DE PECES (T_HA)



Figura 9. Mapa comparativo de biomasa (tamaño del círculo) y composición de especies de peces por sitio en el litoral superior según el estudio de la ictiofauna de litoral superior de Oceana en el 2019 (Petit *et al.*, 2020).

1.1.3.4. Ictiofauna de aguas profundas entre el litoral y la parte superior del talud

En la ecorregión del Norte Grande y entre los 60m y 320m de profundidad, la diversidad y presencia de peces bentónicos y bentodemersales es muy baja en comparación con el litoral (Sielfeld *et al.*, 1995, 1996). Dentro del área de la propuesta se observaron solo dos especies mediante filmaciones realizadas con el ROV y con la *dropcam*: el *Pinguipes chilensis* (rollizo) a los 60m de profundidad y una morfoespecie de un pejerata (Macrouridae) a los 320m. Como se señala en el trabajo de Sielfeld *et al.* (1996), la mayoría de las especies de peces bentodemersales se encuentran entre 300m a 700m de profundidad. Oceana, utilizando una *dropcam*, registró siete morfoespecies entre 400m y 500m y seis morfoespecies entre los 600m y 800m (Figura 10). Las familias Macrouridae (pejeratas) y Myctophidae (peces linterna) estuvieron representadas por más de una especie, afirmando la observación realizada anteriormente, que indica que las familias Macrouridae, Ophidiidae y Zoarcidae son las más diversas y frecuentes en la zona (Sielfeld *et al.*, 1996).

La poca diversidad y casi ausencia de peces bentónicos y bentodemersales en el rango comprendido entre los 40m y 300m de profundidad, se explica por las condiciones de temperatura y salinidad en el área. La corriente de Günther que fluye de norte a sur a lo largo del talud continental que se extiende desde los 8°S a 45°S genera, entre los 100m y 300m de profundidad, concentraciones muy altas de la salinidad y valores muy bajos de contenido de oxígeno (Sielfeld *et al.*, 1996). Considerando el estudio reciente de Oceana, y los registros anteriores (Sielfeld *et al.*, 1995; 1996), existen entre 12 y 32 especies de peces bentónicos y bentodemersales en la parte profunda del área, ubicada entre las 10 mn y 12 mn de distancia a la costa.

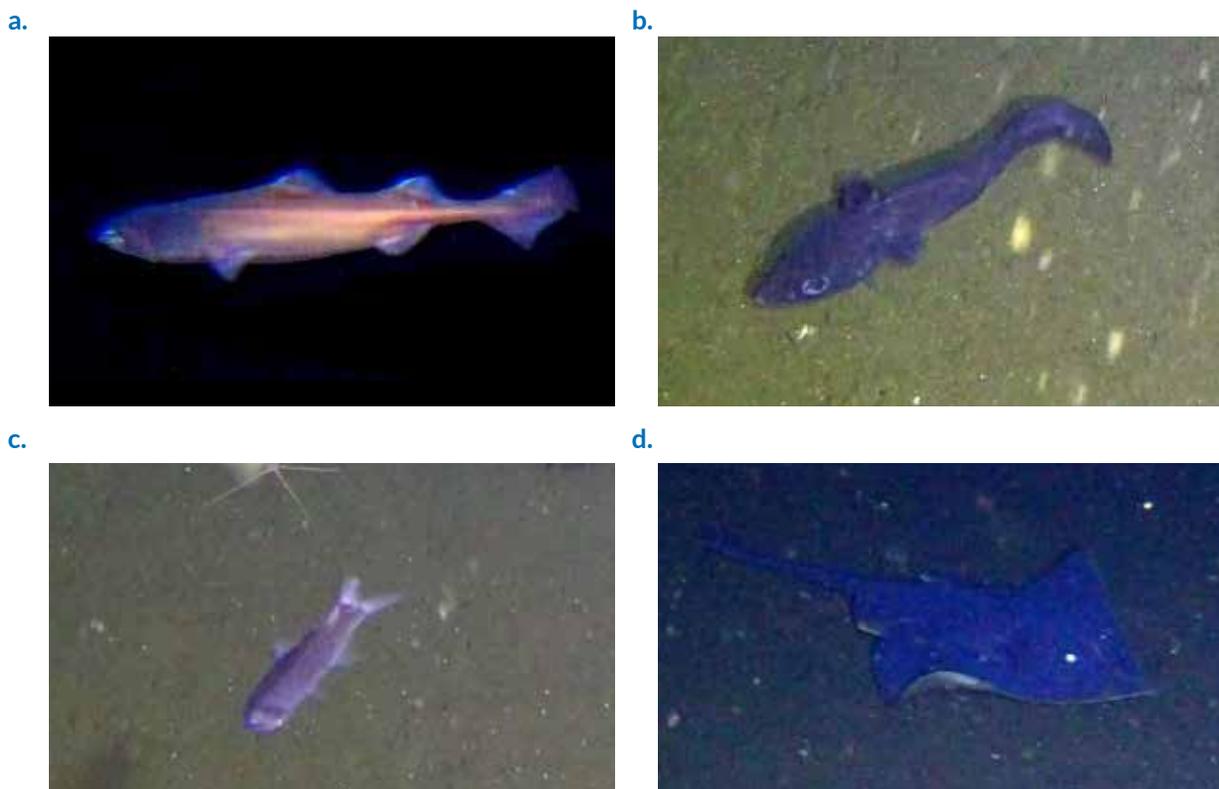


Figura 10. Peces bentodemersales típicos para el talud continental de Chile (según Sielfeldt *et al.*, 1996), filmados con una *dropcam* por Oceana (Gorny *et al.* 2021). a) Tollo *Centroscyllium granulatum* (517m); b) pejerata *Trachyrhynchus villegai* (580m), c) Pez linterna, Myctophidae (800m); d) Manta raya *Bathyraya peruana cf.* (800m). (Fotos: ©Matthias Gorny | Oceana).

1.1.3.5. Representatividad

La actual lista sistemática de peces para todas las aguas de Chile comprende 1320 especies (Ministerio de Medio Ambiente, 2019) y la franja costera de la zona norte de Chile (18°-23°S) es habitada por 249 especies durante condiciones normales y condiciones frías LN (Sielfeld *et al.*, 2010), representando un 18,9% de la ictiofauna chilena que actualmente no cuenta con ninguna zona de conservación. Además, durante condiciones cálidas de EN (dos periodos: 1982-1983 y 2004-2005) peces invasores de latitudes menores, siendo también nombrados “invasores septentrionales” y “peces trópico-ecuatoriales”, extendieron sus rangos de distribución hasta Antofagasta (Sielfeld *et al.*, 2010), aumentando considerablemente el número de especies presentes en la zona costera comprendida entre Arica y Antofagasta. Dada su ubicación geográfica, Pisagua y alrededores representan, en consecuencia, una de las zonas más afectadas por las condiciones cálidas de EN (Tabla 7) con la presencia de entre 89 y 100 especies de peces invasores. Sin embargo, la mayoría de estas especies son pelágicas o epipelágicas. Solo dos especies de peces de rocas *Bodianus eclancheri* (mulata) y *Halichoeres dispilus* (San Pedro) extienden comúnmente su distribución hacia el sur, llegando hasta Iquique. Por otro lado, durante algunos eventos de EN, como 1982/3 y 1997/98, hasta 9 especies de rocas llegaron al norte de Chile (Sielfeld *et al.*, 2010). Por lo tanto, la composición de la ictiofauna pelágica y de los peces de rocas del área propuesta es altamente sensible a eventos EN.

Tabla 7. Registro de número de especies y porcentajes de peces que extendieron su distribución hacia el norte de Chile durante condiciones de El Niño (de Sielfeld *et al.*, 2010).

Localities	Location		Fish species		Fish families	
	Latitude		N	%	N	%
Arica	18°21'S		100	100	52	100.0
Pisagua	19°31'S		90	90	50	96.2
Iquique	20°12'S		89	89	48	92.3
Punta Gruesa	20°20'S		69	69	43	82.7
Punta Patache	20°50'S		68	68	42	80.8
Playa Chipana	21°20'S		66	66	42	80.8
Tocopilla	22°05'S		57	57	38	73.1
Mejillones	23°05'S		56	56	37	71.2
Antofagasta	23°40'S		53	53	35	67.3
Total	18°21'-23°40'S		100	100	52	100.0

En Pisagua es posible encontrar el 99% de los peces costeros registrados para el Norte Grande (Pérez-Matus *et al.*, 2014), lo que destaca la importancia del lugar para la conservación de los ecosistemas costeros y su ictiofauna asociada. Además, las biomásas observadas en Pisagua son extraordinarias ya que, por ejemplo, la presencia de bilagay en la zona contribuye al 23,03% de la biomasa total. Para otros lugares del Norte Grande se indican, para la misma especie, una abundancia entre 1,4 y 1 individuos por 9 m² y hasta 3,7 individuos por 9m² para las especies bilagay, castañeta, borrachilla (*Scartichthys gigas*) y cabinza (Villegas *et al.*, 2018). Otras especies que abundan en Pisagua, como el pejeperro, o la cabrilla común, entre otros, se encuentran en muy bajas densidades en el resto de Chile.

El registro de 10 especies en solo 8 lances de la *dropcam* con un área de filmación aproximadamente de 2m² a 5m² (Gorny *et al.* 2021) significa una densidad considerable de peces bentodemersales en Pisagua, considerando el registro de 50 especies con redes de fondo en estudios anteriores entre Arica y Antofagasta (Sielfeld *et al.*, 1996).

1.1.3.6. Exclusividad

Aparte de la alta biomasa de peces de roca que en otros lados del litoral de Chile ya son escasos, como el pejeperro y la borrachilla, se destaca la presencia del trombollito robusto *Hypsoblennius sordidus*. En comparación con las otras especies de ictiofauna presentes en el Norte Grande, las que tienen rangos amplios de distribución geográfica entre aguas tropicales hasta aguas templadas (Tabla 6), este pez de la familia Blennidae es endémico de Chile y es el primer registro al norte de Antofagasta. Ejemplares de *H. sordidus* se encontraron en Punta Pisagua, Dos Hermanos y Junín.

Durante el estudio de Oceana realizado en noviembre de 2019, se observó una gran cantidad de individuos juveniles de bilagay y de jurel, lo que indica que durante primavera ocurre el reclutamiento de estas especies en las aguas costeras de Pisagua. Otro resultado relevante del estudio es que las tallas de los individuos avistados se acercaban a las tallas máximas descritas en la literatura, lo que podría ser el resultado de un muy bajo nivel de presión de pesca.

1.1.3.7. Servicios Ecosistémicos

Las altas biomásas del jurel y de anchoveta caracterizan el área como importante para la sustentabilidad de estos recursos pesqueros. Además, representan el alimento principal para varios depredadores topes que frecuentan Pisagua, especialmente para sostener las colonias reproductivas del lobo marino común, delfines y peces (ej. tunidos, xiphiidos, corifaénidos, etc.) y numerosas aves marinas (piqueros, cormoranes) que anidan en Punta Pichalo.



1.1.4. Macroinvertebrados bentónicos

1.1.4.1. Resumen

- En el sublitoral del área, de 10m a 130m, se registraron 49 morfoespecies de macroinvertebrados y la diversidad más alta se concentra entre 10 a 60m, probablemente debido a la presencia de zonas de mínimo de oxígeno en profundidades a partir de los 50m.
- En el talud superior, entre 500 y 800m, se registraron 26 especies de macroinvertebrados, y la diversidad aumenta con la profundidad y alejándose de la costa.
- La mayoría de las especies de macroinvertebrados bentónicos, desde el sublitoral superior hasta el talud, corresponden a crustáceos, moluscos y equinodermos.
- En el sublitoral la mayor diversidad de macroinvertebrados se encuentra en los bosques de la macroalga *Lessonia trabeculata* y estos invertebrados representan el alimento principal para los peces de roca.
- Existe una alta abundancia de invertebrados importantes que corresponden a recursos pesqueros artesanales como del loco, erizo, almejas y ostiones.
- Casi toda la fauna de macroinvertebrados bentónicos comprende especies con una distribución geográfica en las aguas subtropicales del Perú.
- El langostino colorado *Pleuoncodes monodon* abunda en profundidades alrededor de 100m y es la especie más abundante sobre los tapices de mega o macrobacterias tipo *Thioploca* y corresponde a una de las fuentes de alimento fundamental para depredadores tope como lobos marinos. Además, agregaciones de langostinos se mezclan con frecuencia con cardúmenes de anchoveta.
- Existen bancos de octocorales (corales plumas) en el talud frente a Punta Pichalo que representan, según convenciones internacionales, especies de alta importancia para la conservación marina.

| 31

1.1.4.2. Antecedentes generales sobre la fauna de macroinvertebrados bentónicos

La fauna de invertebrados bentónicos de Chile, incluyendo las islas oceánicas, está representada por más de 4.500 especies, lo que comprende el 2,47 % de la fauna bentónica de invertebrados de todo el mundo, siendo los taxa con más especies Crustacea, Mollusca y Polychaeta. (Lee *et al.*, 2008). En todo Chile, numerosas especies de crustáceos y moluscos representan recursos pesqueros de alta importancia para la pesca industrial y artesanal, como por ejemplo jaibas, camarones o langostinos, por un lado, y ostiones, locos y choritos por otro (Subpesca, 2019). Sin embargo, hasta el momento, el conocimiento sobre la fauna bentónica de la ecorregión del Norte Grande todavía es muy limitado a estudios del intermareal, sublitoral y litoral realizados alrededor de Antofagasta en la bahía de Mejillones, y muy pocos estudios cerca de Iquique y Arica (Alvarado *et al.*, 2001; Laudien *et al.*, 2007; Ashton *et al.*, 2008; Hudson *et al.*, 2008, Vargas *et al.*, 2008). En esta misma dirección, ninguna de las 25 expediciones del programa CIMAR (Crucero de Investigación Científico-Marina en Áreas Remotas) se ha dirigido al norte del país (Lee *et al.*, 2008; www.cona.cl).

El trabajo de Lancellotti & Vásquez (2000) analiza la zoogeografía de la fauna de macroinvertebrados bentónicos a lo largo de Chile y se reporta que, por lo general, el número de especies aumenta paulatinamente

desde el norte hacia el sur del país y que Crustacea, Mollusca y Polychaeta corresponden a los grupos mejor representados a lo largo de toda la costa chilena. Por otro lado, este mismo estudio (Lancellotti & Vásquez, 2000) señala que dentro de cada una de las 12 zonas zoogeográficas identificadas, la composición de especies de macroinvertebrados es muy homogénea. Además, dentro de la ecorregión del norte Grande, Lancellotti & Vasquez (1999 y 2000) identificaron dos zonas zoogeográficas: la de Arica, que se extiende desde el sur de Perú hasta Arica, y la de Antofagasta, que comprende la zona entre Arica y Antofagasta (donde se ubica Pisagua); ambos formando parte de la región zoogeográfica de aguas templadas – cálidas que se extiende hasta Valdivia. Según toda la literatura revisada para muchos grupos taxonómicos, no existen antecedentes acerca de la composición de especies como, por ejemplo, para los poríferos (esponjas).

Los únicos estudios sistemáticos que registran la fauna macro bentónica en el Norte Grande se realizaron alrededor de la Península y bahía de Mejillones, ubicada al norte de Antofagasta (Laudien *et al.*, 2007; Hudson *et al.*, 2008, Vargas *et al.*, 2008) y Punta Patache (Vargas *et al.*, 2008). El estudio de Hudson *et al.*, (2008) registró 35 especies de invertebrados en la parte del litoral de la bahía de Mejillones, siendo los moluscos el grupo más diverso con 12 especies, seguido por los crustáceos. El mismo estudio menciona que la composición de especies muestra similitudes con datos obtenidos en otras localidades del Norte Grande como Playa Chipana, Punta Patache, Punta Patillos y Pisagua, sin especificar más detalles. También, el trabajo de Laudien *et al.*, (2007) encontró, entre los 5 y 20m de profundidad, 88 especies de macroinvertebrados bentónicos en la bahía de Mejillones, también la mayoría siendo moluscos, crustáceos y poliquetos. La diversidad más baja se encontró a 5 m y la más alta, con 72 especies, a 20m de profundidad. El mismo estudio también menciona efectos de EN, principalmente afectando la distribución batimétrica de *Aulacomya ater*, la presencia de cuatro especies de gasterópodos y del crustáceo *Eurypanopeus crenatus*.

Por otro lado, Vargas *et al.*, (2008) describieron para Punta Patache la presencia de especies de importancia comercial como *Concholepas concholepas* (Loco), *Fissurella sp* (Lapa), *Thais chocolata* (locate), *Gari solida* (Culengue), *Protothaca thaca* (Almeja) y *Argopecten purpuratus* (Ostión del norte) asociados a fondos blandos y mixtos; además, registraron la presencia de poblaciones de macroalgas pardas, representadas por las especies *Lessonia trabeculata*, *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis integrifolia*, así como parches del tunicado *Pyura chilensis* (Piure).

Todos los estudios mencionados anteriormente indican que eventos EN pueden afectar drásticamente la fauna de macroinvertebrados en el norte de Chile (Castilla *et al.*, 2005; Arntz *et al.*, 2006). Por ejemplo, Ashton *et al.* (2008) reportaron la extensión del rango de distribución geográfica del caracol perro, *Cymatium (Monoplex) keenae* (Beu, 1970), una especie común que se distribuye desde el Golfo de California e islas Galápagos hasta Antofagasta donde invade las comunidades de fondos blandos.

Considerando la casi ausencia de datos para el área de la propuesta, Oceana desarrolló, en conjunto con investigadores de la Universidad Arturo Prat (UNAP), cuatro expediciones para investigar la fauna bentónica y bentodemersal alrededor de la bahía de Pisagua, desde los primeros 10m hasta los 800m de profundidad en la parte superior del talud, utilizando filmaciones submarinas, conteos visuales mediante buceo y la colección de muestras con un arrastre y una draga (Gorny *et al.*, 2017; 2018).

1.1.4.3. Diversidad de macroinvertebrados del sublitoral

Por medio de 19 filmaciones realizadas con un robot submarino (ROV) y muestreos biológicos realizados entre Punta Pichalo y Punta Gorda (octubre de 2017 y mayo 2018) se observó la presencia de 49 morfoespecies de macroinvertebrados en el rango de 20m a 120m de profundidad, siendo los gasterópodos y decápodos los grupos más diversos con la presencia de 11 y 7 especies, respectivamente (Gorny & Guzmán, 2017; 2018). Entre los registros de gasterópodos, bivalvos y equinodermos realizados por estas filmaciones submarinas, se destaca el registro de 5 especies de poríferos. Por otro lado, se observó que la diversidad más alta de la fauna macro bentónica se registró a 25m de profundidad, con 25 especies registradas, mientras que el valor más bajo (2 especies) se registró a 123m (Figura 11). Las únicas especies encontradas en las cuatro estaciones más profundas (95 – 123 metros), fueron langostinos (*Pleuroncodes monodon*), poliquetos y bacterias.

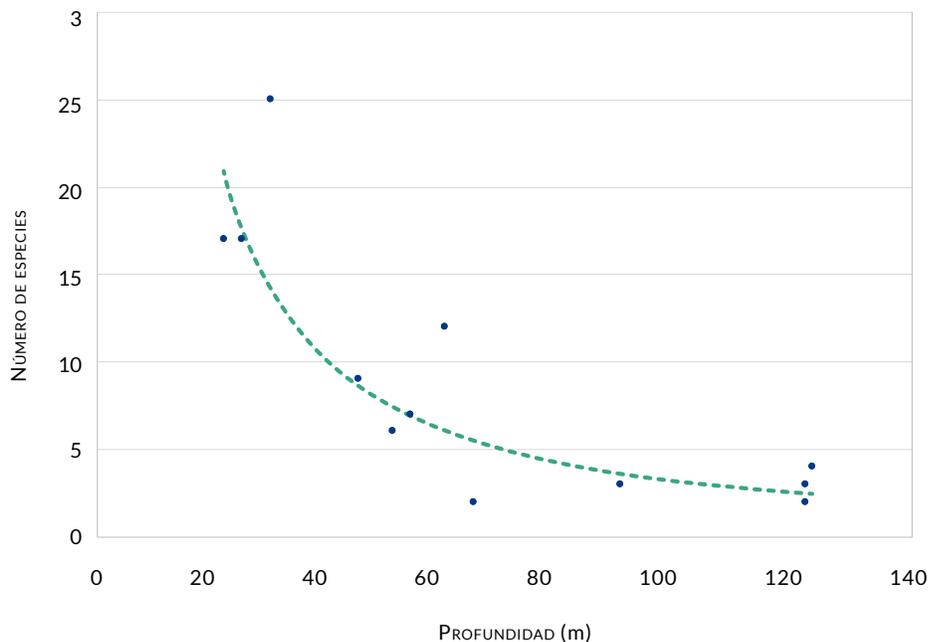


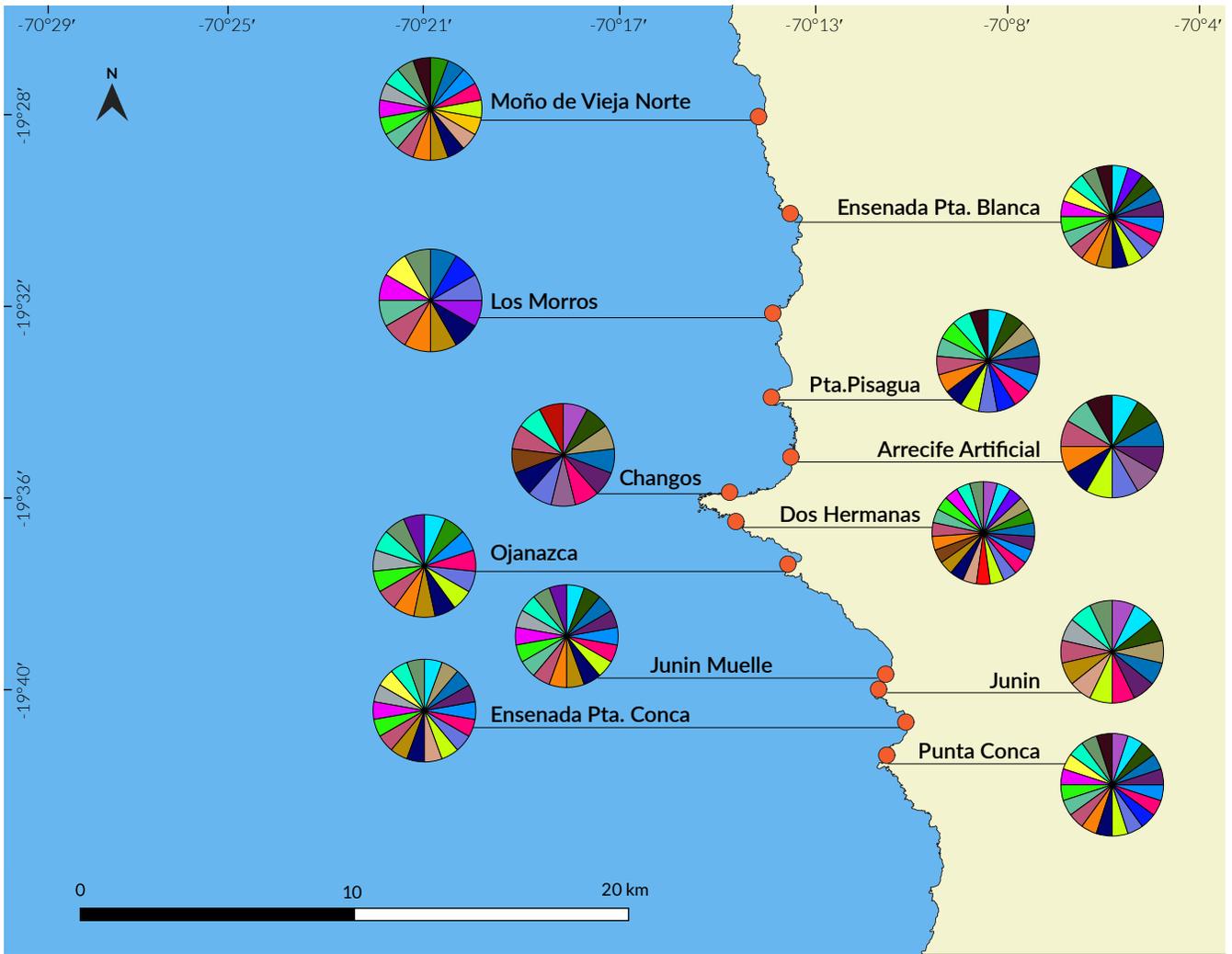
Figura 11. Diversidad (nro. de especies) del macro-zoobentos observada en relación con la profundidad en los transectos de filmaciones submarinas con ROV (Gorny & Guzmán, 2018). Este gráfico comprende también las especies de peces y macroalgas bentónicas.

1.1.4.4. Comunidades bentónicas de fondos duros en bosques de macroalgas

A lo largo de la costa se observaron extensos bosques de macroalgas hasta profundidades de 25m a 30m y en fondos duros formados por bolones y rocas (Gorny & Guzmán, 2018). Oceana encargó, a fines del 2019, un estudio detallado de la fauna macrobentónica de peces e invertebrados asociados a estos bosques de macroalgas. Este estudio abarcó la costa entre Punta Conca y Punta Gorda (Petit *et al.*, 2020), donde se observaron bosques de macroalgas pardas principalmente compuestos por *Lessonia trabeculata* y, en algunos sitios específicos, densos bosques de *Macrocystis pyrifera*, en el rango de 10m de profundidad se registraron 26 especies de invertebrados mediante buceo. Los resultados de este estudio se resumen en la Tabla 8. Cabe destacar que la mayoría de las especies encontradas se distribuyen de manera homogénea dentro del área de la investigación (Figura 12).

Tabla 8. Listado de macroinvertebrados y sus abundancias (densidad promedio) en fondos duros y asociados a macroalgas. Se indica también la contribución de los individuos de cada especie al total de las especies registradas; si la especie fue registrada anteriormente en la ecorregión (fuentes: www.gbif.org; Laudien *et al.*, 2008;); si se considera especie invasora desde aguas subtropicales o tropicales relacionado a eventos EN (1 Villaseñor-Parada *et al.*, 2017) o con distribución en Peru (2 Häussermann, 2003; 3 Hickman, 2008;4 Tejada y Baldrago, 2016; 5 www.macrofauna.cl; 6 Hooker *et al.*,2012).

NOMBRE TAXONÓMICO	PHYLUM	DENSIDAD PROMEDIO (IND./100M ²)	CONTRIBUCIÓN %	REGISTROS EN LA ECORREGIÓN	ESPECIE INVASORA / PRESENCIA EN PERÚ
<i>Anemonia alicemartinae</i>	Cnidaria	8,33	3,71	x	1
<i>Antholoba achates</i>	Cnidaria	0,75	0,33	x	2
<i>Anthothoe chilensis</i>	Cnidaria	6,83	3,04	x	2
<i>Oulactis concinnata</i>	Cnidaria	18,33	8,17	x	2
<i>Phymactis papillosa</i>	Cnidaria	0,08	0,04	x	3
<i>Phymanthea pluvia</i>	Cnidaria	7,58	3,38	x	2
<i>Clionaopsis platei</i>	Porifera	0,63	0,28	x	
<i>Priene rude</i>	Gastrópoda	8,42	3,75	x	4
<i>Concholepas concholepas</i>	Gastrópoda	9,58	4,27	x	4
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	Gastrópoda	1,92	0,85	x	4
<i>Fissurella cumingi</i>	Gastrópoda	3,58	1,60		5
<i>Fissurella latimarginata</i>	Gastrópoda	14,83	6,61		5
<i>Sinum cymba</i>	Gastrópoda	0,50	0,22	x	4
<i>Tegula atra</i>	Gastrópoda	28,50	12,70	x	5
<i>Thais chocolata</i>	Gastrópoda	18,83	8,39	x	4
<i>Cancer porteri</i>	Crustacea	8,33	3,71	x	5
<i>Homalaspis plana</i>	Crustacea	0,17	0,07	x	5
<i>Pagurus edwardsii</i>	Crustacea	0,50	0,22	x	4
<i>Romaleon setosum</i>	Crustacea	2,58	1,15	x	4
<i>Arbacia spatuligera</i>	Echinodermata	1,42	0,63	x	6
<i>Heliaster helianthus</i>	Echinodermata	23,58	10,51	x	4
<i>Loxechinus albus</i>	Echinodermata	27,75	12,36	x	4
<i>Luidia magellanica</i>	Echinodermata	3,75	1,67	x	
<i>Meyenaster gelatinosus</i>	Echinodermata	2,08	0,93	x	6
<i>Stichaster striatus</i>	Echinodermata	21,08	9,39	x	6
<i>Tetrapigus niger</i>	Echinodermata	4,50	2,00	x	6



MACROINVERTEBRADOS Y ALGAS

- | | | |
|--|--|--|
| ■ <i>Anemonia alicemartinae</i> | ■ <i>Romaleon setosum</i> | ● Sitios de muestreo |
| ■ <i>Antholoba Achatas</i> | ■ <i>Stichaster striatus</i> | |
| ■ <i>Anthothoe chilensis</i> | ■ <i>Lessonia trabeculata</i> | |
| ■ <i>Arbacia spatuligera</i> | ■ <i>Macrocystis pyrifera</i> | |
| ■ <i>Clionaopsis platei</i> | ■ <i>Aulacomya atra</i> | |
| ■ <i>Concholepas concholepas</i> | ■ <i>Chormytilus chorus</i> | |
| ■ <i>Crassilabrum crassilabrum</i> | ■ <i>Tetrapigus niger</i> | |
| ■ <i>Fissurella cumingi</i> | ■ <i>Thais chocolata</i> | |
| ■ <i>Fissurella latimarginata</i> | ■ <i>Pagurus edwardsii</i> | |
| ■ <i>Heliaster helianthus</i> | ■ <i>Cancer porteri</i> | |
| ■ <i>Homolaspis plana</i> | ■ <i>Priene rude</i> | |
| ■ <i>Loxechinus albus</i> | ■ <i>Sinum cymba</i> | |
| ■ <i>Luidia magellanica</i> | ■ <i>Tegula atra</i> | |
| ■ <i>Meyenaster gelatinosus</i> | ■ <i>Mytilus edulis</i> | |
| ■ <i>Oulactis concinnata</i> | ■ <i>Pyura chilensis</i> | |
| ■ <i>Phymactis papillosa</i> | ■ <i>Turritela sp.</i> | |
| ■ <i>Phymanthea pluvia</i> | | |

Figura 12. Mapa comparativo de la composición de especies de macroinvertebrados (presencia/ausencia) observados alrededor de Pisagua mediante buceo en un rango de 10m (Petit et al., 2020).

La abundancia de macroinvertebrados bentónicos observados entre Moño de Vieja Norte en el norte (sector Punta Gorda) y Punta Conca en el sur, varió entre 33 y 584 individuos por cada 100 m² (≈ 1 a 6 ind.m²), donde Los Morros mostró la mayor abundancia y Punta Pisagua, Dos Hermanas y Ojanazca valores altos (Figura 13). Las mayores abundancias a nivel de especies (> 20 ind. por 100m², cf. Tabla 8) se registraron para el gasterópodo *Tegula atra* y los equinodermos *Heliaster helianthus* (sol de mar), *Loxechinus albus* (erizo rojo) y *Stichaster striatus* (estrella de mar). Además, se destaca la gran abundancia de equinodermos y moluscos de importancia comercial: el erizo rojo (*Loxechinus albus*), el locate (*Thais chocolata*), el loco (*Concholepas concholepas*) y las lapas *Fissurella latimarginata* y *Fissurella cumingi* contribuyeron en gran medida a la elevada abundancia de macroinvertebrados en el área. Especies filtradoras como los mitílidos *Choromytilus chorus*, *Aulacomya atra*, *Mytilus edulis* y tunicados (*Pyura chilensis*) cubrieron gran porcentaje del suelo marino, llegando en un caso hasta el 90 % de cobertura del fondo (Petit *et al.*, 2020).

Aplicando un análisis multivariado de la composición y agrupación de especies (nMDS) se probó estadísticamente que el mayor número de especies de macroinvertebrados se encuentra en los bosques de la macroalga *Lessonia trabeculata*, (Petit *et al.*, 2020). Sin embargo, las mayores abundancias (biomasa) de peces fueron observadas en los bosques de *Macrocystis pyrifera*, densidades que fueron representadas principalmente por el Jurel *Trachurus murphyi*.



Figura 13. Mapa comparativo de la abundancia de especies de macroinvertebrados en los alrededores de Pisagua mediante buceo en un rango de 10m (Petit *et al.*, 2020).

1.1.4.5. Comunidades bentónicas del sublitoral de fondos blandos y en zonas de mínimo de oxígeno (ZMO)

Según las filmaciones del ROV, y de acuerdo con lo observado a partir de los muestreos realizados con una draga, el sedimento entre 25m a 40m se caracteriza por la presencia de arena gruesa a fina; mientras que desde profundidades a partir de 40m, por lo general corresponde a fango (Gorny & Guzmán, 2018).

La fauna de macroinvertebrados en fondos arenosos a más de 40m de profundidad comprende entre 11 y una especie (*Pleuroncodes monodon*). Los gasterópodos y crustáceos decápodos presentaron 5 y 4 morfoespecies, respectivamente, representando estas a la mayoría de las especies de macroinvertebrados en los fondos blandos (Gorny & Guzmán, 2017).

Se destaca la presencia de extensos tapices de mega- a macrobacterias del tipo Thioploca (Figura 13a) (V. Gallardo, comm. pers.), los que se observaron desde aproximadamente 60m hasta 500m frente a Punta Pichalo y, dentro de la bahía de Pisagua, se registraron tapices a lo largo de toda la costa entre Punta Pichalo hasta Punta Gorda entre 60 y 120m, además de registrarse en una filmación realizada con la *dropcam* a 320m (Gorny *et al.*, 2021; Gorny *et al.*, MS en prep). Aunque no se realizaron mediciones oceanográficas-físicas durante estas filmaciones se puede concluir que estos tapices de bacterias representan, por lo menos parcialmente, zonas de mínimo de oxígeno (ZMO), reportadas para caracterizar especialmente la plataforma continental ancha que se extiende entre Arica y Antofagasta (Thiel *et al.*, 2007). Asociados a estos tapices se observó al langostino *P. monodon*, a una especie de poliqueto y una especie de medusa colorada (Medusozoa). Cabe destacar que en algunos transectos donde se encontraron estas megabacterias no se encontró ningún invertebrado; sin embargo, en algunos transectos cerca de Punta Gorda se encontró una enorme abundancia de langostinos (Figura 13b).

Filmaciones realizadas en 2018 durante la inmersión del ROV hacia el fondo mostraban constantemente langostinos emergiendo desde el fondo marino hacia la superficie. Además, durante la estadía de la *dropcam* en el fondo se observó con frecuencia a estos langostinos desplegándose del fondo (Gorny & Guzmán, 2018). Considerando que hay registros de zonas de mínimo de oxígeno en el área entre Arica y Antofagasta (Silva *et al.*, 2009) se concluye que el despliegue de langostinos del fondo ocurre cuando las concentraciones de oxígeno son muy bajas en esta zona. De acuerdo a la literatura, *Pleuroncodes monodon* representa una de las pocas especies de macroinvertebrados que es capaz vivir bajo de las condiciones de la ZMO y de sostenerse también en zonas del sulfureto, usando los tapices de bacterias como hábitat de refugio durante el reclutamiento (Gallardo *et al.*, 1994; Roa *et al.*, 1995).

a.



b.



Figura 14. Fondos blandos entre 300m (a) y 120 m (b) de profundidad. La imagen a la izquierda de tomo cerca de Punta Pichalo en el 2017) y a la derecha cerca de Punta Gorda (2018). La densidad de langostinos se estimó alrededor de 40 individuos por m² (Gorny, datos no publicados; Gorny & Guzmán, 2018).

1.1.4.6. Macroinvertebrados de aguas profundas en la parte superior del talud

Aparte de algunos pocos registros fuera de la ZEE que se encuentran en la base de datos de OBIS (Ocean Biogeographic Information System; www.obis.org) no existen registros de la fauna de macroinvertebrados en el talud de la ecorregión del Norte Grande. Oceana, por su parte, registró por medio de 8 lances de una *dropcam* entre 400 y 800m, un total de 24 especies representados en su mayoría por crustáceos (9 especies), cnidarios (7 especies) y equinodermos (6 especies) (Gorny *et al.*, 2021; Gorny *et al.*, Ms *en prep.*). La mayor diversidad con 7 y 8 especies se observó en las partes más profundas, entre 500 y 800m. La figura 14 muestra algunas especies típicas documentadas en este rango de profundidad.

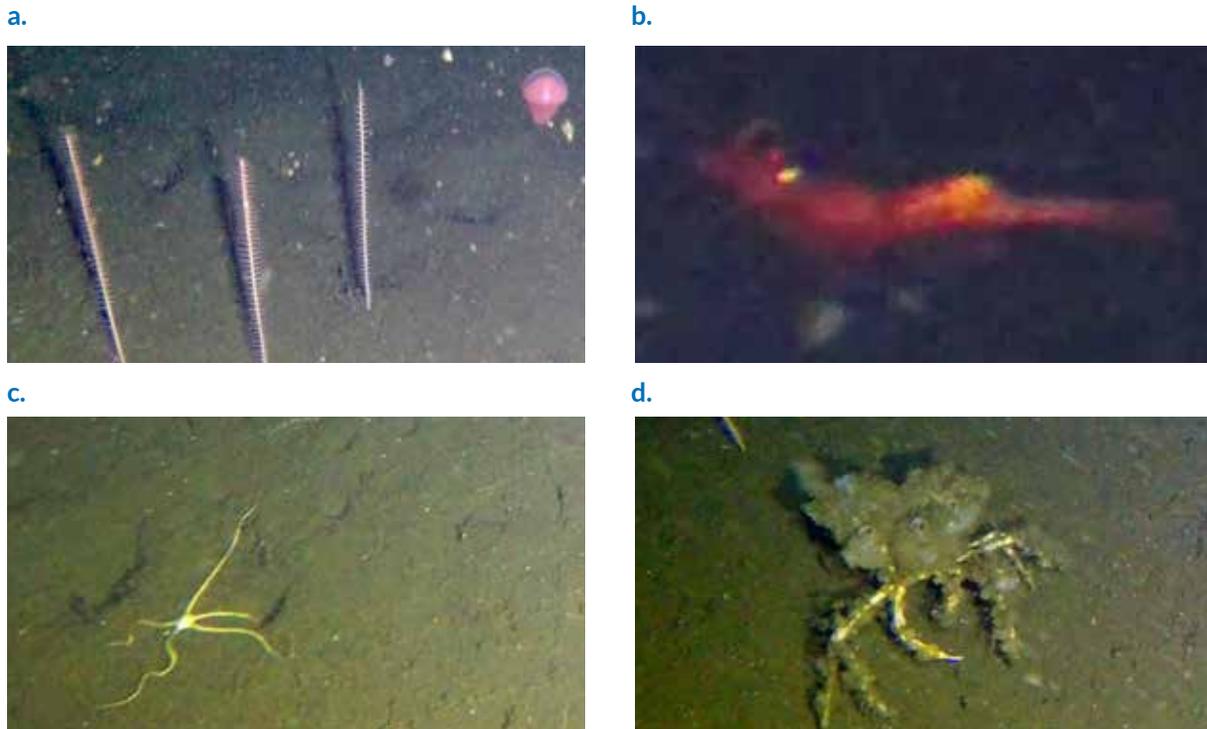


Figura 15. Macroinvertebrados del talud superior, observados con una *dropcam* entre Punta Junín y Punta Pichalo entre 500 y 800m de profundidad (Gorny *et al.*, 2021): a) coral látigo o plumoso (cnidarios); b) camarón de profundidad (crustácea decápoda); c) ofiura (equinodermo) y d) Cangrejo de profundidad *Lophorochinia parabranchia*.

1.1.4.7. Representatividad

Los crustáceos y moluscos corresponden a los grupos taxonómicos de macroinvertebrados más diversos en toda el área de la propuesta, desde el sublitoral superior hasta el talud, al igual que para todo el largo de la costa chilena y como se indica para la ecorregión del Norte Grande (Lancellotti & Vásquez, 2000). La presencia de 49 especies de macroinvertebrados documentados visualmente por Oceana en el sublitoral entre Punta Pichalo y Punta Gorda corresponde a una diversidad comparable con registros más al sur de Iquique.

En el estudio de Laudien *et al.*, (2007) se han identificado hasta 88 especies de macroinvertebrados en fondos blandos dentro de la bahía de Mejillones y en profundidades entre 5m y 20m. Sin embargo, esta cifra corresponde a muestras obtenidos mediante una draga. Actualmente, muestras obtenidas con draga alrededor de Pisagua por parte de Oceana se encuentran todavía en análisis, y los datos presentados en el este documento hacen referencia solo a observaciones visuales, excluyendo las especies que viven enterradas en el sedimento como la mayoría de los poliquetos.

Comparando sólo el número de especies de crustáceos, moluscos y equinodermos, las 47 especies registradas alrededor de Pisagua representan una diversidad similar a la registrada en la bahía de Mejillones, con 56 especies que incluye moluscos, crustáceos y equinodermos. Por otro lado, todas las 26 especies registradas en los bosques de macroalgas del sublitoral se encuentran distribuidas en otros lugares de la ecorregión (cf. Tabla 8)

1.1.4.8. Exclusividad

A lo largo de la costa del área de la propuesta se destaca una alta presencia y abundancia de macroinvertebrados de valor económico como recurso pesquero artesanal, especialmente del erizo rojo (*Loxechinus albus*), del locote (*Thais chocolata*) y del loco (*Concholepas concholepas*), todos registrados con densidades de entre 10 (*C. concholepas*) hasta 28 individuos (*L. albus*) por cada 100m². El erizo rojo comestible constituye un recurso pesquero importante a lo largo de toda la costa chilena, y es la pesquería de erizos de mayor importancia en el mundo (IFOP, 2016). Sin embargo, los desembarques más grandes se realizan en el sur del país donde las densidades varían alrededor de 20 a 170 individuos por 100m² (IFOP, 2016).

Otra particularidad de la fauna de macroinvertebrados bentónicos es la alta cobertura del fondo, que llega hasta un 90% y comprende especies filtradoras como los mitílidos *Choromytilus chorus*, *Aulacomya atra*, *Mytilus edulis* y tunicados como *Pyura chilensis* (Petit et al., 2020).

La abundancia del langostino *Pleuroncodes monodon* en el fondo es sumamente alta. Estimaciones mediante filmaciones cuantitativas con el ROV alcanzan valores alrededor de 40 individuos por m² (Gorny & Guzmán, 2018). Según estas filmaciones la mayor abundancia de langostinos se encuentra en el rango de 100m a 120m y se extiende desde la embocadura del río Pisagua hasta Punta Gorda.

La estrella de mar *Stichaster striatus* es uno de los macroinvertebrados más abundantes alrededor de Pisagua (promedio de 21 ind/m²), una especie que ya en el Perú se considera como en estado de conservación vulnerable según criterios de la UICN (Hooker et al., 2012).

La fauna de macroinvertebrados profundos se caracteriza por diversas especies de crustáceos, pero también destaca la presencia de corales pluma o látigo (Pennatulacea), siendo los dos registros con la *dropcam* frente a Punta Pichalo los primeros y únicos registros de esta especie en el norte de Chile según el registro del OBIS (www.obis.org).

1.1.4.9. Servicios Ecosistémicos

Langostinos

Estos invertebrados macrobentónicos juegan un rol importante en las tramas tróficas, ya que sirven de alimento para peces, aves y mamíferos marinos (Odum, 1963). De esta forma, la alta abundancia de langostinos, observado entre Punta Pichalo y Punta Gorda corresponde a una fuente de alimento fundamental para las aves y mamíferos marinos que habitan en Punta Pichalo, ya que es probable que millones de estos langostinos suban hasta la superficie, donde son presa fácil para estas especies. Particularmente, los lobos de la colonia reproductiva en Punta Pichalo se aprovechan de este alimento que es de fácil acceso, ya que se encuentra cerca y no necesitan gastar mucha energía para buscarlos. Restos de langostinos se pueden observar con frecuencia en las fecas, coloreando las rocas de la lobería en Punta Pichalo.

Macroinvertebrados de los bosques de macroalgas

Los macroinvertebrados que habitan los bosques de macroalgas representan una fuente de alimento fundamental para los peces de rocas que son mayormente carnívoros. Estos peces se alimentan principalmente de moluscos gasterópodos, poliquetos y equinodermos (Medina *et al.*, 2004). Sin embargo, existen variaciones en la composición de presas entre las especies; por ejemplo, crustáceos como el camarón de roca *Rhinchocyanetes typus* y la jaiba *Cancer edwardsii* son la presa preferida de *Paralabrax humeralis* y de *Hemilutjanus macrophthalmos*. Se destaca que la sobreposición de dieta entre los peces de roca es baja, con un promedio de 30%, indicando que todos estos peces son generalistas y que cambian su dieta para evitar la competencia por los recursos presas (Medina *et al.*, 2004). A pesar de lo anterior, el éxito de esta estrategia, que se expresa en una alta abundancia de peces de roca, depende de la disponibilidad de recursos de todo el rango de la dieta (i.e. de la alta diversidad y abundancia de la fauna de macroinvertebrados).

Macroinvertebrados del talud

Bancos de corales pluma cumplen un rol fundamental como zona de crianza para peces de profundidad (Ruiz-Pico *et al.*, 2017; Bastari *et al.*, 2018). Los Pennatuláceos son los únicos octocorales adaptados para habitar fondos arenosos o fangosos (Hayward & Ryland, 1990). Además, los bancos de estos octocorales con su fauna asociada se consideran de alta importancia para la conservación (Greathead *et al.*, 2015) según la convención internacional de 1992 de Oslo Pais (OSPAR), anexo V (OSPAR, 1992, 2010). Por lo tanto, los bancos encontrados en el talud frente a Punta Pichalo representan un componente esencial para los ecosistemas marinos del área.

Amenazas

Para los macroinvertebrados bentónicos existen dos amenazas principales: la pesca extractiva y la pesca industrial bentodemersal. La pesca extractiva se refiere a la extracción descontrolada de macroalgas, quitando el hábitat para los macroinvertebrados asociados a las algas que, en consecuencia, afectará todos los elementos de este hábitat, especialmente a las 26 especies de invertebrados y la ictiofauna asociada.

La pesca bentodemersal dentro de las 5 mn, y especialmente la realizada con arrastres de fondo, afectaría a los fondos blandos donde se encuentran los bancos de langostinos, fuente principal de alimento para aves y mamíferos marinos del sector. Adicionalmente, la extracción descontrolada o ilegal con espineles o *long-line* de especies de peces de profundidad como rayas o tiburones afectaría a estas especies ya consideradas como vulnerables, además de correr el riesgo de destruir los fondos frágiles, especialmente los bancos de los octocorales plumosos.

1.2. Ecosistemas y hábitats

1.2.1. Resumen

- El área presenta los 5 ecosistemas marinos indicados para el Norte Grande según criterios del MMA.
- Se destacan los hábitats del litoral formados por bosques de macroalgas y los tapices de megabacterias en la ZMO, formando el hábitat para una enorme biomasa de langostinos.
- En la parte superior del talud se encuentran bancos de octocorales (plumas del mar) que forman un hábitat que es considerado como de alta importancia para la conservación marina, según acuerdos internacionales.

1.2.2. Composición de hábitats

Previo a las expediciones realizadas por Oceana, no existían antecedentes específicos sobre la composición de hábitats en el área de la propuesta. El trabajo de Thiel *et al.*, (2007) menciona que a lo largo del SCH dominan fondos blandos que albergan una fauna representada típicamente por algunas especies de crustáceos como langostinos y poliquetos. Por otro lado, indica que existe una franja angosta de sustratos duros con rocas de origen volcánico, o de granito o de sedimentos compactados. Adicionalmente, según Thiel *et al.*, (2007), una de las características principales del SCH es la existencia de praderas y bosques de macroalgas de *Lessonia nigrescens*, *L. trabeculata*, *Macrocystis integrifolia* y *M. pyrifera*, las que se consideran especies bioingenieras, ya que forman el hábitat para una gran diversidad de invertebrados y peces (Thiel *et al.*, 2007). Bancos de organismos suspensívoros como picorocos, bivalvos (*Aulacomya ater*) y ascidias (*Pyura chilensis*) forman estructuras de hasta 40 cm de altura, ofreciendo espacio para otras especies hasta retener cantidades considerables de sedimento formando un sustrato secundario para especies asociadas a fondos blandos (Prado & Castilla, 2006). La presencia de la ZMO y de tapices de mega y macrobacterias dentro de ella, es lo que más caracteriza al SCH (Arntz *et al.*, 2006, Thiel *et al.*, 2007).

Para el sector entre Punta Pichalo y Punta Gorda, las evaluaciones visuales mediante filmaciones submarinas y buceo por parte de Oceana (2018 y 2019) indican la presencia de por lo menos seis diferentes hábitats en el sublitoral desde 10 a 130m (Gorny & Guzmán, 2018, Petit *et al.*, 2020). Hasta aproximadamente los 25m de profundidad existen fondos rocosos con la presencia de macroalgas pardas, y hasta los 50m, fondos rocosos blanqueados sin presencia de macroalgas (Figura 15 a, b). También, alrededor de los 50m de profundidad se observaron fondos de arena gruesa (Figura 15 c) y a profundidades superiores a los 50 m se observaron dos hábitats de fondos blandos, uno con sedimentos de arena muy fina (Figura 15 d), y otro, fangoso (Figura 15 d-f). También se registraron fondos blandos fangosos con presencia de bacterias tipo *Thioploca*, caracterizado por la presencia de langostinos como única especie del macrobentos (Figura 15 g) y en muchas partes de estos fondos solo se encontraron parches de *Thioploca* (Figura 15 h). En el talud superior, se encontraron partes rocosas y fondos blandos (Figura 16) que ofrecen hábitat para crustáceos como jaibas y peces entre las rocas. Crustáceos, equinodermos, octocorales y peces bentodemersales forman comunidades encima de los fondos blandos en la parte superior del talud (Gorny *et al.*, 2020 Ms en prep.).

| 41

1.2.3. Representatividad y Exclusividad

De acuerdo con la clasificación de ecosistemas marinos dentro de la zona económica exclusiva establecida por el Ministerio de Medio Ambiente (Rovira & Herreros, 2016), la ecorregión del Norte Grande comprende los ecosistemas marinos del litoral (duro y blando) y los ecosistemas epibentónicos duro y blando, además de la zona de surgencia. Como indica la Figura 17, el área de la propuesta para un AMCP-MU reúne todos estos ecosistemas. Entre Arica e Iquique, los alrededores de Pisagua representan la única zona de surgencia (cf. Figura 2). Los extensos tapices de bacterias forman el hábitat ideal para el langostino colorado *Pleuroncodes monodon*. De acuerdo con la topografía del fondo marino, los alrededores de Pisagua representan la única zona con una plataforma continental muy ancha en el Norte Grande y, por lo tanto, probablemente es la única parte de la ecorregión donde abundan estos langostinos. Los bancos de los octocorales encontrados en la parte superior del talud son otra característica única de la zona. Estos bancos se consideran como hábitat importante para la conservación marina (Greathead *et al.*, 2015).

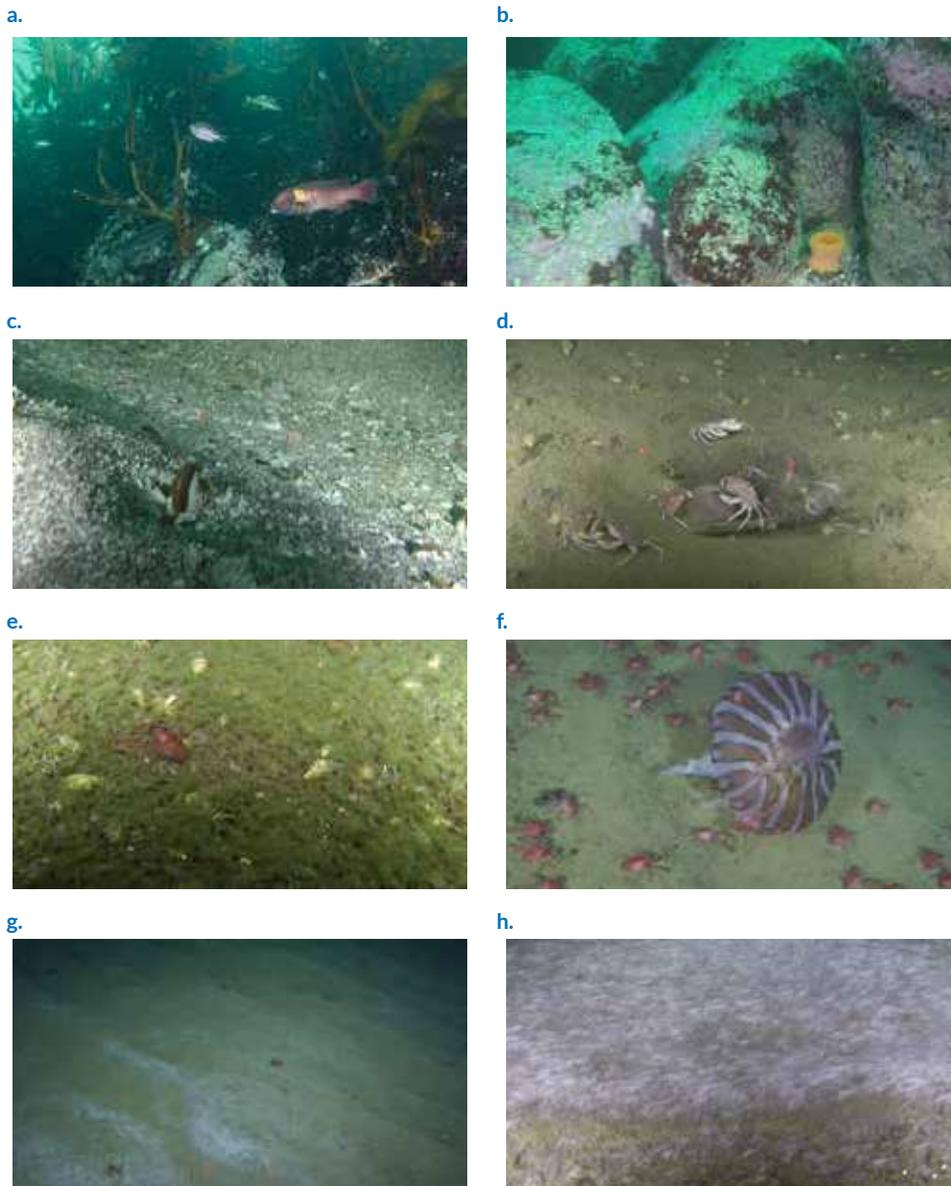


Figura 16. Hábitats del sublitoral en el área de la propuesta identificados mediante filmaciones submarinas y buceo. a) fondos rocosos con macroalgas y b) fondos rocosos blanqueados. Los fondos rocosos con bosques de *Lessonia trabeculata* se extienden hasta 25-30m y se caracterizan por la alta diversidad de peces como *Semicossyphus darwini* (pejeperro). En la foto (a) se aprecia una hembra del pejeperro. Los fondos blanqueados se caracterizan por la presencia de anémonas, extendiéndose hasta 50m (b). En el mismo rango de profundidad se encuentran también fondos de arena gruesa que forman el hábitat para algunos bivalvos y gasterópodos y crustáceos (c). Fondos blandos de arena fina hasta con fango se extienden en el sublitoral de 50m hacia al borde con el talud superior. En este hábitat dominan crustáceos, gasterópodos y poliquetos (d-e). Además, existen fondos fangosos cubiertos con tapices de mega o macrobacterias tipo *Thioploca* (g-h), probablemente indicadores de zonas de mínimo de oxígeno ZMO, habitados solo por langostinos y probablemente algunas especies de infauna dentro del sedimento (g). (Crédito de las fotografías: ©Matthias Gorny | Oceana)

Los fondos rocosos con bosques de *Lessonia trabeculata* se extienden hasta 25-30m y se caracterizan por la alta diversidad de peces como el pejeperro *Semicossyphus darwini* (Figura 15 a), mientras que los fondos rocosos blanqueados se caracterizan por la presencia de anémonas, extendiéndose hasta 50m de profundidad (Figura 15 b). En el mismo rango de profundidad (50m) se encuentran también fondos de arena gruesa, que forman el hábitat para algunos bivalvos, gasterópodos y crustáceos (Figura 15 c). Los fondos blandos de arena fina hasta fango se extienden en el sublitoral desde los 50m hasta el borde del talud superior. Este hábitat está dominado por crustáceos, gasterópodos y poliquetos (Figura 15 d-e). Además, existen fondos fangosos cubiertos con tapices de mega o macrobacterias del tipo *Thioploca* (Figura 15 g-h), que son indicadores de zonas de mínimo de oxígeno ZMO ya que son habitados solo por langostinos y probablemente algunas especies de infauna dentro del sedimento (Figura 15 g). Estos tapices se observaron durante 3 años consecutivos (2017, 2018 y 2019) en muchos sectores del sublitoral, sin ningún macroinvertebrado visible, lo cual probablemente es un indicador de valores muy bajos de oxígeno.

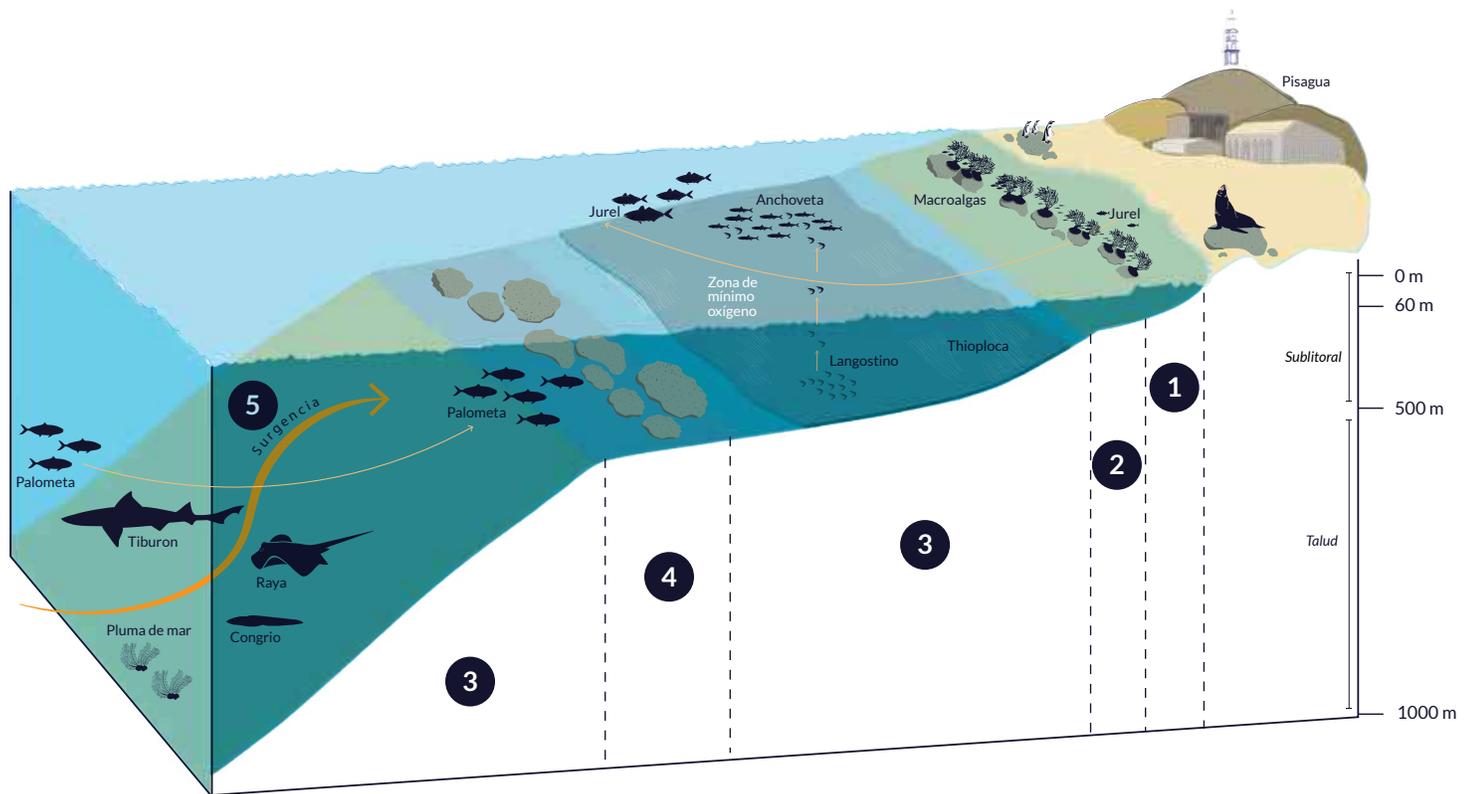
Por otra parte, los fondos rocosos encontrados a 320m cerca del borde superior del talud (Figura 16 a) corresponden al hábitat de crustáceos y algunos peces demersales. Mientras que los fondos blandos encontrados a 750m de profundidad corresponden al hábitat de octocorales, equinodermos, crustáceos y peces bentodemersales (Figura 16 b).



Figura 17. a) Fondo rocoso a 320m cerca del borde con el talud superior y b) fondo blando a 750m de profundidad. (Crédito de las fotografías: ©Matthias Gorny | Oceana)

1.2.4. Servicios ecosistémicos

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, el área propuesta alberga una alta diversidad de fauna marina compuesta por peces, invertebrados, aves y mamíferos marinos. La Figura 17 indica la distribución espacial de los ecosistemas marinos en el área, así como de los hábitats más importantes y de las especies más representativas de cada uno.



ECOSISTEMAS MARINOS

- 1 Litoral duro
- 2 Litoral blando
- 3 Epi-bentónico blando
- 4 Epi-bentónico duro
- 5 Zona de surgencia

Figura 18. Esquema de la distribución espacial de los ecosistemas marinos en el área de la propuesta, indicando también los hábitats más destacados como bosques de macroalgas, zonas de mínimo de oxígeno ZMO y de surgencia. También se ilustra la distribución de especies representativas de cada ecosistema y hábitat. (Fuente: Elaboración propia)

Se destaca que Punta Pichalo es el foco más septentrional donde ocurren eventos de surgencia (Barahona & Gallegos, 2000). Aunque no se encuentran datos actualizados sobre la magnitud y la ubicación exacta, se debe tener presente que estas surgencias se generan debido a la posición geográfica de la punta en dirección perpendicular a la costa, y su exposición respecto al viento predominante. Históricamente se observó que el número de eventos de surgencia es normalmente mayor hacia el norte de la ecorregión, anotando 11 eventos en Punta Baquedano, 11 en la zona de Pisagua, 9 al sur de Iquique, 8 al sur del río Loa y 9 en Punta Angamos (Figura 18), siendo Punta Pichalo la zona con más intensidad de la surgencia y con duraciones del evento de hasta 15 días (Barbieri *et al.*, 1995). Fuertes eventos de surgencia también se observaron en las filmaciones de 2017 y de 2019 en el borde de la plataforma continental (Gorny, comm. Personal).

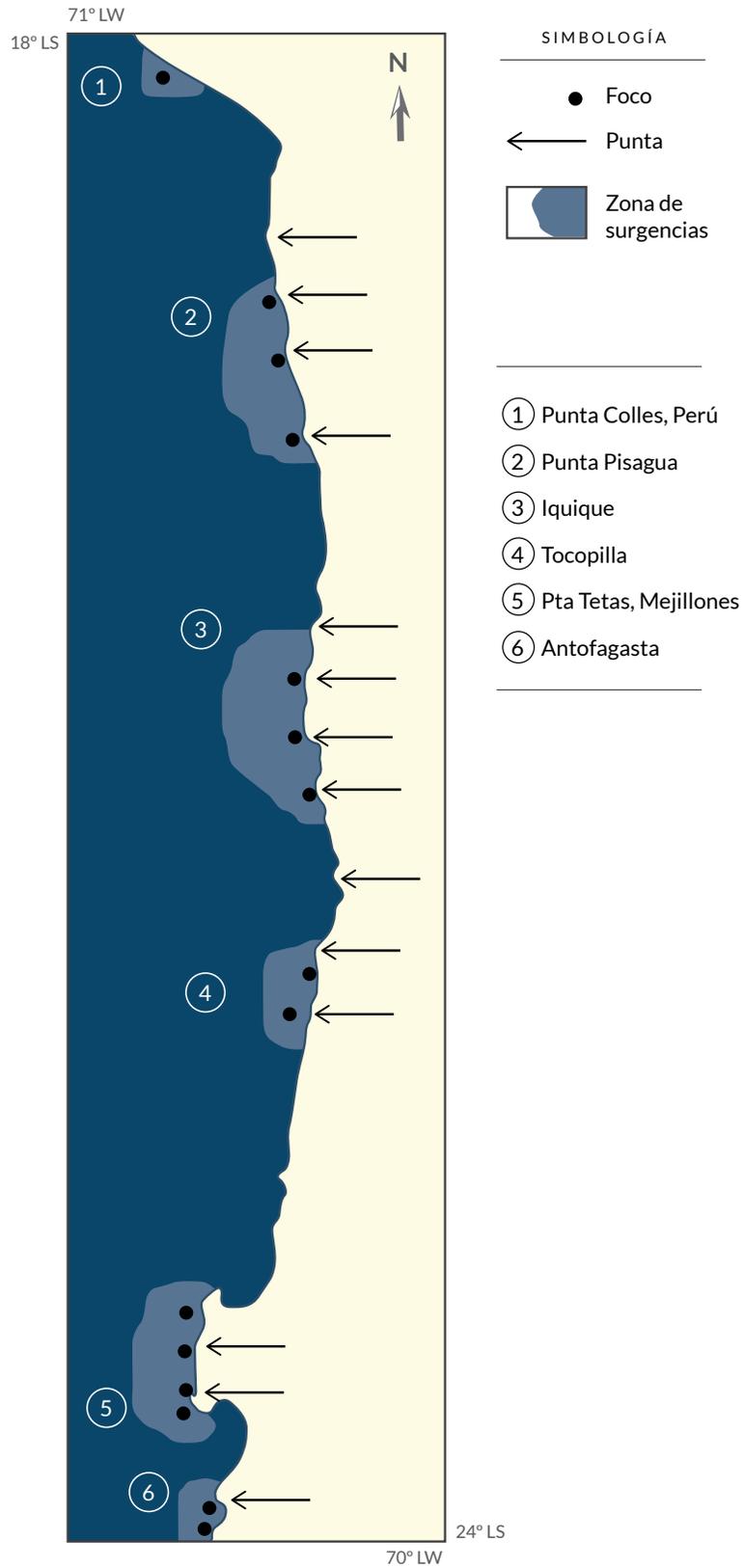
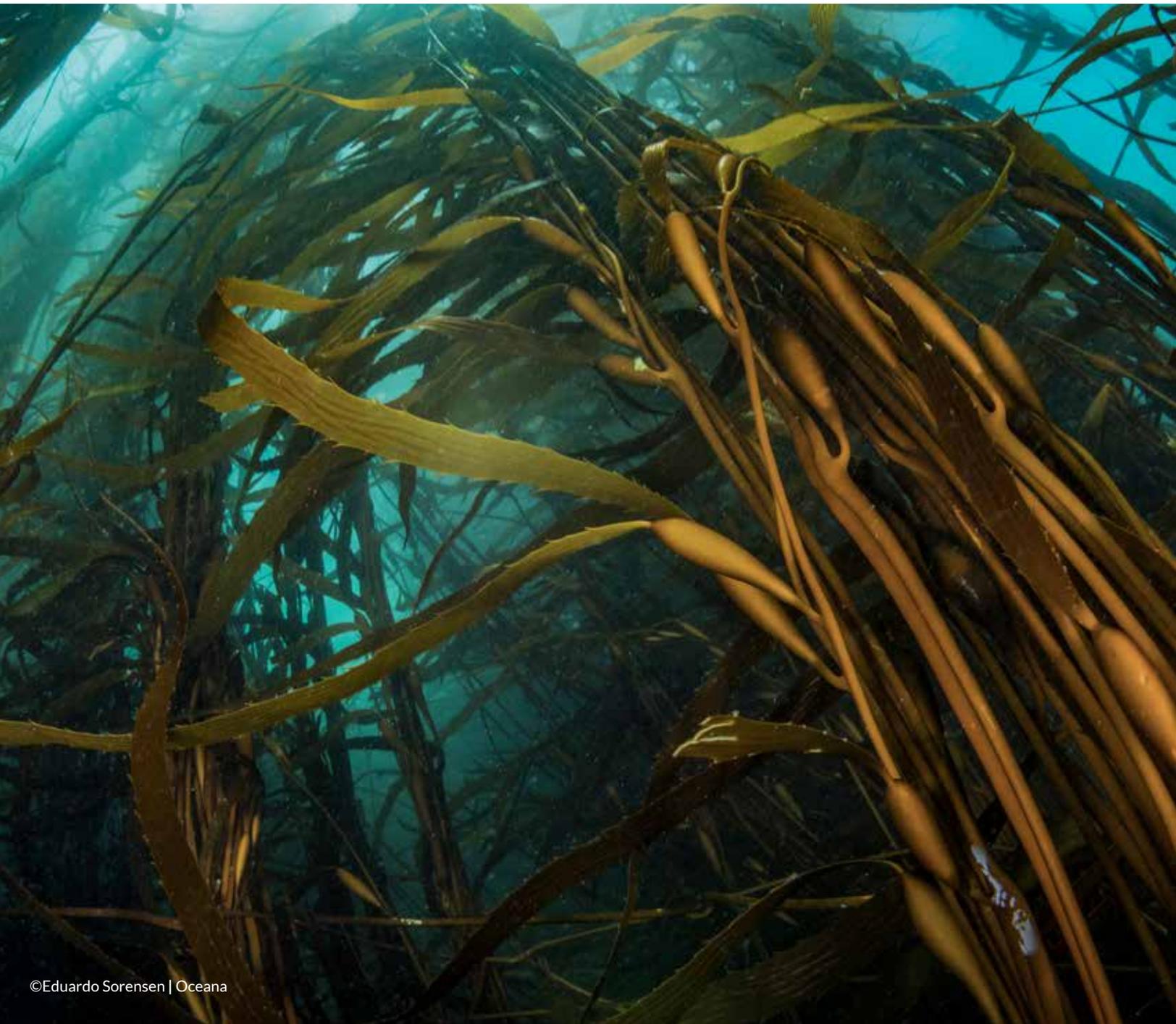


Figura 19. Focos de surgencia observados en estudios durante las temporadas Niña 1996-1997 y Niño 1997-1998 (elaboración propia en base de Barahona *et al.*, 2000). Las flechas más al sur en la zona 2 corresponden a Punta Pichalo y Punta Gorda.

1.2.5. Amenazas

Las amenazas principales para los hábitats son la extracción desregulada de macroalgas y la destrucción de mantos de bivalvos causada por actividades como la pesca de arrastre, ya que esta actividad no está prohibida en el sector, poniendo en peligro los hábitats y ecosistemas del litoral, especialmente los fondos duros. El ecoturismo descontrolado masivo como actividades de buceo y el anclaje encima de bancos de bivalvos son otra amenaza típica para los hábitats generados por bioingenieros.

Al ser Pisagua una zona cercana a grandes proyectos mineros, la zona ha sido y puede seguir siendo el foco para la instalación de megapuertos y grandes plantas desaladoras en la región, lo que podría alterar completamente este ecosistema como se ha documentado en otras partes a lo largo de Chile, un ejemplo concreto es Mejillones.



2. Modos de Vida y Caracterización Socioeconómica

2.1. Antecedentes Generales Comuna de Huara

El área propuesta se encuentra ubicada en la zona marítima frente a la localidad de Pisagua cuya dependencia administrativa corresponde a la comuna de Huara, provincia del Tamarugal. La comuna tiene, según el último Censo del año 2017 (Censo de Población y Vivienda, Microdatos Censo 2017; Instituto Nacional de Estadísticas INE), 2.730 habitantes, 5,04% de variación positiva comparado con el año 2002. Respecto a proporción por sexo, 1.501 son hombres y 1.229 son mujeres. Del total, un porcentaje alto de sus habitantes, el 63,08% declara pertenecer a un pueblo originario.

En cuanto a los servicios básicos del hogar, un 47,30% de su población no posee servicios básicos, con un porcentaje de hacinamiento del 20,20%. Las prestaciones de salud que existen en la comuna se dividen en un Consultorio General Rural, una Posta de Salud Rural y un Servicio de Atención Primaria de Urgencia (SAPU).

En cobertura educacional, la comuna posee 12 establecimientos municipales con una matrícula total de 450 alumnos registrados en el 2017. Los que se concentran, en un 75%, en la enseñanza básica de niños y jóvenes.

En términos organizacionales, la comuna cuenta con 97 organizaciones sociales, siendo la mayoría de estas, organizaciones funcionales (48) y juntas de vecinos (22).

| 47

Los indicadores económicos de la comuna para el año 2016 (Reportes Estadísticos Comunes 2017; Biblioteca del Congreso Nacional BCN), indican que existen 117 empresas en la zona, de las cuales 105 son micro, 9 pequeñas, 2 medianas y 1 grande. Siendo el principal rubro el asociado a las ventas al por mayor y menor. No obstante, el mayor número de trabajadores se encuentra en el sector de la administración pública y defensa.

2.2. Antecedentes Generales Localidad de Pisagua

La localidad de Pisagua cuenta con 287 habitantes de los cuales 163 son hombres y 124 son mujeres. Del total, el 63% de su población se concentra entre los 15 y 64 años. Adicionalmente, el 14% se considera perteneciente a algún pueblo indígena u originario (CENSO 2017).

En cuanto al número de viviendas, Pisagua posee 149 viviendas de las cuales un gran porcentaje es particular y solo en 3 casos son colectivas. Del total de viviendas, sólo el 58% tiene provisión de agua por red pública (CENSO 2017).

La localidad de Pisagua se encuentra reconocida por el Decreto Supremo N° 240 del Ministerio de Defensa como caleta oficial de pesca artesanal y, según las cifras, esta sería la principal actividad económica de esta zona. Siguiendo esta dirección, según los datos de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 187 hombres y 67 mujeres tienen registro pesquero artesanal (RPA), principalmente bajo la categoría de buzo mariscador y recolectores de orilla (Subpesca, 2015). En términos de embarcaciones se tiene registro de 28 de ellas, siendo en su mayoría del tipo bote a motor (Subpesca, 2015).

Los esfuerzos pesqueros están volcados fundamentalmente a la extracción de algas y moluscos, sumado a la administración de dos Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERBs) (Figura 19) cuyos recursos principales son el caracol locote, el erizo, el huïro negro, el huïro palo, la lapa, el loco, el pulpo del norte, la taca, entre otros. (Subpesca, 2015). Las AMERBs, ubicadas en Pisagua y Punta Pichalo son administradas por el Sindicato de Trabajadores Independientes Buzos Mariscadores de Caleta Pisagua.

En la caleta existen tres organizaciones legalmente constituidas de pesca artesanal con su Registro de Organizaciones Artesanales (ROA) vigentes. Según lo declarado por la pesca artesanal, las principales actividades son la extracción y la gastronomía. Además, identifican como áreas potenciales de desarrollo de turismo, la venta directa y el repoblamiento de especies (Índice de Desarrollo por Caleta, Subpesca 2015).

La zona del intermareal y submareal de Pisagua también pertenece, por su importancia en la extracción de algas, al Plan de Manejo para *Lessonia berteroa*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis*, de la Región de Tarapacá (Visualizador de Mapas, Geolocalización; Planes de Manejo de Recursos Benónicos; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2015).

La localidad de Pisagua se considera un sitio con importancia histórica debido a que funcionó como centro de detenciones durante varios gobiernos del Estado chileno, además de convertirse en campo de concentración durante la dictadura militar. Adicionalmente, se reconoce un importante patrimonio arqueológico y cultural, ya que se han encontrado, entre otros registros, restos de asentamientos humanos y de un grupo de pescadores prehistóricos que data del 300 AC (Bird, 1946; Cocilovo *et al.*, 1999). Estos registros sirven como evidencia para reconocer la productividad biológica de la bahía, lo que propiciaba, desde datas ancestrales, condiciones aptas para las pesquerías y la subsistencia de la comunidad, a pesar de las condiciones ambientales extremas asociadas al Desierto de Atacama.

48 |



Figura 20. Mapa de la Caleta Pisagua donde se identifica el área del Plan de Manejo y las AMERBs Punta Pichalo y Pisagua. Visualizador de Mapas, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2015.

2.3. Beneficios del AMCP

Los beneficios que entregan los océanos son innumerables: en ellos podemos encontrar una de las fuentes de alimentación y oxígeno más importantes a nivel global, además de protegernos contra eventos climáticos extremos, y actuar como sumidero de carbono, disminuyendo la temperatura superficial de la atmósfera y aportando en la regulación del clima global (Covich *et al.*, 2004). En el escenario del cambio climático, nos enfrentamos a un aumento radical de la temperatura superficial del mar, al derretimiento de capas de hielo, aumento del nivel del mar y su acidificación, sumado a pérdidas de biodiversidad por actividades antrópicas como la contaminación, introducción de especies invasoras, degradación y destrucción de hábitat y la sobreexplotación de recursos (Worm *et al.*, 2006; Hoegh-Guldberg & Bruno 2010). Bajo estas circunstancias, los océanos y los beneficios que nos entregan, a través de los servicios ecosistémicos, se han visto altamente amenazados (Mooney *et al.*, 2009).

Dado lo anterior, la creación de áreas protegidas es una herramienta ampliamente utilizada para resguardar ecosistemas de alto valor, ya sea ecológico, ambiental, o socioeconómico, y de alguna manera, mitigar los impactos del cambio climático (Agardy, 2000) y las pérdidas de biodiversidad generadas por la acción humana. Así, la implementación de áreas protegidas trae consigo, entre otros beneficios, un aumento del rendimiento económico gracias a mejoras en turismo, recreación, y a un aumento de la productividad en pesquerías (Dixon, 1993). Además, se han registrado impactos culturales, políticos y sociales sobre las comunidades locales asociadas a las AMPs (Bennett & Dearden, 2014). Finalmente, esta herramienta también brinda beneficios a la naturaleza, tales como el mantenimiento y protección de estructuras, funciones e integridad de los ecosistemas (Angulo-Valdés & Hatcher, 2010).

De esta manera, la mantención de la capacidad de recuperación (resiliencia) del océano puede lograrse por medio del correcto establecimiento y manejo de AMPs (Walker & Salt, 2012), que se obtiene gracias a la integración de un manejo ecológico, social y económico que busca alcanzar un uso sustentable de los recursos naturales a nivel local (Agardy, 2000), gracias a la protección de la biodiversidad y al aumento de la productividad en las zonas protegidas (Agardy, 1994), lo que contribuye, finalmente, a la conservación y mantenimiento de los sistemas biológicos marinos a nivel global. De esta forma, la creación e implementación de áreas protegidas es un gran paso para la protección y mantención de hábitats biológicamente ricos y complejos, como ocurre en el caso de Pisagua y sus alrededores.

3. Amenazas

3.1. Actividad pesquera industrial y sus riesgos para zona de protección

La zona norte de nuestro país, desde el límite norte con Perú, Región de Arica y Parinacota, hasta la Región de Coquimbo, tiene un importante sector industrial y artesanal que se dedica a la extracción de anchoveta.

La anchoveta es una de las especies de mayor importancia económica en las pesquerías chilenas. En 2018 en Chile se extrajeron 850 mil toneladas, principalmente desde las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, y se destinó mayoritariamente a la industria de la reducción para producir harina de pescado, la cual se exporta a China, Japón, Taiwán y Alemania (Subpesca, 2019; Subpesca, 2019a; FIPA, ficha de la anchoveta).

Según el último informe de Subpesca respecto al estado de las pesquerías, la anchoveta en esta zona se encuentra sobreexplotada (Subpesca, 2019).

En la zona norte operan dos tipos de flotas que tienen a la anchoveta como especie objetivo: industrial y artesanal (Subpesca, 2019a). El arte de pesca que utilizan estas flotas es el cerco, que consiste en una larga pared de red enmarcada por una línea superior de flotadores y una línea inferior de plomos. Esta red tiene colgadas anillas en la parte inferior, a través de las cuales corre un cabo o cable de acero llamado jareta, que permite que esta se cierre (Subpesca, 2003).

El sector industrial posee, según lo establecido en el Artículo Sexto Transitorio de la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 20.657, cerca del 84% de acceso a la anchoveta, mientras que el sector artesanal posee el 16% restante.

En la zona entre Arica y Parinacota y la Región de Antofagasta, la operación industrial pertenece a 3 empresas que poseen asignación de Licencia Transables de Pesca Clase A: Arica Seafood Producer S.A. con un coeficiente de participación del 0,0071138; Camanchaca S.A. CIA. Pesq. con un coeficiente de 0,1973812; y Corpesca S.A. con un coeficiente mayoritario de 0.7955050.

Según lo informado por Subpesca en los antecedentes del Plan de Manejo de la Pesquería, estarían operando actualmente 65 embarcaciones industriales con una capacidad de bodega de 24.755 Ton. Cabe señalar que estas embarcaciones pueden operar sobre toda la macrozona norte, es decir, no poseen límites regionales.

En el sector artesanal, el número de embarcaciones inscritas al año 2014 era de 152 embarcaciones, siendo las más representativas las naves cerqueras hasta 12 m, seguido de las de 15 a 18 m de eslora.

Para la zona potencial a proteger es importante considerar que la flota artesanal, restringida en su operación a la región que pertenece, se concentra principalmente en la región de Arica y Parinacota con un 45%, y en la región de Antofagasta con un 42%. Sólo un 13% de la flota artesanal autorizada para operar sobre la anchoveta se encuentra en la región de Tarapacá.

Considerando lo anterior, uno de los principales riesgos para la zona que se proyecta proteger radica en una medida de administración que se puede resumir de la siguiente forma:

El Área de Reserva para la Pesca Artesanal (ARPA), se encuentra establecida en el artículo N°47 de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), y reserva a la actividad artesanal una franja de 5 millas medida desde la línea de bases normales a partir del límite norte de la República y hasta el paralelo 41°28,6' latitud sur, y alrededor de las Islas Oceánicas. No obstante, en su párrafo tercero especifica la posibilidad de que

cuando en una o más zonas específicas dentro de estas áreas no se realice pesca artesanal o si la hubiere, sea posible el desarrollo de actividades extractivas por la flota industrial que no interfiera con la actividad artesanal, y podrá autorizarse en forma transitoria en dichas zonas el ejercicio de la pesca industrial con las restricciones que se establecen en este párrafo y en los artículos 3° y 4° de esta Ley mediante resolución de la Subsecretaría de Pesca, previo informe técnico debidamente fundamentado del Consejo Zonal de Pesca que corresponda. Finalmente, el citado artículo excluye de esta medida el desarrollar pesca industrial en la franja de una milla marina medida desde las líneas de bases normales o desde la línea de más baja marea en las aguas interiores, según corresponda.

De esta forma, en el año 2019 según lo establecido en la Resolución Exenta N°3075 del 12 de septiembre, se autoriza la operación de la flota industrial en el área de reserva artesanal en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. Dicha resolución resuelve autorizar hasta el año 2022 la operación sobre 15 ventanas de perforación. Según la zona proyectada para el Área de Protección, actualmente se tendría una interferencia en las ventanas de perforación N°5, 6 y 7 de lo establecido según la resolución de la Subsecretaría de Pesca.

RESUELVO:

1.- Autorízase desde el 01 de enero de 2020 y hasta el 31 de diciembre de 2022, ambos inclusive, la actividad pesquera extractiva de naves industriales, que utilicen como arte de pesca la red de cerco, para las especies Anchoveta *Engraulis ringens* y Sardina española *Sardinops sagax* en las zonas de mar comprendidas en el área de reserva para la pesca artesanal de la Región de Arica y Parinacota y de la Región de Tarapacá, que a continuación se indican:

- 1) Al oeste de dos millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre Punta Paloma (18°32'00"L.S.) y Cabo Lobos (18°47'00"L.S.).
- 2) Al oeste de tres millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre Cabo Lobos (18°47'00"L.S.) y Cerro Argollas (18°50'00"L.S.).
- 3) Al oeste de dos millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre Cerro Argollas (18°50'00"L.S.) y Punta Madrid (19°02'00"L.S.).
- 4) Al oeste de dos millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre Punta Madrid (19°02'00"L.S.) y Punta Gorda (19°18'30"L.S.).
- 5) Al oeste de la línea recta imaginaria que une los puntos ubicados una milla mar adentro, en las latitudes de Punta Gorda (19°18'30"L.S.) y Punta Pichalo (19°35'53"L.S.).
- 6) Al oeste de dos millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre Punta Pichalo (19°35'53"L.S.) y Punta Junín (19°40'00"L.S.).
- 7) Al oeste de una milla marina medida desde la línea de base normal, entre Punta Junín (19°40'00"L.S.) y Punta Piedras (20°09'00"L.S.).
- 8) Al oeste de tres millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre Punta Piedras (20°09'00"L.S.) y latitud 20°16'12"L.S.
- 9) Al oeste de la línea recta imaginaria que une el punto ubicado 3 millas mar adentro en la latitud 20°16'12"L.S. y el punto ubicado 3 millas mar adentro en la latitud 20°17'45" L.S.
- 10) Al oeste de tres millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre el punto ubicado en la latitud 20°17'45" L.S. y Punta Gruesa (20°22'00"L.S.).
- 11) Al oeste de una milla marina medida desde la línea de base normal, entre Punta Gruesa (20°22'00"L.S.) y Punta Barrancos (20°36'00"L.S.).
- 12) Al oeste de dos millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre Punta Barrancos (20°36'00"L.S.) y Punta Patache (20°48'30"L.S.).
- 13) Al oeste de la línea recta imaginaria que une el punto ubicado 4 millas mar adentro, en la latitud de Caleta Pabellón de Pica (20°54'00"L.S.) y el punto ubicado 1 milla mar adentro, en la latitud Punta Lobos (21°01'15" L.S.).
- 14) Al oeste de la línea recta imaginaria que une los puntos ubicados a una milla marina medida desde la línea de base normal, entre Punta Lobos (21°01'15" L.S.) y Punta Falsa Chipana (21°20'30"L.S.).
- 15) Al oeste de tres millas marinas medidas desde la línea de base normal, entre Punta Falsa Chipana (21°20'30"L.S.) y la desembocadura del Río Loa (21°25'34" L.S.).

Por otro lado, es común observar capturas incidentales en la pesquería de anchoveta realizada con cerco, debido a la gran cantidad de especies que depredan sobre ella, y a la sobre posición de las áreas de alimentación de otras especies con las áreas donde se desarrolla la pesquería. En el último “Plan de Reducción del Descarte y de la Captura de Pesca Incidental para la pesquería de anchoveta (*E. ringens*) y su fauna acompañante entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta” publicado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) (Subpesca, 2019a), se informan capturas incidentales de tortugas, aves y mamíferos marinos entre 2017 y 2018 (Tabla 8).



Tabla 9. Capturas incidentales en la pesquería de cerco dedicada a la anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta durante 2017 (Lances pesca industrial = 1.029; lances pesca artesanal = 108) y 2018 (Lances pesca industrial = 1.212; lances pesca artesanal = 133). Fuente: elaboración propia a partir de Subpesca, 2019a).

ESPECIE	FLOTA INDUSTRIAL		FLOTA ARTESANAL	
	2017	2018	2017	2018
Lobo marino común <i>Otaria flavescens</i>	507	1.094	89	140
Piquero <i>Sula variegata</i>	62	-	49	-
Gaviotín monja <i>Larosterna inca</i>	61	-	-	-
Pelícano <i>Pelecanus thagus</i>	22	7	77	-
Pingüino de Humboldt <i>Spheniscus humboldti</i>	1	2	-	-
Fardela negra <i>Ardenna grisea</i>	589	86	1	-
Fardela blanca <i>Ardenna creatopus</i>	-	8	-	-
Cormorán yeco <i>Phalacrocorax brasilianus</i>	5	-	-	-
Cormorán guanay <i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	34	-	200	-
Gaviota de Franklin <i>Larus pipixcan</i>	13	-	-	-
Gaviota garuma <i>Leucophaeus modestus</i>	27	-	2	-
Albatros de ceja negra <i>Thalassarche melanophris</i>	-	1	-	-
Tortuga verde <i>Chelonia mydas</i>	2	2	-	-
Tortuga olivácea <i>Lepidochelys olivacea</i>	-	1	-	-
Tortuga laúd <i>Dermochelys coriacea</i>	-	2	-	-
Tortuga sin identificar	2	-	-	-
Delfín oscuro <i>Lagenorhynchus obscurus</i>	4	23	-	-
Delfín común <i>Delphinus delphis</i>	-	27	-	-
Delfín nariz de botella <i>Tursiops truncatus</i>	-	4	-	-
TOTAL	1.329	1.257	418	140

Además, diversas publicaciones se han referido a la interacción que se puede dar entre los depredadores de anchoveta y la flota pesquera. Por ejemplo, el trabajo de González *et al.*, 2015 hace referencia a la interacción que se da entre el lobo marino (*Otaria flavescens*) y la flota cerquera que tiene a la anchoveta como objetivo, mencionando que esta interacción fue mayor a mediodía y principios de la tarde y mientras más cerca fueran los lances de las colonias de lobo. Asimismo, para los cetáceos se ha descrito que la competencia con las pesquerías y las capturas accidentales son una de sus mayores amenazas (Aguayo-Lobo, 1999).

Por otro lado, se ha registrado una serie de factores que pueden influir sobre la proporción de especies que son capturadas incidentalmente en la pesquería de cerco como, por ejemplo, el trimestre de recalada, el periodo diurno, la zona de pesca, la distancia a la costa y la temperatura (Hernández-Santoro & Suárez-Ahumada, 2018).

Al respecto, en Chile recientemente se ha establecido una serie de medidas para reducir las capturas incidentales como, por ejemplo, la elaboración y cumplimiento de protocolos obligatorios de disuasión de aves, mamíferos y reptiles marinos retenidos en el cerco; y la suspensión de los lances de pesca en los casos en los que persistan los cetáceos o reptiles marinos (tortugas) en el cerco, así como establecer un programa de capacitación y difusión sobre el plan de reducción del descarte y las medidas contenidas en este (Subpesca, 2019a).

Finalmente, el poblado de Pisagua se emplaza en una bahía que enfrenta al océano Pacífico y que se limita por dos cabos, Punta Pisagua al norte y Punta Pichalo al sur, lo que genera condiciones propicias para el fondeo de embarcaciones marítimas, generando condiciones propicias para la instalación de megapuertos. Además, al ser la única caleta que tiene camino asfaltado desde la capital de la región (Iquique), es una zona apta para la industrialización a pesar de que el plan regulador decretó el uso del borde costero sería para otros que no fueran la industrialización.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los antecedentes técnicos, científicos y socioeconómicos presentados en este informe dan cuenta de la alta diversidad y abundancia de especies y ambientes presentes en la zona propuesta para la creación un área protegida.

Si bien, actualmente el área se encuentra en un aparente buen estado de conservación, la lógica del “principio precautorio” impulsaría a asegurar el bienestar del ecosistema costero a través de alguna herramienta de conservación para conservar los bienes y Servicios Ecosistémicos que la zona provee actualmente, como por ejemplo el servicio de aprovisionamiento que sustenta la alta productividad de las AMERBs existentes en Pisagua, las cuales son el sustento de un gran porcentaje de residentes en la zona.

La preservación de los macroalgas permitiría asegurar la proliferación de todas las especies que viven asociados a estos bosques, entre ellos los peces de roca e invertebrados, lo cual es de suma relevancia para la mantención de los roles ecosistémicos llevados a cabo por las especies y/o ensamblajes de especies y por el valor comercial que radica en gran porcentaje de las especies potenciales objetos de conservación (ej. erizo rojo (*Loxechinus albus*), loco (*Concholepas concholepas*), pejeperro (*Semicossyphus darwini*), bilagay (*Cheilodactylus variegatus*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*), huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*), entre otras).

Sitios como Junín, Punta Conca y Punta Pisagua muestran elevadas coberturas bentónicas de mitílidos y balánidos, lo cual puede estar sustentando la alimentación de recursos comerciales relevantes como el loco (*C. concholepas*) y el locote (*T. chocolate*) y especies clave para el ecosistema como las estrellas (ej. *S. striatus*) y sol de mar (ej. *H. hellianthus*), por lo tanto, estos sitios deberían ser conservados con especial atención.

Chile ha superado ampliamente el acuerdo internacional (meta AICHI 11) de proteger el 10% de su mar jurisdiccional, sin embargo, una de las principales deudas que tiene el país en esta materia es la falta de representatividad de ecosistemas protegidos por las actuales Áreas Marinas Protegidas (AMPs). Casi el 99% del territorio marítimo protegido por AMPs ocurre en las islas oceánicas del archipiélago de Juan Fernández, islas Desventuradas, Rapa Nui, y Salas & Gómez y, por lo tanto, sólo el 1% restante representa el territorio protegido del continente chileno, y además, los planes de manejo de las actuales áreas continentales han sido descritos como inefectivos. Por lo tanto, el establecimiento de un AMCP-MU en el sector de Pisagua no solo contribuiría con la necesidad mundial de conservar la biodiversidad marina y terrestre, sino que también ayudaría a Chile a alcanzar efectivamente los desafíos asumidos en la Convención Internacional de la diversidad Biológica (CBD por sus siglas en inglés) a través de aumentar la representatividad de ecosistemas protegidos (meta AICHI 14) a nivel nacional, lo cual toma mayor énfasis en una región que no cuenta con ninguna Área Marina Protegida.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dr. Javier Sellanes de la Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo por su apoyo logístico para las expediciones del 2017 y 2018, y a la tripulación de la embarcación “Stella Maris” II para su labor durante estas expediciones. A Dr. Guillermo Guzmán y MSc Alexis Gacitua de la Universidad Arturo Prat de Iquique por su participación en todas las expediciones y asistencia en los informes y del Centro de buceo Pisagua sumergido a Marcos Tobar, Tamara Marín, Darío Quintanilla y Carlos Rojas por la participación y apoyo durante las expediciones en la localidad de Pisagua.

REFERENCIAS

- Agardy, T. (1994). Advances in marine conservation: the role of marine protected areas. *Trends in Ecology & Evolution*. 9(7), 267–270.
- Agardy, T. (2000). Information needs for marine protected areas: scientific and societal. *Bulletin of Marine Science*. 66(3), 875-888.
- Alvarado, J., Pinto, R., Marquet, P., Pacheco, C., Guínez, R., & Castilla, J.C. (2001). Patch recolonization by the tunicate *Pyura praeputialis* in the rocky intertidal of the Bay of Antofagasta, Chile: evidence for self-facilitation mechanisms. *Marine Ecology Progress Series* 224:93–101.
- Angulo-Valdés, J. A., & Hatcher, B. G. (2010). A new typology of benefits derived from marine protected areas. *Marine Policy*. 34(3), 635-644.
- Arntz, W. E., Gallardo, V. A., Gutiérrez, D., Isla, E., Levin, L. A., Mendo, J., ... & Wolff, M. (2006). El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. *Adv Geosci* 6:243–265.
- Ashton, T., Riascos, J. M., & Pacheco, A. (2008). First record of *Cymatium keenae* Beu, 1970 (Mollusca: Ranellidae) from Antofagasta bay, northern Chile, in connection with El Niño events. *Helgoland Marine Research*, 62(1), 107.
- Avaria, S., & Muñoz, P. (1987). Effects of the 1982–1983 El Niño on the marine phytoplankton off northern Chile. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 92(C13), 14369-14382.
- Barahona, J. & Gallegos, R. (2000) Surgencias en la costa norte de Chile durante las temporadas Niña 1996-1997 y Niño 1997-1998*. *Revista de Geografía Norte Grande*, 27: 53-60.
- B Barbieri, M. A., Bravo, M., Farías, A., González C., O. Pizarro A. y E. Yáñez R. (1995). Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 23: 99-122.
- Bastari, A., Pica, D., Ferretti, F., Micheli, F., & Cerrano, C. (2018). Sea pens in the Mediterranean Sea: habitat suitability and opportunities for ecosystem recovery. *ICES Journal of Marine Science*, 75(5), 1722-1732.
- Bello, M., Barbieri, M. A., Salinas, S., & Soto, L. (1997). Surgencia costera en la zona central de Chile, durante el ciclo El Niño-La Niña 1997-1999. *El Niño-La Niña, 2000*. 77-94.
- Bennett, N. J., & Dearden, P. (2014). Why local people do not support conservation: Community perceptions of marine protected area livelihood impacts, governance and management in Thailand. *Marine policy*. 44, 107-116.
- Bernal, P., Robles, F. L., & Rojas, O. (1983). Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes Chile-Perú. *FAO Fish. Rep*, 291(3), 683-711.
- Billinghurst, G. (1889). *Los capitales salitreros de Tarapacá*. Santiago, Chile. Calle de la Compañía 102.
- Bird J. (1943). Excavations in northern Chile. *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History*. 38(4).
- Blanco, J.L., Thomas, A.C., Carr, M.E. & Strub, P.T. 2001. Seasonal climatology of hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile. *Journal of Geophysical Research-Oceans*. 106, pp 11451–11467.
- Bollaert, W. (1851). Observations on the Geography of Southern Peru, Including Survey of the Province of Tarapaca, and Route to Chile by the Coast of the Desert of Atacama. *Journal of the Royal Geographical Society of London*. 21, 99.
- Breitburg, D., Levin, L. A., Oschlies, A., Grégoire, M.,

- Chavez, F. P., Conley, D. J., ... & Jacinto, G. S. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359(6371).
- Cairns, D. (1987). Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biological oceanography*, 5: 261–271.
- Cantillanez, M., Avendaño, M., Thouzeau, G., & Le Pennec, M. (2005). Reproductive cycle of *Argopecten purpuratus* (Bivalvia: Pectinidae) in La Rinconada marine reserve (Antofagasta, Chile): response to environmental effects of El Niño and La Niña. *Aquaculture*, 246(1-4), 181-195.
- Castilla, J. C., & Camus, P. A. (1992). The Humboldt-El Niño scenario: coastal benthic resources and anthropogenic influences, with particular reference to the 1982/83 ENSO. *South African Journal of Marine Science*. 12(1), 703-712.
- Castilla, J.C., Lagos, N.A., Guíñez, R., Largier, J. (2002). Embayments and nearshore retention of plankton: the Antofagasta Bay and other examples. In: Castilla J.C., Largier J. (eds) *The Oceanography and Ecology of the Near Shore and Bays in Chile*. Proceedings of the International Symposium on Linkages and Dynamics of Coastal Systems: Open Coasts and Embayments, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago: 179–203.
- Castilla J.C., Uribe M., Bahamonde N., Clarke M., Desqueyroux-Faúndez R., Kong I., Moyano H., Rozbaczylo N., Santelices B., Valdovinos C., Zavala P. (2005). Down under the south eastern Pacific: marine non-indigenous species in Chile. *Biol Invasions* 7:213–232.
- Censo de Población y Vivienda, Microdatos Censo 2017. Instituto Nacional de Estadísticas INE. Disponible en: <https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda/poblacion-y-vivienda> (última vez visitado 25/02/2020)
- Cereceda, P., Larraín, H., Lázaro, P., Osses, P., Schemenauer, R.S., Fuentes, L. (1999). Campos de Tillandsias y niebla en el desierto de Atacama. *Revista de Geografía Norte Grande*. 26, 37–52.
- Cereceda, P., Larraín, H., Osses, P., Farías, M., & Egaña, I. (2008). The climate of the coast and fog zone in the Tarapacá Region, Atacama Desert, Chile. *Atmospheric Research*. 87(3-4), 301-311.
- Cocilovo, J. A., Varela, H. H., & Valdano, S. (1999). *Biología del grupo prehistórico de Pisagua, costa norte de Chile*. Estudios Atacameños. 207-235.
- Covich, A. P., Austen, M. C., Bärlocher, F., Chauvet, E., Cardinale, B. J., Biles, C. L., *et al.*, (2004). The role of biodiversity in the functioning of freshwater and marine benthic ecosystems. *BioScience*. 54(8), 767-775.
- Dixon, J. A. (1993). Economic benefits of marine protected areas. *Oceanus*. 36(3) p. 35+. Gale Academic Onefile.
- Escribano, R., & Hidalgo, P. (2000). Influence of El Niño and La Niña on the population dynamics of *Callinectes chilensis* in the Humboldt Current ecosystem of northern Chile. *ICES Journal of Marine Science*, 57(6), 1867-1874.
- Espinoza, J & R Galleguillo. (2008). Estrategia para la conservación de Biodiversidad. Región de Tarapacá. CONAMA, 93 pp.
- FIPA. Ficha de la anchoveta. Disponible en <http://www.subpesca.cl/fipa/613/w3-propertyvalue-625.html> (última vez visitado el 24/07/2019).
- Furness, R., & Camphuysen C. (1997). Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES Journal of Marine Science* 54: 726–737.
- Gallardo V A, Canetee J I, Roa R, Enriquez-Briones y Baltazar M. (1994). Recruitment of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off central Chile. *Jour. Crust Biol*. 14 (4): 665-669.
- García-Walther, J., Senner, N., Norambuena, H., & Schmitt, F. (2017). Atlas de las aves playeras de Chile: Sitios importantes para su conservación. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile: 274 pp.

- Gorny M. (2020) Informe de la expedición Oceana 3-2019. Octubre 2019, MS en prep. Para ser entregado al SHOA.
- Gorny M y Guzman G. (2017). Resultados preliminares de la investigación de la fauna bentónica en aguas costeras entre el Río Loa y Pisagua. Informe de la Expedición de Oceana (9 a 13 de octubre de 2017). entregado al SHOA: 17pp.
- Gorny M y Guzman, G.(2018). Expedición Pisagua 2. Resultados preliminares de la investigación de la fauna bentónica en aguas costeras en la bahía de Pisagua. Informe de la Expedición de Oceana del 1 a 5 de mayo de 2018, entregado al SHOA: 23pp.
- Gorny M, Guzman G, Gacitua, A (Ms en prep). Primeros registros visuales de movimientos verticales y horizontales de langostinos enanos, identificados como *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards 1837a) en la cercanía de tapices de bacterias en la bahía de Pisagua, Región de Tarapacá.
- Greathead C, González-Irusta J M, Clarke J, Boulcott P, Blackadder L, Weetman A y Wright P J. (2015). Environmental requirements for three sea pen species: relevance to distribution and conservation, *ICES Journal of Marine Science*, 72(2).
- Hays, C. (1986). Effects of the 1982–1983 El Niño on Humboldt penguin colonies in Peru. *Biological Conservation*, 36(2), 169-180.
- Hayward, P. J., and Ryland, J. S. 1990. Cnidaria. In *The Marine Fauna of the British Isles and NorthWest Europe, Volume I: Introduction and Protozoans—Arthropods*. Clarindon Press, Oxford.
- Häussermann, V. (2003). Redescription of *Oulactis concinnata* (Drayton in Dana, 1846) (Cnidaria: Anthozoa: Actiniidae), an actiniid sea anemone from Chile and Perú with special fighting tentacles; with a preliminary revision of the genera with a “frond-like” marginal ruff. *Zool. Verh. Leiden* 345 (2003): 173-209.
- Hickman, CP. (2008.) A field guide to corals and other radiates of Galápagos. Sugar Spring Press, Lexington, Virginia: 162 pp.
- Hill, A., Hickey, B., Shillington, F., Strub, P.T., Brink, K.H., Barton, E.D. & Thomas, A.C. (1998). Eastern ocean boundaries. *The Sea*, A.R. Robinson & K.H. Brink (eds). New York: John Wiley and Sons, 29–68.
- Hoegh-Guldberg, O., & Bruno, J. F. (2010). The impact of climate change on the world’s marine ecosystems. *Science*. 328(5985), 1523-1528.
- Hooker Y, Prieto-Rios E, Solís-Marín F. A. (2012.) Echinoderms of Peru. En *Echinoderm Research and Diversity in Latin America*. DOI: 10.1007/978-3-642-20051-9_8. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 277-299.
- Hudson C, Ulloa R, Vargas A, Rivadeneira M, Guzman G, Schiappacasse D. (2008). Estudio de Linea-Base de la Biodiversidad Marina del Sitio Prioritario Península de Mejillones. Informe Final Comisión Nacional del Medio Ambiente, Antofagasta (Chile): 115 pp.
- IFOP. (2018). Convenio de Desempeño, 2017 Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas, 2017. Subsecretaría De Economía Y Emt. Informe final. Mayo 2018: 250pp.
- Lancellotti, D. A., & Vásquez, J. A. (1999). Biogeographical patterns of benthic macroinvertebrates in the Southeastern Pacific littoral. *Journal of Biogeography*, 26(5), 1001-1006.
- Lancellotti, D. A., & Vasquez, J. A. (2000). Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. *Revista chilena de historia natural*, 73(1), 99-129.
- Laudien, J., Rojo, M. E., Oliva, M. E., Arntz, W. E., & Thatje, S. (2007). Sublittoral soft bottom communities and diversity of Mejillones Bay in northern Chile (Humboldt Current upwelling system). *Helgoland Marine Research*, 61(2), 103-116.

- Lancellotti, A. 2017. Co-ocurrencia de cetáceos en zonas de pesca industrial en el norte de Chile: implicancias tróficas y ecológicas, Centro de Investigación Aplicada al Mar. Informe Final: 60 pp.
- Lee M, Castilla J, Fernandez M, Clarke M, Gonzalez C, Hermosilla C, Prado L, Rozbaczylo N, Valdovinos, C. (2008). Free-living benthic marine invertebrates in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 81. 51-67.
- Mallory, M., Robinson, S., Hebert, C., & Forbes, M. (2010). Seabirds as indicators of aquatic ecosystem conditions: A case for gathering multiple proxies of seabird health. *Marine Pollution Bulletin* 60: 7-12.
- Medina M, Araya M & Vega C. (2004) Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Invest. Mar. Valparaíso*, 32(1): 33-47.
- Meltzoff S., M. Lemons & Y. Lichtensztajn. (2001). Voices of a Natural Prison: Tourism Development and Fisheries Management among the Political Ghost of Pisagua, Chile. *Journal of Political Ecology*. 8: 45-80.
- Montecino, V., & Lange, C. B. (2009). The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. *Progress in Oceanography*, 83(1-4), 65-79.
- Mooney, H., Larigauderie, A., Cesario, M., Elmquist, T., Hoegh-Guldberg, *et al.*, (2009). Biodiversity, climate change, and ecosystem services. *Current opinion in environmental sustainability*. 1(1), 46-54.
- Morales, C. E., Blanco, J. L., Braun, M., Reyes, H., & Silva, N. (1996). Chlorophyll-a distribution and associated oceanographic conditions in the upwelling region off northern Chile during the winter and spring 1993. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 43(3), 267-289.
- Odum, E.P. (1963) *Ecology*. Holt, Rinehart & Winston, Inc., New York.
- Pávez H. (2019). Patrón de distribución del Lobo Fino Austral en Chile, ¿causas naturales o antrópicas? un tema que necesita discusión. Presentación oral. XXXIX. Congreso de Ciencias del Mar, 2019, Libro de resúmenes: p30.
- Pantoja, S., Sepúlveda, J., & González, H. E. (2004). Decomposition of sinking proteinaceous material during fall in the oxygen minimum zone off northern Chile. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 51(1), 55-70.
- Pennington, J. T., Mahoney, K. L., Kuwahara, V. S., Kolber, D. D., Calienes, R., & Chavez, F. P. (2006). Primary production in the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in oceanography*. 69(2-4), 285-317.
- Pérez-Matus P A, Carrasco S A, Ospina-Alvarez A. (2014). Length-weight relationships for 25 kelp forest-associated fishes of northern and central Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 49(1), 141-145.
- Petit I., González, C., Varela, C. & Borgeaud, I. (2020). Pisagua, Biodiversidad de los últimos grandes bosques submarinos de Chile. Expedición de Octubre, 2019. Informe Científico.: 56pp.
- Rasmusson, E. M., & Carpenter, T. H. (1982). Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño. *Monthly Weather Review*, 110(5), 354-384.
- Reportes Estadísticos Comunales 2017; Biblioteca del Congreso Nacional BCN. Disponible en: https://reportescomunales.bcn.cl/2017/index.php/Huara#Indicadores_sociales (última vez visitado 25/02/2020)
- Reyes, H., Letelier, J., Pizarro, M., Catasti, V., Espíndola, F., Braun, M., Valenzuela, V., Castillo, J., Saavedra, J. (2007). Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2006. Informe final. Instituto de Fomento Pesquero, IFOP. Proyecto FIP N° 2006-01.
- Roa, R., V. Gallardo, B. Ernst, M. Baltazar, J. Cañete & S. Enríquez-Briones. (1995). Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off

central Chile. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 116: 47-54.

Rovira, J., & Herreros, J., (2016). Clasificación de ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva. División de Recursos Naturales y Biodiversidad. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

Ruiz-Pico S, Serrano A, Punzón A, Altuna A, Fernández O, Olaya y Velasco F. (2017). Sea pen (Pennatulacea) aggregations on the northern Spanish shelf: Distribution and faunal assemblages. *Scientia Marina*. 81.

Sallaberry, M. (2010) Aves Marinas. En: Bibliografía sobre Biodiversidad Acuática de Chile. Palma, S., P. Báez & G. Pequeño (eds.). 2010. Comité Oceanográfico Nacional, Valparaíso, pp. 435-448.

Sielfeld, W., M. Vargas y R. Fuenzalida. (1995). Peces mesopelágicos frente a la costa norte de Chile (18°25'-21°47'S). *Investigación Marina*. Valparaíso, 23: 83-97.

Sielfeld, W. y Vargas, M. (1996). Estructura de la ictiofauna demersal en la zona norte de Chile. *Investigación Marina*. 24: 03-17.

Sielfeld, W., & Guzmán, A. (2002). Effect of El Niño 1997/98 on a population of the southern sea lion (*Otaria flavescens* Shaw) from Punta Patache/Punta Negra (Iquique, Chile). *Investigaciones marinas*, 30(1), 158-160.

Sielfeld, W., Laudien, J., Vargas, M., & Villegas, M. (2010). El Niño induced changes of the coastal fish fauna off northern Chile and implications for ichthyogeography. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 45(S1), 705-722.

Silva, N., Rojas, N., & Fedele, A. (2009). Water masses in the Humboldt Current System: Properties, distribution, and the nitrate deficit as a chemical water mass tracer for Equatorial Subsurface Water off Chile. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 56(16).

Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M. A. X., *et al.* (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*. 57(7), 573-583.

Subpesca (2003) Cerco con jareta. Disponible en: http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-9188_documento.pdf (última vez visitado el 23/07/2019).

SUBPESCA (2016). Documento de referencia para la elaboración del Plan de Manejo de anchoveta y sardina española. División de Administración pesquera y departamento de Análisis Sectorial. Mayo de 2016. Disponible en: http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-97330_documento.pdf (última vez visitado 26/02/2020)

Subpesca (2019) Informe sectorial de pesca y acuicultura. Departamento de análisis sectorial, enero 2019.

Subpesca (2019a) Plan de reducción del descarte y de la captura de pesca incidental para la pesquería de anchoveta (*Engraulis ringens*) y su fauna acompañante entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta. Valparaíso, abril 2019.

Subpesca. (2019b). Plan de Reducción del Descarte y de la Captura de Pesca Incidental para la pesquería de anchoveta (*Engraulis ringens*) y su fauna acompañante entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta. Informe Técnico (R. PESQ.) N° 105/2019. Valparaíso, Chile.

Subpesca. (2020). Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura. Enero 2020: 9 pp.

Sullivan Sealey, K., & Bustamante, G. (1999). Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean (No. 504.42 SUL).

Tejeda A y Baldarrago D. (2016). Monitoreo biológico poblacional de *Aulacomya atra* (Molina, 1782) en el litoral de Moquegua y Tacna, 2014. *Inf Inst Mar Perú*, 43(1):23pp

Thiel M., E.C. Macaya, E. Acuña, W.E. Arntz, H. Bas-

tías, K. Brokordt, P.A. *et al.* (2007). The Humboldt Current System of Northern and Central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. *Oceanography and Marine Biology*. 45: 150 pp.

Ulloa, O., Escribano, R., Hormazabal, S., Quinones, R. A., González, R. R., & Ramos, M. (2001). Evolution and biological effects of the 1997–98 El Niño in the upwelling ecosystem off northern Chile. *Geophysical Research Letters*, 28(8), 1591-1594.

UN, (2019). The Sustainable Development Goals Report. United Nations, New York, 2019. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf>

Valdés, J., Ortlieb, L., Gutierrez, D., Marinovic, L., Vargas, G., & Sifeddine, A. (2008). 250 years of sardine and anchovy scale deposition record in Mejillones Bay, northern Chile. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 198-207.

Vargas A., Hudson C. Y R. Ulloa. (2009). Zonificación con base a indicadores ambientales de dos áreas marinas de Chile. Informe Final a la Red Iberoamericana De Ecosistemas (Iabin). Promar. Pacífico, Iquique, Chile. 54 Pp.

Vargas, G., Pantoja, S., Rutllant, J. A., Lange, C. B., & Ortlieb, L. (2007). Enhancement of coastal upwelling and interdecadal ENSO-like variability in the Peru-Chile Current since late 19th century. *Geophysical Research Letters*. 34(13).

Villegas M, Laudien J, Sielfeld W, Arntz W E. (2008). *Macrocystis integrifolia* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales; Phaeophyceae) kelp habitat structures and associated macrobenthic community off northern Chile. *Helgoland Marine Research*. 62(1), 33–43.

Visualizador de Mapas, Geolocalización; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2015. Disponible en: <https://mapas.subpesca.cl/ideviewer/> (última vez visitado 26/02/2020)

Walker, B., & Salt, D. (2012). *Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. Island press.

Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., *et al.* (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*. 314(5800), 787-790.

Yáñez, E., Barbieri, M. A., Silva, C., Nieto, K., & Espindola, F. (2001). Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. *Progress in Oceanography*, 49(1-4), 581-596.

Yáñez, E., Plaza, F., Gutiérrez-Estrada, J. C., Rodríguez, N., Barbieri, M. A., Pulido-Calvo, I., & Bórquez, C. (2010). Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) abundance forecast off northern Chile: a multivariate ecosystemic neural network approach. *Progress in Oceanography*, 87(1-4), 242-250.

Yuan, D., Zhou, H., & Zhao, X. (2013). Interannual climate variability over the tropical Pacific Ocean induced by the Indian Ocean dipole through the Indonesian Throughflow. *Journal of Climate*, 26(9), 2845-2861.

