

# Determinación del **RIESGO** de los **IMPACTOS** del **CAMBIO CLIMÁTICO** en las costas de Chile

Volumen 7: Vulnerabilidad y riesgo en caletas pesqueras  
Ministerio del Medio Ambiente  
22 de octubre de 2019

### **Equipo consultor del estudio**

- Andrés Pica (PUC)
- Carolina Martínez (PUC)
- Catalina Marinkovic (PUC)
- César Esparza (UV)
- Cristián Larraguibel (PUCV)
- David Morales (PUC)
- Iván Torres (PUC)
- Javiera Mora (UV)
- José Miguel Fariña (PUC)
- Julio Salcedo (UPLA)
- Luis Flores (PUC)
- Macarena Pérez
- Manuel Contreras-López (UPLA)
- Nickolas Bassi (UPLA)
- Nicolás Bambach (PUC)
- Oscar Melo (PUC)
- Patricio Winckler (UV)
- Roberto Agredano (UCM)
- Sebastián Vicuña (PUC)
- Stefan Gelcich (PUC)

### **Equipo consultor volumen 7: Vulnerabilidad y riesgo en caletas pesqueras**

- Stefan Gelcich (PUC)
- Manuel Contreras-López (UPLA)
- Patricio Winckler (UV)
- Javiera Mora (UV)
- César Esparza (UV)

### **Contraparte técnica del Ministerio del Medio Ambiente**

- Maritza Jadrijevic
- Nico Kohlhas
- Gladys Santis
- Priscilla Ulloa

## **Cómo citar este informe**

Ministerio del Medio Ambiente, 2019. Volumen 7 Vulnerabilidad y Riesgo en Caletas Pesqueras, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile", Documento preparado por: Winckler, P.; Contreras-López, M.; Vicuña, S.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Salcedo, J.; Gelcich, S.; Fariña, J. M.; Martínez, C.; Agredano, R.; Melo, O.; Bambach, N.; Morales, D., Marinkovic, C.; Pica, A., Santiago, Chile.

## Resumen del estudio

El estudio **Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile**, busca generar información de proyecciones de la amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo de los sistemas humanos y naturales de la zona costera ubicados en 104 comunas de Chile continental, además de Rapa Nui y el Archipiélago Juan Fernández. El objetivo de este estudio es sentar las bases para el diseño de políticas e implementación de medidas de adaptación. El estudio se desarrolló entre octubre de 2018 y octubre de 2019 y se presenta mediante un resumen ejecutivo, 8 volúmenes temáticos y un Sistema de Información Geográfica (SIG). El estudio, financiado y desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente, contó con la participación de 21 investigadores de 5 universidades (PUC, UV, UPLA, PUCV y UCM) y 3 centros de investigación (CCG-UC, CIGIDEN y COSTAR-UV).

El **estudio de amenaza** se basa en el análisis histórico del oleaje y del nivel medio del mar (NMM), además de una proyección para el período 2026-2045 de estas variables y de la cota de inundación. En primer lugar, se analiza el comportamiento histórico del oleaje obtenido a partir un modelo numérico (WWIII) cada 2° de latitud (1980-2015). El análisis de clima medio del oleaje concluye que ha habido un incremento leve en la altura y el período, además de un giro al sur del oleaje, probablemente asociados a la migración al sur del Anticiclón Permanente del Pacífico Sur. El análisis de clima extremo demuestra en todo Chile se ha registrado un aumento en la cantidad de marejadas de 0.1 a 0.3 eventos más por año, dependiendo de la latitud. El estudio de NMM, basado en el análisis de 11 mareógrafos con más de 30 años de data, muestra que no existe una tendencia clara de aumento en Chile, lo que puede atribuirse a las deformaciones de la corteza producto del ciclo sísmico. En particular, en el norte existe un descenso del NMM probablemente asociado al acoplamiento de las placas tectónicas luego del terremoto de 1877.

En segundo lugar, el estudio busca evaluar los cambios del oleaje (marejadas), NMM y cota de inundación entre el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045) correspondiente al escenario de emisiones RCP 8.5 del IPCC. El estudio de oleaje basa en el forzamiento del modelo WWIII mediante 6 modelos de viento en toda la cuenca del Pacífico. El modelo es calibrado y validado con registros de boyas direccionales y altimetría satelital entre 1980 y 2015. El estudio de clima medio concluye que la altura de ola y el período seguirán incrementándose levemente y el oleaje girará más al sur, también en forma moderada. Los eventos extremos, no obstante, serán más frecuentes e intensos, sobre todo en la zona central de Chile, lo que seguramente aumentará los daños en la infraestructura costera. El estudio de NMM, por su parte, se basa en 21 modelos disponibles en el CMIP5 los cuales se analizan cada 5 [km] en forma latitudinal. El estudio concluye que, en todo Chile, incluidas Rapa Nui y Juan Fernández, se espera un ascenso de 0.15 a 0.18 [m], con un rango de incertidumbre del orden de  $\pm 0.1$  [m] para la proyección. A fines de siglo, no obstante, el incremento sería del orden de  $0.65 \pm 0.3$  [m]. La cota de inundación, calculada a partir del oleaje, el NMM, la marea astronómica y la marea meteorológica, presenta valores de 2.5 [m] NRS en el extremo norte a 3.5 [m] NRS en el Canal Chacao para el escenario histórico y de entre 2.8 a 3.8 [m] NRS para ambos extremos. El aumento de la cota de inundación abarca desde +0.23 a +0.29 [m] en los extremos sur y norte, respectivamente.

El **estudio de exposición** consiste en elaborar un modelo de elevación digital (DEM) en 106 comunas a partir de tres fuentes satelitales (ASTER GDEM-2, ALOS WORLD 3D y ALOS PALSAR). A partir del DEM se elabora un inventario de exposición de los sistemas humanos y naturales ubicados bajo los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm). El inventario es generado a partir de información disponible en los servicios públicos, levantamientos en terreno y talleres efectuados en Antofagasta, Valparaíso y Concepción. Luego de un proceso de limpieza de 174.746 registros identificados inicialmente, se llega a un inventario con 18.376 entradas, separadas en 6 categorías (población, infraestructura, equipamiento, economía, sistemas naturales y otros), subdivididas a su vez en 76 tipos de entidades. La información más relevante del inventario es presentada a nivel nacional, regional y comunal. En síntesis, el inventario identifica un total de 972.623 personas habitando en los primeros 10 msnm y que en dicha área se ubican 546 caletas de pescadores, 1692 humedales, 256 campos dunares, 1172 playas, 156 lugares de interés para la biodiversidad, 1198 equipamientos (colegios, jardines infantiles, carabineros, entre otros), 171 terminales marítimos, 475 elementos de infraestructura costera y 477 asentamientos, entre otros elementos (Tabla 22, Volumen 1). A partir inventario y mediante el juicio experto, se definen 12 comunas críticas en las que se utilizan planos de borde costero del SHOA para refinar el cálculo de la vulnerabilidad. Las comunas críticas son Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Valparaíso, Pichilemu, Talcahuano, Coronel, Arauco, Puerto Saavedra, Valdivia, Rapa Nui y el Archipiélago Juan Fernández; ambas últimas que se detallan en el volumen de **vulnerabilidad y riesgo en islas oceánicas**.

El **estudio de vulnerabilidad** se orienta a los sistemas humanos y naturales identificados en el estudio de exposición. Dada la gran cantidad y complejidad de categorías (6) y entidades existentes (76), el análisis se reduce a evaluar si cada objeto del inventario de exposición será o no inundado durante la proyección (2026-2045) bajo el escenario RCP 8.5. Las líneas de inundación para el período histórico y la proyección se presentan en el SIG. El estudio concluye que 589 manzanas censales, 46357 personas y 18338 viviendas pasarían a ubicarse en zonas de inundación. Lo mismo ocurriría 17 puentes, 4245 puntos de la red vial, 8 centros de distribución de energía por hidrocarburos, 1 central termoeléctrica, 2 subestaciones y 53 elementos de infraestructura sanitaria. Con respecto al equipamiento comunal, 10 edificaciones de bomberos, 7 establecimientos de salud, 49 de educación y 5 de policía se ubicarían en zonas inundables. Por último, se identifican 358 elementos asociados al turismo en dichas zonas. Adicionalmente, y en volúmenes separados, se caracteriza la vulnerabilidad (y cuando es posible el riesgo) de playas, caletas, puertos y humedales, proponiendo también medidas de adaptación específicas para estos sistemas.

En el estudio de **vulnerabilidad en playas** se determinan los cambios en la posición de la línea litoral para 35 playas en las regiones de Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Biobío. Para ello se usa el software DSAS, fotografías aéreas, imágenes satelitales y levantamientos topográficos. El análisis cubre desde 39 años (La Serena) a sólo 3 años (Lebu-Tirúa), pero en 33 playas exceden los 20 años. Los resultados integrados en el SIG indican que el 9% de estas playas presenta erosión alta (mayor a 1.5 m anuales), el 71% erosión, el 11% un estado estable y solo un 9% acreción. Los casos de mayor erosión corresponden a extensos litorales arenosos, asociados a campos dunares y humedales. El estudio histórico no establece las causas que explican la erosión generalizadas, que pueden ser de origen oceanográfico, geofísico, antrópico o hidrológico. En el estudio de **riesgo en playas** se estima, en forma general, que aquellas playas



ubicadas entre Arica y el Canal Chacao experimentarán retrocesos medios de entre 3 y 23 [m] por efecto de cambios en oleaje y nivel del mar en el escenario RCP 8.5 en el período 2026-2045. La tendencia es que playas largas experimenten erosión en sus extremos sur y acreción en sus extremos norte debido a un leve cambio en la dirección del oleaje. La estimación del daño económico calculado en forma específica para 6 playas en la Región de Valparaíso permite estimar una pérdida cercana a los 500 mil dólares anuales producto del riesgo de erosión causada por cambio climático.

En el estudio de **vulnerabilidad en puertos** se analiza el impacto histórico asociado a la pérdida de disponibilidad de sitios de atraque debido a oleaje (*downtime*). A partir de los certificados de cierre de puerto (2015 a 2017) y una base de datos de SERVIMET (2007 a 2014) se concluye que, entre 2008 y 2017, se registraron 9097 cierres de puerto en 19 capitanías expuestas al Océano Pacífico de las cuales se contó con información. Los puertos con mayor cantidad de cierres son Arica (850), Tocopilla (802) y Quintero (761). El estudio de **riesgo en puertos** se evalúa el *downtime* operacional en 9 puertos en Chile (Arica, Iquique, Mejillones, Antofagasta, Coquimbo, Quintero, Valparaíso, San Antonio y San Vicente). El oleaje en aguas profundas se transfiere a cada puerto utilizando un modelo numérico (SWAN). Luego, el *downtime*, expresado en horas de cierre por año, se calcula comparando el clima del oleaje local con límites operacionales definidos en la ROM 3.1-99 (PPEE, 2000) para el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045). Se concluye que algunos puertos mejorarán y otros empeorarán su operatividad y que el clima extremo será más severo a mediados de siglo. La mejora operativa puede explicarse por el giro al sur del oleaje que mejoraría las condiciones de abrigo de puertos ubicados en el extremo sur de las bahías. En términos económicos, el análisis a nivel agregado para los 9 puertos se traduce en pérdidas de US\$ 4,12 millones anuales y ganancias por US\$ 6,34 millones anuales, dando como resultado unas ganancias netas de US\$ 2,22 millones anuales como efecto del cambio climático. El aumento del NMM, sumado al incremento en la frecuencia e intensidad de las marejadas, no obstante, significará un aumento significativo del sobrepaso y del daño estructural de obras portuarias. Se proponen medidas de adaptación para mejorar las condiciones operacionales y para la gestión de la infraestructura en un contexto de clima futuro más severo que el actual.

Dada su similitud operacional, el estudio de **vulnerabilidad en caletas** equivale al de puertos y busca mostrar que estas han experimentado numerosos cierres debido a marejadas en la última década. En el estudio de **riesgo en caletas** de pescadores se evalúa el *downtime* operacional de las 546 caletas agrupadas cada 2° de latitud para el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045), considerando los límites operacionales definidos en base a *focus groups* y encuestas para diferentes actividades (buzos, recolectores, embarcaciones de eslora inferior y superior a 12 m). El oleaje en aguas profundas se transfiere a la costa utilizando una metodología simplificada que rescata la física fundamental de la zona de aproximación a la costa, pero no las condiciones locales de cada caleta. El análisis concluye que un 23% de los registros pesqueros artesanales se encuentran en zonas con predicciones de aumento en *downtime* de pesca (19°S a 34°S). Hacia el sur, las condiciones operacionales asociadas al oleaje mejorarían en la proyección. Considerando los valores de desembarque y de precios en playa del año 2017, se estima una pérdida a nivel agregado que podría fluctuar entre los US\$ 1,3 y 7,6 millones anuales para las caletas ubicadas entre los 19°S y 34°S, dependiendo del escenario. Las pérdidas en desembarque representan alrededor de un 2-5% de capturas actuales.

El estudio de **vulnerabilidad de humedales** presenta la distribución comunal de 1692 humedales costeros. A nivel específico y dependiendo de la disponibilidad de información y levantamientos en terreno, se identifica una tendencia general a la reducción del área de los espejos de agua (18 de 21 casos analizados) que podría explicarse por la reducción de los caudales (100% de 30 ríos analizados). Debido al incremento histórico de la frecuencia e intensidad de las marejadas extremas, los episodios de sobrepaso que aportan agua salada a los humedales podrían generar cambios en el patrón de dominancia de las especies vegetales levantadas en los humedales costeros. No obstante, los cambios identificados en los humedales podrían deberse a otros factores no estudiados como la influencia de perturbaciones naturales provenientes de la cuenca (aluviones), al efecto del pastoreo ejercido por vacas y caballos, al pisoteo de turistas y al efecto combinado de dichos factores, tsunamis y tormentas marinas.

# Contenidos

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
1.1 OBJETIVOS	9
1.2 ESTRUCTURA DEL INFORME	10
1.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO	10
1.4 EQUIPO DE TRABAJO	12
1.5 AGRADECIMIENTOS	13
1.6 GLOSARIO	14
<b>2 METODOLOGÍA</b>	<b>16</b>
2.1 CARACTERIZACION DE LA PESCA ARTESANAL EN CHILE	17
2.2 ESTUDIO DE OLEAJE	20
2.3 VULNERABILIDAD DE CIERRE DE PUERTOS	20
2.4 RIESGO DE CIERRE DE PUERTOS	21
2.4.1 Límites umbrales de operación	21
2.4.2 Pérdidas en desembarque y valoración producto de marejadas	21
<b>3 RESULTADOS</b>	<b>23</b>
3.1 CARACTERIZACION DE LA PESCA ARTESANAL EN CHILE	23
3.1.1 Distribución de caletas, pescadores y embarcaciones	23
3.1.2 Distribución de actividades y género de los pescadores artesanales	36
3.1.3 Características de las caletas de pescadores	47
3.2 ESTUDIO DE OLEAJE	57
3.2.1 Oleaje en aguas profundas	57
3.2.2 Oleaje a 20 [m] de profundidad	59
3.3 VULNERABILIDAD DE CIERRES DE PUERTO	67
3.4 RIESGO DE CIERRE DE PUERTOS	69
3.4.1 Límites umbrales de operación	69
3.4.2 Pérdidas en desembarque y valoración producto de marejadas	70
<b>4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>74</b>
4.1 SOBRE LOS RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO	74
4.2 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	74
4.3 RECOMENDACIONES ASOCIADAS A OPERATIVIDAD	75
4.4 RECOMENDACIONES ASOCIADAS A GOBERNANZA DE PESQUERÍAS	76
<b>5 REFERENCIAS</b>	<b>79</b>
<b>6 ANEXOS</b>	<b>80</b>
6.1 TRANSFORMACIÓN MEDIANTE METODOLOGÍA SIMPLIFICADA	80
6.2 CARACTERIZACIÓN DE PESCADORES E INFRAESTRUCTURA A NIVEL COMUNAL	82
6.3 IDENTIFICACIÓN DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE CALETAS	88
6.1. CURVAS DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE OLEAJE CADA 2° DE LATITUD	96
6.4 RESUMEN DE DOWNTIME DE PESCA EN PUERTOS PRINCIPALES	106



# 1. INTRODUCCIÓN

Muchos de los cambios observados en el sistema climático desde la década de 1950 no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios (IPCC, 2014). Este fenómeno ha forzado la adopción de medidas y acuerdos a nivel internacional para atenuar, en la medida de lo posible, las consecuencias de este fenómeno. En una primera instancia, los acuerdos se enfocaron en mitigación de gases efecto invernadero, pero los impactos del calentamiento global se han visto de manera más recurrente, teniendo que enfocarse esfuerzos en adaptación. Los impactos asociados a los efectos agudos y crónicos del cambio climático son cada vez más evidentes en el caso de Chile. Para avanzar en el desafío de la adaptación es necesario entender los riesgos en distintos componentes del sistema productivo, ambiental y social del país.

Atendiendo a la escasez de información sobre los efectos de este fenómeno en el litoral de nuestro país, se presenta el primer informe de la consultoría "Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile", cuyas bases administrativas y técnicas corresponden a la R.E. N° 0568, del 11 de julio de 2018, del Ministerio del Medio Ambiente. El estudio es desarrollado por una alianza entre del Centro de Cambio Global UC (CCG), el Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN), la Universidad de Valparaíso, la Universidad de Playa Ancha, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y la Universidad Católica del Maule.

## 1.1 OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es "Generar información de proyecciones respecto de la amenaza del cambio climático en las costas de Chile y sus impactos, a escala regional, y determinar el riesgo asociado a este fenómeno, para el diseño de políticas e implementación de medidas de adaptación".

A partir de este objetivo general, se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- a) Generar proyecciones de la amenaza del cambio climático en el borde costero de Chile continental e insular, considerando el escenario de emisiones RCP 8.5 del IPCC.
- b) Elaborar información sobre la exposición de sistemas humanos y naturales del borde costero de Chile continental e insular según los resultados del objetivo específico a).
- c) Realizar una evaluación de la vulnerabilidad frente a la amenaza del cambio climático, para el borde costero de Chile continental e insular
- d) Determinar el riesgo humano y físico frente a esta amenaza según los resultados de los objetivos específicos a) y b).

## 1.2 ESTRUCTURA DEL INFORME

Dado el gran volumen de información generada en esta consultoría, se presentan los resultados en los siguientes volúmenes:

- Resumen Ejecutivo
- Volumen 1: Amenazas (oleaje, nivel del mar y cota de inundación)
- Volumen 2: Exposición de zonas costeras
- Volumen 3: Vulnerabilidad de sistemas humanos y naturales
- Volumen 4: Vulnerabilidad y riesgo en playas
- Volumen 5: Vulnerabilidad y riesgo en puertos
- Volumen 6: Vulnerabilidad en humedales costeros
- Volumen 7: Vulnerabilidad y riesgo en caletas pesqueras
- Volumen 8: Vulnerabilidad en Rapa Nui y Archipiélago Juan Fernández

El presente Volumen 7 cubre la vulnerabilidad y riesgo en caletas de pesca artesanal.

## 1.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

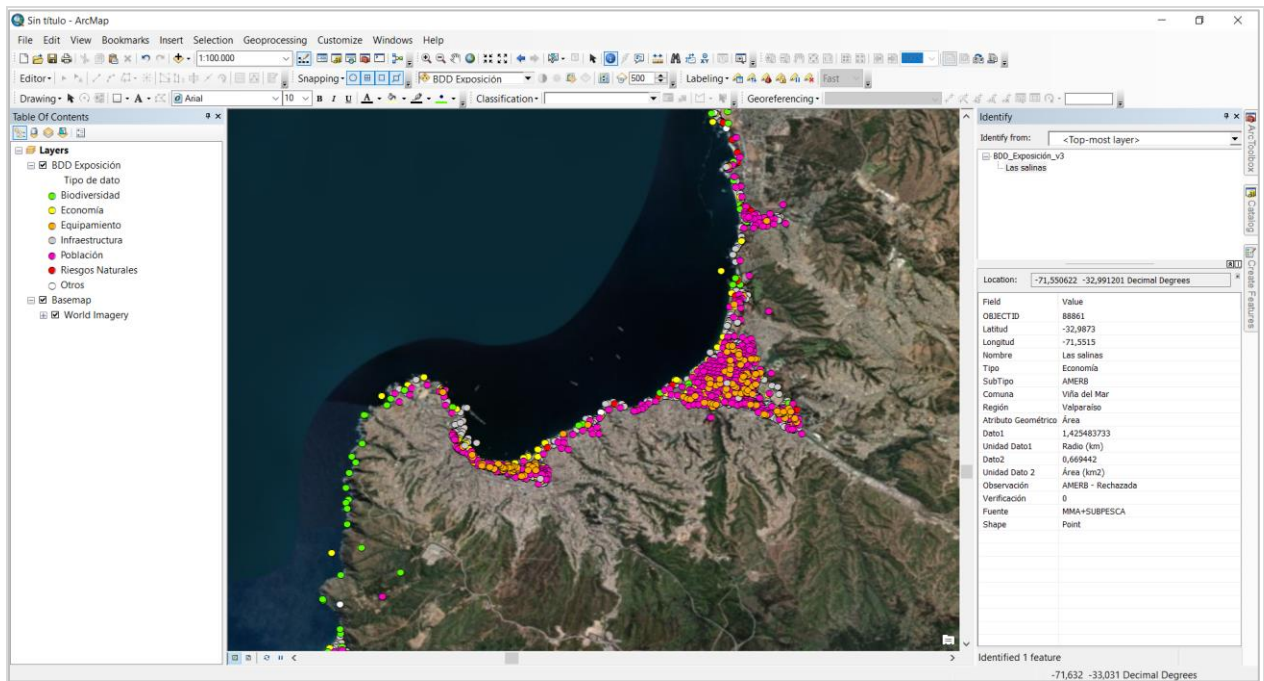
La información generada en el estudio fue proporcionada al Ministerio de Medio Ambiente en forma de un Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante la elaboración de una Geodatabase<sup>1</sup> (GDB). Esta base de datos, compatible con el software ArcGis 10 o superior, se utilizó para elaborar sets planimétricos de exposición, vulnerabilidad y erosión costera, los cuales fueron entregados en formato PNG y como archivo editable propio del software (MXD).

La GDB contiene archivos vectoriales (puntos, líneas o polígonos) y ráster (matriz de datos compuesta por píxeles). Los primeros poseen una tabla de atributos con información detallada de cada elemento que conforma la base de datos. En los archivos ráster cada pixel tiene un valor asociado al dato observado. La base de datos SIG del proyecto tiene un aspecto como el ilustrado en la Figura 1.

---

<sup>1</sup> Información geoespacial contenida en una carpeta de archivos que comparten un origen común.

Figura 1: Ejemplo de visualización de la base de datos de Exposición en el SIG.



El SIG se estructuró de la siguiente manera:

- **Área expuesta:** contiene planos (PNG) y archivos editables (MXD) del área expuesta correspondiente a la franja de borde costero que se encuentra entre los 0 y 10 [m] sobre el nivel del mar (Volumen 2).
- **Área vulnerable:** contiene planos (PNG) y archivos editables (MXD) del área vulnerable correspondiente a la franja de borde costero afecta a la cota de inundación actual y futura (Volúmenes 1 y 2).
- **GDB CCCostas (.gdb):** contiene la base de datos de exposición y vulnerabilidad (Volúmenes 1 y 2). En su interior posee la siguiente información:
  - Área expuesta definida mediante un polígono del área expuesta nacional además de polígonos y curva de exposición para las comunas críticas<sup>2</sup>.
  - Área vulnerable definida mediante un polígono y curvas de vulnerabilidad identificadas a partir de las proyecciones de las cotas de inundación actual y futura, entre Arica y Canal Chacao.
  - Inventario de exposición separado en 7 categorías (biodiversidad, economía, equipamiento, infraestructura, población, riesgos naturales, otros) para 106

<sup>2</sup> El estudio de exposición (Volumen 2) identifica las siguientes comunas críticas: Antofagasta, Arauco, Coquimbo, Coronel, La Serena, Pichilemu, Saavedra, Talcahuano, Valdivia, Valparaíso y Viña del Mar.

comunas.

- Línea de costa del INE, modificada en algunos sectores y utilizada para calcular las longitudes costeras del territorio nacional.
  - Archivo vectorial de puntos con las características principales de las playas analizadas.
  - Modelos de elevación digital elaborados a partir de información topográfica detallada entregada por el SHOA para las comunas críticas.
  - Ortomosaicos de humedales generados en base a imágenes de dron de algunos de los humedales visitados en este estudio<sup>3</sup>.
- **Líneas de playa:** contiene los planos (PNG), archivos editables (MXD) y GDB de las playas analizadas en el estudio de erosión costera (Volumen 4).

## 1.4 EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo está conformado por 21 académicos y profesionales de apoyo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, de la Universidad de Valparaíso, de la Universidad de Playa Ancha, de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y la Universidad Católica del Maule (Figura 2). El trabajo se desarrolla bajo la coordinación del Centro UC de Cambio Global (CCG-UC<sup>4</sup>), centro de investigación interdisciplinario cuya misión es promover la colaboración académica (nacional e internacional) para investigar los fenómenos relacionados al cambio global, abordando integralmente las dimensiones biofísicas y humanas. Miembros del equipo de trabajo son también parte del Centro Integrado de Gestión de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN<sup>5</sup>), centro de investigación de excelencia que tiene como misión desarrollar, integrar y transferir conocimiento científico, y formar capital humano avanzado que contribuya a reducir las consecuencias sociales de los eventos naturales extremos. Se cuenta también con el apoyo del Centro de Observación Marino para estudios de Riesgos del Ambiente Costero de la Universidad de Valparaíso (COSTAR-UV<sup>6</sup>).

---

<sup>3</sup> Los humedales son: Carampangue, Cartagena, Cebada, Chaihuín, Conchalí, Cucao, El Culebrón, Tongoy, Huasco, Huentelauquén, La Boca (los Choros), Limarí, Mantagua, Merquinche, Pachingo, Pucotrihue, Punta Teatinos, Quilimarí, Salinas Chica, Salinas Grande, Salinas de Copiapó (Norte y Sur), San Alfonso, Vegas de Coliumo y Vegas del Itata.

<sup>4</sup> <https://cambioglobal.uc.cl/>

<sup>5</sup> <http://cigiden.cl/en/>

<sup>6</sup> <https://costar.uv.cl/>

Figura 2: Organigrama del equipo de trabajo e instituciones desarrolladoras.



## 1.5 AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas las instituciones que proporcionaron información en forma desinteresada o mediante la Ley de Transparencia y, en particular a aquellas personas en dichas instituciones que levantaron la información utilizada en este estudio. En particular, a las diferentes unidades del Ministerio del Medio Ambiente, a la Dirección de Obras Portuarias y a la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, al Ministerio de Bienes Nacionales y al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas del Ministerio de Defensa, a SUBPESCA, SERNAPESCA, ONEMI, DIRECTEMAR, SHOA, IGM, Servicio Sismológico de la Universidad de Chile, SISS, INE, SERNATUR, Subsecretaría de Transporte (MTT). Finalmente, queremos agradecer a Gladys Santis, Maritza Jadrijevic, Nico Kohlhas y Priscila Ulloa, quienes ofician de contraparte técnica del proyecto.

## 1.6 GLOSARIO

En esta sección se presentan términos esenciales para comprender el texto. El glosario incluido en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014b) ofrece una definición mucho más detallada de términos que pueden complementar a los incluidos en esta lista. Adicionalmente, en los 8 volúmenes se incluyen otros términos (e.g. marejadas, marea meteorológica, nivel del mar) que son definidos en el marco teórico correspondiente a cada tópico.

- **Adaptación:** Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC, 2014).
- **Amenaza:** Es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
- **AR:** Assessment Report (Informe de Evaluación). Son documentos elaborados por centenares de expertos del IPCC, que dan cuenta del estado del arte de la ciencia del cambio climático. Se han elaborado cinco AR desde el primero en 1990. El último fue publicado entre los años 2013 y 2014.
- **Cambio climático:** El IPCC (2014b) define al cambio climático como la variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo (decenios o períodos más largos). El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La CMNUCC define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad atribuible a causas naturales.
- **CMNUCC:** La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ofrece una estructura para canalizar los esfuerzos intergubernamentales dirigidos a resolver el desafío del cambio climático.
- **Exposición:** La presencia de personas, medios de subsistencia, especies, ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales, infraestructura, activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente (IPCC, 2014).
- **IPCC:** Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). Está compuesto por centenares de científicos y expertos que contribuyen de manera voluntaria, escribiendo informes para dar cuenta



del estado del arte de la ciencia del cambio climático y generando la mejor información técnica posible, para apoyar la toma de decisiones de los países.

- **Impactos:** Efectos sobre los sistemas naturales y humanos de episodios meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas, economías, sociedades, culturas, servicios e infraestructuras debido a la interacción de los cambios climáticos o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso de tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos. Los impactos también se denominan consecuencias y resultados. Los impactos del cambio climático sobre los sistemas geofísicos,
- **Mitigación:** es una intervención humana que busca disminuir las fuentes (y/o las emisiones de las mismas) o mejorar los sumideros de Gases Efecto Invernadero (GEI).
- **Riesgo:** Consecuencias eventuales en situaciones en que algo de valor está en peligro y el desenlace es incierto, reconociendo la diversidad de valores. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de ocurrencia de fenómenos o tendencias peligrosos multiplicada por los impactos en caso de que ocurran tales fenómenos o tendencias.
- **RCPs:** Las Trayectorias de Concentración Representativas (Representative Concentration Pathways) son escenarios que abarcan series temporales de emisiones y concentraciones de la gama completa de gases de efecto invernadero y aerosoles y gases químicamente activos, así como el uso del suelo y la cubierta terrestre (IPCC, 2014b). Las RCPs, que hacen referencia a la parte de la trayectoria de concentración hasta el año 2100, son:
  - RCP2.6: Trayectoria en la que el forzamiento radiativo alcanza el valor máximo a aproximadamente 3 [W/m<sup>2</sup>] antes de 2100 y posteriormente disminuye.
  - RCP4.5 y RCP6.0: Trayectorias intermedias en las cuales el forzamiento radiativo se estabiliza a aproximadamente 4.5 [W/m<sup>2</sup>] y 6.0 [W/m<sup>2</sup>] después de 2100.
  - RCP8.5: Trayectoria alta para la cual el forzamiento radiativo alcanza valores mayores a 8.5 [W/m<sup>2</sup>] en 2100 y sigue aumentando durante un lapso de tiempo.
- **SRES:** Special Report on Emissions Scenarios (Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones), usados para el AR4. Estos escenarios hacen supuestos ("historias") respecto al crecimiento de la población global futura, el desarrollo tecnológico, la globalización y los valores sociales. El escenario A1 ('una familia global') asume un futuro de globalización y rápido crecimiento económico y tecnológico, con uso intensivo de combustibles fósiles (A1FI), no intensivo en combustibles fósiles (A1T) y versiones equilibradas (A1B). El escenario A2 ('un mundo dividido') asume un mayor énfasis en las identidades nacionales. Los escenarios B1 y B2 asumen prácticas más sostenibles ('utopía'), con un enfoque más global y regional, respectivamente.
- **Vulnerabilidad:** Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2014b).

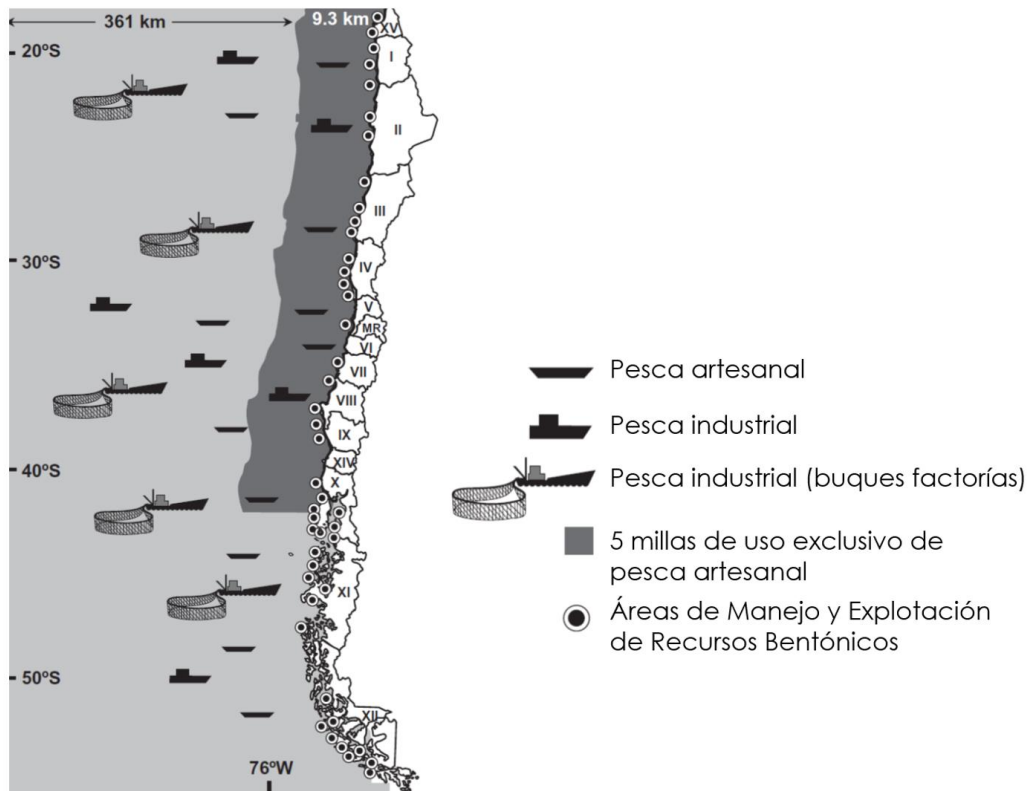
## 2 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para estudiar la vulnerabilidad de caletas de pescadores artesanales se relaciona con los días durante los cuales las condiciones del mar no permiten la realización de actividades pesqueras (downtime de pesca). Con el fin de relacionar los cambios del downtime de pesca con las actividades extractivas, se genera, en primer lugar, información sobre los pescadores asociados a las caletas y sus principales actividades extractivas. Además, se estudian las características topográficas, existencia de obras de abrigo de la caleta y límites umbrales de operación asociados a la altura de olas que permiten diferentes actividades pesqueras. El cruzar esta información con el clima de oleaje en el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2'45) permite establecer el riesgo del sector pesquero artesanal a lo largo de la costa.

Esta metodología presenta las siguientes limitaciones:

- El estudio no contempla el downtime de pesca asociado a otras variables atmosféricas (e.g. viento, neblina), oceanográficas (e.g. cambios en el nivel del mar, corrientes y mareas meteorológica y astronómica), biológicas (e.g. mareas rojas, eventos de contaminación) o geofísicas (e.g. tsunamis, terremotos).
- El estudio no contempla evaluación del impacto económico asociado a la pérdida de bienes y servicios que se generan en la cadena logística asociada a la actividad pesquera artesanal. Los costos calculados en este estudio se restringen en este estudio a reducciones potenciales de ingresos anuales de los operadores de los terminales.
- El estudio se restringe a la pesca artesanal, que se efectúa en botes y lanchas cuya eslora máxima es de 18 [m] y tienen hasta 50 toneladas (TRG) de capacidad de carga. No se contempla el análisis de la pesca industrial, efectuada en naves mayores y fuera de las 5 millas, cuyos sistemas de refrigeración permiten mantener la materia prima por períodos prolongados. Tampoco se contempla la pesca efectuada por buques factoría de bandera internacional efectuada más allá de las 200 millas (Figura 3).
- Esta aproximación para medir posibles efectos del cambio climático trae implícito el supuesto de que la amenaza (oleaje) cambia debido al cambio climático pero la vulnerabilidad, caracterizada mediante los límites de operación, asociada a diferentes artes de pesca, permanecen constantes en el tiempo. No obstante, la vulnerabilidad puede reducirse mediante el uso de obras de infraestructura (e.g. mejoramiento de condiciones de abrigo) o soluciones tecnológicas (e.g. mejoramiento de configuraciones de amarre de embarcaciones o uso de sistemas de alerta temprana de marejadas a nivel local).
- Cabe destacar que en los resultados la evaluación del impacto económico se estima como el impacto directo asociado a desembarques y no incluye la pérdida de bienes y servicios generados a través de la cadena de valor y comercialización del recurso.

**Figura 3: Espacio marítimo utilizado por la pesca artesanal, pesca industrial y aquella efectuada por buques factoría de bandera internacional (Adaptado de Gelcich et al., 2010).**



## 2.1 CARACTERIZACION DE LA PESCA ARTESANAL EN CHILE

Se confeccionó una base de datos de todas las caletas de pescadores artesanales emplazadas tanto en el litoral continental del país, como en las islas oceánicas, usando los registros pescadores y embarcaciones, actualizados a diciembre de 2018 (SERNAPESCA, 2019). Esta caracterización, bien detallada, sirve como base para la estimación de las pérdidas por desembarque. Su uso, no obstante, puede ser de utilidad para estudios que no necesariamente se vinculen con los efectos del cambio climático. El lector que

La localización de las caletas fue confirmada por inspección visual de la imagen satelital más actual disponible en Google Earth y confrontadas con el Derrotero de la Costa de Chile (SHOA, 2015). Cuando existieron dudas, se realizaron consultas directas a los servicios regionales de SERNAPESCA para confirmar al menos la comuna a la cual pertenecen las caletas. Caletas localizadas en lagos (e.g. Futrono) no fueron incorporadas, pero sí aquellas caletas emplazadas en estuarios o ríos dentro del área de exposición (bajo los 10 m del nivel del mar), en las 106 comunas expuestas definidas en este estudio. En cada caleta se consignó:

- Nombre de la caleta
- Localización (latitud, longitud)

- Dependencia administrativa (comuna, región)
- Número de embarcaciones inscritas
- Número de pescadores artesanales
- Porcentaje de hombres y mujeres
- Cantidad de recolectores, buzos, armadores y pescadores
- Desembarques durante 2017
- Valoración de desembarques en base a precio en playa para año 2017

Según su localización, se estableció si corresponden a entidades urbanizadas<sup>7</sup> o rurales<sup>8</sup>. Para esta clasificación, se decidió no utilizar el destino oficial de suelos, pues existen diversos ejemplos de zonas rurales que se han urbanizado sin regularizar el dominio de propiedad. En la Figura 8 se ilustra el caso de Puerto Viejo, identificado como uno de los asentamientos costeros irregulares (Talesnik, 2008) donde se emplaza una caleta.

Por otro lado, a partir de interpretación de imágenes satelitales, se identificó la existencia de obras de abrigo, muelles, rampas de acceso o edificaciones en tierra asociadas a la caleta (bodegas, puestos de ventas, frigoríficos, entre otros), y la existencia o no de un abrigo natural. Esta información permite estimar el grado de vulnerabilidad de cada caleta frente a marejadas y la cantidad de equipamientos e infraestructuras con que cuentan. Los datos fueron agrupados por región y comuna. Se calcularon los siguientes estadígrafos para comprender las diferencias latitudinales existentes:

- Número de caletas, pescadores y embarcaciones por kilómetro de línea costera
- Estadígrafos de posición: promedio, mediana, moda
- Estadígrafos de dispersión: rango, desviación estándar
- Composición porcentual por género y actividad

Finalmente, se recopilieron datos de desembarque del SERNAPESCA y se organizaron de acuerdo a la accesibilidad a las zonas de pesca, definida ésta en función de la altura de ola promedio que los usuarios monitorean en un sitio web de libre acceso<sup>9</sup>. De esta forma se separaron los desembarques en:

- Especies bentónicas
- Peces de roca
- Especies de algas intermareales
- Peces (enmalle y espinel)

Para los desembarques además se calculó su valoración basada en los datos sobre "precio en playa" para el año 2017.

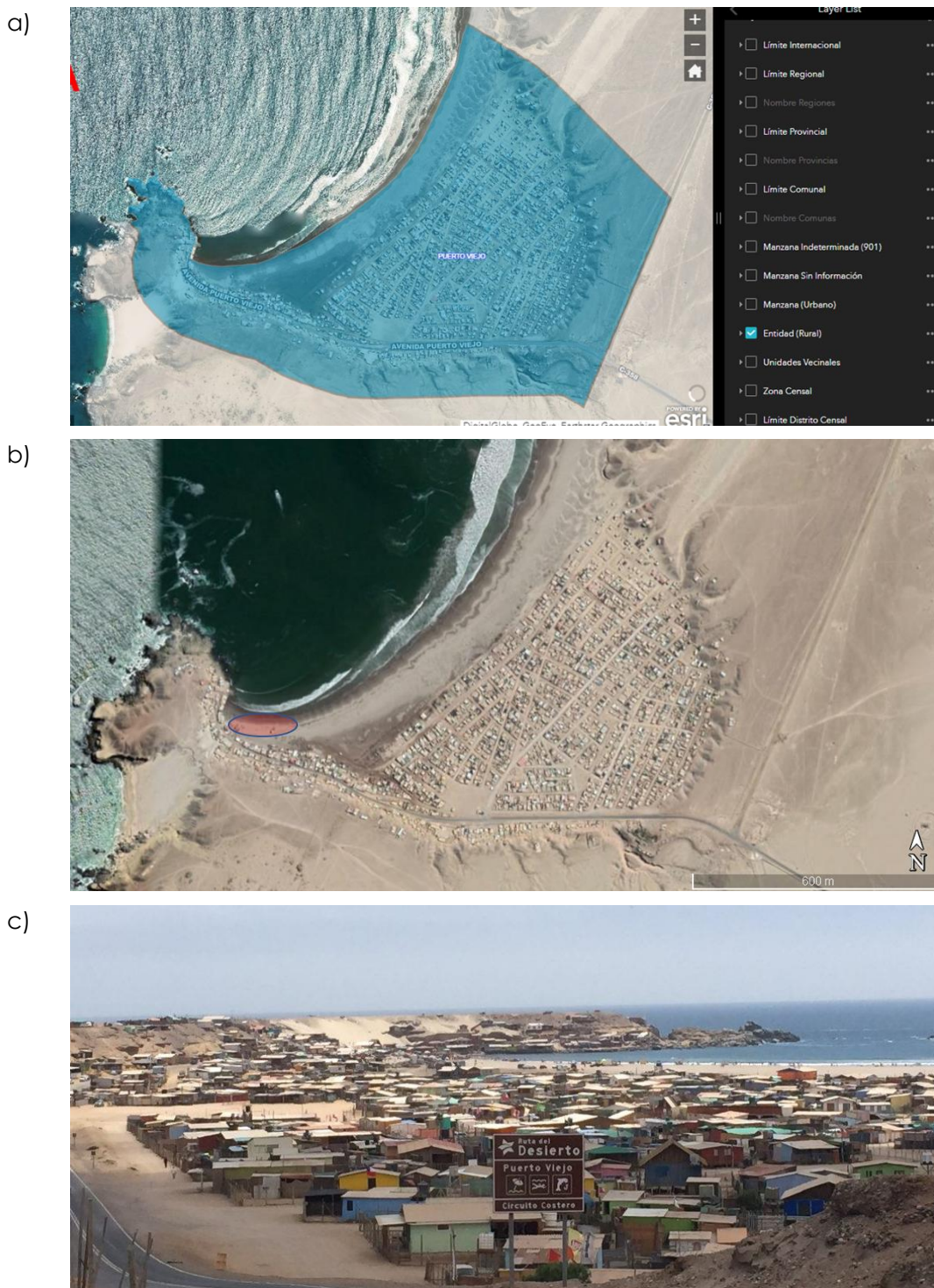
---

<sup>7</sup> Caletas urbanizadas: emplazamiento asociado a una ciudad, pueblo o aldea.

<sup>8</sup> Caletas rurales: emplazamiento asociado a caseríos o inexistencia de urbanización.

<sup>9</sup> [www.buoyweather.com](http://www.buoyweather.com) o <https://www.windguru.cz>

Figura 2: Localidad de Puerto Viejo en la región de Atacama. a) De acuerdo con el Censo 2017 (INE, 2018), la localidad corresponde a una entidad rural. b) Vista área actual del lugar, con más de 2000 edificaciones irregulares, en el entorno de la caleta de pescadores, señalada con el círculo rojo. c) Fotografía del acceso a Puerto Viejo.





## 2.2 ESTUDIO DE OLAJE

El estudio de oleaje contempla la transformación del oleaje desde aguas profundas donde se dispone de los modelos globales a las cercanías de la costa, cada 2° de latitud. Este análisis se efectúa a partir de la estadística en aguas profundas descrita en el Volumen 1: Amenazas (oleaje, nivel del mar y cota de inundación). Se efectúa una transformación del oleaje hasta los 20 [m] de profundidad, siguiendo una metodología simplificada que se basa en la teoría lineal del oleaje y Ley de Snell (Anexo 6.1) , a partir de la cual se calculan curvas de probabilidad de excedencia altura significativa. La transformación permite generar una base de datos de oleaje local para el período histórico (1985-2004) y proyección (2026-2045), que, cruzada con los límites de operación definidos por los pescadores mediante *focus group*, permite estimar el riesgo de cierres de puerto.

Cabe notar que el estudio de downtime de pesca se basa en estadística del oleaje en a 20 [m] de profundidad y por tanto no se basa en el clima de oleaje en los muelles, rampas, zonas de varado ni en los canalizos de acceso a las caletas. En otras palabras, la transformación de oleaje considera los procesos de refracción y asomeramiento que experimenta el oleaje a profundidades superiores a 20 [m] y no contempla los efectos de difracción y reflexión que ocurren en las cercanías de la costa. Ello redundaría en una aproximación conservadora (por exceso) del downtime pues el oleaje a esa profundidad es, en la mayoría de los casos, de mayor altura que en las zonas abrigadas donde se emplazan las caletas. Aun cuando esta aproximación estima en forma conservadora el valor absoluto del downtime operacional, sí permite establecer cambios relativos y tendencias entre el período histórico y la proyección. En caso de necesitar estimaciones absolutas del downtime futuro, se recomienda acoplar los resultados obtenidos en los nodos costeros con modelos de agitación de alta resolución en las cercanías de las caletas.

## 2.3 VULNERABILIDAD DE CIERRE DE PUERTOS

El estudio de vulnerabilidad se aborda de manera muy limitada revisando estadística histórica de cierres de puerto solicitada a las Gobernaciones Marítimas vía transparencia. El supuesto es que, aun cuando sean conceptos sutilmente diferentes, un “cierre de puerto” se asocia a limitaciones de “zarpe” de botes y lanchas de pesca artesanal<sup>10</sup>. El análisis se remite a constatar las horas de cierre de puertos que pudieren haber causado mermas en los desembarques históricos y no se vincula con el análisis de riesgo posterior.

---

<sup>10</sup> Cabe notar que la autorización de zarpe requiere de la autorización de la Autoridad Marítima (Capitán de Puerto o Alcalde de Mar), quien otorga el despacho de acuerdo al Art. 22 de la Ley de Navegación (DIRECTEMAR, 2019a). El cierre de puerto, en contraste, es una suspensión del tránsito marítimo, el cual incluye el otorgamiento de zarpe, cuyo único facultado es el Capitán de Puerto, de acuerdo al Art. 151 del Reglamento de Orden, Seguridad y Disciplina en las Naves y Litoral de la República (DIRECTEMAR, 2019b). Las funciones de los alcaldes de mar está establecida, principalmente, en los artículos 27 y siguientes del DFL 292/1953, que aprueba la Ley Orgánica de la DIRECTEMAR, y, secundariamente, en el art. 1° del mencionado reglamento.



El estudio contempla un análisis de estadística de cierres de puerto obtenida de certificados de cierre de puerto (2015, 2016 y 2017) y de una base de datos de cierres de puerto proporcionada por SERVIMET (2007 a abril 2017), con el objetivo de cuantificar las horas de cierre para 19 puertos expuestos al Océano Pacífico en general. El análisis detallado de dichos certificados se presenta en el Volumen 5: Vulnerabilidad y riesgo en puertos, que forma parte de este informe.

Cabe notar que, de las 59 Capitanías de Puerto en Chile (Subsecretaría para las FFAA, 2019), sólo se solicitaron certificados de cierre de puertos a las 29 capitanías expuestas al Océano Pacífico. No se analizaron las 25 capitanías ubicadas en aguas interiores ni las 5 capitanías lacustres pues obedecen a dinámicas que no son analizadas en este estudio (viento local y régimen de marea en las primeras, y viento local y ciclo hidrológico las segundas). De las 29 capitanías expuestas directamente al Océano Pacífico, solo 19 respondieron a la solicitud efectuada por este equipo consultor. Los certificados disponibles tienden a representar a los puertos mayores donde existen capitanías de puerto. En caletas de pescadores de menor envergadura donde hay Alcaldes de Mar, sin embargo, no se solicitó información.

## **2.4 RIESGO DE CIERRE DE PUERTOS**

### **2.4.1 Límites umbrales de operación**

Con el fin de conocer las condiciones del mar que determinan las decisiones de pesca para diferentes componentes de la flota artesanal, se hicieron 3 focus Group y 12 entrevistas no estructuradas a pescadores artesanales de las localidades de El Quisco, Las Cruces, Maitencillo, Ventanas, Ancud y Calbuco. En dichas actividades se consultó en forma explícita sobre cuáles son los límites umbrales sobre los cuales se limitan las actividades de buceo, recolección y pesca. A diferencia del estudio de puertos (Volumen 5), en este estudio no se consideran umbrales de operación disponibles en recomendaciones de obras marítimas internacionales pues estos se orientan a naves de grandes dimensiones (PPEE, 1999; PIANC, 1995) o marinas para veleros (PIANC, 1995). Por ende, se privilegió el conocimiento que aplican los pescadores a nivel local por sobre los criterios de diseño de obras marítimas.

### **2.4.2 Pérdidas en desembarque y valoración producto de marejadas**

Para evaluar pérdidas en desembarque en dinero, se calculó el downtime de pesca cruzando los límites de operación con la estadística de altura significativa oleaje a 20 [m] de profundidad para el período histórico (1985-2004) y proyección (2026-2045).

A diferencia del estudio de puertos (Volumen 5), el análisis para las caletas de pescadores se efectúa agrupando las unidades cada 2° de latitud. Ello se justifica en el hecho de que sólo se analizan 9 puertos y las caletas de pescadores artesanales alcanzan 546 en las 106 comunas analizadas (sección 3.1.1). Por otra parte, el agrupar las caletas no hace posible contar con estadísticas de alta resolución de oleaje (cuya elaboración es posible en plazos mayores a los contemplados en este estudio) y justifican la metodología simplificada utilizada (sección 2.2).

Para la estimación de las toneladas pérdidas y la valorización producto de los cambios en el downtime de pesca se utilizaron dos escenarios:

- Un escenario donde 2/3 de las horas disponibles en un año son efectivamente utilizadas en la actividad pesquera, que corresponden a una jornada laboral de 16 horas diarias.
- Un escenario donde 1/2 de las horas disponibles en un año son efectivamente utilizadas en la actividad pesquera, que corresponde a una jornada laboral de 12 horas diarias.

Los periodos de tiempo consideran la totalidad de la actividad pesquera que va desde la preparación de la embarcación hasta la recalada y venta inicial de productos. Primero, se calcularon las horas efectivas de pesca por cada 2° de latitud según las siguientes ecuaciones:

$$\text{Horas efectivas } \left(\frac{1}{2}\right)_i = \frac{1}{2} (8760 \text{ horas} - \text{Downtime historico}_i)$$

$$\text{Horas efectivas } \left(\frac{2}{3}\right)_i = \frac{2}{3} (8760 \text{ horas} - \text{Downtime historico}_i)$$

Donde  $i$  representa la localidad cada 2° de latitud. Las horas efectivas corresponden a las horas de pesca anuales en las que se puede realizar la actividad, sin afectación del downtime de pesca. Utilizando los desembarques totales de cada localidad para el año 2017 como referencia, se estimó la cantidad de toneladas/hora que se extraían históricamente en las horas efectivas por cada 2° de latitud. Con esta información se estimó el número de toneladas pérdidas asociado al cambio del downtime de pesca entre el periodo histórico y la proyección.

Para estimar la valorización de la pérdida, se utilizó el precio en playa (por tonelada) de cada especie desembarcada cada 2° de latitud. El valor final se consiguió multiplicando las toneladas pérdidas por el precio de una tonelada de cada localidad.

La metodología descrita se utilizó para la estimación del total de desembarques utilizando los downtime de pesca asociados a alturas significativas de 2.0, 2.5 y 3.0 [m], que corresponden a los límites de operación obtenidos mediante los *focus group* y las entrevistas. Se realizó además un ejercicio con estimaciones de pérdidas de toneladas y su valoración para el subconjunto de especies bentónicas, peces de roca y algas. Para estos recursos se consideraron solo el downtime de 2 [m] a lo largo de la zona de estudio.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 CARACTERIZACION DE LA PESCA ARTESANAL EN CHILE

##### 3.1.1 Distribución de caletas, pescadores y embarcaciones

Se identificó un total de 546 caletas de pescadores artesanales dentro de las 106 comunas consideradas en este estudio. De este total de caletas:

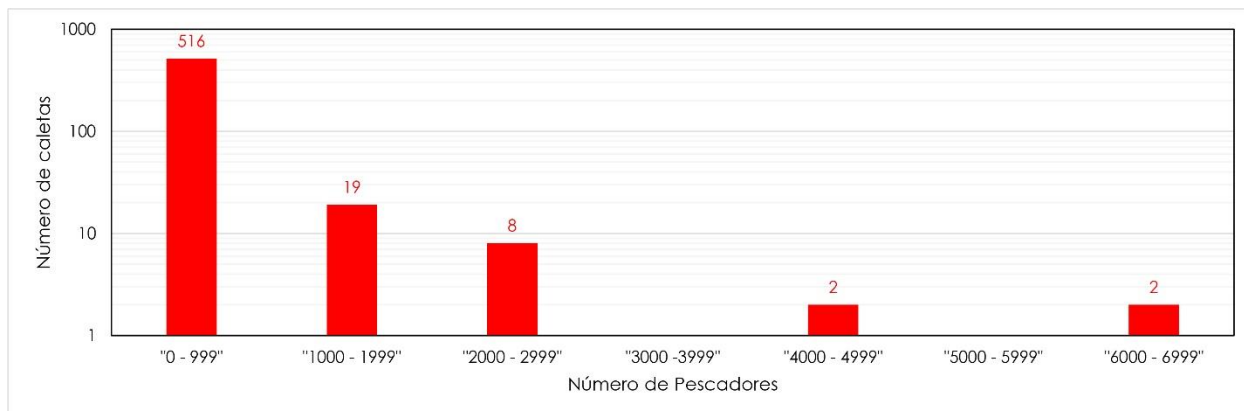
- 51 caletas no tienen pescadores inscritos
- 150 no tienen embarcaciones inscritas
- 46 no tienen ni embarcaciones ni pescadores (incluidas en las categorías anteriores)
- 5 no tienen pescadores, pero si embarcaciones inscritas
- 14 caletas no pudieron ser georreferenciadas, pero se aseguró la comuna de pertenecía

La distribución de pescadores artesanales no es homogénea. Existen 31 caletas que tienen más de 1000 pescadores inscritos y 311 caletas que tienen menos de 100 pescadores, 51 de las cuales no tienen ningún pescador. Así, el rango de pescadores por caleta va de 0 a 6540 pescadores. En promedio, una caleta tiene 281 pescadores, con una mediana de 89 y una moda de 2.

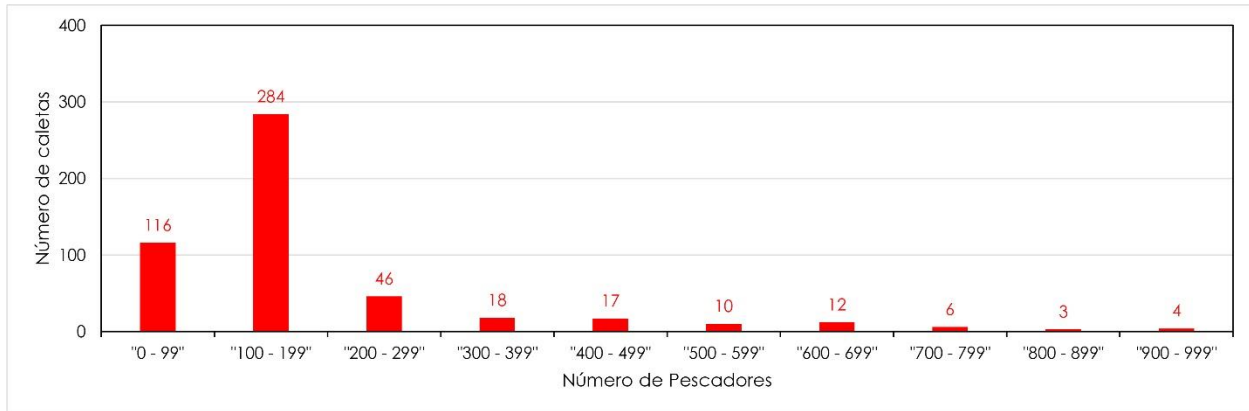
Se confeccionaron histogramas del número de pescadores artesanales por caleta considerando intervalos de 1000 pescadores para el total de caletas (Figura 4) y 100 pescadores para las caletas con menos de 1000 inscritos (Figura 5). Cabe notar que 516 caletas (94,5%) presentan menos de 1000 inscritos, mientras que el rango de 100 a 199 pescadores tiene una frecuencia de 284 casos (52,0%).

Las grandes diferencias entre estos estadígrafos revelan que la distribución del número de pescadores por caleta no es gaussiana, sino que parece tratarse de una distribución de Cauchy, cuya principal propiedad es que no tiene definidos ni la esperanza ni la varianza de la distribución (Johnson et al., 1994). La desviación estándar de 647 reafirma las grandes diferencias de la composición de pescadores entre caletas.

Figura 4: Número de caletas por rango de 1000 pescadores. Observar que la escala es logarítmica.



**Figura 5: Número de caletas por rango de 100 pescadores para caletas con menos de 1000 inscritos.**



La distribución de caletas, pescadores y embarcaciones por región tampoco es homogénea (Tabla 1). En la Figura 6 se grafica la distribución de la participación porcentual de estas tres variables por regiones costeras. En las comunas interiores no se esperaba encontrar caletas de pescadores artesanales; sin embargo, en la comuna de Puerto Varas se encontraron 2.

**Figura 6: Distribución porcentual de caletas, pescadores y embarcaciones por región. Las 4 comunas interiores son Concepción, Puerto Varas, Laguna Blanca y Torres del Paine.**

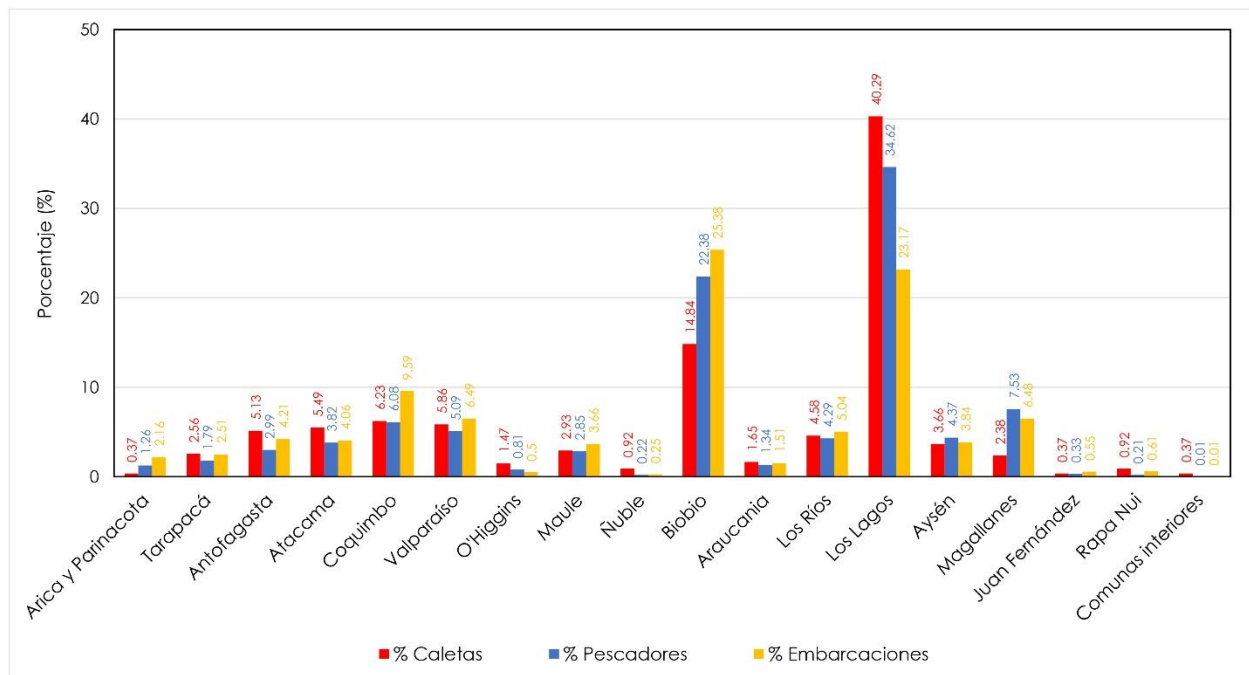


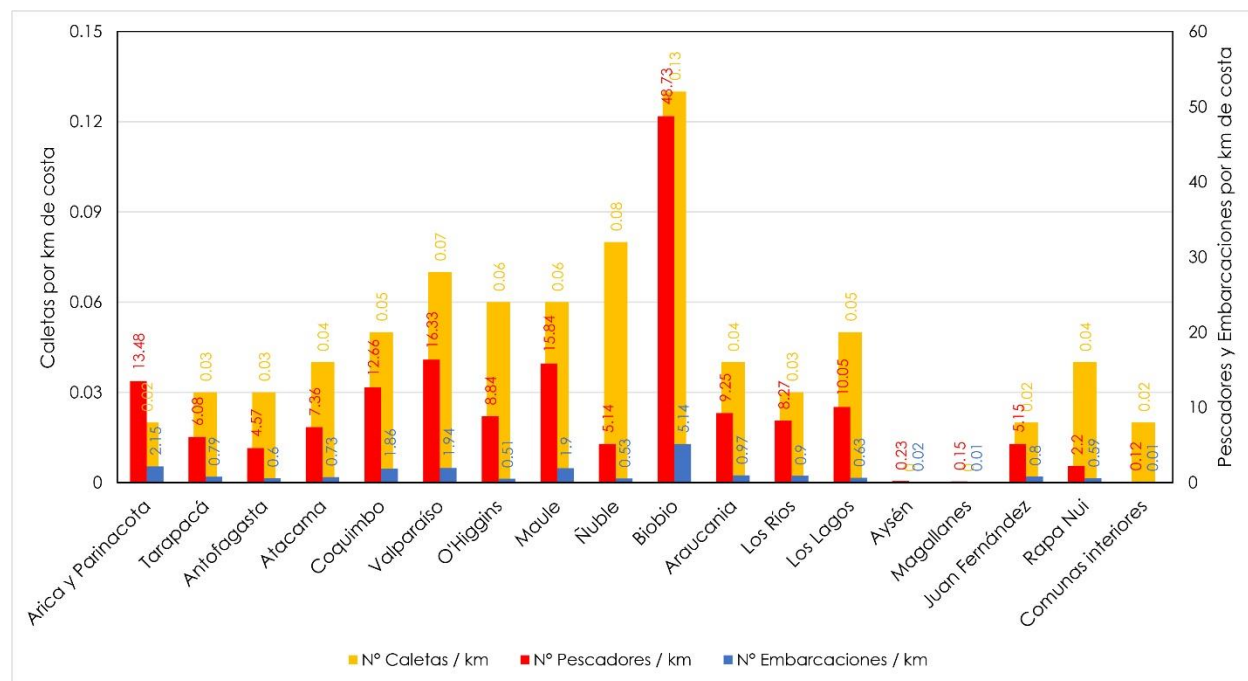
Tabla 1: Distribución del número de caletas, Registros de pesca artesanal y embarcaciones por región y las distribuciones porcentuales de cada parámetro. Se agrega la longitud costera en km y el número de caletas, pescadores y embarcaciones presentes por kilómetro en cada caleta. Observar que se han dejado aparte las islas oceánicas y comunas interiores.

Región	N° Caletas	N° Registros de Pesca Artesanal	N° Embarcaciones	Longitud Costera (km)	% Caletas	% Pescadores	% Embarcaciones	N° caletas por km	N° Pescadores por km	N° Embarcaciones por km
Arica	2	1758	280	130	0,37	1,26	2,16	0,02	13,48	2,15
Tarapacá	14	2499	326	411	2,56	1,79	2,51	0,03	6,08	0,79
Antofagasta	28	4169	547	912	5,13	2,99	4,21	0,03	4,57	0,6
Atacama	30	5338	527	725	5,49	3,82	4,06	0,04	7,36	0,73
Coquimbo	34	8489	1245	670	6,23	6,08	9,59	0,05	12,66	1,86
Valparaíso	32	7098	843	435	5,86	5,09	6,49	0,07	16,33	1,94
O'Higgins	8	1130	65	128	1,47	0,81	0,5	0,06	8,84	0,51
Maule	16	3972	476	251	2,93	2,85	3,66	0,06	15,84	1,9
Ñuble	5	310	32	60	0,92	0,22	0,25	0,08	5,14	0,53
Biobío	81	31235	3296	641	14,84	22,38	25,38	0,13	48,73	5,14
Araucanía	9	1877	196	203	1,65	1,34	1,51	0,04	9,25	0,97
Los Ríos	25	5991	654	724	4,58	4,29	5,04	0,03	8,27	0,9
Los Lagos	220	48323	3009	4806	40,29	34,62	23,17	0,05	10,05	0,63
Aysén	20	6098	499	26029	3,66	4,37	3,84	0	0,23	0,02
Magallanes	13	10510	842	70083	2,38	7,53	6,48	0	0,15	0,01
Juan Fernández	2	463	72	90	0,37	0,33	0,55	0,02	5,15	0,8
Rapa Nui	5	297	79	135	0,92	0,21	0,61	0,04	2,2	0,59
Comunas interiores	2	13	1	110	0,37	0,01	0,01	0,02	0,12	0,01
<b>Total</b>	<b>546</b>	<b>139570</b>	<b>12989</b>	<b>106544</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>			

Se observa que las distribuciones de caletas, pescadores y embarcaciones tienen un comportamiento similar. Las regiones del Biobío y Los Lagos destacan por la cantidad de caletas que concentran: Biobío el 15% y Los Lagos sobre el 40% del total de caletas existentes en el país. También concentran la mayoría de los pescadores y casi el 50% de las embarcaciones. En cambio, las regiones de Arica y Parinacota, O'Higgins, Ñuble y Araucanía destacan por la escasa representación del sector de pesca artesanal existente en sus costas.

Para evitar la distorsión de regiones con diferentes extensiones litorales, se repitió el análisis anterior considerando la extensión de la línea costera (Figura 7). Se observa que en realidad los casos extremos son la región del Biobío (con más de una caleta presente cada 10 [km] de línea costera, casi 50 pescadores y 5 embarcaciones por cada [km] litoral) y las regiones de Aysén y Magallanes por no estar casi representadas. En cuanto a las islas oceánicas, Juan Fernández tiene una cantidad de caletas, pescadores y embarcaciones proporcional a su extensión costera con respecto a las regiones continentales. Algo similar ocurre con Rapa Nui; sin embargo, esta isla tiene una cantidad baja de pescadores artesanales.

**Figura 7: Número de caletas, pescadores y embarcaciones por kilómetro de costa en cada región. Se muestran aparte las caletas de islas oceánicas y comunas interiores.**



Al revisar los índices número de pescadores por embarcación, número de pescadores y embarcaciones por caleta (Tabla 2), se aprecia en general que la proporción de pescadores y embarcaciones es más homogénea, aumentando paulatinamente el número de pescadores por embarcación hacia el sur. La región de O'Higgins resalta por el gran número de pescadores por embarcación inscrita, duplicando su valor respecto a las regiones vecinas (Figura 8).

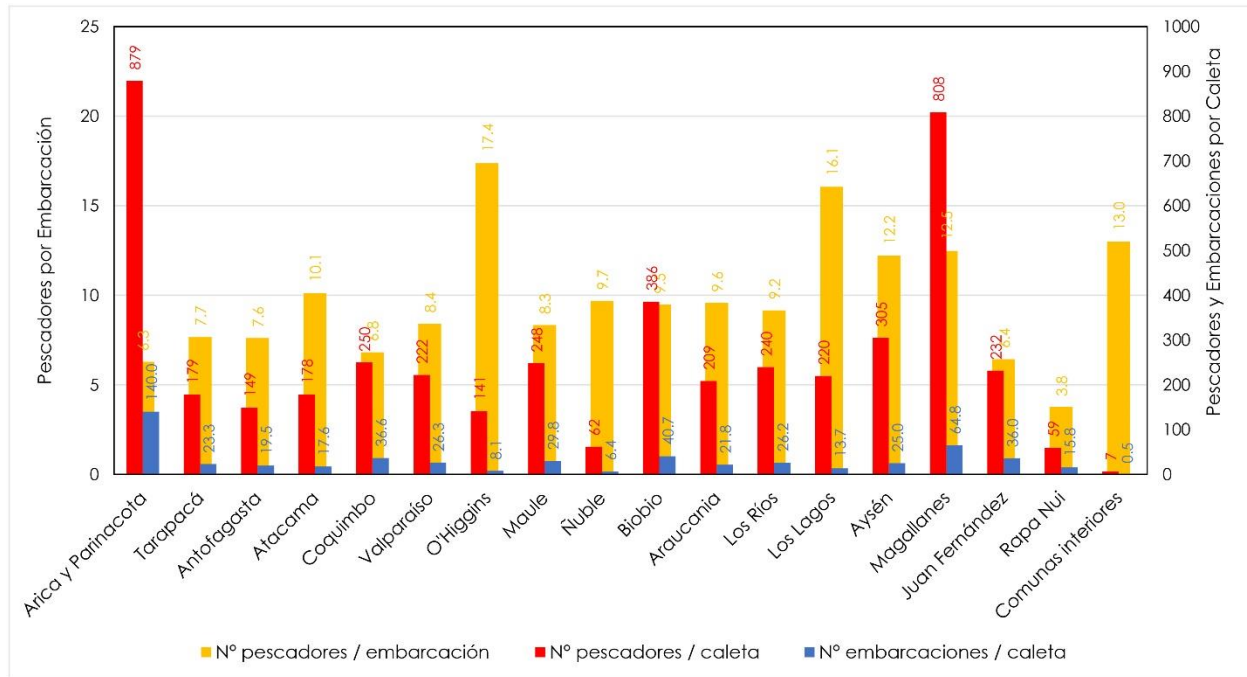
El número de pescadores por caleta también presenta un comportamiento relativamente homogéneo, donde destacan las regiones extremas (Arica y Magallanes) con un elevado número de pescadores por caleta (sobre 800) y la región de Ñuble con apenas 62 (Figura 8). Por último, para el número de embarcaciones por caleta, destaca la región de Arica, donde se encuentran 140 embarcaciones y Magallanes con 65 embarcaciones. En el otro extremo se encuentran O'Higgins y Ñuble con menos de 10 embarcaciones por caleta.



Tabla 2: Distribución por región del número de caletas, pescadores, embarcaciones, Número de Pescadores por Embarcación, Número de Pescadores por caleta y Embarcaciones por caleta. Observar que se han dejado en filas aparte las caletas de islas oceánicas y comunas interiores.

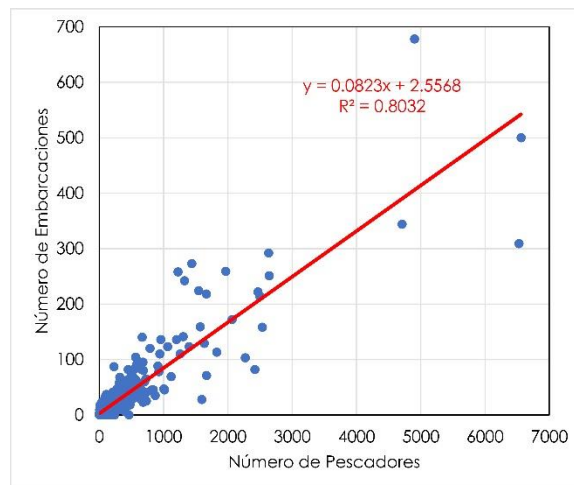
Región	Nº Caletas	Nº Pescadores	Nº Embarcaciones	Nº pescadores por embarcación	Nº pescadores por caleta	Nº embarcaciones por caleta
Arica y Parinacota	2	1758	280	6,28	879	140
Tarapacá	14	2499	326	7,67	178,5	23,29
Antofagasta	28	4169	547	7,62	148,89	19,54
Atacama	30	5338	527	10,13	177,93	17,57
Coquimbo	34	8489	1245	6,82	249,68	36,62
Valparaíso	32	7098	843	8,42	221,81	26,34
O'Higgins	8	1130	65	17,38	141,25	8,13
Maule	16	3972	476	8,34	248,25	29,75
Ñuble	5	310	32	9,69	62	6,4
Biobío	81	31235	3296	9,48	385,62	40,69
Araucanía	9	1877	196	9,58	208,56	21,78
Los Ríos	25	5991	654	9,16	239,64	26,16
Los Lagos	220	48323	3009	16,06	219,65	13,68
Aysén	20	6098	499	12,22	304,9	24,95
Magallanes	13	10510	842	12,48	808,46	64,77
Juan Fernández	2	463	72	6,43	231,5	36
Rapa Nui	5	297	79	3,76	59,4	15,8
Comunas interiores	2	13	1	13	6,5	0,5
<b>Total</b>	<b>546</b>	<b>139570</b>	<b>12989</b>			

**Figura 8: Distribución por región del Número de Pescadores por Embarcación, Número de Pescadores por caleta y Embarcaciones por caleta. Observar que se han dejado aparte las caletas de islas oceánicas y comunas interiores.**



Como es de esperar, existe una buena correlación ( $R^2 = 0.80$ ) entre el número de pescadores y el número de embarcaciones (Figura 9). Cuatro caletas destacan por su tamaño (más de 300 embarcaciones y 4500 pescadores): Lo Rojas (Coronel) y Lebu en la Región del Biobío, Quellón en la Región de Los Lagos y Punta Arenas, en Magallanes.

**Figura 9: Correlación del Número de Pescadores con el Número de embarcaciones.**



En la Figura 10 a Figura 15 se muestran los siguientes parámetros para las 106 comunas en estudio:

- Número de caletas por km costero (medida de la densidad de caletas en las comunas)
- Número de pescadores por km costero (medida del tamaño de las caletas)
- Número de embarcaciones por km costero (medida de la densidad de flotas artesanales)
- Número de pescadores por caleta
- Número de embarcaciones por caleta
- Número de pescadores por embarcación

De estas figuras se concluye lo siguiente:

- Respecto del número de caletas por km costero (Figura 10) se observa que la mayor densidad se encuentra en la zona central del país. Las comunas de Penco y Lota destacan con alrededor de 0.4 caletas por kilómetro de litoral. Las regiones del Biobío y Valparaíso son las comunas que concentran la mayor densidad de caletas.
- Respecto del número de pescadores por caleta (Figura 11), destacan las comunas de Coronel, Penco y San Antonio, con cerca de 100 pescadores por caleta. Nuevamente las regiones del Biobío y Valparaíso concentran las comunas con caletas de mayor tamaño.
- Respecto del número de embarcaciones por km costero (Figura 12), la comuna de San Antonio destaca con más de 15 embarcaciones por kilómetro de litoral. Más abajo la sigue la comuna de Penco con cerca de 12 embarcaciones por kilómetro. Nuevamente, la mayor densidad de embarcaciones se concentra las regiones del Biobío y Valparaíso.
- Respecto del número promedio de pescadores por caleta (Figura 13) la comuna de Arica tiene las caletas con mayor número de pescadores (sobre 1700), seguido de las comunas de Coronel y Natales. Con la excepción de la comuna de Coronel, las comunas de las regiones del Biobío y Valparaíso dejan de ser importantes para dar paso a comunas de regiones más extremas y en general australes. Esto revela que las comunas del Biobío y Valparaíso, aun cuando tienen muchos pescadores, se distribuyen en una cantidad importante de caletas, mientras en el sur del país, estos se concentran en caletas grandes.
- Respecto del número promedio de embarcaciones por caleta (Figura 14) sobresale la comuna de Arica, con más de 200 embarcaciones. Este parámetro es en general homogéneo a lo largo del país. En la zona central las comunas de Coquimbo, San Antonio, Coronel y Lebu tienen levemente más embarcaciones que las comunas vecinas. En la zona austral resaltan los casos de las comunas de Natales y Punta Arenas.
- Por último, respecto del número promedio de pescadores por embarcación (Figura 15), se observa que en general es un parámetro homogéneo para todo el país. Sobresalen los casos de Dalcahue, Curaco de Vélez y Chonchi en el sur, que duplican la media nacional. Esto probablemente es un indicio de la gran cantidad de recolectores que se encuentran en dichas comunas.

Figura 10: Número de caletas por kilómetro costero para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

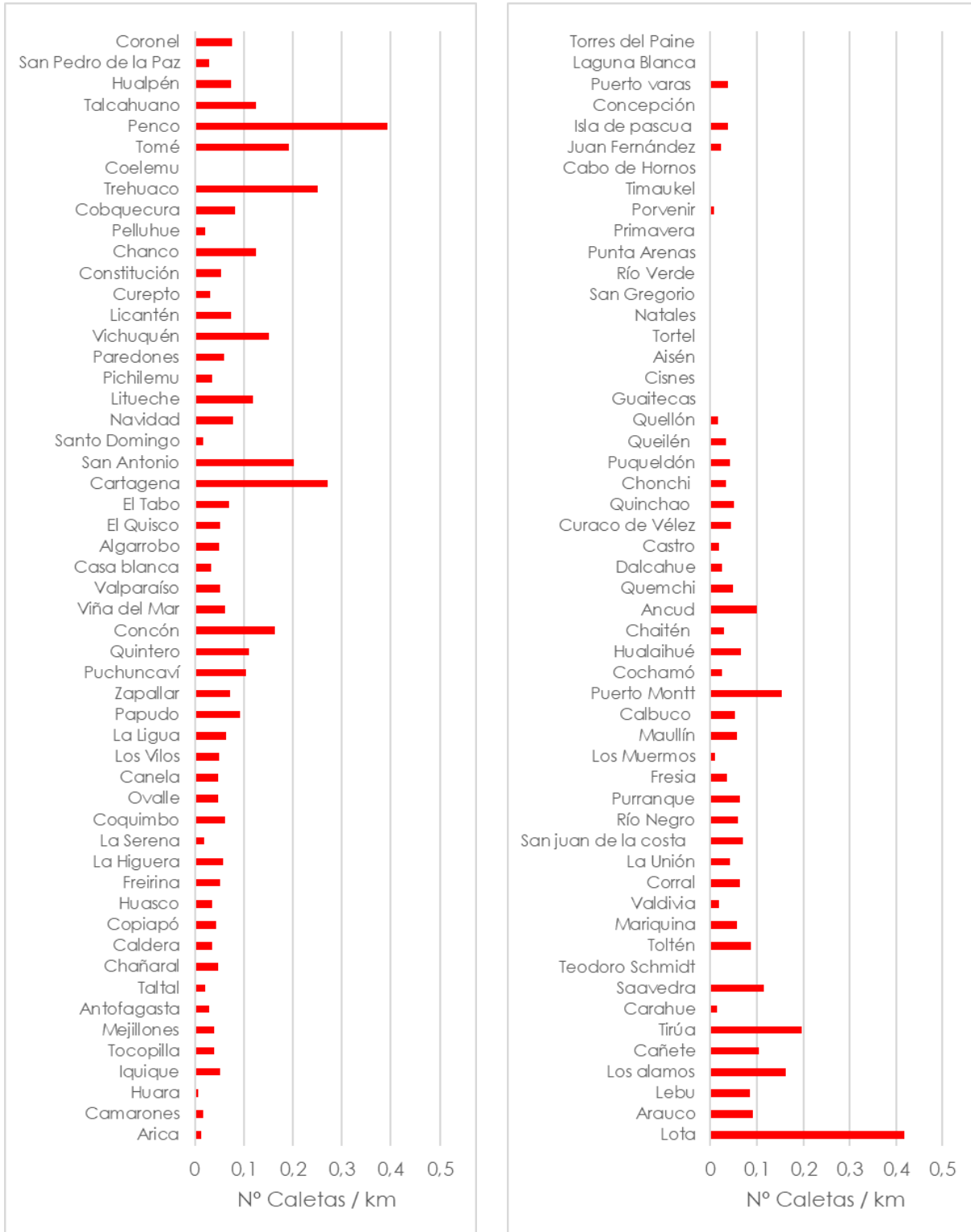


Figura 11: Número de pescadores por kilómetro por comuna para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

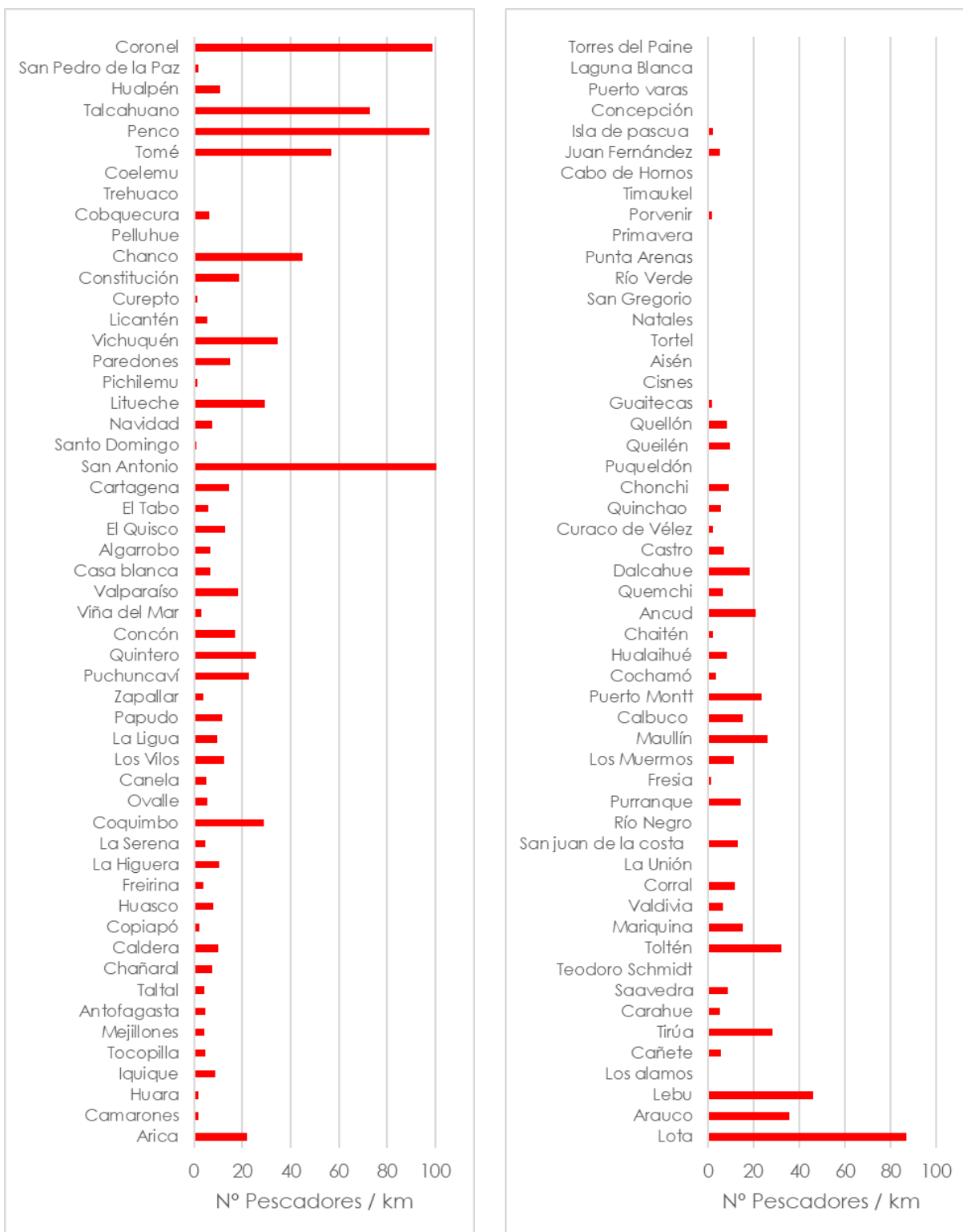


Figura 12: Número de embarcaciones por kilómetro por comuna para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

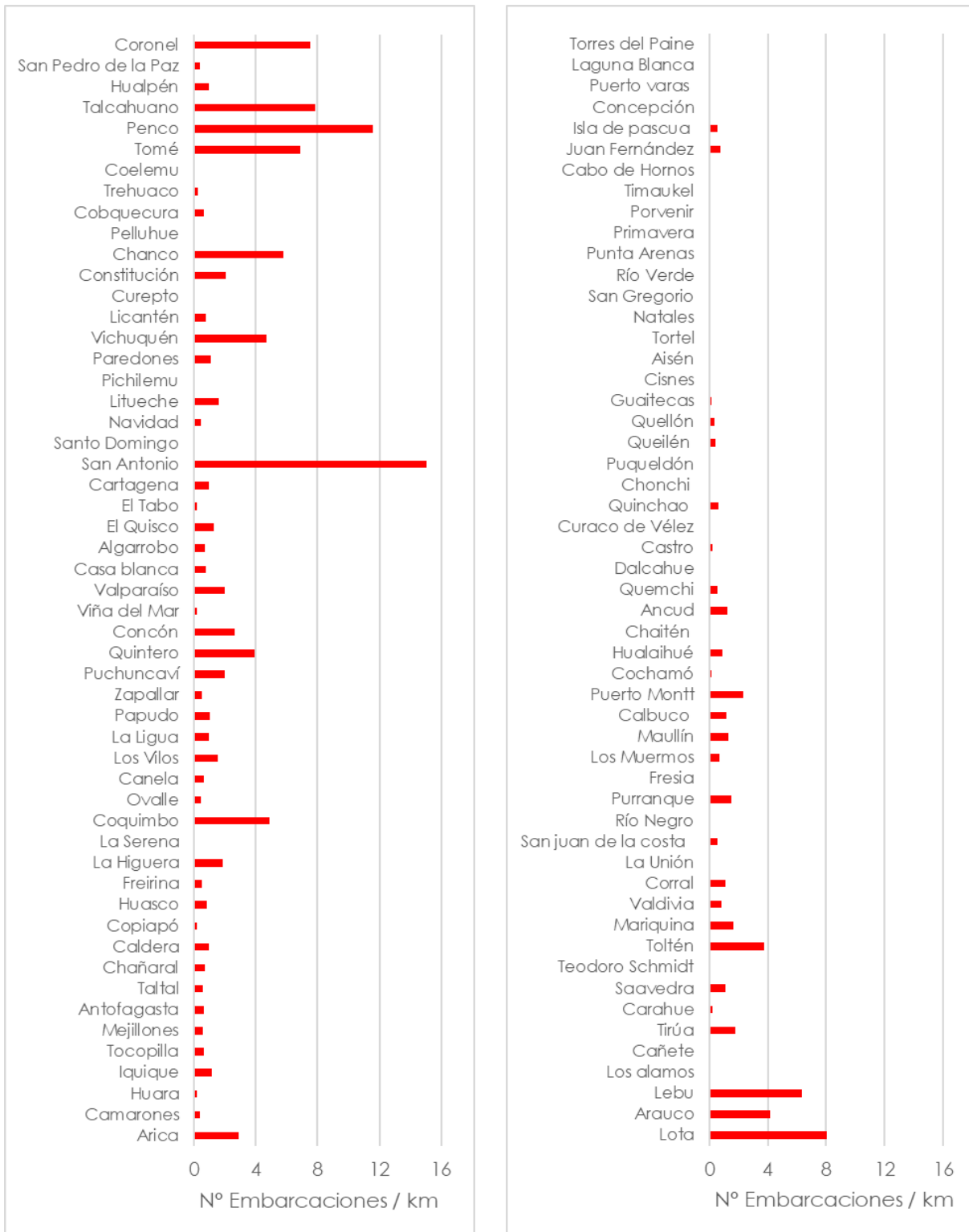




Figura 13: Número promedio de pescadores por caleta para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

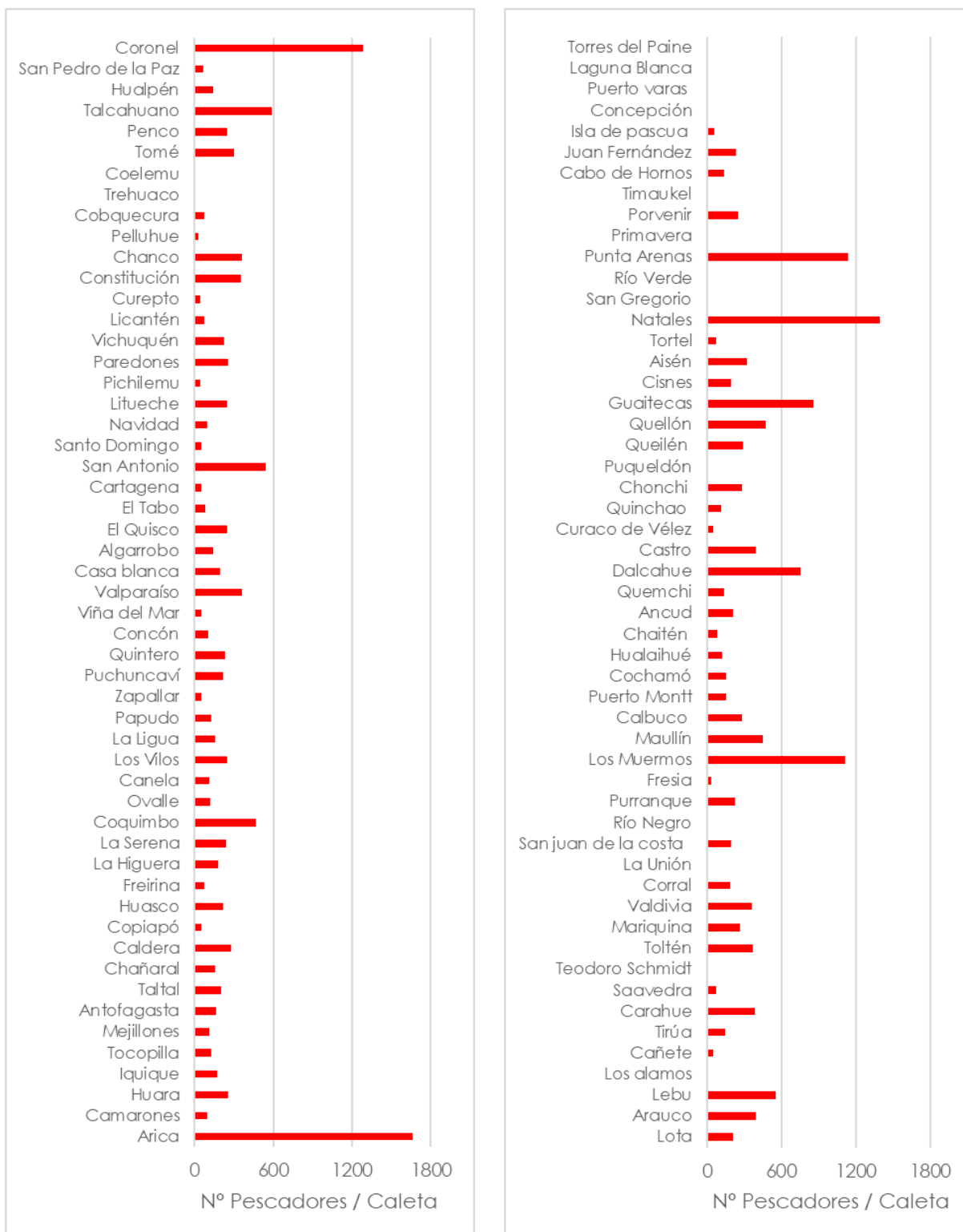


Figura 14: Número promedio de embarcaciones por caleta para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

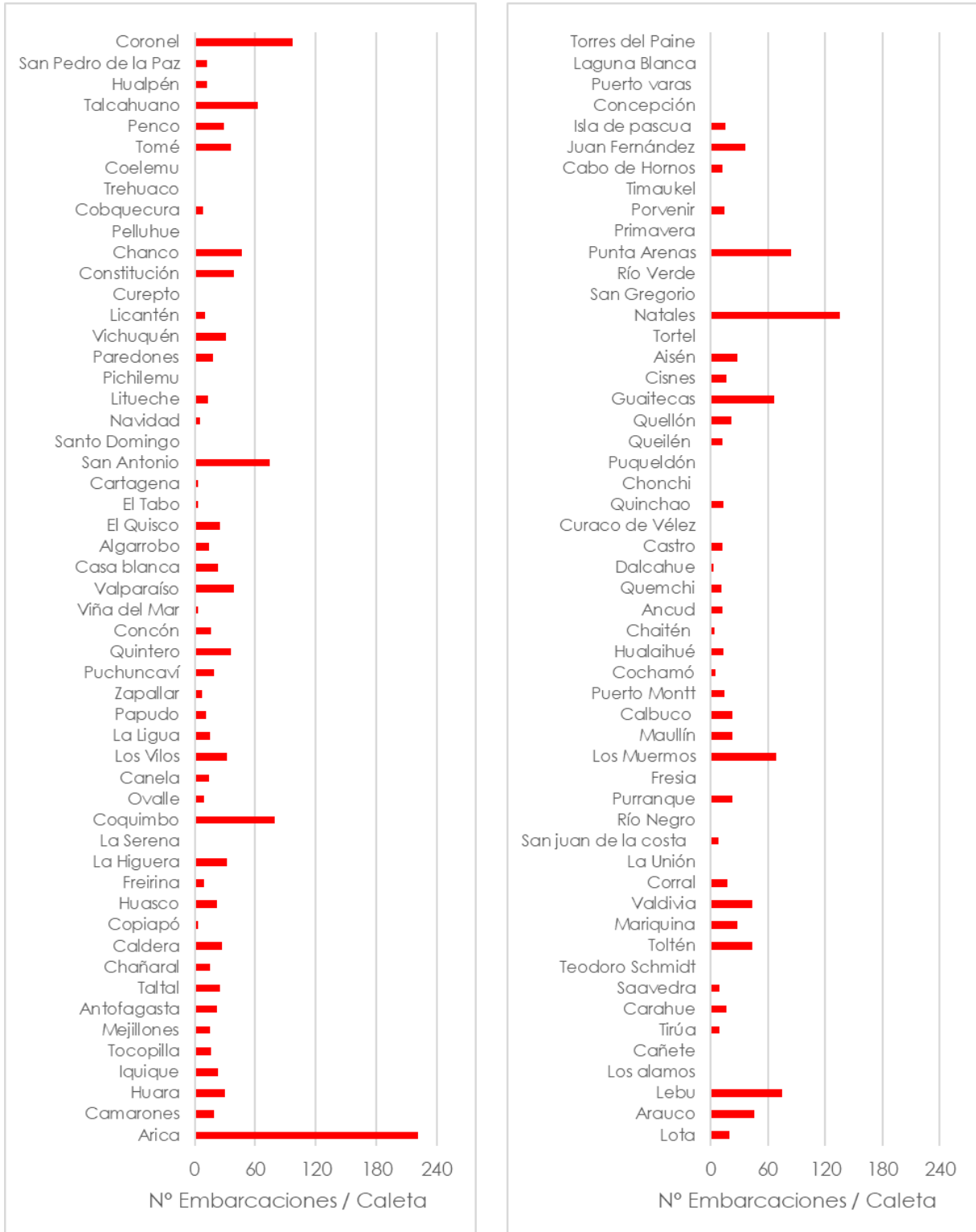


Figura 15: Número promedio de pescadores por embarcación para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.



### 3.1.2 Distribución de actividades y género de los pescadores artesanales

En esta sección se efectúa un análisis distribución de actividades y género de los pescadores artesanales en función de la siguiente clasificación de oficios:

- **Recolector:** Es quien extrae recursos en las playas sin navegar.
- **Pescador:** Es quien se desempeña como tripulante en una embarcación artesanal<sup>11</sup>.
- **Armador:** Es un pescador artesanal a cuyo nombre se explotan hasta dos embarcaciones artesanales, las cuales en conjunto no podrán exceder de 50 toneladas en registro grueso. El propietario de toda embarcación artesanal es un armador.
- **Buzo:** Son quienes extraen recursos buceando.

De los casi 140.000 pescadores registrados en SERNAPESCA, ellos se distribuyen por actividades de la siguiente forma:

- |               |         |                    |
|---------------|---------|--------------------|
| • Recolector: | 49,50 % | ~69.000 individuos |
| • Pescador    | 34,67 % | ~49.000 individuos |
| • Armador     | 8,26 %  | ~12.000 individuos |
| • Buzo        | 7,57 %  | ~8.000 individuos  |

El 9,35% de los inscritos son mujeres.

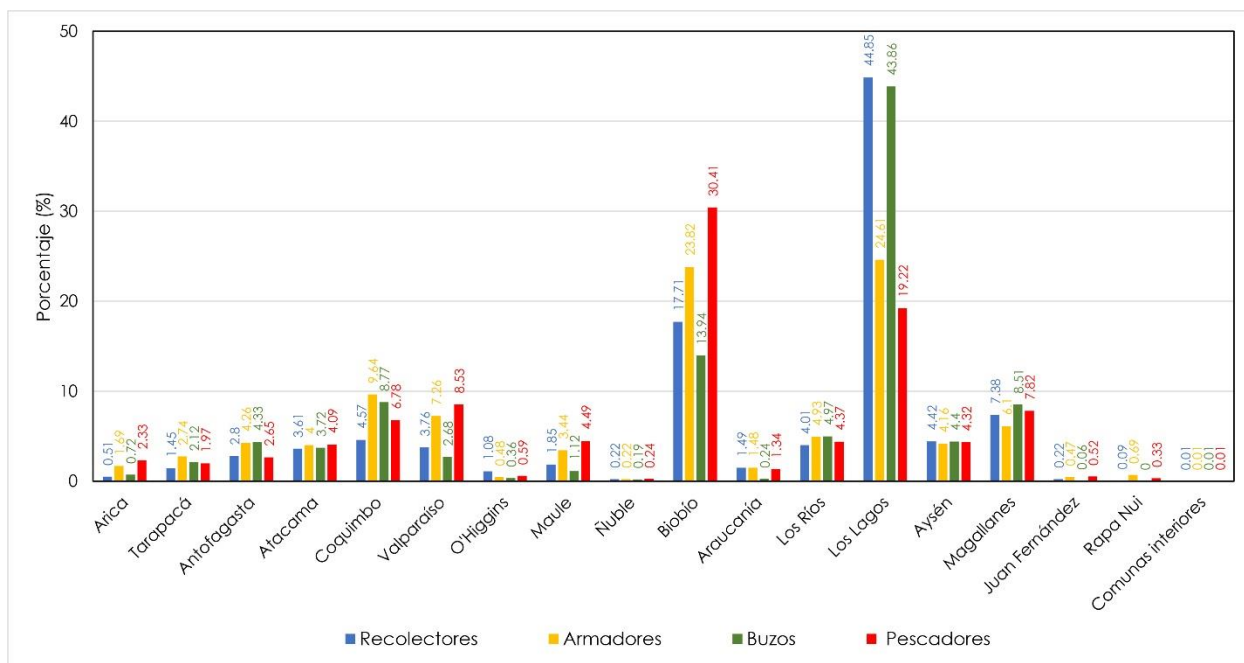
En la Figura 16 se muestra la distribución porcentual de los recolectores, armadores, buzos y pescadores a lo largo de las diferentes regiones, islas oceánicas y comunas interiores. Cabe destacar que un pescador puede estar inscrito en una o más categorías (un pescador puede ser también armador o buzo).

Se observa que la región de Los Lagos concentra sobre el 40% de los recolectores del país, mientras que las regiones del Biobío y Los Lagos participan cada una con cerca del 25% de los armadores. Los buzos se concentran en la región de Los Lagos nuevamente con más de un 40% del total nacional. Por último, los pescadores destacan en la región del Biobío con más de un 30%.

---

<sup>11</sup> Observar que, por un abuso de lenguaje, los "pescadores artesanales" o simplemente "pescadores" engloban estas 4 categorías, incluyendo al "pescador", entendido como tripulante.

**Figura 16: Distribución Porcentual de Recolectores, Armadores, Buzos y Pescadores por región. Los porcentajes presentes en cada región son respecto al total nacional.**



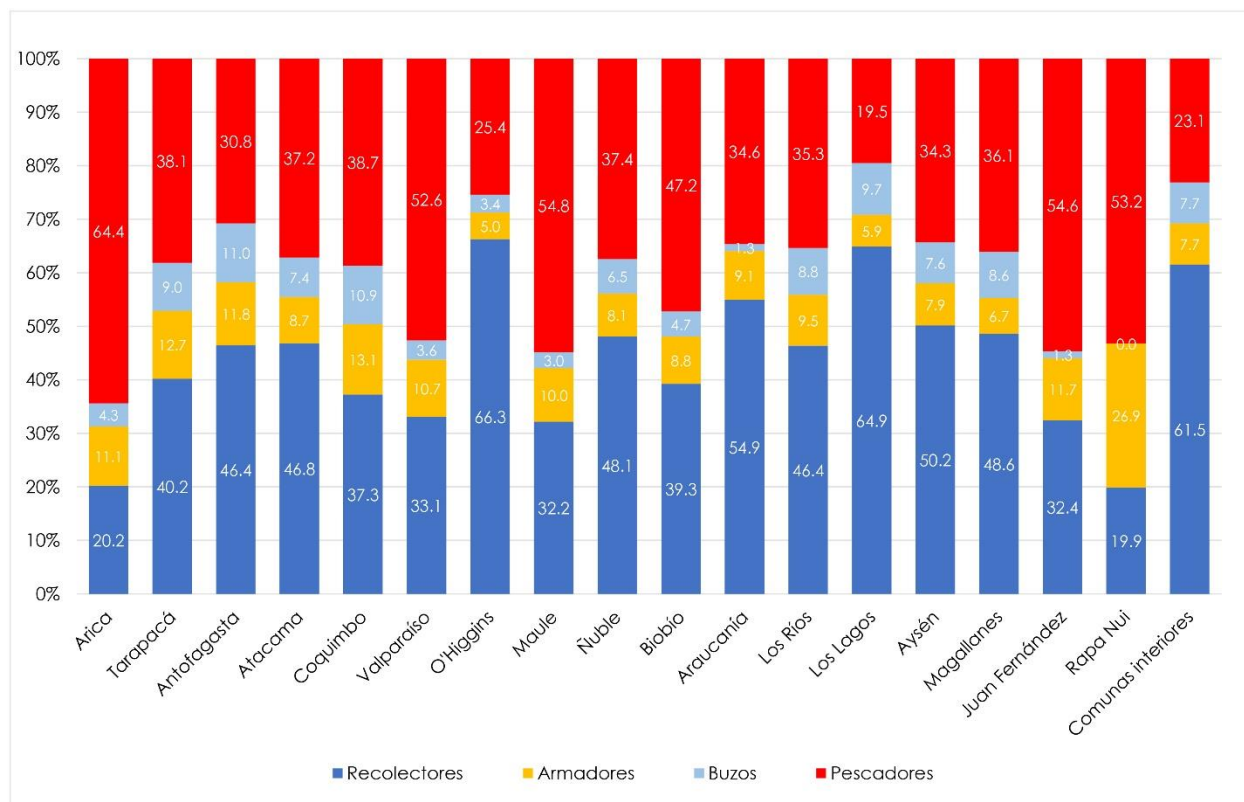
En la Figura 17 se muestran los tipos de actividades de pescadores para cada región, expresadas como el porcentaje del número de pescadores dedicados a las diferentes actividades. Se aprecia que regiones como Arica, Valparaíso, Ñuble y las islas oceánicas tienen más del 50% de las personas dedicadas al rubro, declaradas como pescadores (Arica sobresale como más de un 60%).

Los armadores se encuentran presentes en forma homogénea en todas las regiones, con una participación de alrededor 10% aun cuando en algunas regiones como O'Higgins y Los Lagos, pueden bajar a 5%. Destaca Rapa Nui, con un 26.9% de armadores, número que coincide con ser una de las comunas con bajo número de pescadores por embarcación.

Los buzos también se distribuyen en forma más o menos homogénea en las regiones, con valores en torno a 6%. Destacan las regiones de Valparaíso, O'Higgins, Ñuble y especialmente la Araucanía por el bajo porcentaje de buzos. En las islas oceánicas los buzos también destacan por su bajo número de participación, siendo inexistentes en Rapa Nui.

Los recolectores destacan en las regiones de O'Higgins, Araucanía, Los Lagos y Aysén, siendo O'Higgins y Los Lagos regiones donde más del 60% corresponden a esta categoría. Arica es la región con menos participación de recolectores. En las islas oceánicas también tienen una baja representación, pero en las comunas interiores alcanzan un 60%.

**Figura 17: Distribución porcentual por región del tipo de pescadores. Se han dejado aparte las caletas de islas oceánicas y comunas interiores.**



En la Figura 18 se muestra la distribución porcentual de mujeres pescadoras en el país, expresada como porcentaje en cada región. Ellas tienen mayor presencia en las regiones de Biobío a Aysén y son prácticamente inexistentes en las regiones de Arica, O'Higgins, Ñuble y Magallanes. Lo mismo ocurre en las islas oceánicas y caletas de comunas interiores. Sobresale el caso de la región de Los Lagos, que concentra más del 50% de todas las mujeres pescadoras del país. En Chile existe un total inscrito de 21269 mujeres y 68182 hombres en la pesca artesanal.

Al revisar la participación porcentual de mujeres pescadoras en cada región, expresadas como porcentaje del total regional de pescadores (Figura 19), se aprecia que la mayor participación femenina se encuentra entre las regiones de O'Higgins y Aysén, siendo las regiones de Ñuble y Los Lagos las que muestran los mayores porcentajes de mujeres pescadoras (del orden del 25%). Las regiones extremas de Arica y Magallanes, junto a la región de Valparaíso destacan por el bajo porcentaje de mujeres pescadoras (5%). Con respecto a las islas oceánicas, Juan Fernández tiene una baja participación de mujeres en la pesca, mientras que en Rapa Nui es alto. Por último, las comunas interiores muestran la participación mayor (sobre el 35%), pero aquí se encuentran solo 2 caletas con muy pocos pescadores en total.

Existe una correlación positiva ( $R^2= 0.58$ ) entre la actividad de recolectores y la presencia de mujeres (Figura 20).

Figura 18: Distribución porcentual de mujeres pescadoras por región. Se han dejado aparte las caletas de islas oceánicas y comunas interiores.

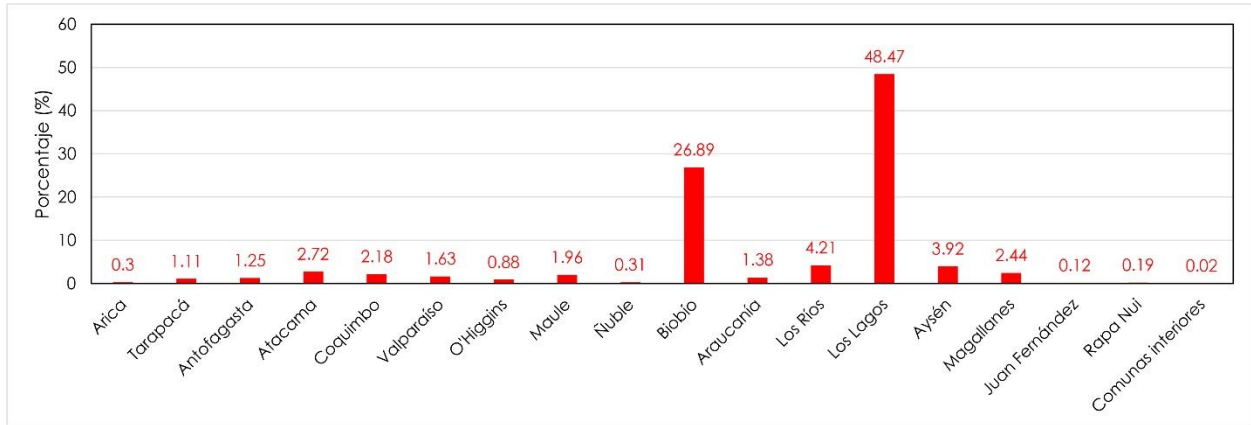


Figura 19: Porcentaje de mujeres del total de pescadores de cada región. Se han dejado aparte las caletas de islas oceánicas y comunas interiores.

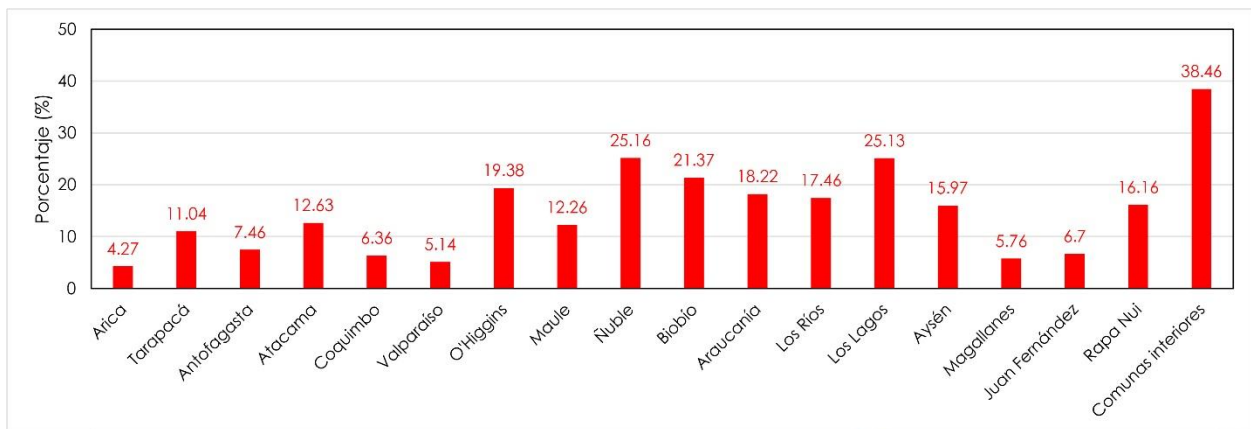
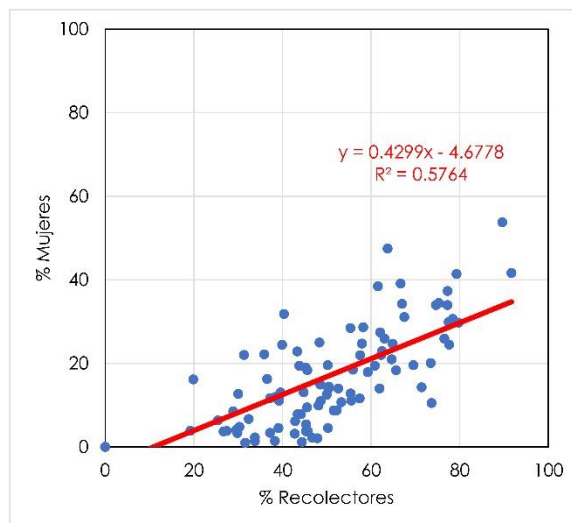


Figura 20: Correlación entre el porcentaje de recolectores y mujeres pescadoras por caleta.





En la Figura 21 a Figura 26 se muestran los indicadores anteriores a nivel de comunas. De estas figuras se concluye lo siguiente:

- El porcentaje de mujeres pescadoras por comuna (Figura 21), muestra que las comunas de Chile centro – sur tienen las mayores participaciones, superando en muchos casos el 20% y en otros el 40%. Destaca Curaco de Vélez con más de un 50% de pescadoras. Las comunas extremas (Arica y las comunas de Magallanes), destacan por el bajo número de mujeres. Curiosamente la mayoría de las comunas de la región de Valparaíso tiene una participación femenina notoriamente inferior a las regiones vecinas.
- Con respecto a los recolectores, considerando tanto hombres como mujeres (Figura 22), las comunas de Santo Domingo, Pelluhue y Curaco de Vélez, destacan con más de un 80% de participación. Los recolectores tienen a ser más numerosos en las comunas del centro – sur del país.
- Las comunas con mayor número de Armadores son Isla de Pascua, San Pedro de la Paz y Licantén (Figura 23), pero esta es una actividad que se distribuye en forma homogénea a lo largo de las comunas del país.
- Los buzos también tienen un comportamiento diferenciado con respecto a las comunas ordenadas de norte a sur (Figura 24). En la zona norte, las comunas suelen tener un 10% de buzos, número que se reduce considerablemente en la zona central (salvo en las comunas de Cartagena y Penco), para volver a subir en las comunas australes. Pero son casi inexistentes en Magallanes.
- El porcentaje de pescadores por comuna (Figura 25) también muestra un gradiente de norte a sur: hay más pescadores en las comunas del centro-norte y menos en las comunas australes). Destaca la comuna de Trehuaco (Ñuble) donde el 100% son pescadores.
- Al revisar la distribución relativa por comuna de cada actividad (Figura 26), se constata la existencia de comunas mayoritariamente formada por recolectores (como es el caso de Santo Domingo o Curaco de Vélez) y otras dedicadas a la pesca (Arica, Trehuaco). Sin embargo, en ninguna comuna los armadores y buzos son mayoritarios. Destacan las comunas de la Higuera para los buzos (18%) e Isla de Pascua para los Armadores (27%).

Figura 21: Porcentaje de mujeres pescadoras para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

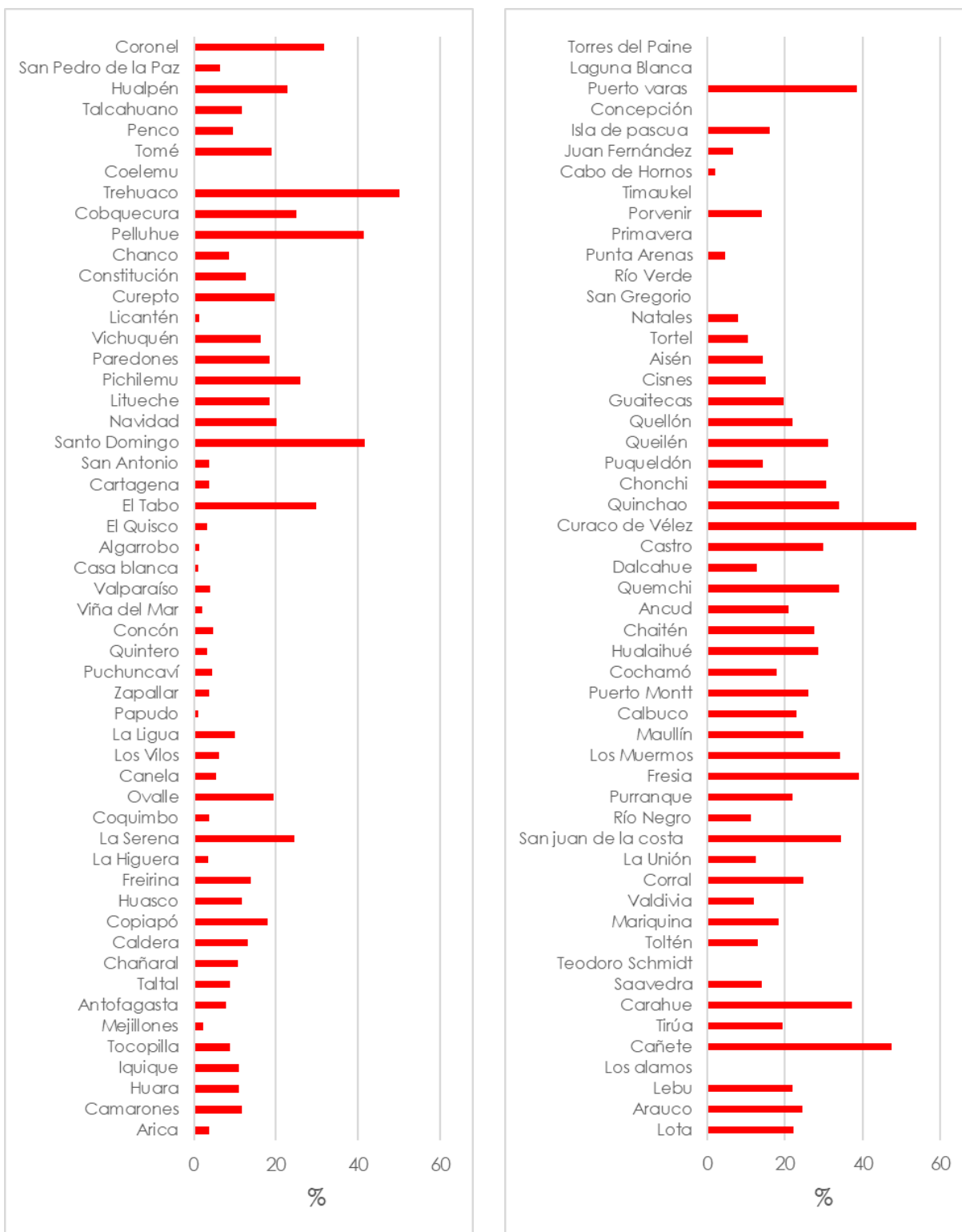


Figura 22: Porcentaje de recolectores para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

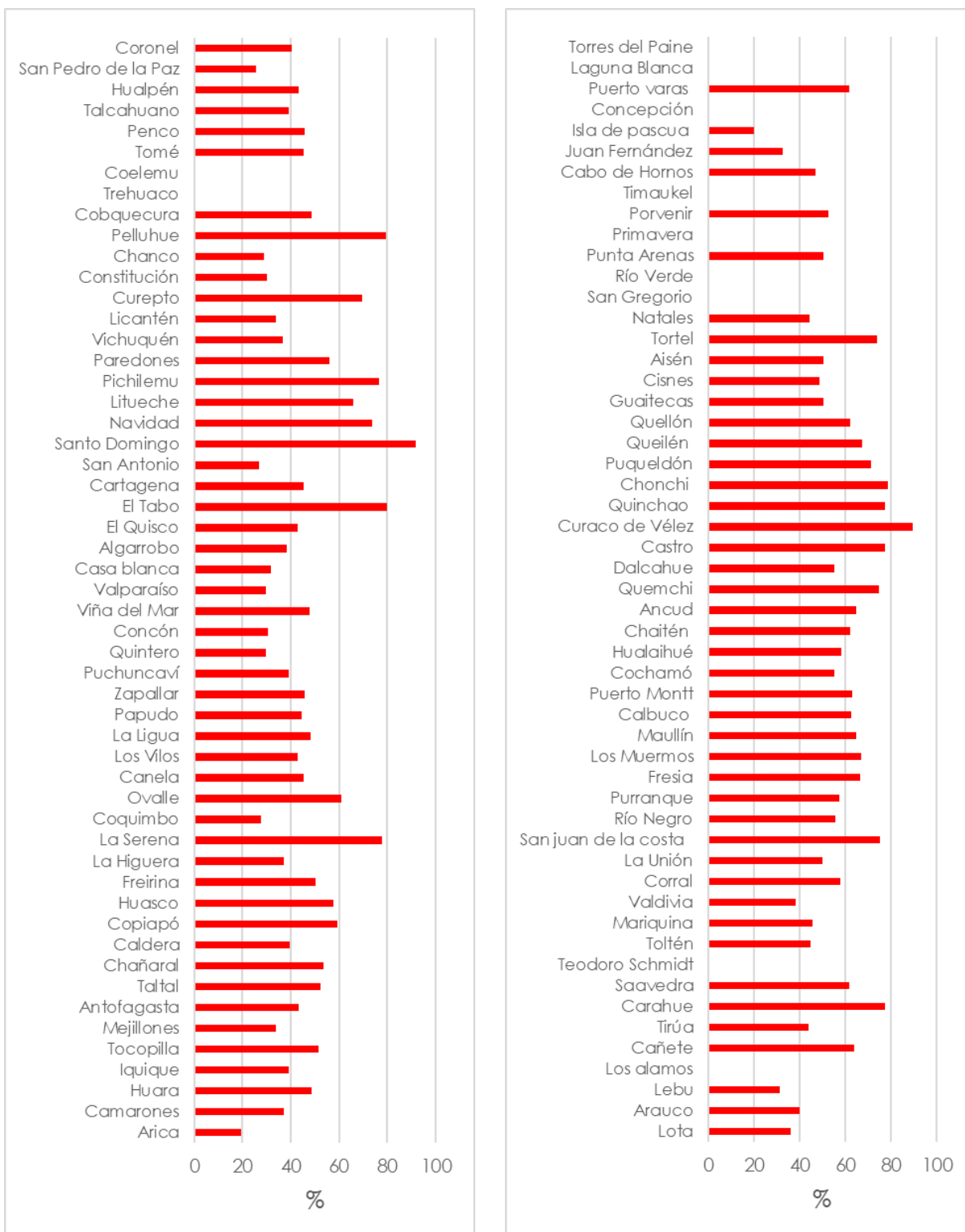


Figura 23: Porcentaje de armadores para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.



Figura 24: Porcentaje de buzos para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

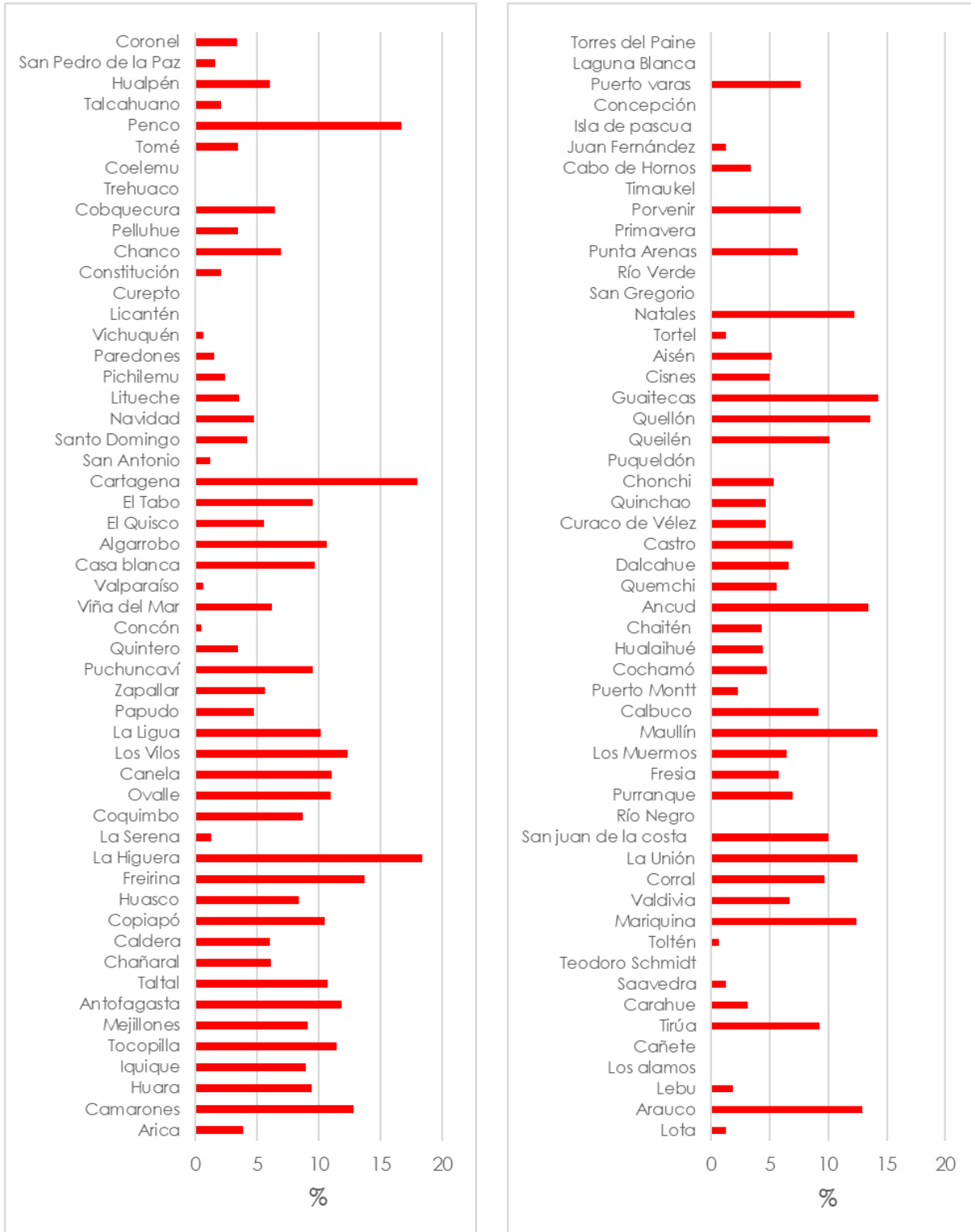


Figura 25: Porcentaje de pescadores para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

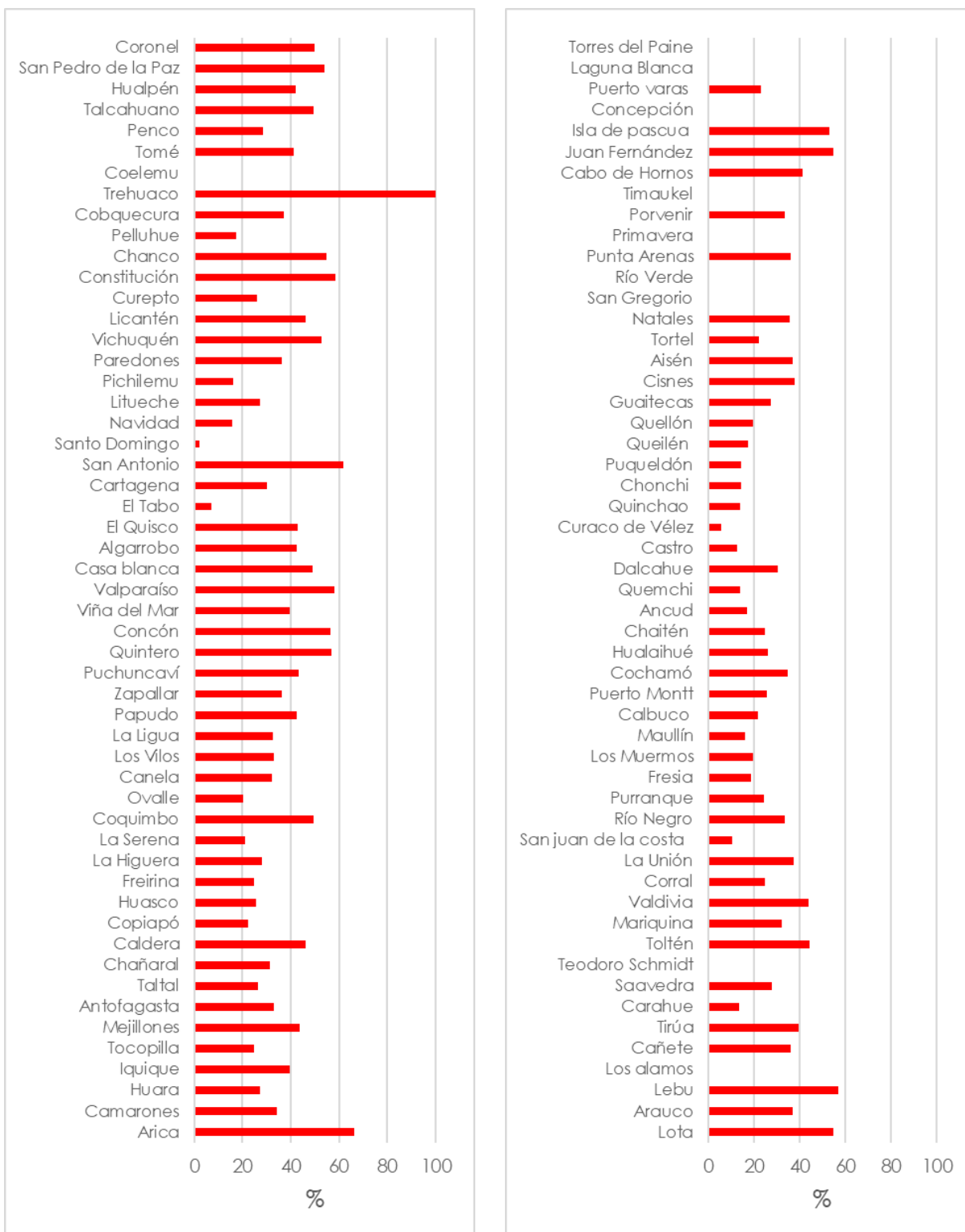


Figura 26: Distribución porcentual de actividades de pescadores para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.





### 3.1.3 Características de las caletas de pescadores

De las 546 caletas encontradas, 44.7% se emplazan en las inmediaciones un centro urbano o villa. En términos de infraestructura, solo 6.6% tiene una obra de ingeniería de abrigo (Tabla 3), 64.4% cuenta con un abrigo natural<sup>12</sup>, 42.8% cuenta con un muelle o rampla y 19% con facilidades en tierra<sup>13</sup>.

**Tabla 3: Porcentaje de participación, diferentes características de las caletas artesanales en Chile.**

Característica de la Caleta	Total Nacional	Porcentaje [%]
Caletas urbanas	244	44,7
Existencia obra de abrigo	36	6,6
Existencia de muelle o rampla	234	42,8
Facilidades en tierra	104	19,0
<b>Abrigo Natural</b>	<b>352</b>	<b>64,4</b>

Al revisar la distribución por región, se constata que existen diferencias latitudinales (Tabla 4). Las regiones con caletas más urbanizadas se encuentran en la zona central del país, destacando la región de Valparaíso (84.6%). En la zona norte las regiones tienen mayores porcentajes de caletas con obras de abrigo, muelles o rampas y facilidades en tierra, mientras que en la zona sur las caletas tienen más abrigo natural. Destaca el caso de la región de la Araucanía donde el 100% de sus caletas tiene un abrigo natural.

---

<sup>12</sup> El abrigo natural implica que la caleta se encuentra emplazada en una bahía, al lado norte de una península, en la desembocadura de un estuario o río, o en una ensenada al interior de un fiordo o el mar interior de Chiloé. Los canales no fueron considerados pues ellos suelen sufrir intensas corrientes de marea.

<sup>13</sup> Alguna bodega, puesto de venta, casa administración sindicato, etc.

**Tabla 4: Porcentaje de caletas urbanas, con obras de abrigo, muelle o rampla, facilidades en tierra y abrigo natural por región.**

Región	Número caletas	Urbana [%]	Obra de abrigo [%]	Muelle o rampla [%]	Facilidades en Tierra [%]	Abrigo Natural [%]
Arica	2	50,00	50,00	100,00	50,00	0
Tarapacá	14	78,57	50,00	64,29	85,71	21,43
Antofagasta	28	35,71	7,14	39,29	78,57	50,00
Atacama	30	36,67	10,00	13,33	80,00	60,00
Coquimbo	34	44,12	14,71	50,00	38,24	44,12
Valparaíso	39	84,62	23,08	48,72	41,03	76,92
O'Higgins	8	62,50	12,50	25,00	25,00	62,50
Maule	16	68,75	0	31,25	0	56,25
Ñuble	5	60,00	0	0	0	60,00
Biobío	81	54,32	6,17	29,63	12,35	55,56
Araucanía	9	55,56	0	66,67	0	100,00
Los Ríos	25	68,00	0	48,00	0	80,00
Los Lagos	222	27,93	0,90	46,40	1,35	68,92
Aisén	20	50,00	0	55,00	0	95,00
Magallanes	13	46,15	7,69	61,54	7,69	61,54
Promedio		54,69	12,15	45,41	28,00	59,53
Mediana		54,32	7,14	48,72	12,35	60,00
Desviación estándar		15,27	16,21	23,37	31,25	24,63
Máximo		84,62	50,00	100,00	85,71	100,00
Mínimo		27,93	0	0	0	0

En la Figura 27 a Figura 31 se ilustran los valores mostrados en la Tabla 4. De estas figuras se concluye lo siguiente:

- Las regiones de Tarapacá, Valparaíso O'Higgins, Maule, Ñuble y Los Ríos, tienen el 60% de sus caletas asociadas a centros urbanos, mientras que la región de Los Lagos tiene el menor porcentaje de caletas urbanas, con menos de un 25% (Figura 27).
- Respecto de la existencia de muelles o rampas de acceso (Figura 28), destacan las regiones de Arica (100% de sus caletas disponen de acceso), Tarapacá y Araucanía (más del 60%). En la región de Ñuble, ninguna caleta tiene muelle o rampas de acceso.
- Respecto de las facilidades en tierra (Figura 29), las regiones del centro norte suelen tener caletas con estas facilidades, destacando Tarapacá, Antofagasta y Atacama, con alrededor de 80% de sus caletas cuentan con facilidades en tierra. Desde la región del Maule al sur, estas facilidades son prácticamente inexistentes.
- Respecto de la existencia de obras de abrigo (Figura 30) y protección natural (Figura 31), se aprecia que en la zona norte prevalecen las regiones con mayor porcentaje de obras de abrigo, mientras que en el sur predomina el abrigo natural.

Figura 27: Caletas urbanas por región (%). No se incluyen caletas de islas oceánicas y comunas interiores.

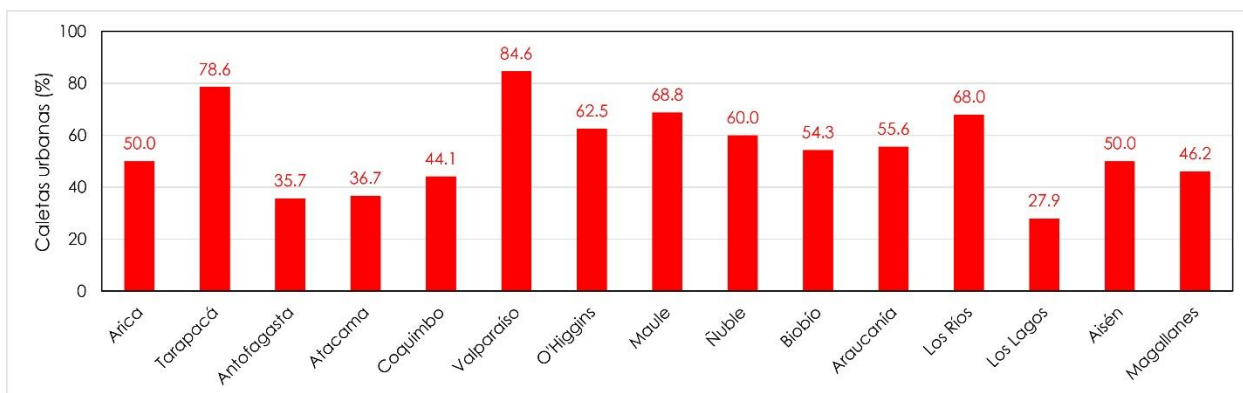


Figura 28: Caletas con muelles o rampas por región (%). No se incluyen caletas de islas oceánicas y comunas interiores.

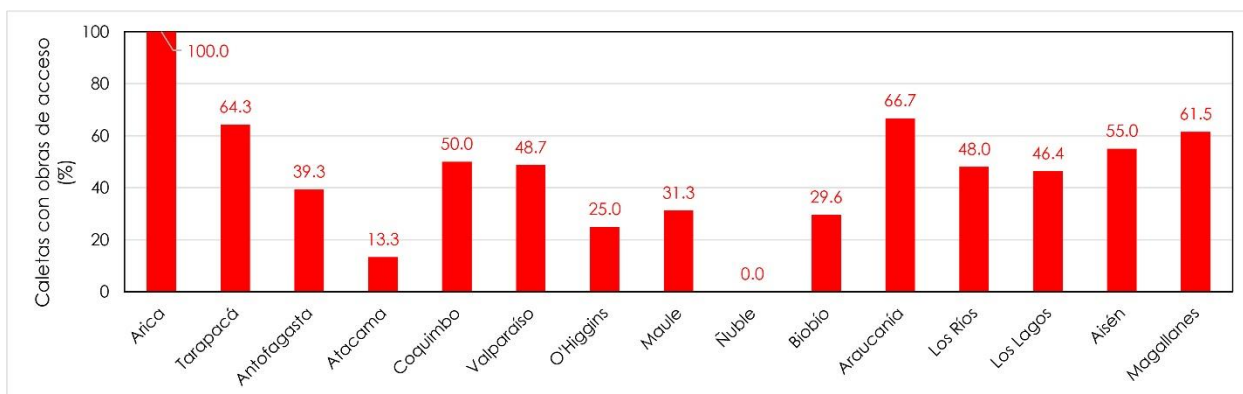
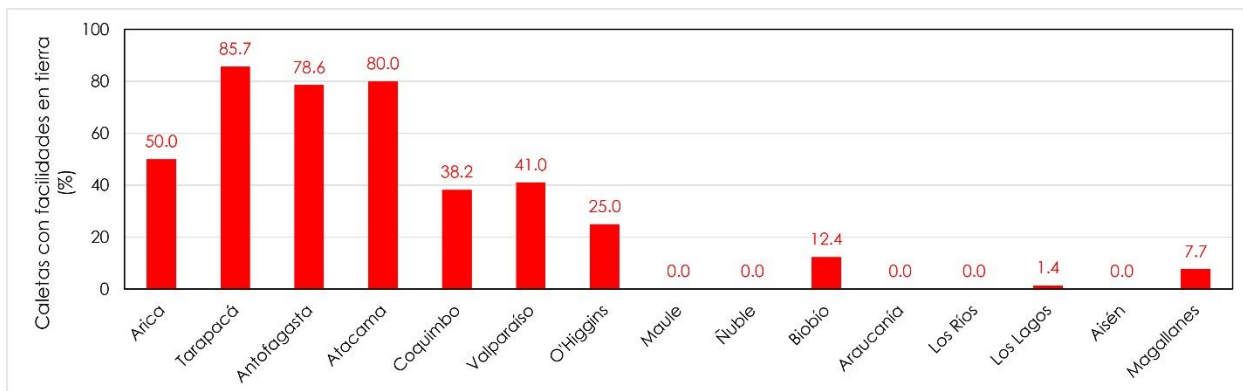
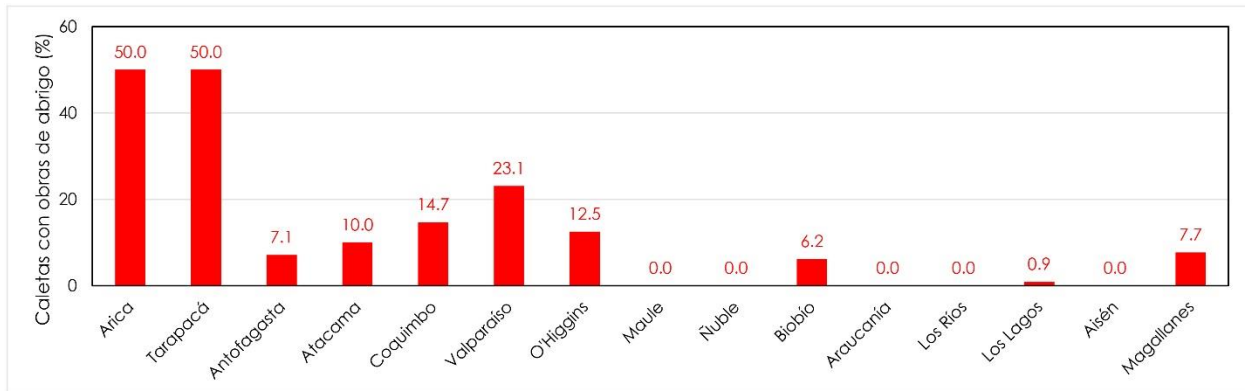


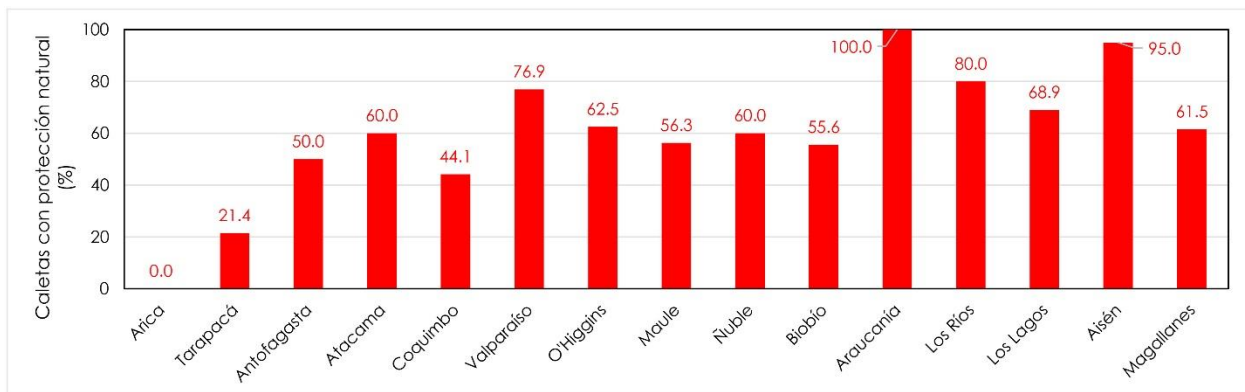
Figura 29: Caletas con facilidades en tierra por región (%). No se incluyen caletas de islas oceánicas y comunas interiores.



**Figura 30: Caletas con obras de abrigo por región (%). No se incluyen caletas de islas oceánicas y comunas interiores.**



**Figura 31: Caletas con protección natural por región (%). No se incluyen caletas de islas oceánicas y comunas interiores.**



En la Figura 32 a Figura 36, se muestran estos parámetros por comuna. De estas figuras se concluye lo siguiente:

- Con respecto a las caletas urbanas (Figura 32), una gran cantidad de comunas del centro-norte del país cuentan con el 100% de sus caletas asociadas a centros urbanos.
- Con respecto a muelles o ramplas (Figura 33) en el norte se encuentran varias comunas con un 100% de caletas equipadas con estas facilidades de acceso-, también existe un número importante de comunas de las regiones de Los Lagos y Aysén, que alcanzan el 100%. Esto no se ve reflejado en las estadísticas a nivel regional.
- Con respecto a las facilidades en tierra, solo en la zona centro-norte se encuentran comunas con el 100% de estas facilidades (Figura 34). Por otro lado, son muy pocas las comunas que cuentan con caletas equipadas con obras de abrigo (Figura 35). Solo Arica, Paredones y Rapa Nui cuentan con el 100% de sus caletas con abrigo artificial. Se aprecia que estas obras prevalecen en las comunas del centro-norte del país y son casi

inexistentes en las comunas australes.

- Con respecto al abrigo natural (Figura 36), prácticamente todas las comunas del país cuentan con caletas abrigadas naturalmente, siendo más frecuente en el centro- sur del país.

En el Anexo 6.3 se incluyen los resultados de análisis multivariado de caracterización de tipos de caletas.

Figura 32: Porcentaje de caletas urbanas para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.



Figura 33: Porcentaje de caletas con muelles o rampas para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

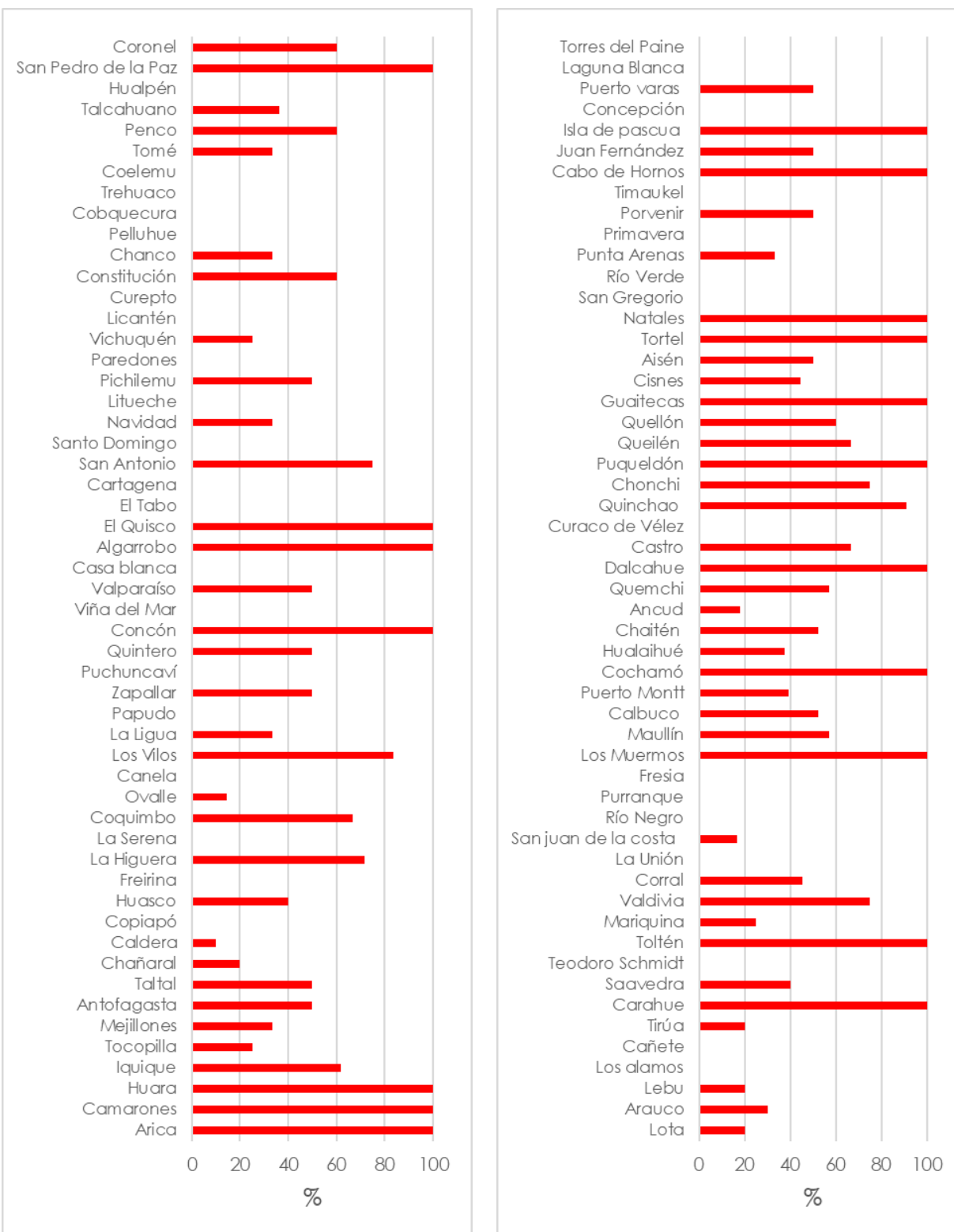




Figura 34: Porcentaje de caletas con facilidades en tierra para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

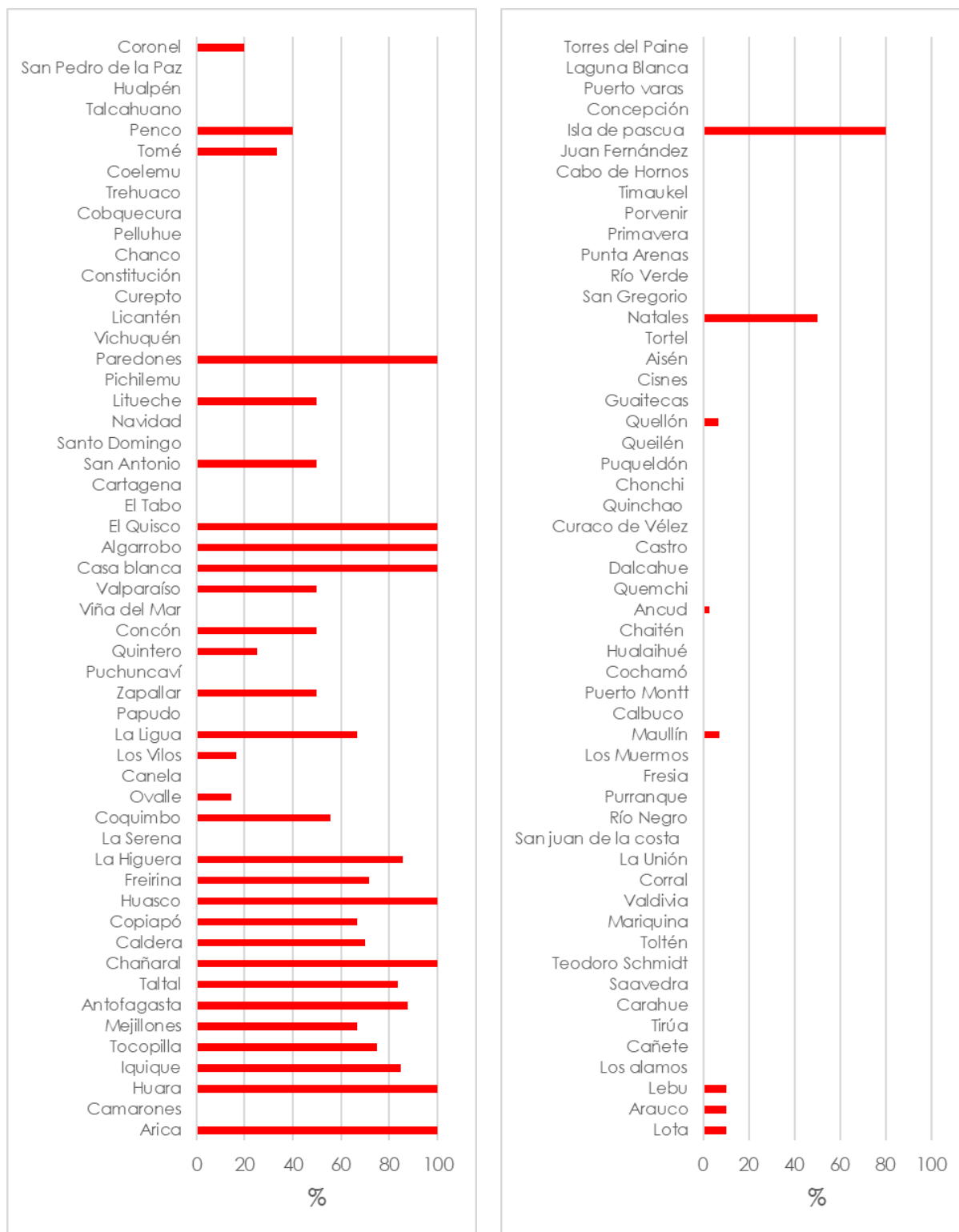


Figura 35: Porcentaje de caletas con obras de abrigo para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.

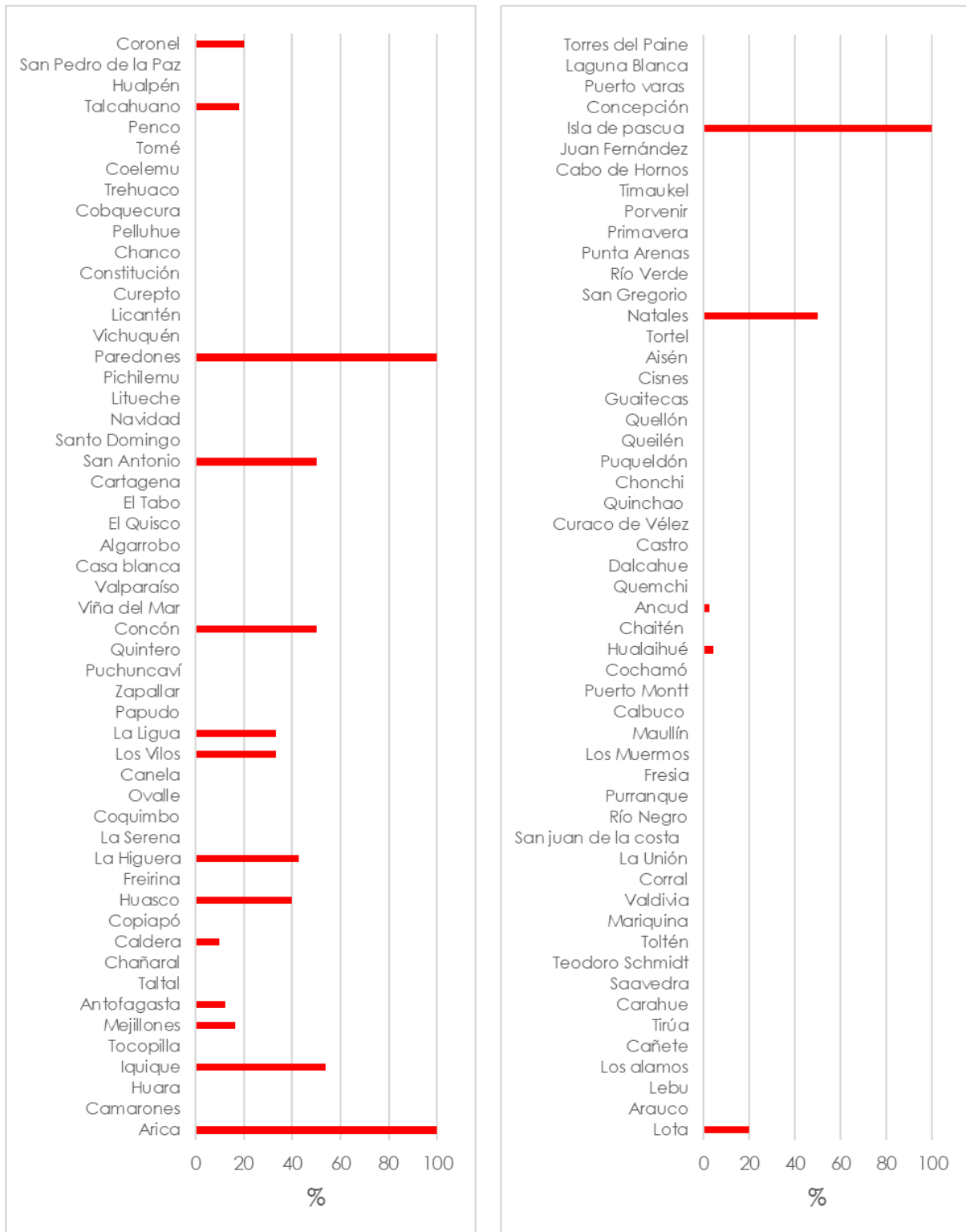
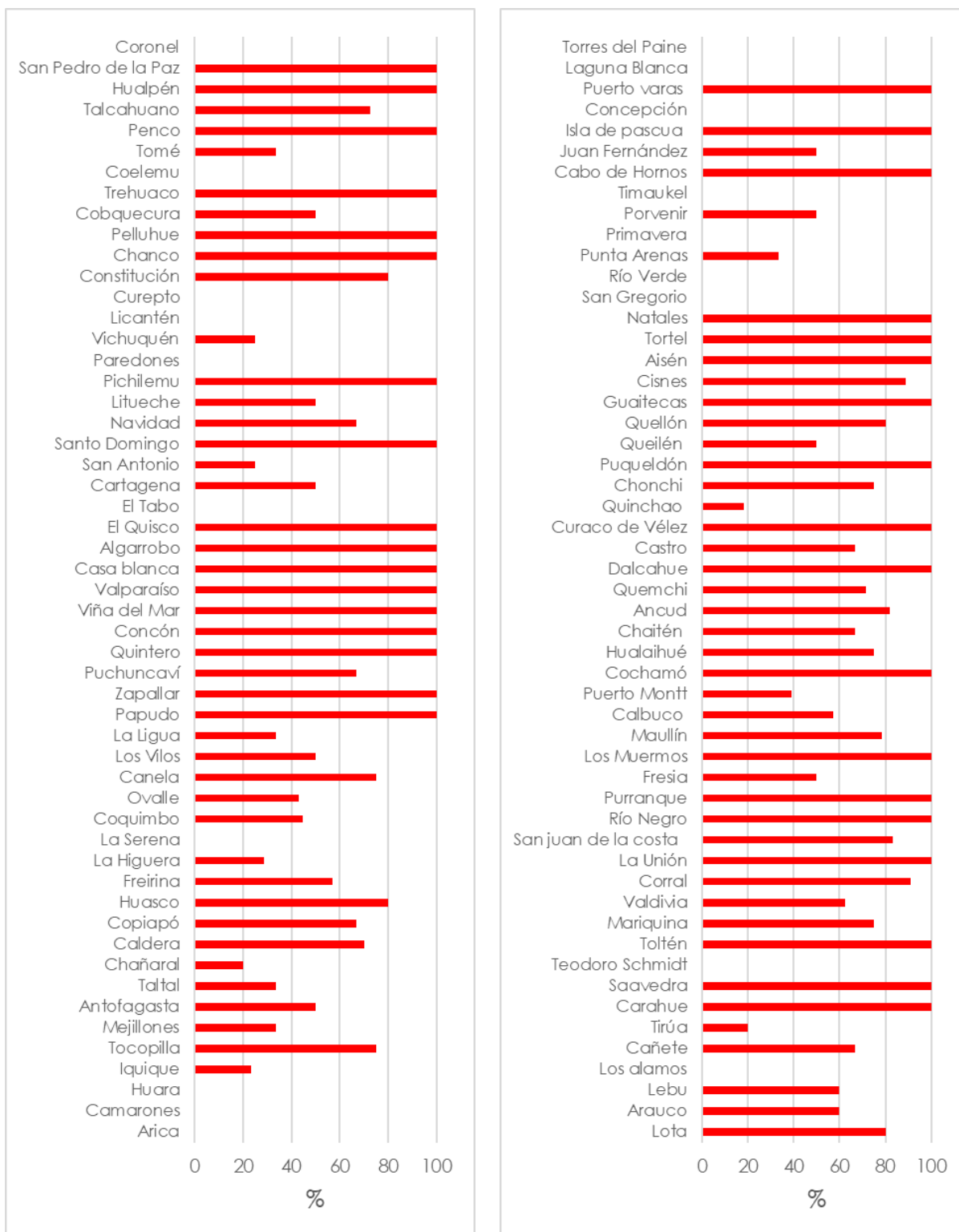


Figura 36: Porcentaje de caletas con abrigo natural para las 106 comunas del estudio. Izquierda: sector norte. Derecha: sector sur del país.



## 3.2 ESTUDIO DE OLAJE

El estudio de oleaje en aguas profundas se detalla en Volumen 1: Amenazas (oleaje, nivel del mar y cota de inundación)

### 3.2.1 Oleaje en aguas profundas

Los campos bidimensionales de altura significativa, período medio y dirección media se presentan, a modo de ejemplo, en la Figura 37 a Figura 39 para el período histórico (1985-2004), la proyección (2026-2045) y para la diferencia entre ambos. Se muestra el percentil 50% del período medio y la dirección media y el percentil 99% de la altura significativa como un ejemplo de un oleaje más intenso (pero no necesariamente extremo). Cabe notar que para este estudio se transfirió toda la estadística completa (no sólo percentiles) y por tanto se cuenta con curvas de excedencia de todos estos parámetros a 20 [m] de profundidad. La Tabla 5 presenta un resumen de las tendencias identificadas en cada una de estas variables en cuatro zonas de Chile continental<sup>14</sup> (CORFO, 1950).

**Tabla 5: Resumen de diferencias de parámetros de viento y oleaje entre el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045) en las 4 zonas geográficas de Chile. Celdas sin descriptor representan cambios despreciables.**

Parámetro	Percentil %	Zona Norte 19°S – 32°S	Zona Centro 32°S – 37°S	Zona Sur 37°S – 44°S	Zona Austral 44°S - 55°S
Viento	50	Aumento	Disminución	Disminución	Variable
	90	Aumento	Disminución	Disminución	Aumento
Altura significativa	50	-	-	-	Aumento
	90	Aumento	-	Aumento	Aumento
Período medio	50	Disminución	Aumento	Aumento	Aumento
	90	Aumento	Aumento	Aumento	Aumento
Dirección media	50	-	Giro al sur	Giro al sur	-



<sup>14</sup> Las regiones Norte Grande y Norte Chico definidas por CORFO (1950) se funden en "Zona Norte".

Figura 37: Campos de altura significativa de oleaje para el período histórico (1985-2004) y proyección (2026-2045), además de la diferencia entre ambos para el percentil 99% frente a Chile.

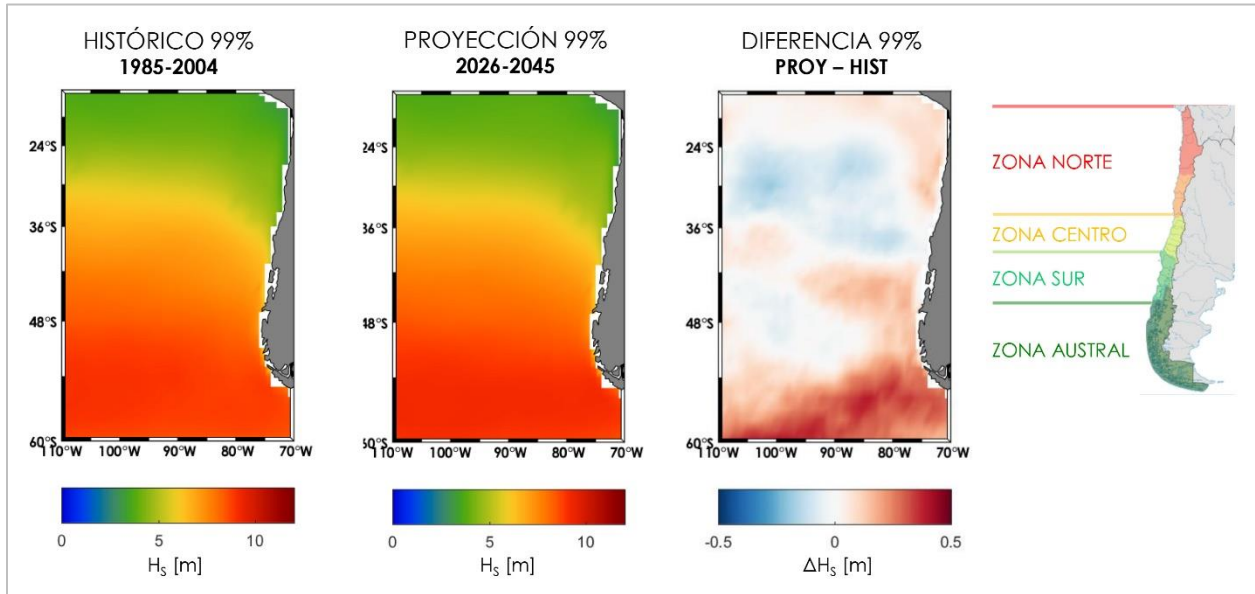


Figura 38: Campos de período medio de oleaje para el período histórico (1985-2004) y proyección (2026-2045), además de la diferencia entre ambos para el percentil 50% frente a Chile.

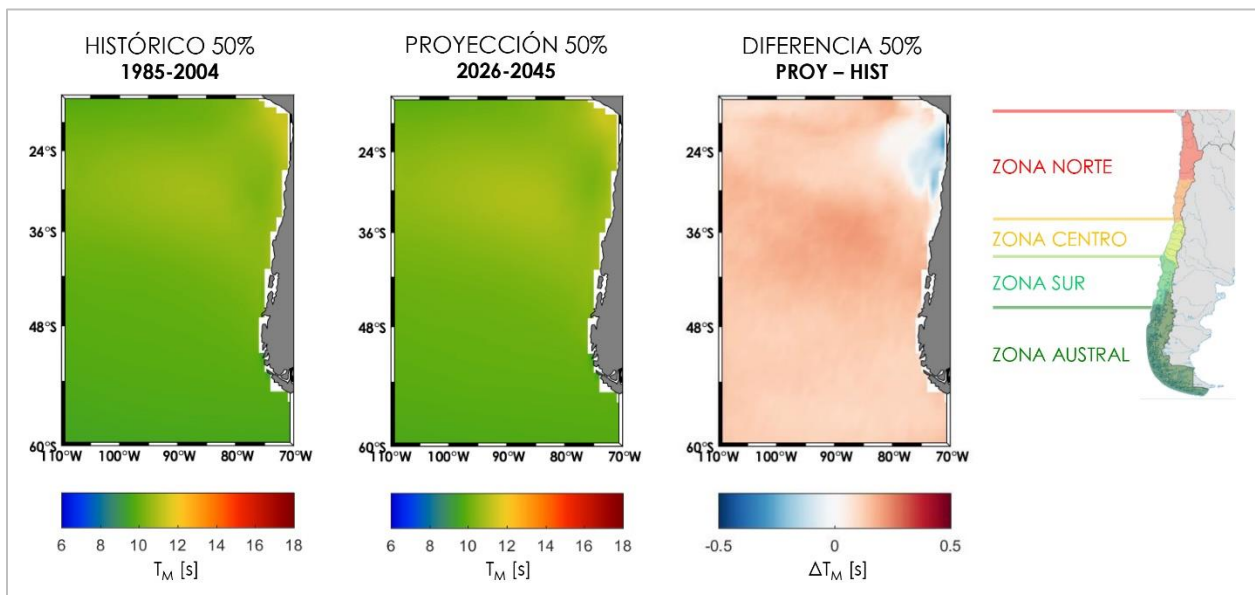
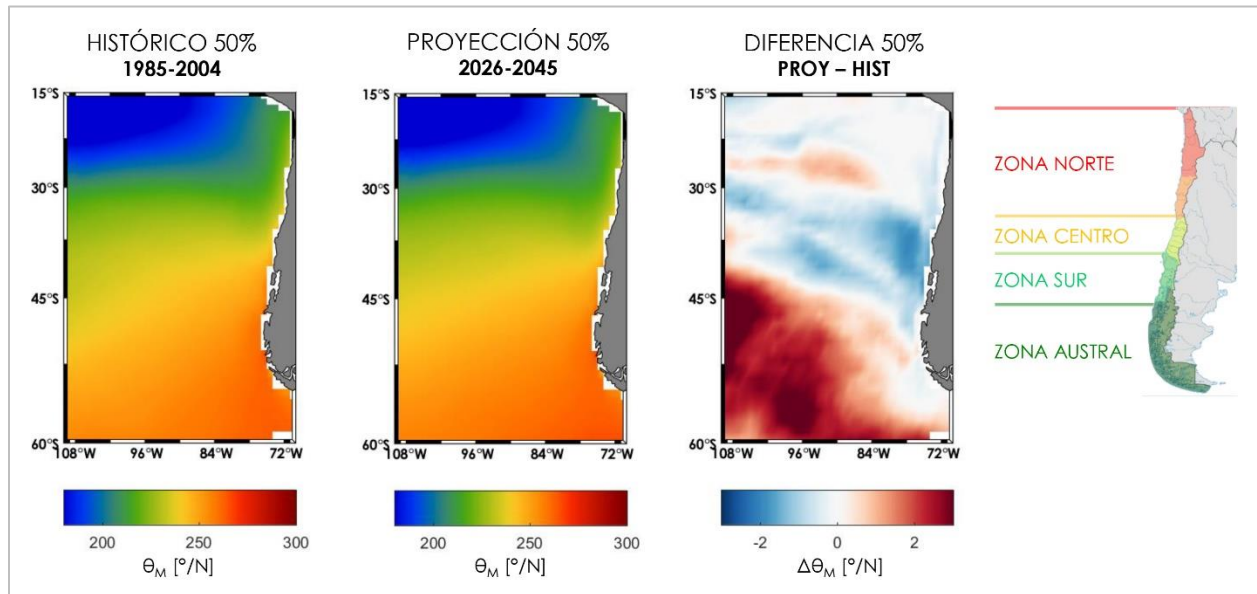


Figura 39: Campos de dirección media de oleaje para el período histórico (1985-2004) y proyección (2026-2045), además de la diferencia entre ambos para el percentil 50% frente a Chile.



### 3.2.2 Oleaje a 20 [m] de profundidad

#### 3.2.2.1 Estudio de clima de oleaje operacional

Para realizar el estudio de operatividad de las caletas de pescadores agrupadas cada 2° de latitud, se realizó una propagación lineal del oleaje hasta 20 [m] de profundidad. La ubicación de los nodos en aguas profundas se presenta en la Tabla 6.

En la Figura 40 a Figura 42 se presentan las curvas de probabilidad de excedencia altura significativa ( $H_{m0}$ ), periodo medio ( $T_m$ ) y potencia normalizada ( $H_{m0}^2 T_m$ ) en el nodo Valparaíso para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 y en la proyección 2026-2045, además de la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección<sup>15</sup>. La información en los otros nodos se incluye en el Anexo.

El cálculo de los percentiles del oleaje propagado hasta los 20 [m] se utilizó para calcular el percentil 50 y el 99 para los parámetros del oleaje. Un ejemplo de los resultados del cálculo de percentiles de la altura de ola espectral para Valparaíso se presenta en la Tabla 7 y Tabla 8.

<sup>15</sup> Para efectos de cálculo, sólo se utilizan las alturas significativas pues son estas las que usan los pescadores para decidir si salen o no a sus labores.

**Tabla 6: Nodos en aguas profundas utilizados para estimar el oleaje frente a las caletas.**

<b>Id.</b>	<b>Nodos</b>	<b>Latitud [°]</b>	<b>Longitud [°]</b>
1	Arica	19	71
2	Iquique	21	71
3	Mejillones	23	72
4	Taltal	25	71
5	Bahía Inglesa	27	72
6	Huasco	29	72.5
7	Tongoy	31	73.5
8	Valparaíso	33	73
9	Constitución	35	74
10	Talcahuano	37	75
11	Puerto Saavedra	39	74.5
12	Bahía Mansa	41	75
13	Chiloé	43	76
14	Archipiélago de Los Chonos	45	77
15	Golfo de Penas	47	77.5
16	Isla Esmeralda	49	77.5
17	Isla Diego de Almagro	51	77
18	Isla Contreras	53	76
19	Isla London	55	74

**Tabla 7: Percentiles de altura significativa en Valparaíso para período histórico (1985-2004).**

<b>Estadígrafo</b>	<b>Access1.0</b>	<b>CCMC-CM</b>	<b>EC-EARTH</b>	<b>Hadgem2-ES</b>	<b>MIROC5</b>	<b>MRI-CGCM3</b>
Percentil 50	1,64	1,93	1,76	1,56	2,00	1,99
Percentil 99	3,59	4,14	3,49	3,24	5,09	4,47
Media	1,73	2,03	1,82	1,65	2,14	2,11

**Tabla 8: Percentiles de altura significativa en Valparaíso para proyección (2026-2045).**

<b>Estadígrafo</b>	<b>Access1.0</b>	<b>CCMC-CM</b>	<b>EC-EARTH</b>	<b>Hadgem2-ES</b>	<b>MIROC5</b>	<b>MRI-CGCM3</b>
Percentil 50	1,62	1,95	1,77	1,53	1,97	2,00
Percentil 99	3,51	4,15	3,51	3,21	4,90	4,52
Media	1,70	2,04	1,83	1,61	2,11	2,11



Figura 40: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Valparaíso para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

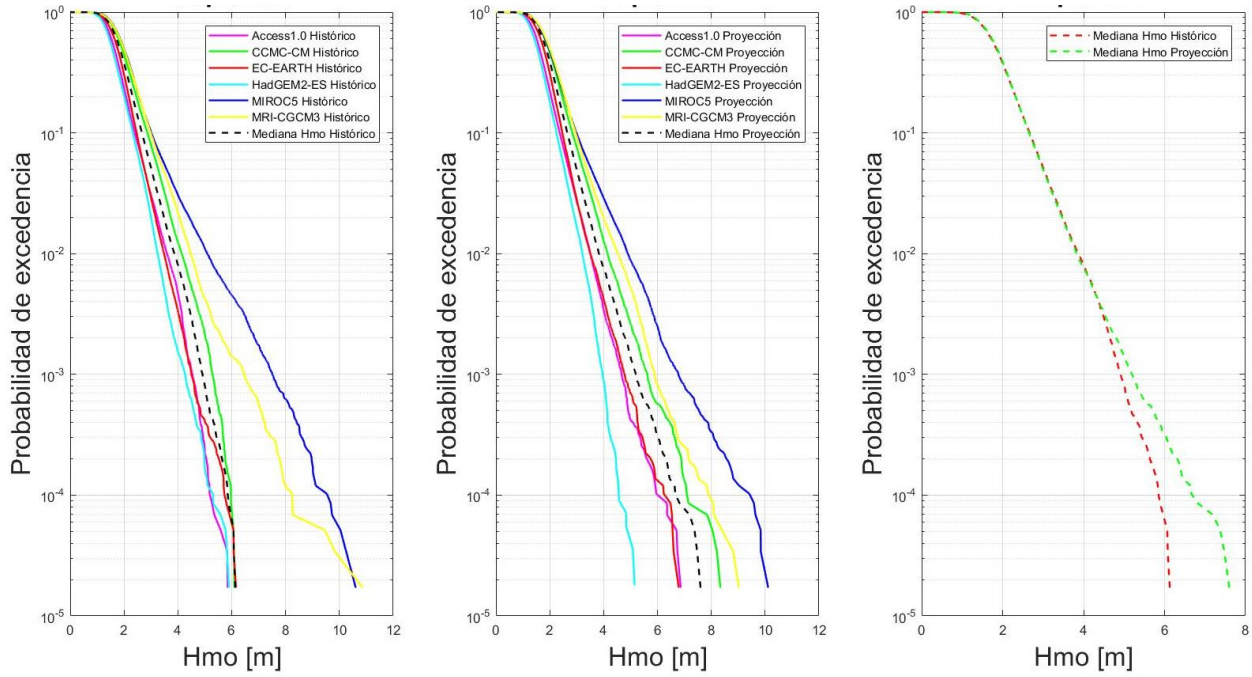


Figura 41: Probabilidad de excedencia período medio (Tm) en el nodo Valparaíso para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

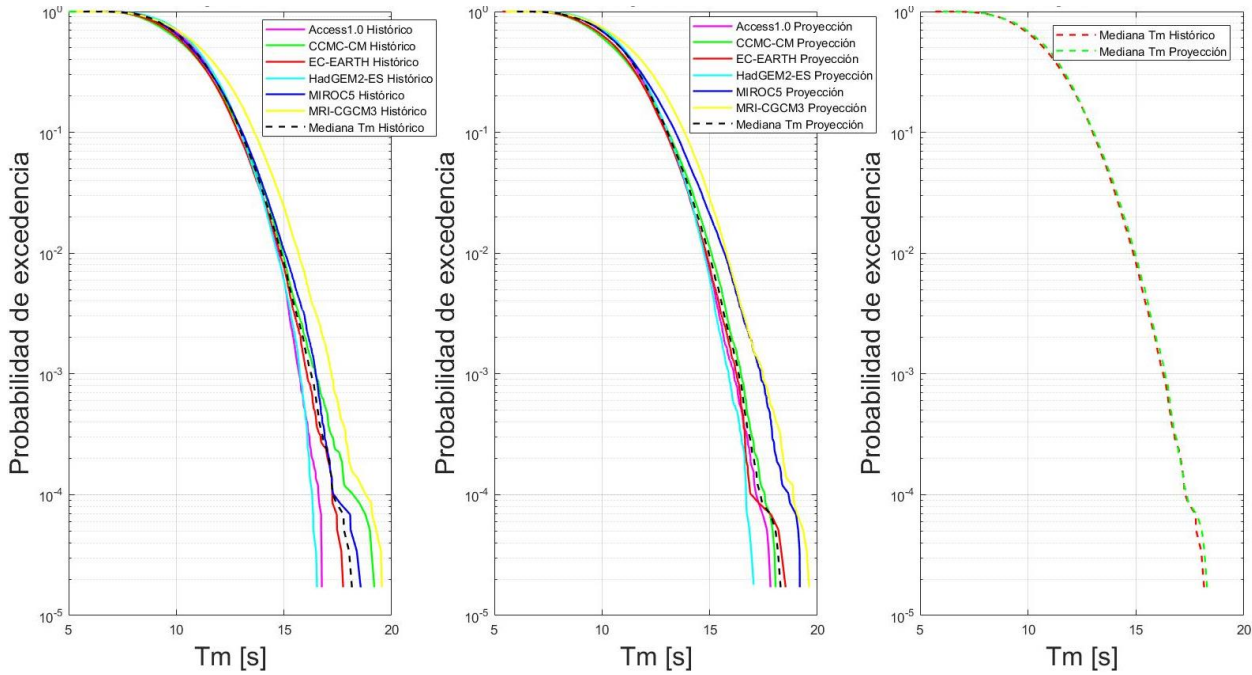
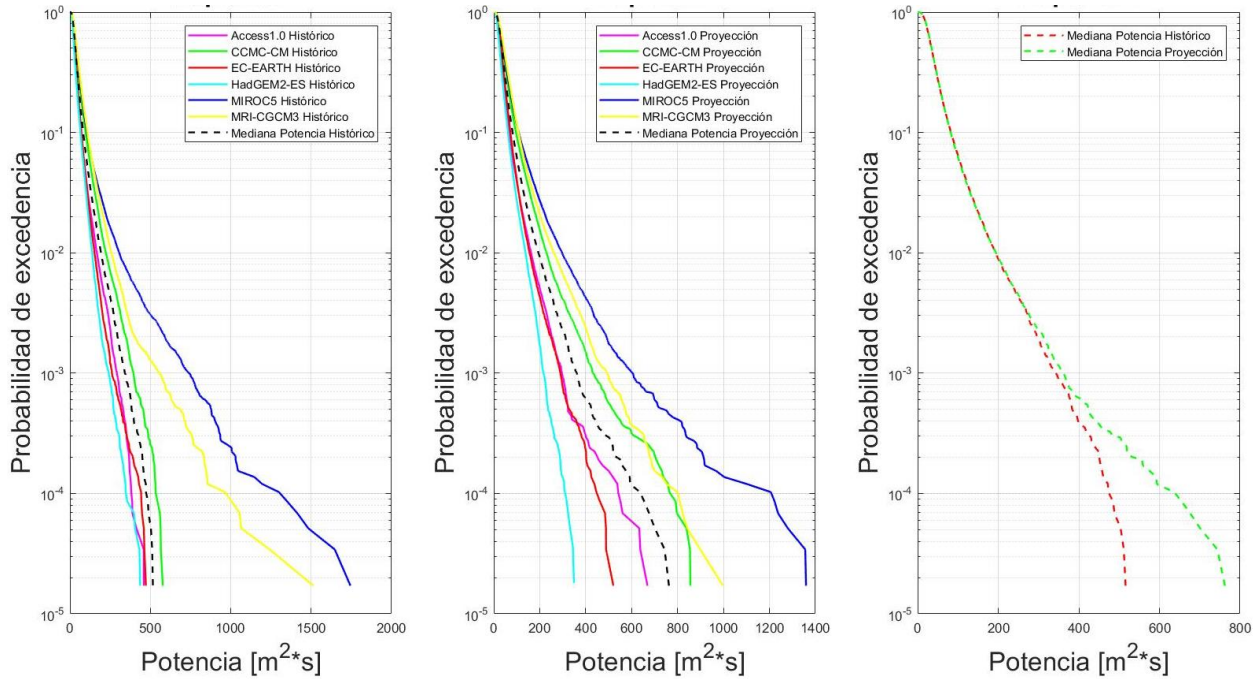
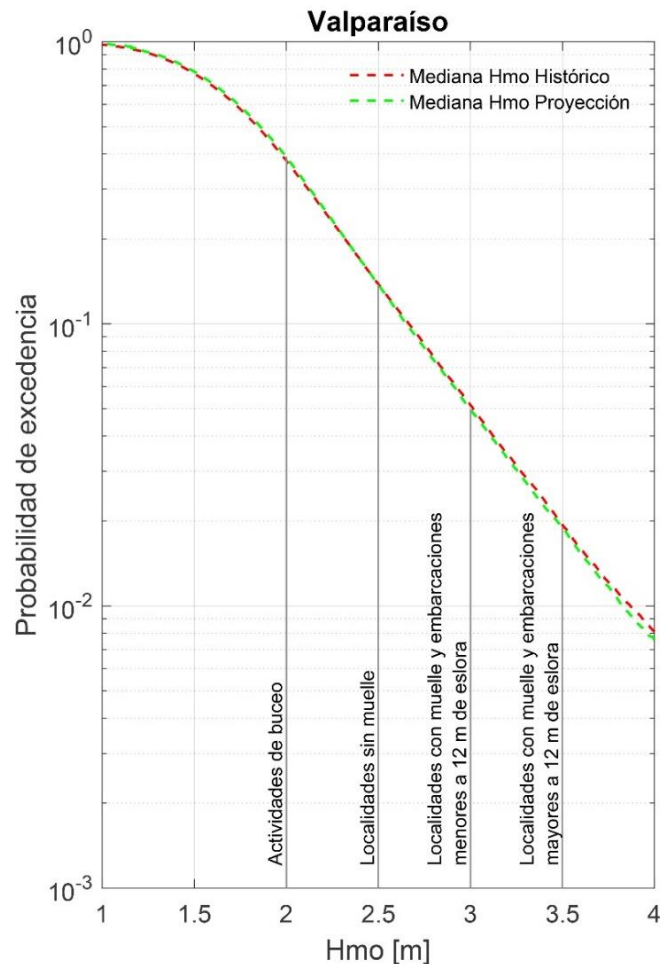


Figura 42: Probabilidad de excedencia potencia normalizada ( $Hm^2Tm$ ) en el nodo Valparaíso para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.



Con el objetivo de efectuar el cálculo del tiempo en que los pescadores no pueden operar por oleaje medio, se efectúa un cruce entre la probabilidad de excedencia de la altura significativa ( $Hm$ ) para el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045) y los límites de operación declarados por los pescadores (sección 3.4.1). La diferencia entre las probabilidades de excedencia entre ambos períodos es atribuible a cambio climático y puede ser fácilmente transformada a tiempo (e.g. horas año). La Figura 43 muestra un ejemplo de este cálculo en el nodo Valparaíso.

Figura 43: Cruce entre la probabilidad de excedencia de la altura significativa (Hmo) en el nodo Valparaíso para el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045) y los criterios umbrales de operación declarados por los pescadores.



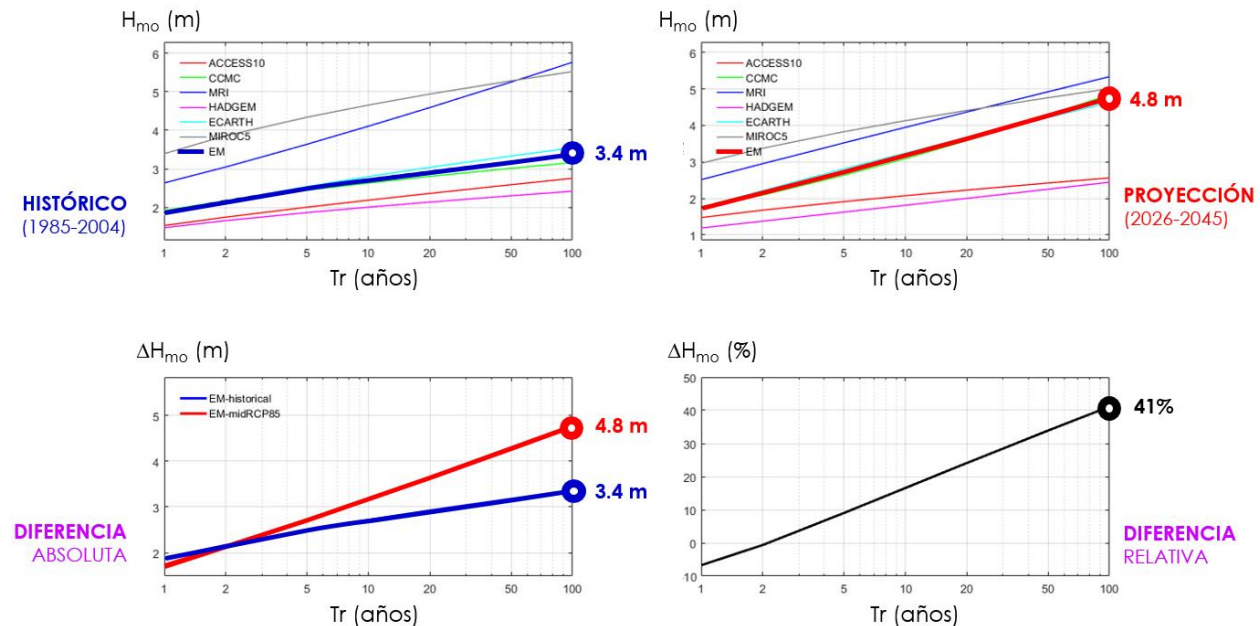
Es importante destacar que en valores por sobre los umbrales de operación ( $H_{mo} > 3.5$  [m]), las alturas de la proyección comienzan a ser mayores que para el período histórico. Si bien este efecto no afecta el downtime de pesca, puede traducirse en efectos sobre las obras de abrigo, atraque y fondeo de las embarcaciones, rampas y muelles e instalaciones en tierra.

### 3.2.2.2 Estudio de clima de oleaje extremo

Con el ánimo de analizar el comportamiento futuro del clima de oleaje extremo (marejadas), en el estudio de puertos (Volumen 5), se efectuó un análisis de valores extremos frente a 9 puertos, cuyos resultados son también aplicables a las caletas de pesca artesanal. Este tipo de análisis es muy convencional para el diseño de obras de infraestructura. En la Figura 44 se presenta, a modo de ejemplo, un análisis de valores extremos de altura significativa obtenido a partir de seis modelos de oleaje, incluyendo la mediana entre los modelos, en Valparaíso. De la mera inspección de estos resultados, se observa que la altura significativa de los eventos extremos será mayor en la proyección aumentando. Por ejemplo, para un período de retorno de 100 años, el

análisis entrega una altura de  $H_{mo} = 3.4$  [m] para el período histórico y  $H_{mo} = 4.8$  [m] para la proyección, lo que representa un aumento de  $\Delta H_{mo} = 1.4$  [m], equivalente a un incremento de 41% en dicha variable. Este incremento puede tener consecuencias significativas en aquellas obras diseñadas en forma convencional (bajo el supuesto de condiciones estacionarias).

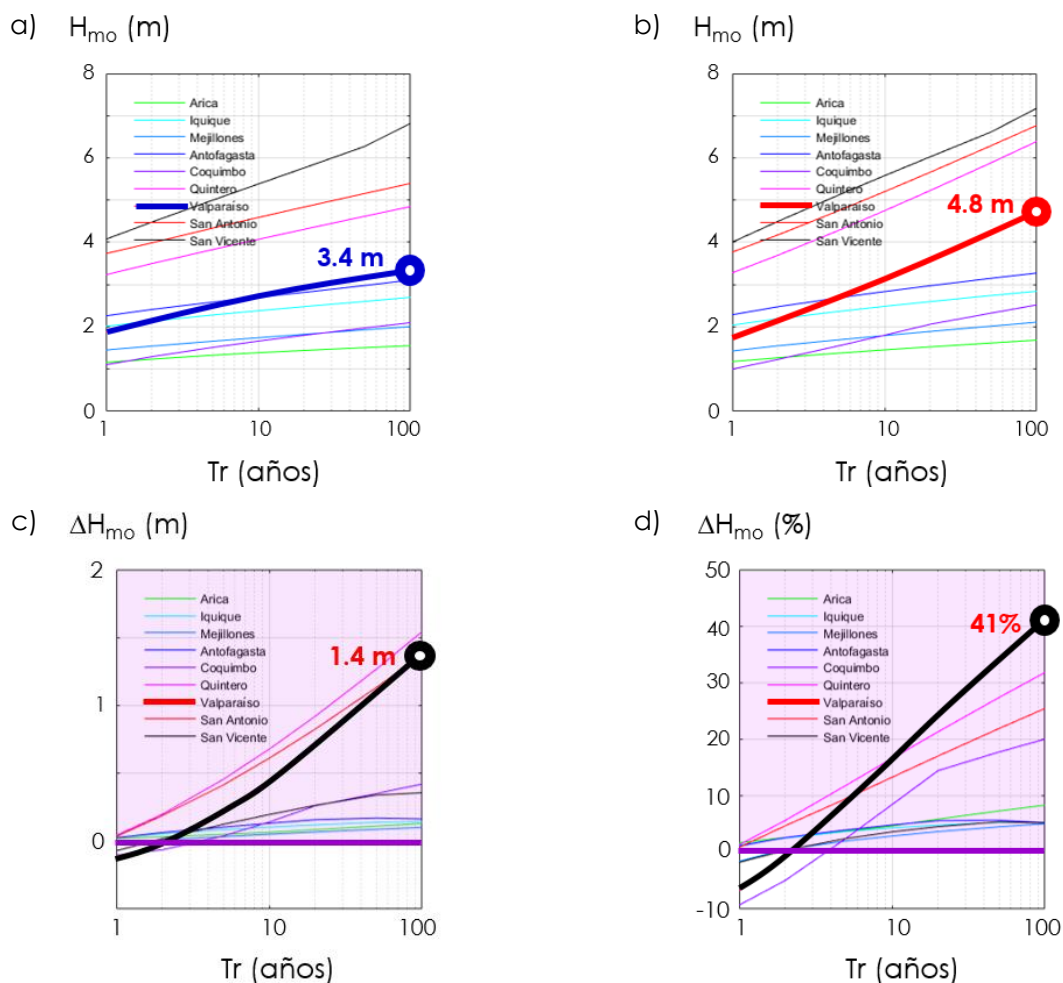
**Figura 44: Valores extremos de altura significativa obtenida como la mediana de las curvas de valores extremos obtenidos a partir de seis modelos de oleaje en Valparaíso para el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045). Abajo se muestra la diferencia absoluta y la diferencia relativa entre las medianas.**



El caso de Valparaíso, no obstante, es el más crítico de los puertos analizados. En la Figura 45 se presenta el mismo análisis para los puertos de Arica, Iquique, Mejillones, Antofagasta, Coquimbo, Quintero, Valparaíso, San Antonio y San Vicente. De la mera inspección de estos resultados, se observa que, para períodos de retorno superiores a 5 años, la altura significativa de los eventos extremos será mayor en la proyección para los 9 puertos analizados. Por ejemplo, para un período de retorno de 100 años, se espera un incremento porcentual de en 8% en Arica, 41% en Valparaíso y 6% en San Vicente.

La Figura 46 muestra los resultados de altura significativa distribuidos de manera latitudinal para períodos de retorno superiores a 5 años. Se observa que en todos los casos existe un aumento de la altura significativa extrema, pero dicho aumento es mucho más significativo en la zona central (Coquimbo, Quintero, Valparaíso y San Antonio). Hacia el norte y sur, el aumento no es tan importante. Estos resultados están afectos a las condiciones locales de cada puerto y no pueden generalizarse a toda la costa de Chile. No obstante, el hecho de que en la zona central exista una tendencia generalizada de aumento significativo puede asociarse, a modo de hipótesis con cambios en el sistema climático a gran escala.

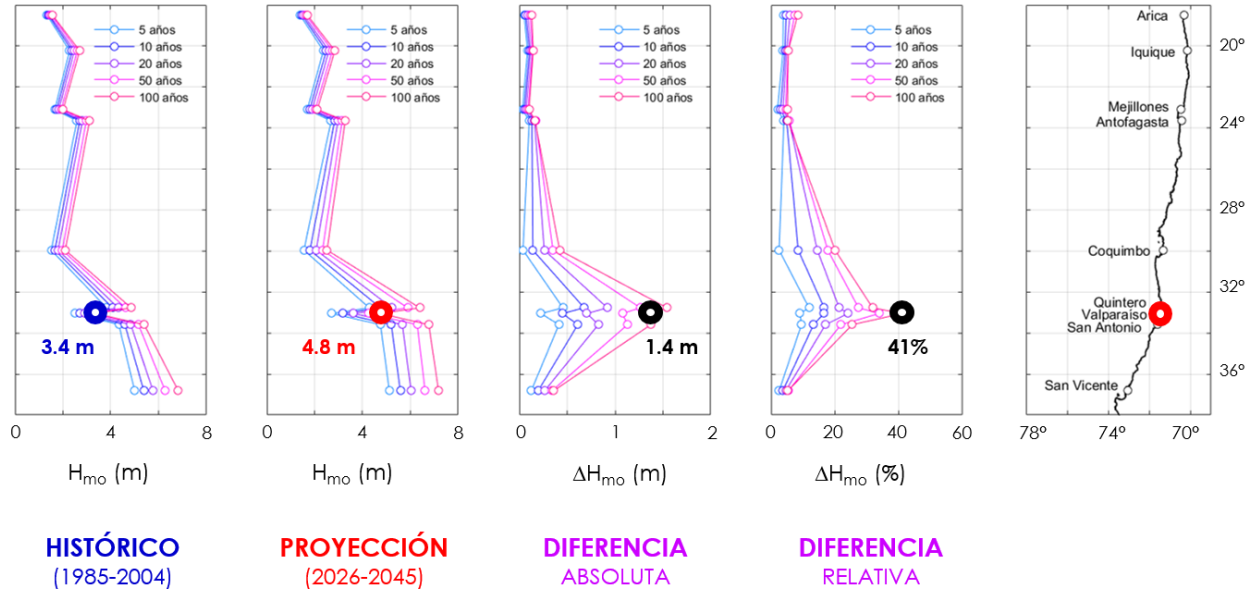
Figura 45: Análisis de valores extremos de altura significativa obtenida como la mediana de seis modelos de oleaje para a) el período histórico (1985-2004) y b) la proyección (2026-2045) frente a los 9 puertos analizados. Líneas más gruesas corresponden al análisis en Valparaíso presentado en la Figura 44. c) presenta la diferencia absoluta y b) la diferencia relativa entre los valores obtenidos para el período histórico y la proyección.



Desde esa perspectiva, las autoridades competentes en la gestión de infraestructura pesquera artesanal deberían establecer planes de mantenimiento y reparación más frecuentes, establecer sistemas de alerta temprana para caletas de pescadores y proyectar las nuevas obras de infraestructura considerando el cambio climático en las condiciones de diseño.

En el Volumen 5: Vulnerabilidad y riesgo en puertos se efectúa un análisis detallado del tipo de medidas de adaptación que deberían adoptarse de cara a la gestión de la infraestructura costera y portuaria. Se recomienda complementar la lectura de este con dicho documento en caso de querer profundizar en la materia.

Figura 46: Análisis de valores extremos de altura significativa obtenida como la mediana de seis modelos de oleaje frente a los 9 puertos analizados, expresadas en términos latitudinales. Los círculos gruesos corresponden al análisis en Valparaíso presentado en la Figura 44. Se presenta la altura para el período histórico (1985-2004), la proyección (2026-2045), la diferencia absoluta y la diferencia relativa entre los valores obtenidos para el período histórico y la proyección.



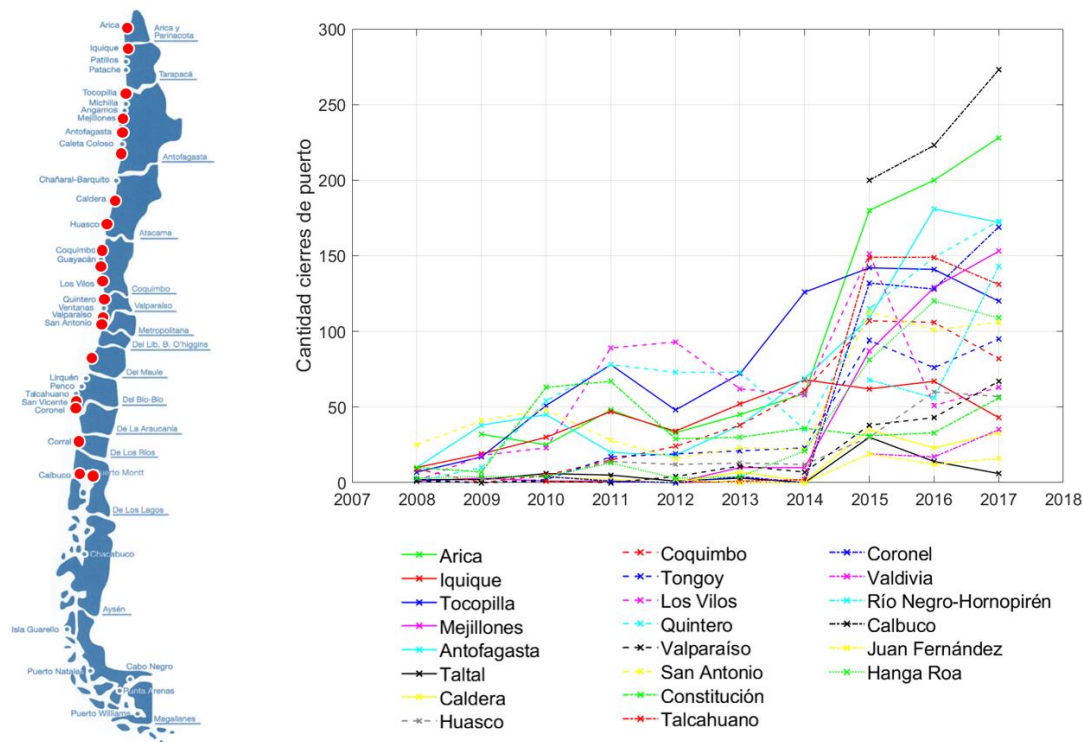


### 3.3 VULNERABILIDAD DE CIERRES DE PUERTO

Debido a su geomorfología costera, gran parte de las caletas de Chile están expuestas a los agentes oceánicos pues, salvo aquellos ubicados en la zona de los fiordos y canales, se encuentran abiertos al Océano Pacífico. Durante los episodios de mal tiempo, las actividades de la pesca artesanal se detienen, según diferentes alturas de ola, que permiten el desarrollo de faenas pesqueras. Estas horas o días en que la actividad extractiva no se desarrolla puede significar pérdidas importantes en toneladas capturadas que puede representar una importante valoración económica.

Un tipo de evidencia de la vulnerabilidad operacional de las caletas de pescadores se presenta en la Figura 47 y Tabla 9, donde se ilustran la cantidad de cierres de puerto por año en 19 capitanías expuestas al Océano Pacífico a partir de estadística proporcionada por SERVIMET (2008 a 2014) y certificados de cierres de puertos (2015 a 2017). A este tipo de evidencia se deben sumar los cierres de puertos decretados por los Alcaldes de mar, que no forman parte del personal de la Armada de Chile, pero responden a la DIRECTEMAR<sup>16</sup>.

**Figura 47: Cantidad de cierres de puerto por año en 19 capitanías expuestas al Océano Pacífico a partir de estadística proporcionada por SERVIMET (2008 a 2014) y certificados de cierres de puertos (2015 a 2017). En este estudio se define, como primera aproximación, que un cierre de puerto ocurre cuando al menos uno de los terminales en un puerto está cerrado.**



<sup>16</sup> Las funciones de los alcaldes de mar están establecidas, principalmente, en los artículos 27 y siguientes del DFL 292/1953, que aprueba la Ley Orgánica de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, y, secundariamente, en el art. 1° del Reglamento de Orden, Seguridad y Disciplina de las Naves y Litoral de la República, aprobado por el D.S. (M) N°1.340 bis de 1941.

Tabla 9: Cantidad de cierres de puerto por año en 19 capitanías expuestas al Océano Pacífico a partir de estadística proporcionada por SERVIMET (2008 a 2014) y certificados de cierres de puertos (2015 a 2017). En este estudio se define, como primera aproximación, que un cierre de puerto ocurre cuando al menos uno de los terminales en un puerto está cerrado.

Puerto	SERVIMET (2008 a 2014)							Certificados de cierres			Total
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Arica	-	32	25	48	33	45	59	180	200	228	850
Iquique	10	19	30	47	34	52	68	62	67	43	432
Tocopilla	7	17	51	78	48	72	126	142	141	120	802
Mejillones	1	3	1	1	0	10	10	87	129	153	395
Antofagasta	10	38	45	20	18	38	69	109	181	172	700
Taltal	2	2	6	5	1	3	0	30	14	6	69
Caldera	-	-	4	2	0	7	1	35	23	33	105
Huasco	-	2	4	14	12	13	12	30	60	57	204
Coquimbo	9	0	5	15	24	38	61	107	106	82	447
Tongoy	2	0	2	17	19	21	23	94	76	95	349
Los Vilos	1	18	23	89	93	62	58	151	51	63	609
Quintero	1	10	54	78	73	73	35	115	149	173	761
Valparaíso	1	0	1	0	4	11	7	38	43	67	172
San Antonio	25	41	48	28	16	23	22	113	101	106	523
Constitución	10	7	63	67	29	30	36	31	33	56	362
Talcahuano	-	-	1	1	0	1	2	149	149	131	434
Coronel	-	-	4	1	0	4	0	132	128	169	438
Valdivia	-	-	-	-	-	-	-	19	17	35	71
Río Negro-Hornopirén	-	-	-	-	-	-	-	68	56	143	267
Calbuco	-	-	-	-	-	-	-	200	223	273	696
Juan Fernández	-	-	-	-	2	0	0	19	12	16	49
Hanga Roa	3	4	4	13	3	4	21	81	120	109	362
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>193</b>	<b>371</b>	<b>524</b>	<b>409</b>	<b>507</b>	<b>610</b>	<b>1992</b>	<b>2079</b>	<b>2330</b>	<b>9097</b>



## 3.4 RIESGO DE CIERRE DE PUERTOS

### 3.4.1 Límites umbrales de operación

Se efectuaron 3 focus Group y 12 entrevistas a pescadores artesanales de las localidades de El Quisco, Las Cruces, Maitencillo, Ventanas, Ancud y Calbuco (Figura 48). Se constató que los pescadores utilizan diversos medios para definir si salen a efectuar su actividad (Figura 49), desde sitios web de acceso limitado a dos días de pronóstico gratuito con información detallada de viento y oleaje (Buoyweather<sup>17</sup>) a sitios web con mayor horizonte de pronóstico pero con limitaciones en cuanto al tipo de información disponible (Windguru<sup>18</sup>).

Figura 48: Focus group efectuado en Caleta El Quisco.



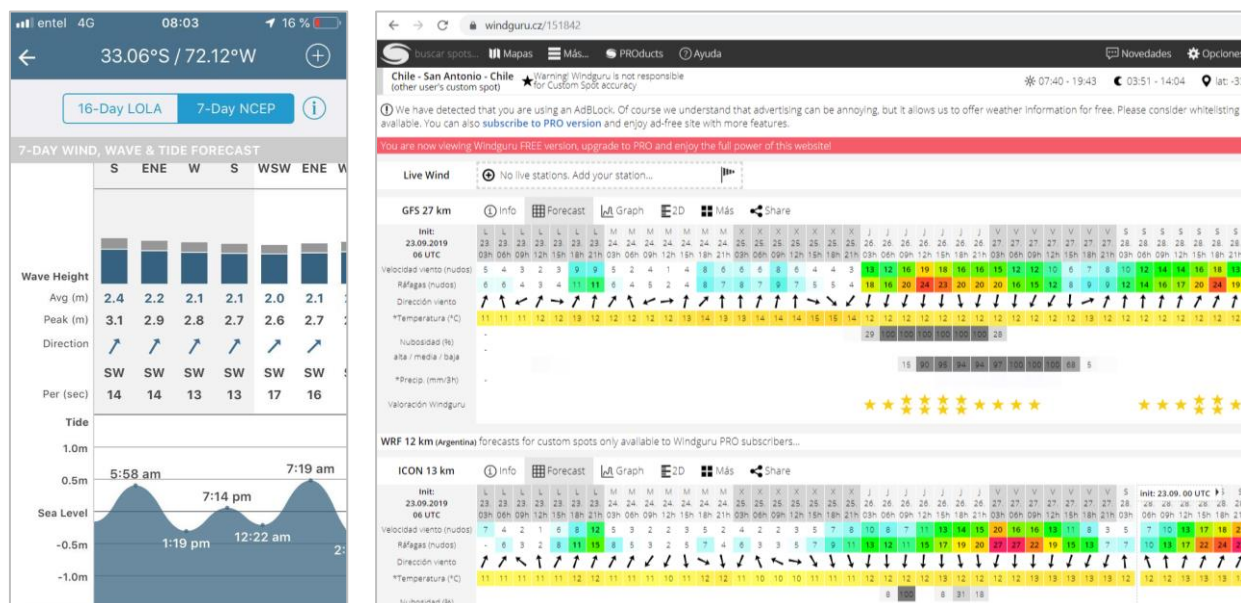
La decisión final de salir se basa en una combinación de estas herramientas con la experiencia en terreno. Los resultados muestran que, si bien no hay un umbral único para la realización de actividades, en general:

- Las actividades de buceo se limitan cuando la altura de la ola supera los 2.0 [m].
- En localidades con muelle y embarcaciones de menos de 12 metros de eslora se limita la salida con olas en torno a los 2,0 - 2,5 [m].
- En localidades con muelle y embarcaciones sobre los 12 metros de eslora, se limita la salida con olas en torno a los 2,5 - 3,0 [m].
- En localidades sin muelle, el máximo de altura de ola para salir rompiendo la barra (ambientes arenosos) es de entre 2,0 - 2,5 [m].

<sup>17</sup> [www.buoyweather.com](http://www.buoyweather.com)

<sup>18</sup> [www.windguru.cz](http://www.windguru.cz)

Figura 49: Ejemplos de aplicación para móvil de [www.buoyweather.com](http://www.buoyweather.com) y sitio web de [www.windguru.cz](http://www.windguru.cz). Cabe notar que en el segundo no aparece disponible información de oleaje en San Antonio, Chile.



### 3.4.2 Pérdidas en desembarque y valoración producto de marejadas

Utilizando los desembarques totales de cada localidad para el año 2017 como referencia, se estimó la cantidad de toneladas y valoración de estas, asociadas al cambio del downtime de pesca entre el período histórico (1985-2004) y la proyección (2026-2045), cada 2° de latitud. Para cuantificar la pérdida, se utilizó la valorización de los desembarques para cada especie.

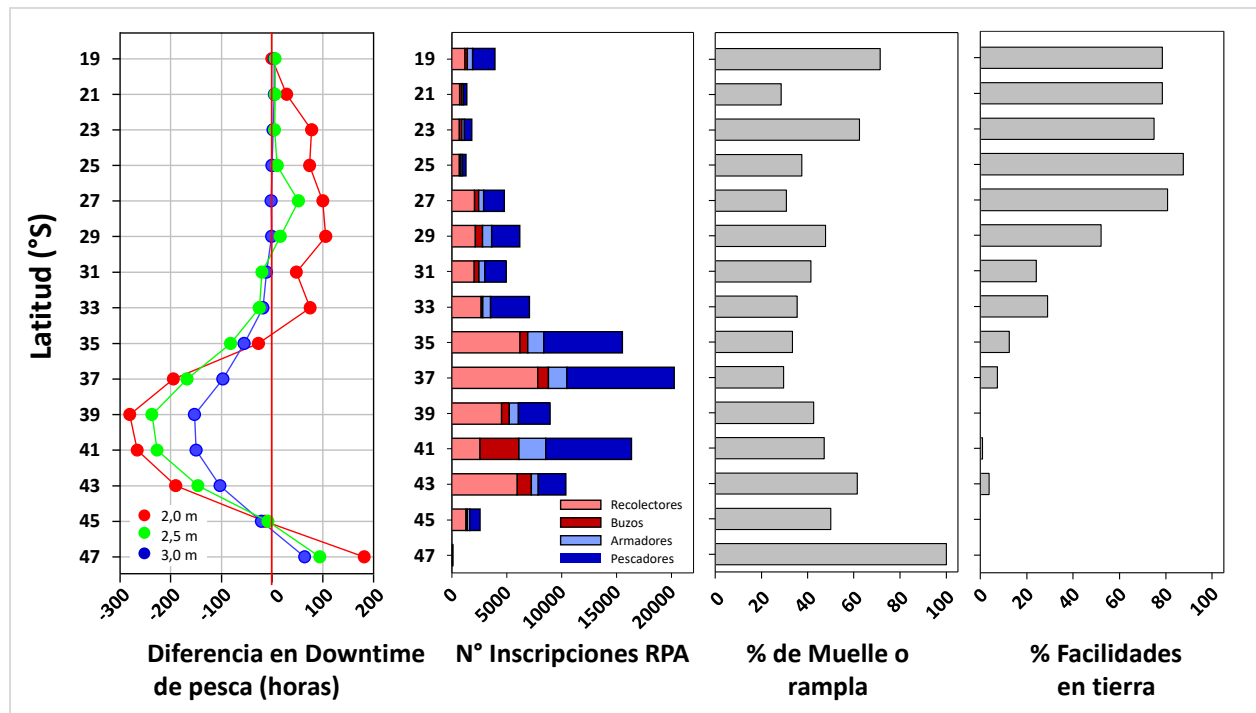
La Tabla 10 muestra, como ejemplo, las curvas de probabilidad de excedencia y los límites operacionales expresados en términos de la altura de ola para el período histórico y la proyección. La información para el total de las localidades a lo largo de Chile se encuentra en el Anexo 6.4.

La Figura 50 muestra el cambio en el downtime cada 2° de latitud entre el período histórico y la proyección para límites operacionales de 2.0, 2.5 y 3.0 [m], donde se observa que algunos lugares mejorarán sus condiciones operacionales y otros las empeorarán. La figura además muestra el número de inscripciones en el Registro Pesquero Artesanal. En tonos rojos se encuentran los registros de buzos y recolectores, que se verán afectados más fuertemente por el downtime de pesca asociado a un umbral de 2 [m]. En azul se representan los armadores y pescadores que se verán, en general, más afectados por downtime de pesca asociado a un umbral de 2.5 y 3.0 [m]. Aproximadamente un 23% de los registros pesqueros artesanales se encuentran en zonas con predicciones de aumento en downtime de pesca. Así también, las localidades afectadas principalmente poseen un alto porcentaje de sus caletas con infraestructura en tierra.

Tabla 10: Probabilidad de excedencia y downtime de pesca asociado a diferentes umbrales de altura de ola para la localidad de Valparaíso.

Característica de la caleta	Límite operacional (m)	Probabilidad [%]		Downtime [Horas/año]		
		Mediana 1985-2004	Mediana 1985-2004	Mediana 1985-2004	Mediana 1985-2004	Diferencia
Actividades de buceo	2.0	37.91 %	39.05 %	3321	3420	100
Localidades sin muelle	2.5	13.84 %	13.76 %	1212	1205	-7
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	3.0	5.16 %	4.98 %	452	437	-15
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3.5	1.94 %	1.90 %	170	167	-3

Figura 50: Diferencia entre downtime de pesca histórico y proyectado cada 2° de latitud para límites operacionales de 2.0, 2.5 y 3.0 [m] y variables descriptivas de pesca artesanal: número de inscripciones en el Registro Pesquero Artesanal (RPA), porcentaje de muelles o ramplas artesanales y porcentaje de facilidades en tierra asociada a caletas.

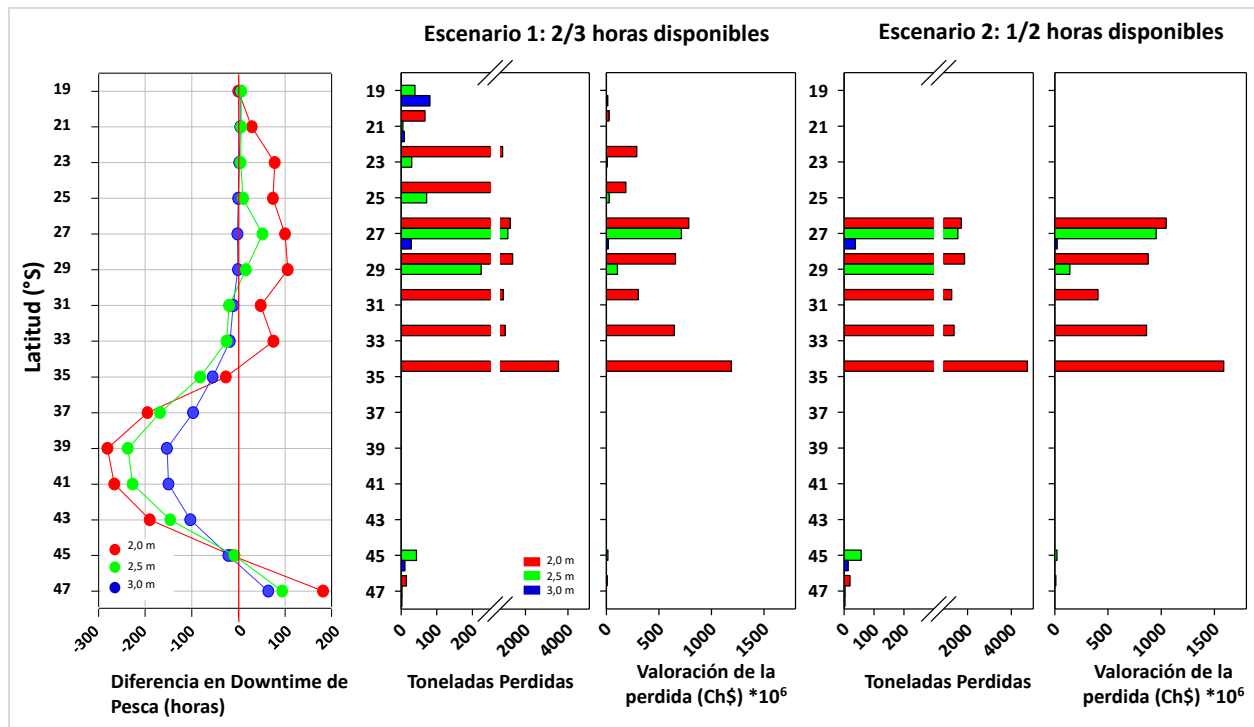


Al estimar la cantidad de toneladas perdidas de todos los recursos marinos desembarcados por la pesca artesanal (Figura 51), se observa que gran parte de los impactos previstos ocurren entre los 19°S y 34°S tanto para escenarios donde se asume que la actividad pesquera puede ocurrir en 1/2 o en 2/3 de las horas totales disponibles, asociadas a condiciones del mar.

Las pérdidas económicas por downtime de pesca asociado a un límite operacional de 2 [m] y una capacidad de trabajo de 2/3 de las horas totales disponibles, pueden llegar a los \$4000 millones de pesos anuales. Esta cifra se ve reducida a \$900 millones al considerar un límite operacional de 2.5 [m]. Los valores aumentan considerablemente para el escenario en que la pesca artesanal opera solo en 1/2 de las horas totales disponibles. En este escenario la pérdida anual considerando límite operacional de 2 [m] llega a \$5400 millones y considerando olas de 2.5 [m] llega a \$1100 millones.

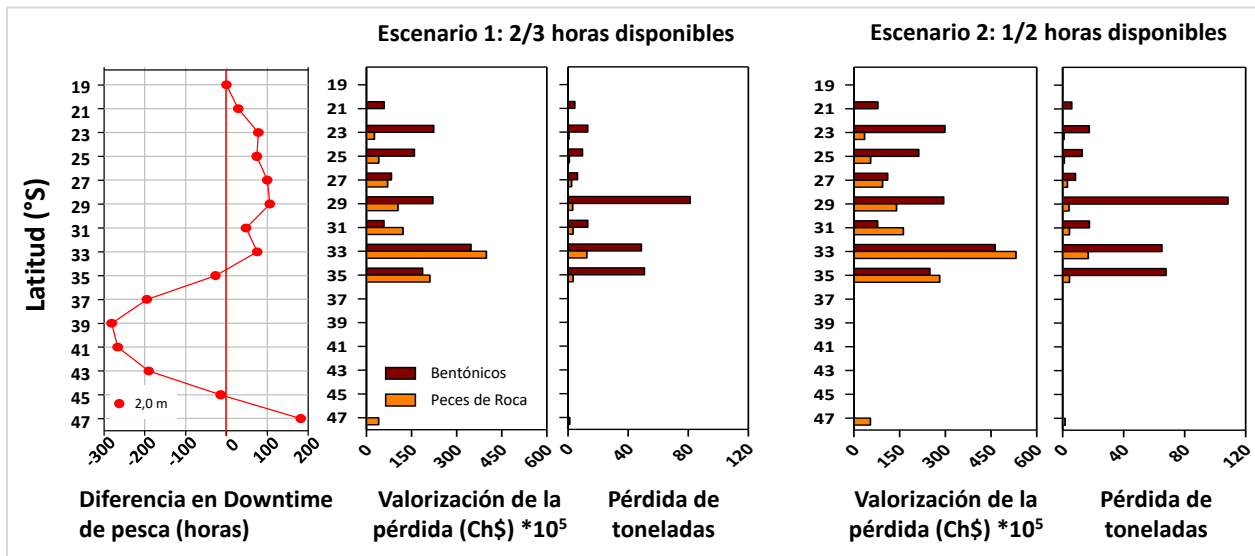
Al integrar todos los escenarios, y considerando los valores de desembarque y de precios en playa del año 2017, se estima una perdida posible que podría fluctuar entre los \$900 y \$5400 millones de pesos anuales (del año 2017) para las caletas ubicadas entre los 19°S y 34°S. Las pérdidas en desembarque representan alrededor de un 2% a 5% de capturas actuales. No obstante, estarán concentradas en algunas regiones más que otras, pudiendo generar efectos significativos en los ingresos y estilos de vida de los pescadores artesanales.

**Figura 51: Diferencias de downtime histórico, pérdidas de desembarque y valoración de desembarque para límites operacionales de 2.0, 2.5 y 3.0 [m] de altura de ola frente a 2 escenarios posibles de operación de la capacidad pesquera artesanal. Escenario 1 donde la flota puede operar 66% (2/3) de las horas disponibles y Escenario 2 donde la flota puede operar 50% (1/2) de las horas disponibles.**



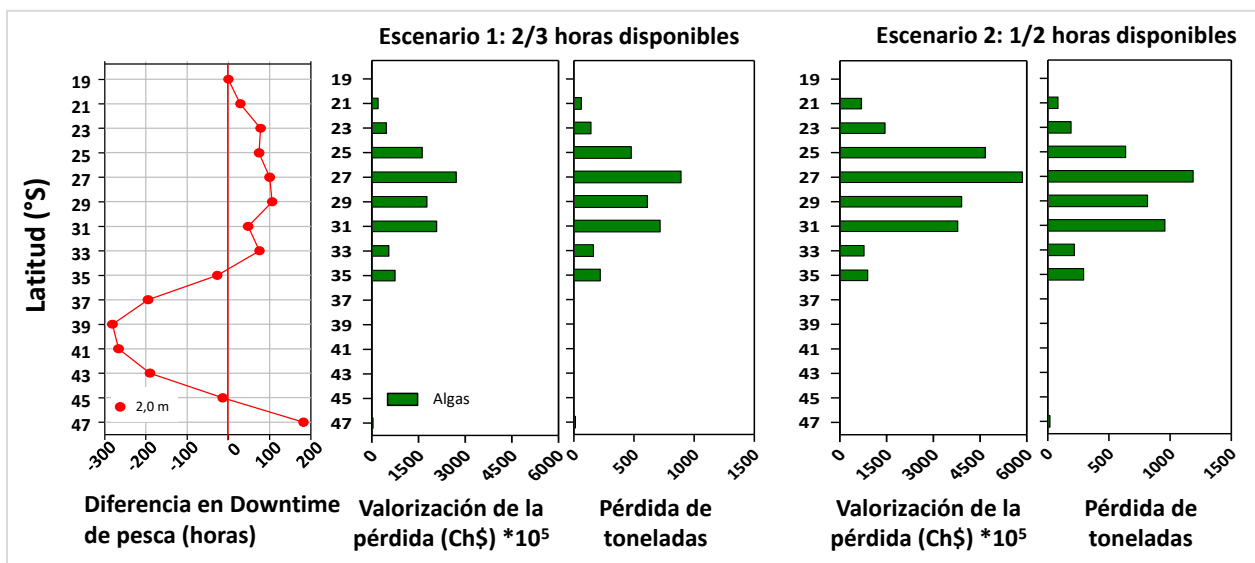
Uno de los grupos más vulnerables a los cambios en las condiciones del oleaje son los buzos artesanales, que operan principalmente en la extracción de recursos bentónicos, peces de roca y algas pardas. Las estimaciones de downtime de pesca para este subgrupo se realizaron para un límite operacional de 2.0 [m]. La Figura 52 muestra la proyección en toneladas desembarcadas y su valoración para dos escenarios de operación de los buzos artesanales.

Figura 52: Diferencias de downtime histórico para alturas de ola de 2 [m], pérdidas de desembarque y valoración de desembarque para especies bentónicas y de peces de roca frente al Escenario 1 donde la flota pesquera artesanal opera 66% de las horas disponibles y al Escenario 2, donde opera 50% de las horas.



Actualmente en Chile la extracción de algas pardas en la zona centro norte del país es una fuente de ingreso importante para recolectores de orilla y buzos. La zona de operación de la pesquería de algas pardas coincide con la a zona proyectada a tener mayores impactos por el downtime de pesca. La estimación de los impactos del downtime de pesca sobre los algueros es muestra que puede tener consecuencias importantes (Figura 53).

Figura 53: Diferencias de downtime histórico para alturas de ola de 2 [m], pérdidas de desembarque y valoración de desembarque para especies de algas frente a al Escenario 1 donde la flota pesquera artesanal opera 66% de las horas disponibles y al Escenario 2, donde opera 50% de las horas.



## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 SOBRE LOS RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO

Los efectos del cambio climático asociado a la operatividad de la pesca artesanal producto del incremento de marejadas, repercute en un aumento de downtime pesquero heterogéneo a lo largo de la costa. La zona centro norte sufrirá estos impactos de forma más marcada que la zona sur del país. De igual forma las localidades que tienen infraestructura de abrigo pudiesen verse menos afectadas que zonas que no poseen infraestructura que permita el acceso a la actividad en condiciones de mar con alturas de oleaje por sobre los 2 [m].

Considerando los valores de desembarque y de precios en playa del año 2017, se estima una pérdida posible que podría fluctuar entre los \$900 y \$5400 millones de pesos anuales (del año 2017) para las caletas ubicadas entre los 19°S y 34°S. Las pérdidas en desembarque representan alrededor de un 2% a 5% de capturas actuales. No obstante, estarán concentradas en algunas regiones más que otras, pudiendo generar efectos significativos en los ingresos y estilos de vida de los pescadores artesanales.

### 4.2 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

El análisis de cierre de faenas de pesca se efectúa en forma gruesa utilizando condiciones límites de operación basadas en la altura significativa. Este análisis puede ser mejorado considerando las diferencias asociadas a las características locales de cada caleta que pudiesen generar diferencias en los límites de operación. Adicionalmente los cálculos de downtime son solo una aproximación gruesa, ya que los nodos utilizados para la caracterización del clima de oleaje no están posicionados exactamente en las caletas, donde se definen las condiciones límites de operación, sino que integran la información cada 2° de latitud. Se recomienda realizar estudios con mayor nivel de detalle para zonas en que se encontró potencial de impacto alto en downtime de pesca.

Las proyecciones asociadas a cambios en alturas extremas muestran mayores alturas que el período histórico. Si bien este efecto no afecta necesariamente el downtime de pesca, este incremento en las alturas extremas puede afectar las obras de abrigo, atraque y fondeo de las embarcaciones, rampas y muelles e instalaciones en tierra. Desde esa perspectiva, las autoridades debieran establecer planes de mantención y reparación más frecuentes, así como establecer buenos sistemas de alerta temprana para caletas de pescadores.

Las proyecciones asociadas a los cambios en downtime de pesca se focalizan en la zona centro-norte de Chile. Si bien esto es importante de considerar para iniciar planes de adaptación, cabe destacar que existen múltiples otros factores de cambio climático que pudiesen estar afectando a las caletas de pescadores. Por ejemplo, en la zona sur, poco afectada por downtime de pesca asociado a alturas de ola, existen estresores biológicos como las mareas rojas que influyen sobre las actividades de la pesca artesanal, pudiendo generar una detención de las faenas de pesca de meses. Así también existen caletas de pescadores que pueden ser más vulnerables que otras



a la volatilidad de precios de mercado. En este contexto el downtime de pesca asociado a la altura de la ola para asegurar la correcta operación de faenas pesqueras es solo uno de múltiples factores que deben empezar a integrarse a la gestión de pesquerías y la generación de capacidad adaptativa en las comunidades pesqueras artesanales.

### 4.3 RECOMENDACIONES ASOCIADAS A OPERATIVIDAD

A continuación, establecemos una serie de recomendaciones asociadas a incrementar la operatividad de caletas pesqueras y a mejorar la gobernanza pesquera como formas de colaborar a que las comunidades de pescadores artesanales tengan las condiciones habilitantes para adaptarse a futuros escenarios.

En puertos existe una serie de alternativas para reducir el downtime de operación. Muchas de estas iniciativas podrían ser válidas para algunas de las caletas de pescadores donde el downtime pesquero y sus repercusiones sobre los desembarques e ingresos serán significativos. A continuación, se priorizan 3 tipos de acción que podrían colaborar a reducir el impacto:

- **Mejoramiento de condiciones de abrigo:** El mejoramiento de condiciones de abrigo está normalmente asociado a la extensión de las obras de abrigo de la caleta, buscando reducir los niveles de oleaje al interior y permitiendo a embarcaciones menores acceder al mar bajo condiciones en que no pudiesen acceder desde la orilla. En general es una alternativa de alto costo, pero permite aumentar la accesibilidad de las embarcaciones a faenas de pesca, reduciendo los efectos negativos del downtime de pesca.
- **Adecuación de instalaciones portuarias para minimizar sobrepaso y erosión costera:** Las proyecciones muestran alturas extremas de oleaje muestra mayores que las asociadas al período histórico. Este incremento puede afectar las obras de abrigo, atraque y fondeo de las embarcaciones, rampas y muelles e instalaciones en tierra. Desde esa perspectiva, las autoridades debieran establecer planes de mantención y reparación más frecuentes y en conjunto con las caletas de pescadores.
- **Uso de sistemas de alerta temprana de marejadas a nivel local:** Según los resultados, las marejadas tendrán impactos diferenciados en diferentes caletas a lo largo del país. La predicción de estos eventos extremos que generan downtime de pesca requiere de sistemas que cuantifiquen el oleaje a nivel local. Chile no posee un sistema de alerta de marejadas local que permita anticipar las condiciones en la costa a un nivel de detalle para estimar los impactos locales. El establecer dicho sistema de alerta de marejadas permitirá la toma de decisiones respecto a la restricción temporal de actividades a nivel local y a tiempo para la gestión de la emergencia, la gestión pesquera, la movilización de recursos y embarcaciones y el cuidado de infraestructura. Se sugiere que los pronósticos se distribuyen en forma gratuita para la investigación y bajo un costo de licenciamiento para proyectos privados.

## 4.4 RECOMENDACIONES ASOCIADAS A GOBERNANZA DE PESQUERÍAS

El mejorar y apoyar la implementación de modelos de gobernanza pesquera, en que se definan claros regímenes de accesibilidad a pesquerías, podría contribuir a que estas se recuperen y que el tiempo de downtime de pesca se vea compensado con un mejor y más eficiente trabajo durante las horas en que el mar se encuentra en condiciones de realizar faenas de pesca.

Los recursos pesqueros son clave para el bienestar económico, social y ambiental en Chile. Por naturaleza, su extracción se basa en un complejo sistema socio-ecológico que impone importantes desafíos de gobernanza. Los recursos hidrobiológicos (pesqueros) son por naturaleza de libre acceso a cualquiera, por lo que ha sido necesario, tanto en Chile como en el resto del mundo, generar regulaciones que limiten la actividad extractiva de los actores interesados para evitar la sobreexplotación y la creación de institucionalidad pública ad hoc. Dichas regulaciones se han focalizado en intentar resolver problemas de sobreexplotación pesquera, sin embargo, su correcta implementación y adecuación pudiese generar las condiciones necesarias para que pescadores artesanales pudiesen adaptarse a los impactos del cambio climático en los océanos. A continuación, describimos 2 componentes de la Ley de Pesca de Chile que pudiesen servir de base para la generación de capacidad adaptativa en el sector artesanal.

- **Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos:** En Chile, la Autoridad pesquera reconoció explícitamente en el año 1991 la sobreexplotación de algunos recursos pesqueros, lo que llevo a cambios de gobernanza, enfatizando la importancia de establecer una institucionalidad que integre a los usuarios y los tomadores de decisión en el manejo de estos recursos. En la pesca artesanal, esta institucionalidad ha intentado resolver estos desafíos mediante la incorporación de reglas de acceso a los recursos.

El año 1991 se implementó un régimen de co-manejo denominado las “Áreas de Manejo y Explotación de recursos Bentónicos (AMERB)” en la cual sindicatos de pescadores artesanales legalmente constituidos pueden postular por la gestión de una destinación marítima con el fin de explotar sustentablemente especies bentónicas como el erizo, loco o lapa. Actualmente existen más de 450 AMERB operativas a lo largo de la costa de Chile. De hecho, la experiencia de las AMERB en Chile lo ha situado como un referente internacional en la entrega de derechos de uso en el océano, sin embargo, aún existen problemas con la correcta implementación del modelo, en cuanto existen altos costos de vigilancia de las áreas por parte de pescadores artesanales y existe una falta de flexibilidad respecto a formas de gestionar las cuotas asignadas a las áreas.

Fortalecer el sistema de AMERB como partes integrales de las caletas, institucionalizando medidas adaptativas para la extracción frente a eventos climáticos extremos, previa autorización del Servicio Nacional de Pesca, pudiese ayudar a potenciar la capacidad adaptativa de los pescadores artesanales y reducir los efectos adversos del downtime de pesca asociado a recursos bentónicos y algas.

- **Planes de manejo:** Recientemente, en 2013, Chile reconoció que el sistema AMERB no era suficiente para lograr la sostenibilidad costera y que el nuevo se necesitaban enfoques



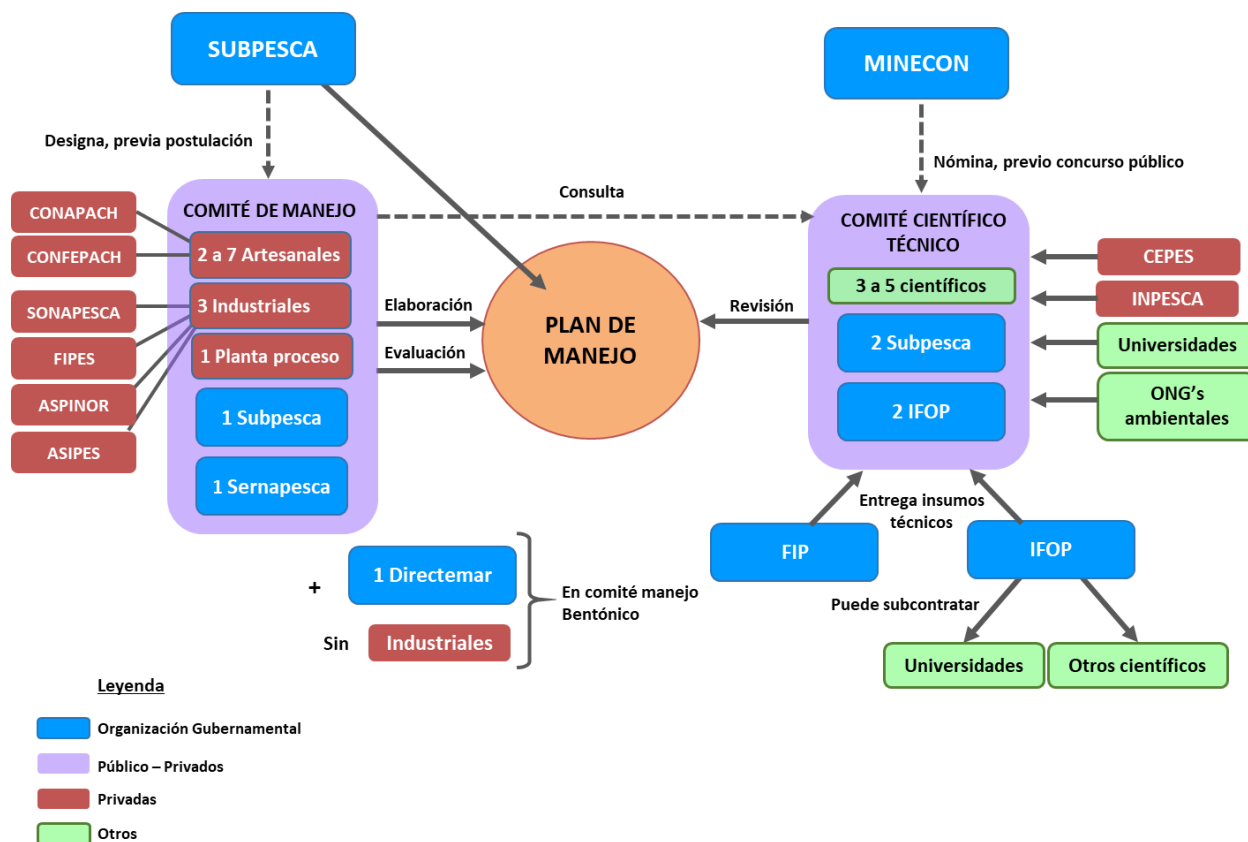
complementarios de gobernanza. En consecuencia, Chile aprobó una legislación para crear lo que se ha denominado Planes de Manejo (Planes de Manejo; Ley de Pesca y Acuicultura 20657, 2013). La creación de un nuevo marco regulatorio que fue aprobado entre 2012 y 2013 incluye las siguientes leyes: Ley 20.657 sobre sustentabilidad, acceso a la actividad pesquera industrial y artesanal, investigación y fiscalización; Ley 20.625 sobre descarte de especies hidrobiológicas; Ley 20.597 que crea Comisión Nacional de Acuicultura y Consejos Zonales y Ley 20.560 sobre pescas de investigación.

Este nuevo marco regulatorio introduce, los siguientes cambios principales:

- 1) **Se crean nuevos objetivos de gestión:** Se incorpora el uso sustentable como objetivo general de la regulación pesquera. Se incorpora un objetivo de manejo para la Autoridad pesquera, cual es el de llevar o mantener las pesquerías hacia el rendimiento máximo sostenible (RMS), al fijar cuotas globales de captura y al establecer planes de manejo. Se establece la necesidad de considerar el enfoque ecosistémico al adoptar medidas de administración y conservación. Otros objetivos de sustentabilidad son la protección de ecosistemas marinos vulnerables y reducción de descartes.
- 2) **Se crean nuevos procesos de toma de decisiones:** Se le da mayor peso a la ciencia en el proceso de toma de decisión de medidas de administración pesquera tales como cuotas globales y vedas. Se deben estimar los puntos biológicos de referencias y estado de situación de las pesquerías e informarlos en marzo de cada año. Se crean los nuevos comités científicos como organismos asesores de la Autoridad, con un rol vinculante en la fijación de cuotas globales de captura. Se establecen obligaciones de transparencia para la Autoridad pesquera, lo que constituye un cambio de estándar.
- 3) **Se crean nuevos instrumentos:** Se incorpora un nuevo “plan de manejo” de mayor relevancia como instrumento regulatorio, que debe ser elaborado por la Autoridad pesquera con asesoría de comités científicos y de manejo, para llevar las pesquerías hacia la sostenibilidad. Se crean los Comités de Manejo con participación de los actores para asesorar a la Autoridad.

En la nueva ley, la elaboración de planes de manejo se realiza por parte de la autoridad pesquera con asesoría de los comités de manejo. De esta forma se permite la participación de los propios usuarios de recursos pesqueros en la definición de la gestión pesquera (Figura 54), lo que potencialmente podría también favorecer la integración de una variada gama de conocimientos que aporten a la toma de decisiones en el sector.

Figura 54. Actores relevantes en la elaboración de los Planes de Manejo en Chile Fuente: Elaboración propia en base Ley General de Pesca y Acuicultura.



Sugerimos incluir aspectos de variabilidad climática y de downtime de pesca en la creación de estos planes de manejo. En los planes se definen reglas de acceso y control sobre los recursos por lo que es una buena instancia para generar alternativas innovadoras para la futura adaptación frente a los cambios. Es importante destacar que en el marco de los comités de manejo se pudiese institucionalizar la necesidad del conocimiento de impactos de cambio climático para la gestión adaptativa de los recursos.

## 5 REFERENCIAS

DIRECTEMAR (2019a). Ley de Navegación. <https://www.directemar.cl/directemar/marco-normativo/leyes/ley-de-navegacion-incluye-reglamento-del-articulo-137-de-la-ley-de>. Accesado el 23/09/2019.

DIRECTEMAR (2019b). Reglamento de Orden, Seguridad y Disciplina en las Naves y Litoral de la República. [https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20170126/asocfile/20170126122607/tm\\_013\\_2012.pdf](https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20170126/asocfile/20170126122607/tm_013_2012.pdf). Accesado el 23/09/2019.

Gelcich, S., Hughes, T. P., Olsson, P., Folke, C., Defeo, O., Fernández, M., ... & Steneck, R. S. (2010). Navigating transformations in governance of Chilean marine coastal resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(39), 16794-16799.

Hammer (2019) Reference Manual. PAST PAleontological STATistics. Version 3.25. Oslo, 275pp. (Disponible en línea, Junio 2019) <https://folk.uio.no/ohammer/past/past3manual.pdf>

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. (Disponible en línea, Junio 2019) [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

INE (2019). Redatam - Censo Nacional de Población y Vivienda. <https://www.ine.cl/estadisticas/censos/censos-de-poblacion-y-vivienda>. Accesado el 23/09/2019.

SERNAPESCA (2019). Manuales y Publicaciones / Nóminas, registros y listados. <http://www.sernapesca.cl/manuales-publicaciones/nominas-registros-y-listados>. Accesado el 23/09/2019.

PIANC (1995). Criteria for movements of moored ships in harbours.

PPEE (1999). ROM 3.1-99. Recomendaciones para el "Proyecto de la Configuración Marítima de los Puertos; Canales de Acceso y Áreas de Flotación" (ROM 3.1).

SHOA (2015) Derrotero de la Costa de Chile. Volúmenes I a IV. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.

Subsecretaría para las FFAA (2019). Contacto Capitanías de Puerto de Chile. <https://www.ssffaa.cl/asuntos-maritimos/cnubc/contacto-capitanias-de-puerto-de-chile/>. Accesado el 23/09/2019.

Talesnik D (2008). Dry Water: Site Puerto Viejo, Chile. En S. Hardy (ed.). *Environmental Tectonics: forming climatic change*. Pag 142 – 143. Architectural Association London AA Agendas N°6.

## 6 ANEXOS

### 6.1 TRANSFORMACIÓN MEDIANTE METODOLOGÍA SIMPLIFICADA

A medida que el oleaje se aproxima a la costa, comienza a sentir el fondo, experimentando una serie de procesos costeros entre los que destacan el asomeramiento (*shoaling*), la refracción, la difracción, la reflexión y la rotura (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Debido a estos procesos, el oleaje experimenta variaciones en la altura del oleaje y en la dirección de propagación. En esta sección presentamos una metodología simplificada de transformación de oleaje que considera los procesos de asomeramiento y refracción que experimenta el tren de olas entre la condición de aguas profundas (imperturbada por el fondo) y los 20 [m] de profundidad, en nodos ubicados cada 5 [km] en sentido latitudinal.

El procedimiento de cálculo consiste en transformar la altura significativa, período y dirección de oleaje en aguas profundas ( $H_0, T, \theta_0$ ) a una profundidad de 20 [m] ( $H_{20m}, T, \theta_{20m}$ ), arbitrariamente escogida pero estimada adecuada como para caracterizar el oleaje costero. Para ello, se asume oleaje regular, teoría lineal del oleaje y la Ley de Snell para la refracción. Así, la altura del oleaje a 20 [m] de profundidad se calcula mediante la expresión:

$$H_{20m} = H_0 \times K_r \times K_s, \quad (1)$$

donde  $H_0$  corresponde a la altura del oleaje en aguas profundas,  $K_r$  al coeficiente de refracción y  $K_s$  es el coeficiente de shoaling. El coeficiente de refracción se calcula mediante la expresión

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos(\theta_0)}{\cos(\theta_{20m})}}, \quad (2)$$

donde  $\theta_0$  es la dirección de oleaje en aguas profundas y  $\theta_{20m}$  es la dirección a 20 [m] de profundidad (ambas definidas respecto de la ortogonal de la línea de costa), y que se relacionan mediante la Ley de Snell

$$\theta_{20m} = \arcsen\left\{\frac{L_{20m}}{L_0} \sen(\theta_0)\right\}, \quad (3)$$

la cual asume una batimetría recta y paralela. El coeficiente de shoaling se calcula mediante la expresión

$$K_s = 1/\sqrt{2n \times \tanh(kd)} \quad (4)$$

Donde  $k = 2\pi/L$  corresponde al número de onda y

$$n = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{4\pi d}{L} / \senh\left(\frac{4\pi d}{L}\right) \right] \quad (5)$$

La longitud de onda se calcula mediante la expresión:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right), \quad (6)$$

Donde  $h = 20$  [m] y  $T$  es el período en aguas profundas, considerado constante durante la propagación. En resumen, el resultado de la propagación permite obtener la altura de ola  $H_{20m}$  y la dirección del oleaje local  $\theta_{20m}$  a una profundidad de 20 [m], asumiendo también que el período es el mismo en aguas profundas y aguas someras.

## 6.2 CARACTERIZACIÓN DE PESCADORES E INFRAESTRUCTURA A NIVEL COMUNAL

Tabla A1: Distribución en frecuencia de pescadores por actividad y género para las 106 comunas estudiadas

Comuna	Región	Número de Caletas	Número de Pescadores	Número de embarcaciones	Recolectores	Armadores	Buzos	Pescadores	Mujer	Hombre
Arica	Arica	1	1664	221	320	180	64	1100	64	1600
Camarones	Arica	1	94	19	35	15	12	32	11	83
Huara	Tarapacá	1	255	30	124	38	24	69	28	227
Iquique	Tarapacá	13	2244	296	881	279	200	884	248	1996
Tocopilla	Antofagasta	8	1008	127	520	125	115	248	88	920
Mejillones	Antofagasta	6	657	91	222	89	60	286	15	642
Antofagasta	Antofagasta	8	1299	177	564	152	154	429	102	1197
Taltal	Antofagasta	6	1205	152	630	126	129	320	106	1099
Chañaral	Atacama	5	795	75	424	72	49	250	85	710
Caldera	Atacama	10	2808	266	1111	228	169	1300	366	2442
Copiapó	Atacama	3	162	11	96	13	17	36	29	133
Huasco	Atacama	5	1069	110	614	92	90	273	124	945
Freirina	Atacama	7	504	65	254	57	69	124	70	434
La Higuera	Coquimbo	7	1263	226	470	207	232	354	43	1220
La Serena	Coquimbo	1	237	0	184	0	3	50	58	179
Coquimbo	Coquimbo	9	4205	713	1153	612	367	2073	160	4045
Ovalle	Coquimbo	7	833	64	507	65	91	170	162	671
Canela	Coquimbo	4	443	55	201	50	49	143	24	419
Los Vilos	Coquimbo	6	1508	189	647	179	186	496	93	1415
La Ligua	Valparaíso	3	463	45	223	42	47	151	46	417
Papudo	Valparaíso	2	252	22	112	21	12	107	3	249
Zapallar	Valparaíso	2	107	15	49	13	6	39	4	103
Puchuncaví	Valparaíso	3	662	58	259	53	63	287	30	632
Quintero	Valparaíso	4	925	142	276	90	32	527	31	894
Concón	Valparaíso	2	208	32	63	27	1	117	10	198
Viña del Mar	Valparaíso	1	48	3	23	3	3	19	1	47
Valparaíso	Valparaíso	4	1432	157	423	167	10	832	58	1374
Casa blanca	Valparaíso	1	196	23	62	19	19	96	2	194
Algarrobo	Valparaíso	1	141	14	54	12	15	60	2	139
El Quisco	Valparaíso	1	250	25	107	22	14	107	8	242
El Tabo	Valparaíso	1	84	3	67	3	8	6	25	59
Cartagena	Valparaíso	2	106	7	48	7	19	32	4	102
San Antonio	Valparaíso	4	2176	296	581	225	27	1343	81	2095
Santo Domingo	Valparaíso	1	48	1	44	1	2	1	20	28
Navidad	O'Higgins	3	294	17	216	18	14	46	59	235

Comuna	Región	Número de Caletas	Número de Pescadores	Número de embarcaciones	Recolectores	Armadores	Buzos	Pescadores	Mujer	Hombre
Litueche	O'Higgins	2	501	27	329	18	18	136	92	409
Pichilemu	O'Higgins	2	81	3	62	4	2	13	21	60
Paredones	O'Higgins	1	254	18	142	16	4	92	47	207
Vichuquén	Maule	4	911	123	333	93	6	479	148	763
Licantén	Maule	2	145	20	49	29	0	67	2	143
Curepto	Maule	1	46	0	32	2	0	12	9	37
Constitución	Maule	5	1762	194	529	170	37	1026	224	1538
Chanco	Maule	3	1079	139	312	103	75	589	92	987
Pelluhue	Maule	1	29	0	23	0	1	5	12	17
Cobquecura	Ñuble	4	308	31	149	25	20	114	77	231
Trehuaco	Ñuble	1	2	1	0	0	0	2	1	1
Coelemu	Ñuble	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tomé	Biobío	12	3580	431	1622	360	125	1473	678	2902
Penco	Biobío	5	1237	147	564	113	206	354	117	1120
Talcahuano	Biobío	11	6427	691	2521	590	138	3178	754	5673
Hualpén	Biobío	3	429	37	186	36	26	181	98	331
San Pedro de la Paz	Biobío	1	63	12	16	12	1	34	4	59
Coronel	Biobío	5	6422	487	2592	420	217	3193	2044	4378
Lota	Biobío	10	2081	192	747	167	26	1141	461	1620
Arauco	Biobío	10	3902	456	1558	403	503	1438	954	2948
Lebu	Biobío	10	5505	754	1725	545	102	3133	1211	4294
Los alamos	Biobío	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cañete	Biobío	3	160	0	102	0	0	58	76	84
Tirúa	Biobío	10	1429	89	626	105	132	566	278	1151
Carahue	Araucanía	1	383	17	296	23	12	52	143	240
Saavedra	Araucanía	5	386	49	239	34	5	108	54	332
Teodoro Schmidt	Araucanía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toltén	Araucanía	3	1108	130	496	114	8	490	145	963
Mariquina	Los Ríos	4	1061	111	484	103	132	342	195	866
Valdivia	Los Ríos	8	2875	351	1103	313	194	1265	344	2531
Corral	Los Ríos	11	2047	192	1187	154	199	507	506	1541
La Unión	Los Ríos	2	8	0	4	0	1	3	1	7
San Juan de la costa	Los Lagos	6	1158	51	872	51	116	119	399	759
Río Negro	Los Lagos	2	9	2	5	1	0	3	1	8
Purranque	Los Lagos	3	674	70	388	74	47	165	148	526
Fresia	Los Lagos	2	69	0	46	6	4	13	27	42
Los Muermos	Los Lagos	1	1115	69	747	79	72	217	382	733
Mauñín	Los Lagos	14	6302	322	4092	304	897	1009	1556	4746
Calbuco	Los Lagos	21	5982	479	3738	387	550	1307	1373	4609

Comuna	Región	Número de Caletas	Número de Pescadores	Número de embarcaciones	Recolectores	Armadores	Buzos	Pescadores	Mujer	Hombre
Puerto Montt	Los Lagos	23	3500	342	2206	314	82	898	907	2593
Cochamó	Los Lagos	4	604	22	334	30	29	211	108	496
Hualaihué	Los Lagos	24	3005	333	1750	334	132	789	861	2144
Chaitén	Los Lagos	21	1746	82	1084	153	75	434	479	1267
Ancud	Los Lagos	39	8208	485	5309	392	1103	1404	1723	6485
Quemchi	Los Lagos	14	1924	152	1436	109	108	271	653	1271
Dalcahue	Los Lagos	2	1509	7	836	114	100	459	193	1316
Castro	Los Lagos	3	1171	38	908	35	82	146	350	821
Curaco de Vélez	Los Lagos	2	106	1	95	0	5	6	57	49
Quinchao	Los Lagos	11	1249	146	965	53	58	173	424	825
Chonchi	Los Lagos	4	1120	2	879	21	60	160	343	777
Puqueldón	Los Lagos	3	7	0	5	1	0	1	1	6
Queilén	Los Lagos	6	1736	74	1172	86	176	302	540	1196
Quellón	Los Lagos	15	7129	330	4441	322	968	1398	1570	5559
Guaitecas	Aysén	2	1708	133	858	137	244	469	335	1373
Cisnes	Aysén	9	1732	145	841	148	87	656	259	1473
Aisén	Aysén	8	2582	221	1303	193	134	952	372	2210
Tortel	Aysén	1	76	0	56	2	1	17	8	68
Natales	Magallanes	2	2794	271	1234	222	343	995	219	2575
San Gregorio	Magallanes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Río Verde	Magallanes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Punta Arenas	Magallanes	6	6809	505	3423	417	506	2463	308	6501
Primavera	Magallanes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porvenir	Magallanes	2	494	28	260	31	38	165	69	425
Timaukel	Magallanes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cabo de Hornos	Magallanes	3	413	38	193	35	14	171	9	404
Juan Fernández	Valparaíso	2	463	72	150	54	6	253	31	432
Isla de Pascua	Valparaíso	5	297	79	59	80	0	158	48	249
Concepción	Biobío	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerto Varas	Los Lagos	2	13	1	8	1	1	3	5	8
Laguna Blanca	Magallanes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torres del Paine	Magallanes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>546</b>	<b>139570</b>	<b>12949</b>	<b>69285</b>	<b>11440</b>	<b>10600</b>	<b>48245</b>	<b>24806</b>	<b>114764</b>



Tabla A2: Caracterización de caletas por comuna según el número de caletas urbanas, la existencia de obras de abrigo, muelles o rampas, facilidades en tierra y abrigo natural.

Comuna	Región	Número de Caletas	Número Caletas Urbanas	Número de Caletas con Obras de Abrigo	Número de Caletas con Muelle o Rampa	Número de Caletas con Facilidades en Tierra	Número de Caletas con Abrigo Natural
Arica	Arica	1	1	1	1	1	0
Camarones	Arica	1	0	0	1	0	0
Huara	Tarapacá	1	1	0	1	1	0
Iquique	Tarapacá	13	10	7	8	11	3
Tocopilla	Antofagasta	8	3	0	2	6	6
Mejillones	Antofagasta	6	2	1	2	4	2
Antofagasta	Antofagasta	8	3	1	4	7	4
Taltal	Antofagasta	6	2	0	3	5	2
Chañaral	Atacama	5	3	0	1	5	1
Caldera	Atacama	10	4	1	1	7	7
Copiapó	Atacama	3	0	0	0	2	2
Huasco	Atacama	5	2	2	2	5	4
Freirina	Atacama	7	2	0	0	5	4
La Higuera	Coquimbo	7	4	3	5	6	2
La Serena	Coquimbo	1	1	0	0	0	0
Coquimbo	Coquimbo	9	7	0	6	5	4
Ovalle	Coquimbo	7	0	0	1	1	3
Canela	Coquimbo	4	0	0	0	0	3
Los Vilos	Coquimbo	6	3	2	5	1	3
La Ligua	Valparaíso	3	3	1	1	2	1
Papudo	Valparaíso	2	1	0	0	0	2
Zapallar	Valparaíso	2	2	0	1	1	2
Puchuncaví	Valparaíso	3	3	0	0	0	2
Quintero	Valparaíso	4	4	0	2	1	4
Concón	Valparaíso	2	2	1	2	1	2
Viña del Mar	Valparaíso	1	1	0	0	0	1
Valparaíso	Valparaíso	4	4	0	2	2	4
Casa blanca	Valparaíso	1	1	0	0	1	1
Algarrobo	Valparaíso	1	1	0	1	1	1
El Quisco	Valparaíso	1	1	0	1	1	1
El Tabo	Valparaíso	1	1	0	0	0	0
Cartagena	Valparaíso	2	2	0	0	0	1
San Antonio	Valparaíso	4	4	2	3	2	1
Santo Domingo	Valparaíso	1	0	0	0	0	1
Navidad	O'Higgins	3	2	0	1	0	2
Litueche	O'Higgins	2	1	0	0	1	1
Pichilemu	O'Higgins	2	1	0	1	0	2

Comuna	Región	Número de Caletas	Número Caletas Urbanas	Número de Caletas con Obras de Abrigo	Número de Caletas con Muelle o Rampa	Número de Caletas con Facilidades en Tierra	Número de Caletas con Abrigo Natural
Paredones	O'Higgins	1	1	1	0	1	0
Vichuquén	Maule	4	4	0	1	0	1
Licantén	Maule	2	2	0	0	0	0
Curepto	Maule	1	0	0	0	0	0
Constitución	Maule	5	2	0	3	0	4
Chanco	Maule	3	2	0	1	0	3
Pelluhue	Maule	1	1	0	0	0	1
Cobquecura	Ñuble	4	3	0	0	0	2
Trehuaco	Ñuble	1	0	0	0	0	1
Coelemu	Ñuble	0	0	0	0	0	0
Tomé	Biobío	12	8	0	4	4	4
Penco	Biobío	5	5	0	3	2	5
Talcahuano	Biobío	11	6	2	4	0	8
Hualpén	Biobío	3	0	0	0	0	3
San Pedro de la Paz	Biobío	1	1	0	1	0	1
Coronel	Biobío	5	5	1	3	1	0
Lota	Biobío	10	10	2	2	1	8
Arauco	Biobío	10	5	0	3	1	6
Lebu	Biobío	10	2	0	2	1	6
Los alamos	Biobío	1	0	0	0	0	0
Cañete	Biobío	3	0	0	0	0	2
Tirúa	Biobío	10	2	0	2	0	2
Carahue	Araucanía	1	1	0	1	0	1
Saavedra	Araucanía	5	2	0	2	0	5
Teodoro Schmidt	Araucanía	0	0	0	0	0	0
Toltén	Araucanía	3	2	0	3	0	3
Mariquina	Los Ríos	4	2	0	1	0	3
Valdivia	Los Ríos	8	7	0	6	0	5
Corral	Los Ríos	11	8	0	5	0	10
La Unión	Los Ríos	2	0	0	0	0	2
San Juan de la costa	Los Lagos	6	2	0	1	0	5
Río Negro	Los Lagos	2	0	0	0	0	2
Purranque	Los Lagos	3	0	0	0	0	3
Fresia	Los Lagos	2	0	0	0	0	1
Los Muermos	Los Lagos	1	0	0	1	0	1
Mauñín	Los Lagos	14	7	0	8	1	11
Calbuco	Los Lagos	21	5	0	11	0	12
Puerto Montt	Los Lagos	23	11	0	9	0	9
Cochamó	Los Lagos	4	1	0	4	0	4

Comuna	Región	Número de Caletas	Número Caletas Urbanas	Número de Caletas con Obras de Abrigo	Número de Caletas con Muelle o Rampa	Número de Caletas con Facilidades en Tierra	Número de Caletas con Abrigo Natural
Hualaihué	Los Lagos	24	5	1	9	0	18
Chaitén	Los Lagos	21	4	0	11	0	14
Ancud	Los Lagos	39	5	1	7	1	32
Quemchi	Los Lagos	14	3	0	8	0	10
Dalcahue	Los Lagos	2	1	0	2	0	2
Castro	Los Lagos	3	3	0	2	0	2
Curaco de Vélez	Los Lagos	2	1	0	0	0	2
Quinchao	Los Lagos	11	2	0	10	0	2
Chonchi	Los Lagos	4	2	0	3	0	3
Puqueldón	Los Lagos	3	2	0	3	0	3
Queilén	Los Lagos	6	1	0	4	0	3
Quellón	Los Lagos	15	7	0	9	1	12
Guaitecas	Aysén	2	1	0	2	0	2
Cisnes	Aysén	9	3	0	4	0	8
Aisén	Aysén	8	5	0	4	0	8
Tortel	Aysén	1	1	0	1	0	1
Natales	Magallanes	2	1	1	2	1	2
San Gregorio	Magallanes	0	0	0	0	0	0
Río Verde	Magallanes	0	0	0	0	0	0
Punta Arenas	Magallanes	6	2	0	2	0	2
Primavera	Magallanes	0	0	0	0	0	0
Porvenir	Magallanes	2	2	0	1	0	1
Timaukel	Magallanes	0	0	0	0	0	0
Cabo de Hornos	Magallanes	3	1	0	3	0	3
Juan Fernández	Valparaíso	2	1	0	1	0	1
Isla de Pascua	Valparaíso	5	2	5	5	4	5
Concepción	Biobío	0	0	0	0	0	0
Puerto Varas	Los Lagos	2	0	0	1	0	2
Laguna Blanca	Magallanes	0	0	0	0	0	0
Torres del Paine	Magallanes	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>Total</b>	<b>546</b>	<b>244</b>	<b>36</b>	<b>233</b>	<b>104</b>	<b>351</b>

### 6.3 IDENTIFICACIÓN DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE CALETAS

Para identificar grupos de caletas que comparten similitudes y así poder restringir el estudio a caletas que representen cada uno de estos grupos, se realizó un análisis multivariable con el software PAST v3.25 (Hammer, 2019, Hammer et al., 2001) de clúster y componentes principales, se concluye:

- El conjunto de caletas agrupadas por comunas tiene un comportamiento similar, esto es que muchas comunas se agrupan en núcleos principales y unas pocas tienen un comportamiento diferente.
- Respecto de las variables número de caletas, pescadores y embarcaciones por comuna, las comunas que tienen caletas con un comportamiento diferente son: Coquimbo, Lebu, Talcahuano, Calbuco, Coronel, Punta Arenas, Maullín, Quellón y Ancud.
- Respecto de la composición de las actividades de pescadores, las comunas de Coelemu, Los Álamos, Teodoro Schmidt, San Gregorio, Río Verde, Primavera, Timaulken, Concepción, Laguna Blanca y Torres del Paine, conforman un clúster de comunas que no tienen pescadores. Mientras que destaca el caso aislado de la comuna de Trehuaco (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).
- Respecto de las características de las caletas por comuna, Paredones, Arica y Huara se diferencian del resto.

**Tabla A3: Componentes principales entre el número de caletas, pescadores y embarcaciones por comuna**

Variable	Valor Propio	% Varianza	Componente Principal
Nº Pescadores	3,27476E06	99,835	1
Nº Embarcaciones	5390,09	0,16432	2
Nº Caletas	17,0082	0,00051852	3

**Tabla A4: Componentes principales entre el % Recolectores, Armadores, Buzos y Pescadores por comuna**

Variable	Valor Propio	% varianza	Componente Principal
% Recolectores	519,935	60,689	1
% Pescadores	300,001	35,017	2
% Buzos	23,4287	2,7347	3
% Armadores	13,3535	1,5587	4

**Tabla A5: Componentes principales entre el % caletas urbanas, obras de abrigo, muelles o ramplas, facilidades en tierra y abrigo natural por comuna**

<b>Variable</b>	<b>Valor Propio</b>	<b>% varianza</b>	<b>Componente Principal</b>
Urbanas	2271,26	39,608	1
Muelles o Ramplas	1550,34	27,036	2
Facilidades en Tierra	885,464	15,441	3
Abrigo Natural	786,46	13,715	4
Obras de Abrigo	240,822	4,1996	5

Figura A1: Análisis de Clúster para las variables N° de caletas, N° de pescadores y N° de embarcaciones por comuna.

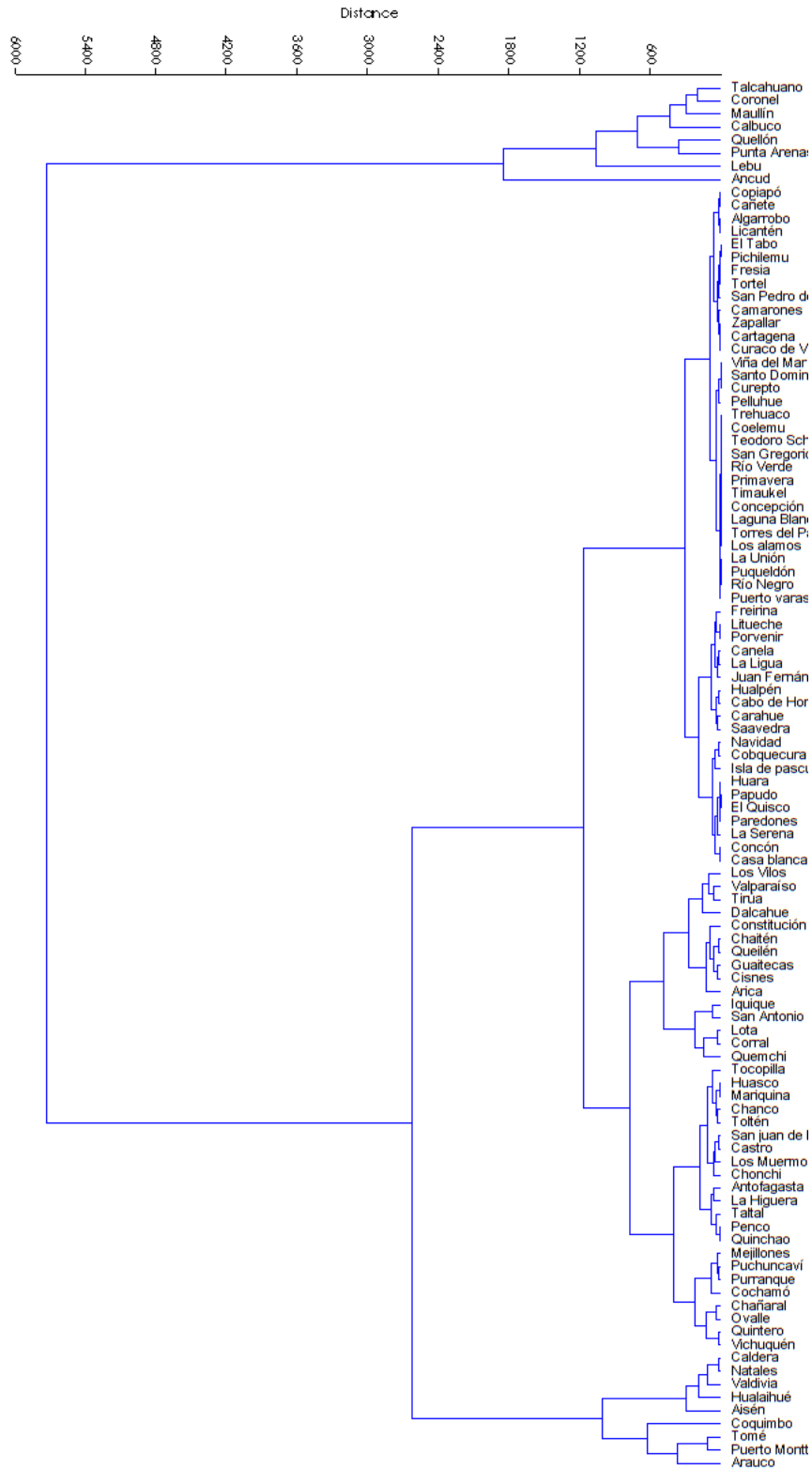


Figura A2 Análisis de Componentes principales para las variables N° de caletas, N° de pescadores y N° de

embarcaciones por comuna.

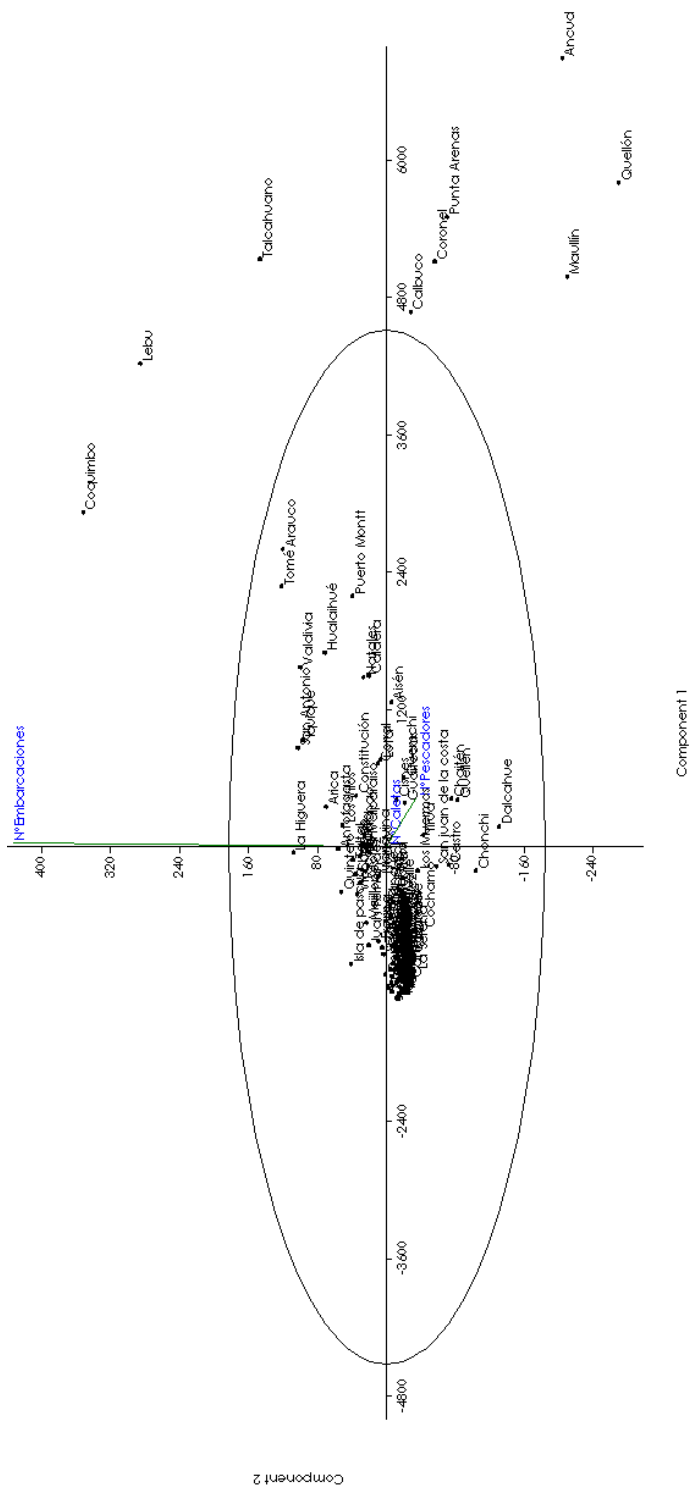


Figura A3: Análisis de clúster para las variables % Recolectores, Armadores, Buzos y Pescadores por comuna.

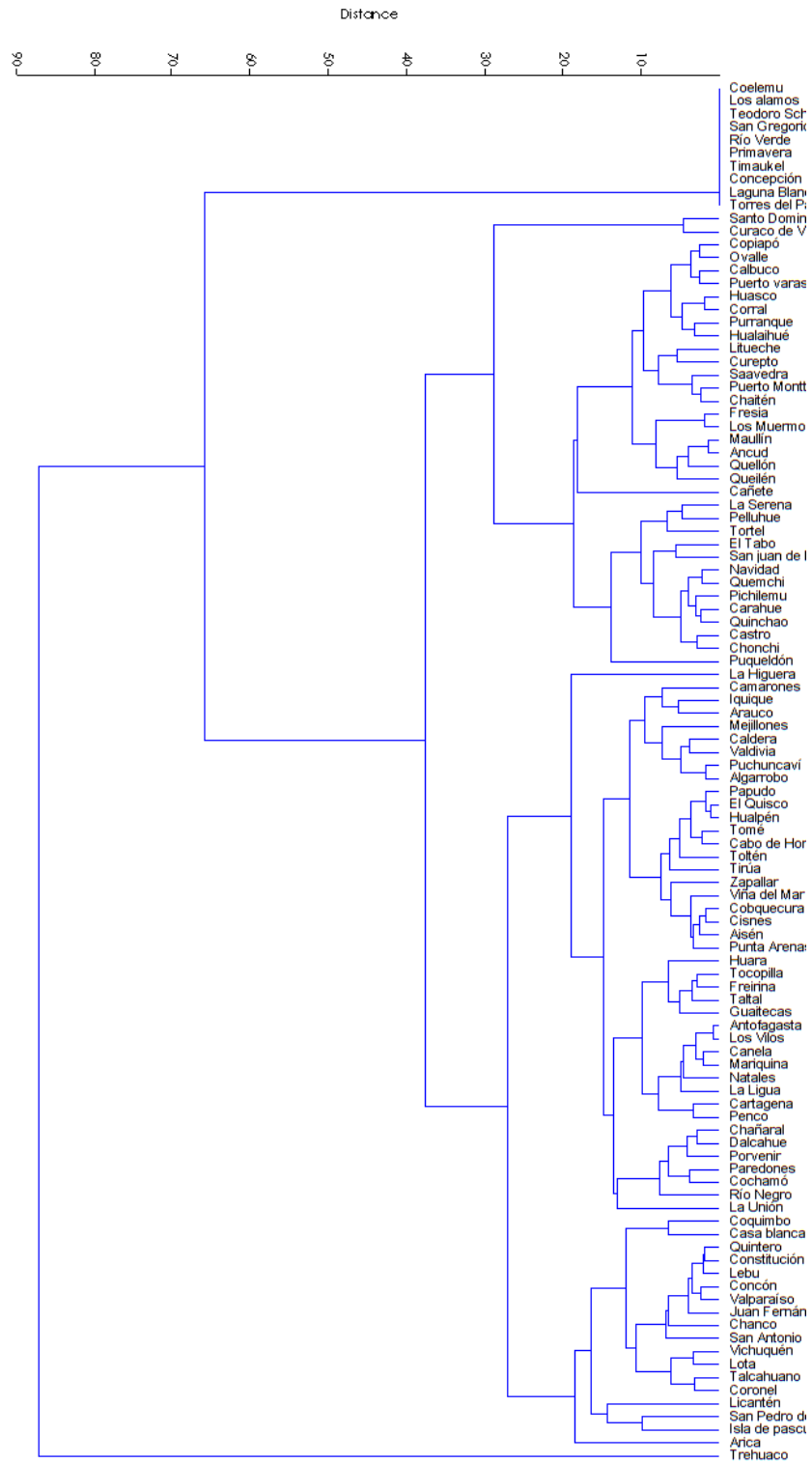






Figura A5: Análisis de clúster para las variables % caletas urbanas, obras de abrigo, muelles o rampas, facilidades en tierra y abrigo natural por comuna.

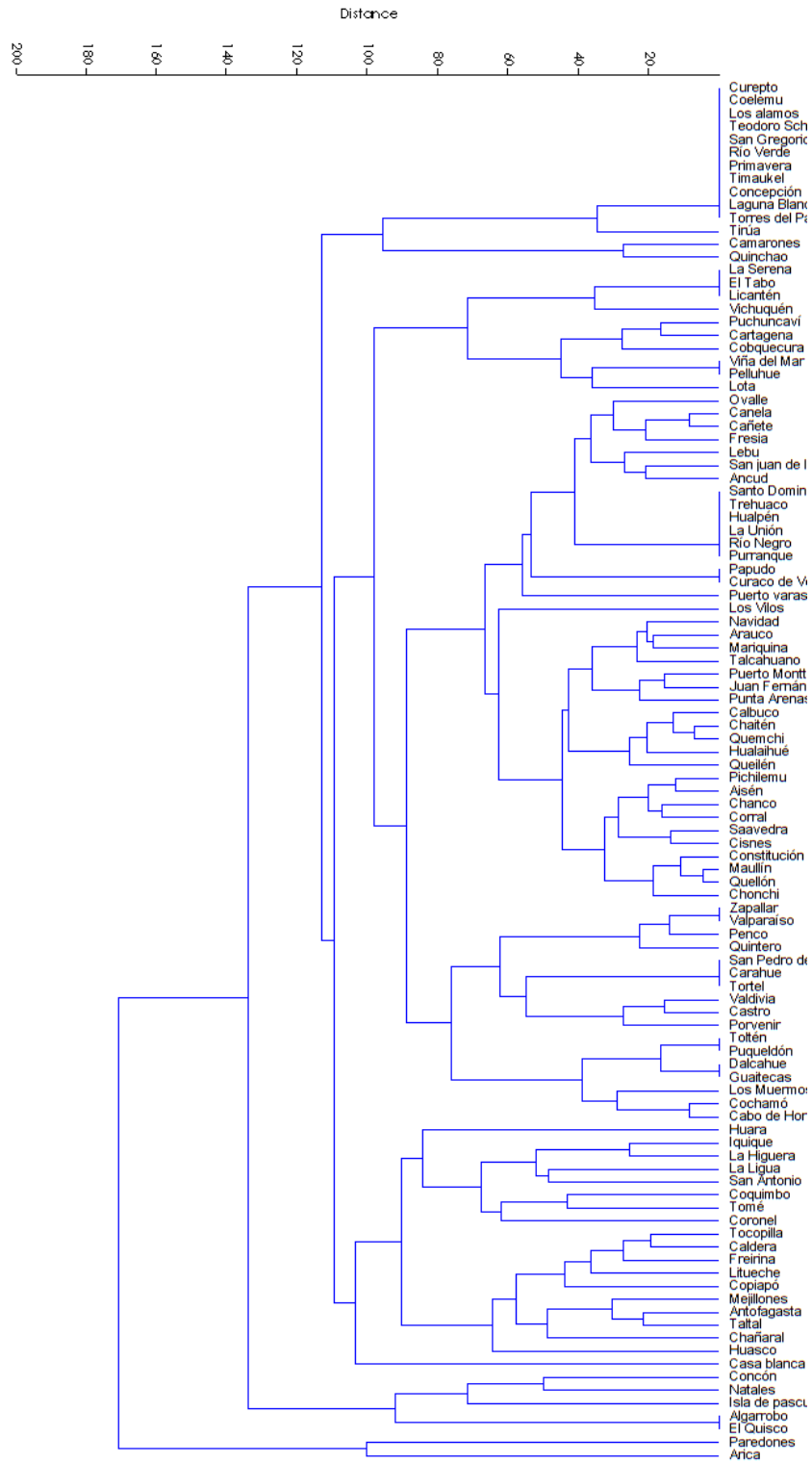
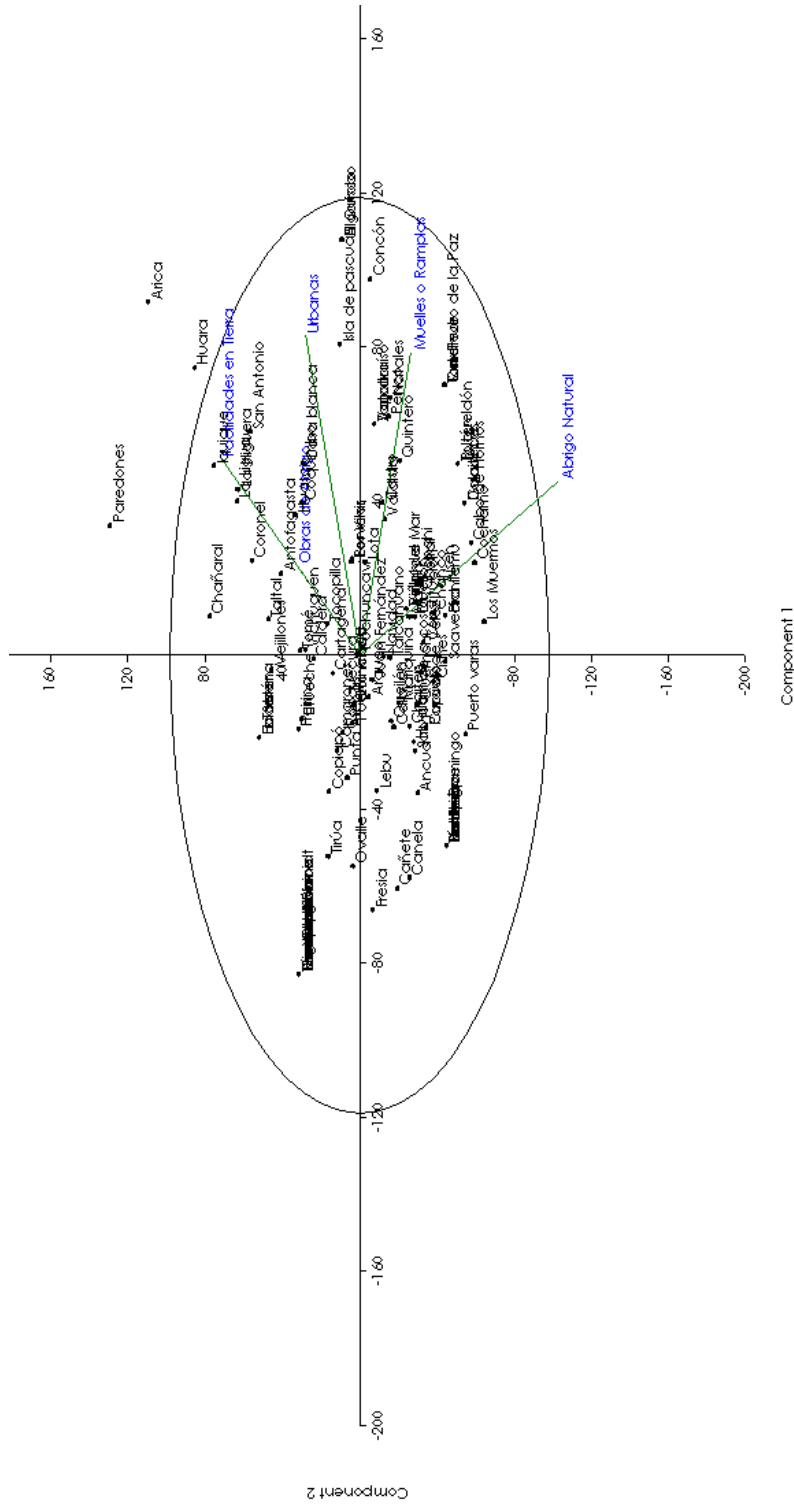


Figura A6: Análisis de componentes principales para las variables % caletas urbanas, obras de abrigo, muelles o rampas, facilidades en tierra y abrigo natural por comuna.



## 6.1. CURVAS DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE OLAJE CADA 2° DE LATITUD

Figura A7: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Arica para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

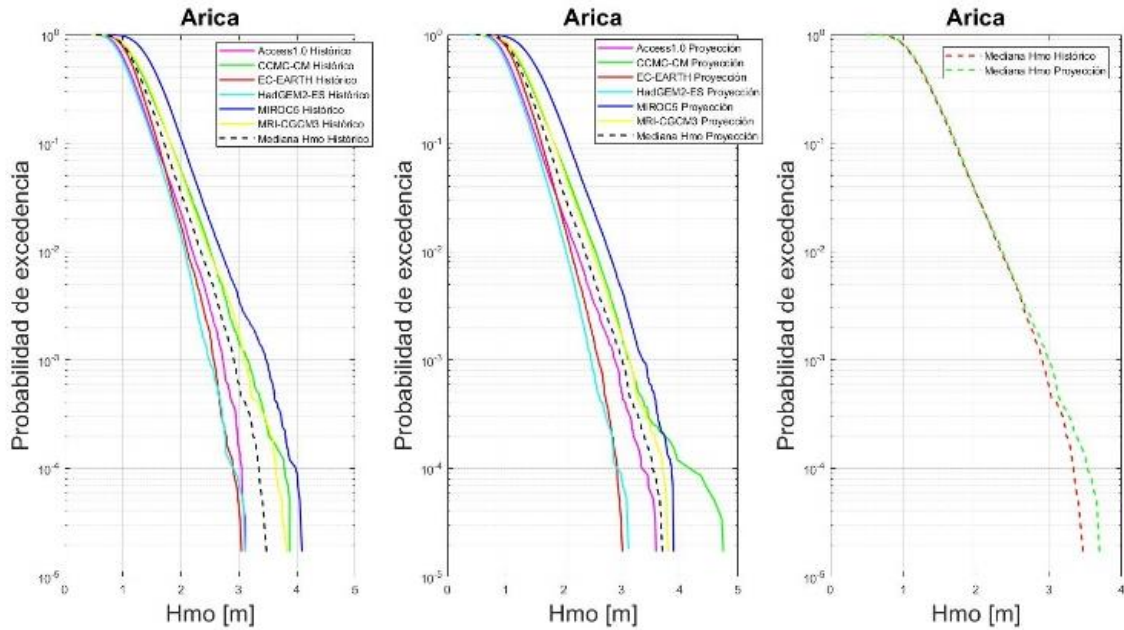


Figura A8: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Iquique para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

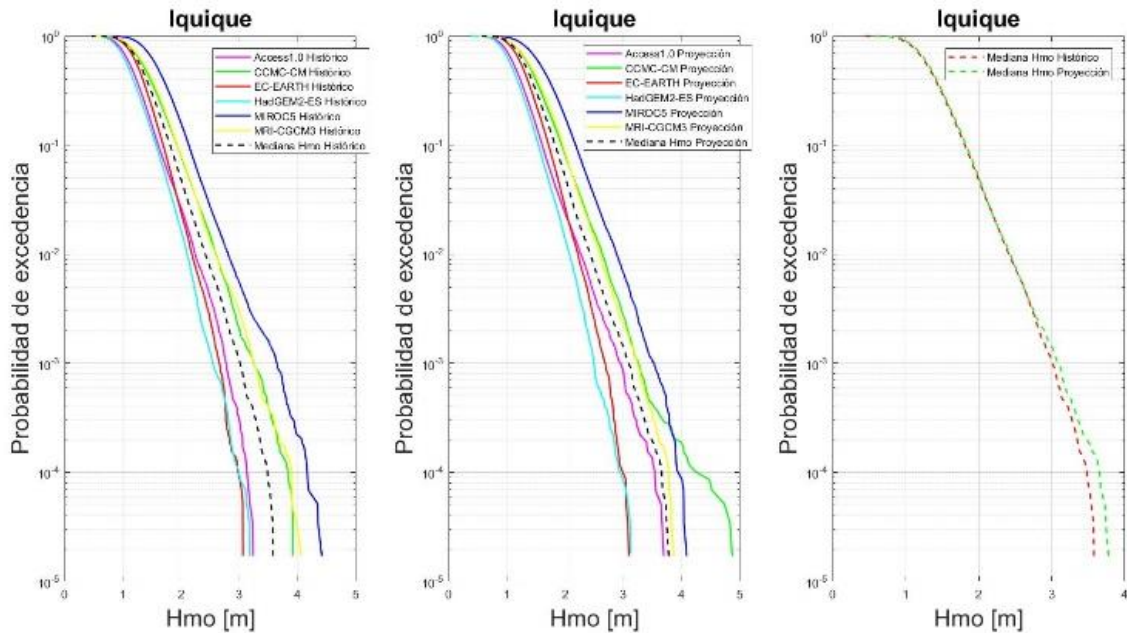


Figura A9: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Mejillones para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

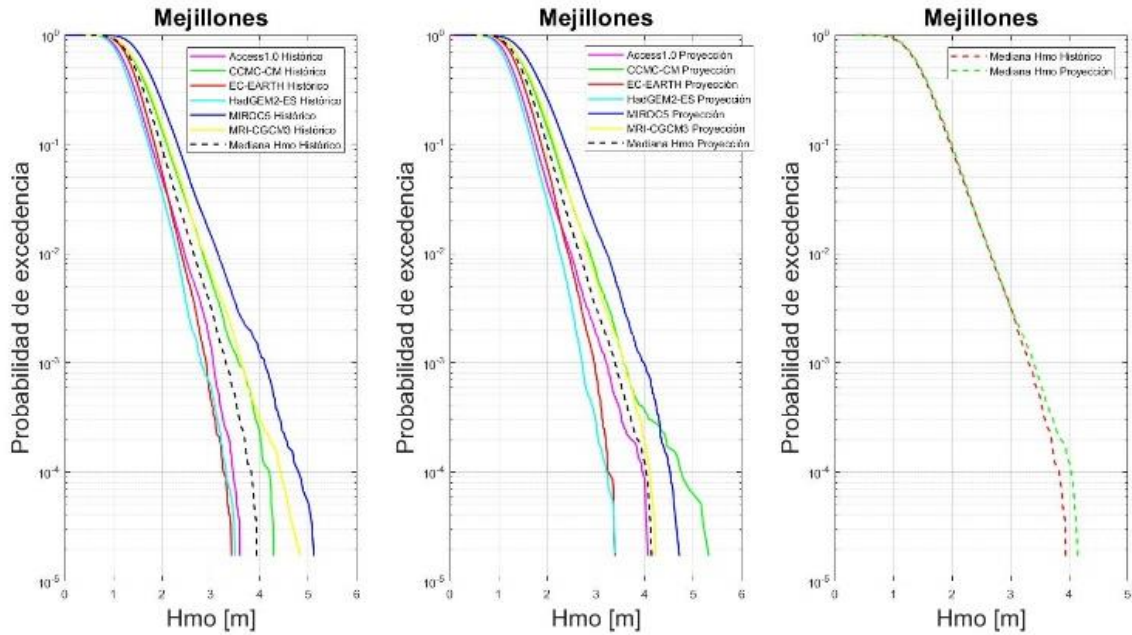


Figura A10: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Taltal para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

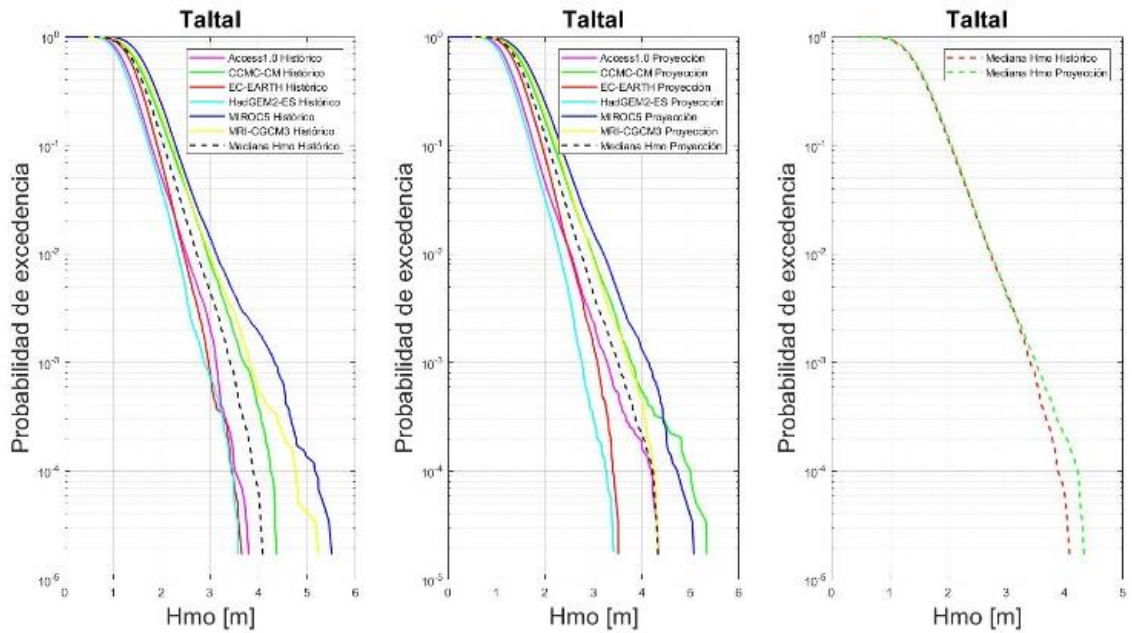


Figura A11: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Bahía Inglesa para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

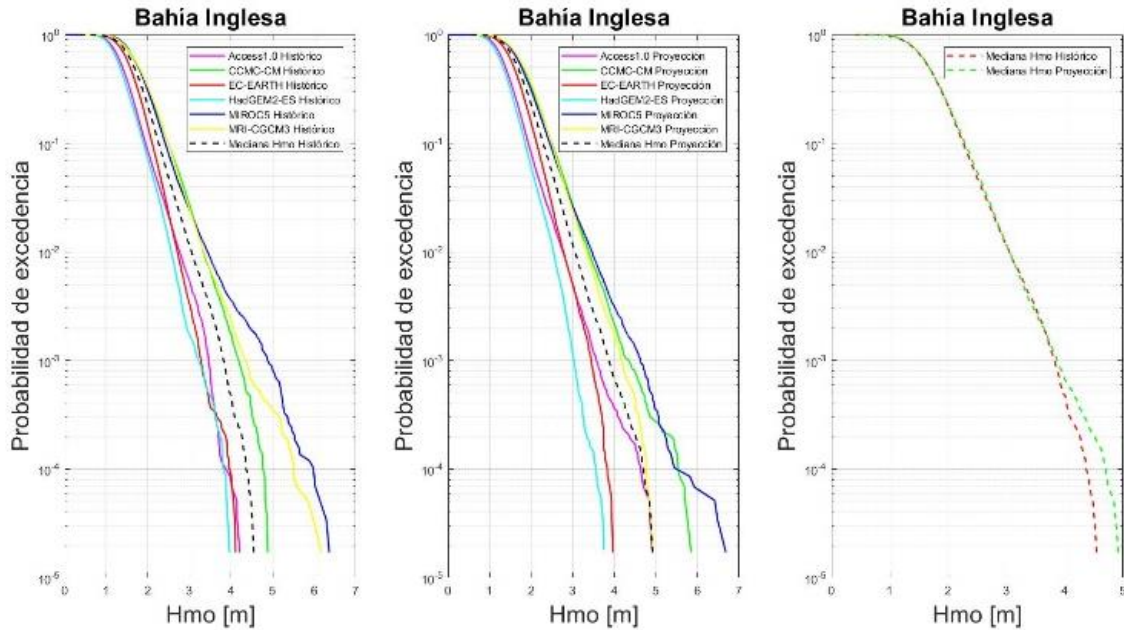


Figura A12: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Huasco para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

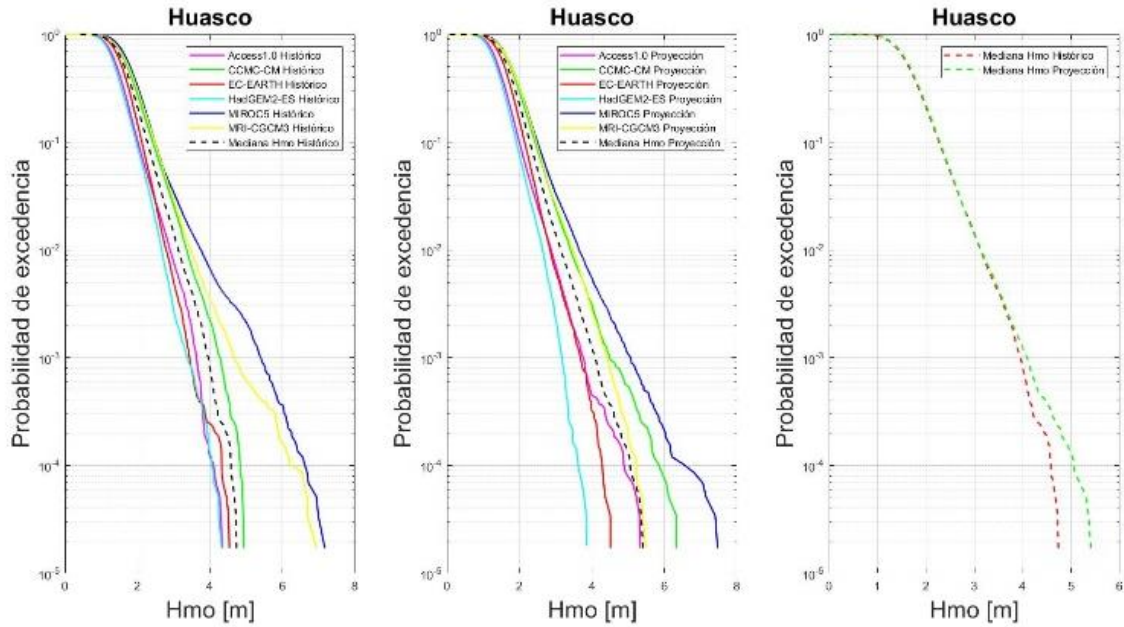




Figura A13: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Tongoy para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

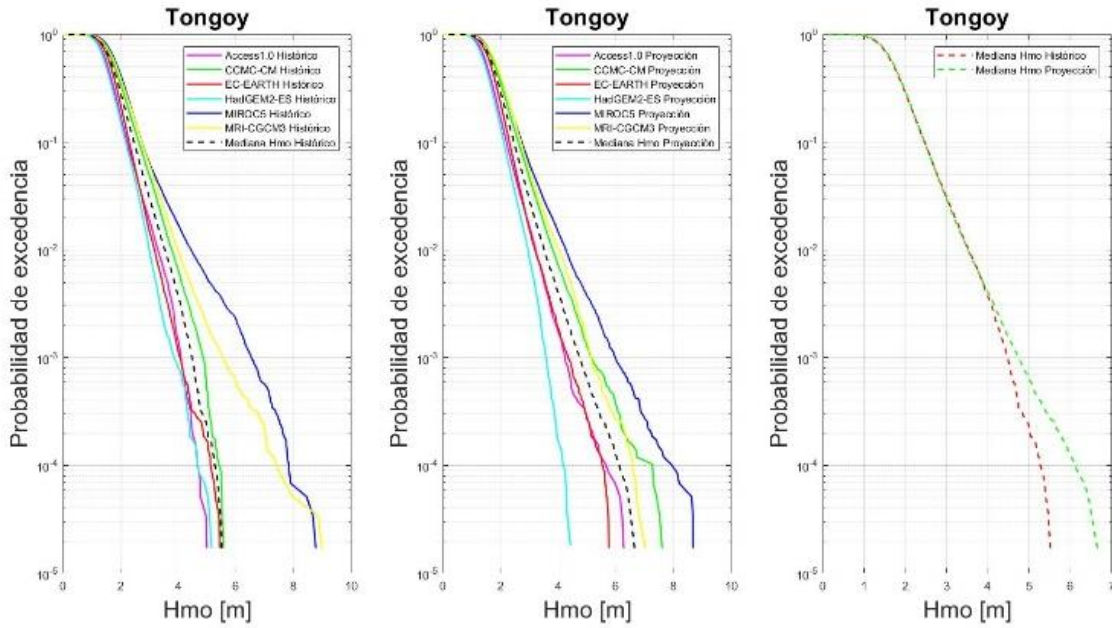


Figura A14: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Valparaíso para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

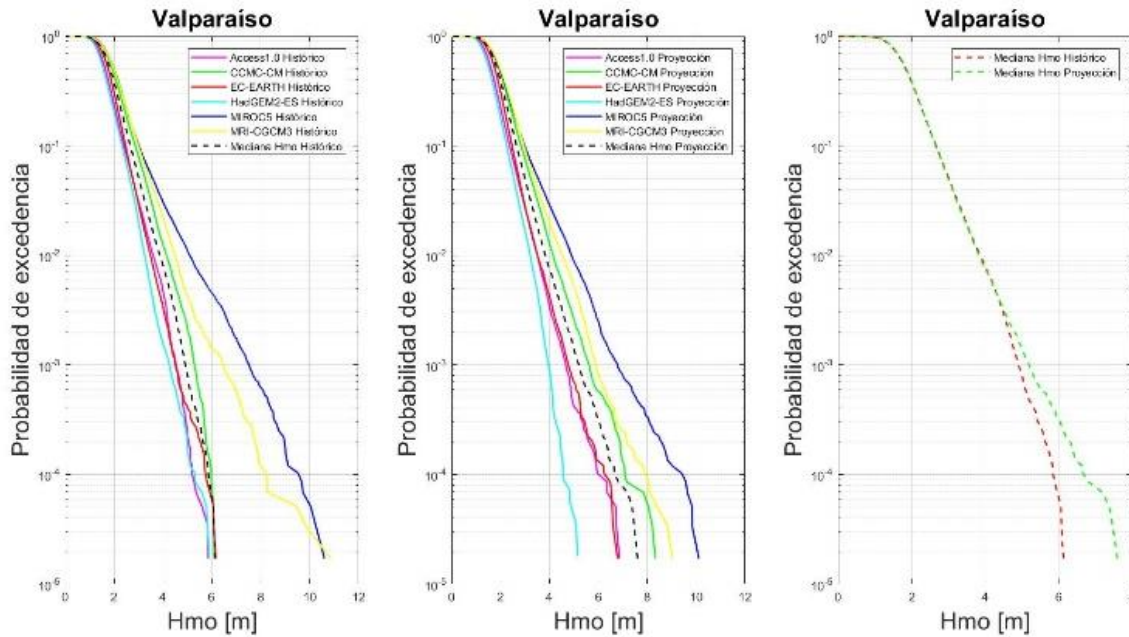




Figura A15: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Constitución para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

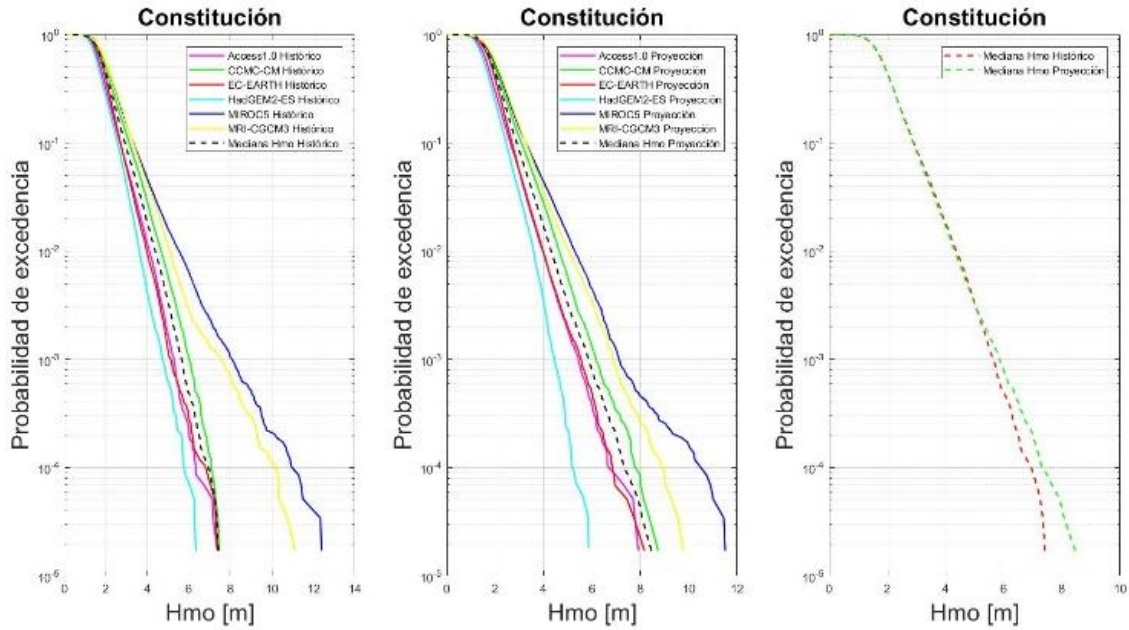


Figura A16: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Talcahuano para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

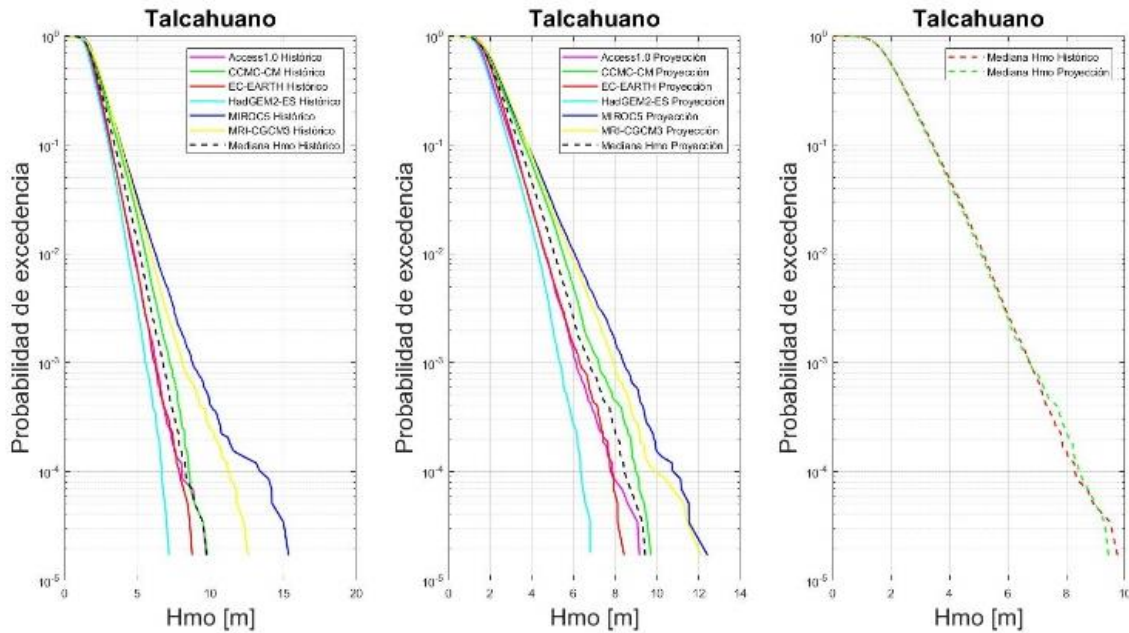


Figura A17: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Puerto Saavedra para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

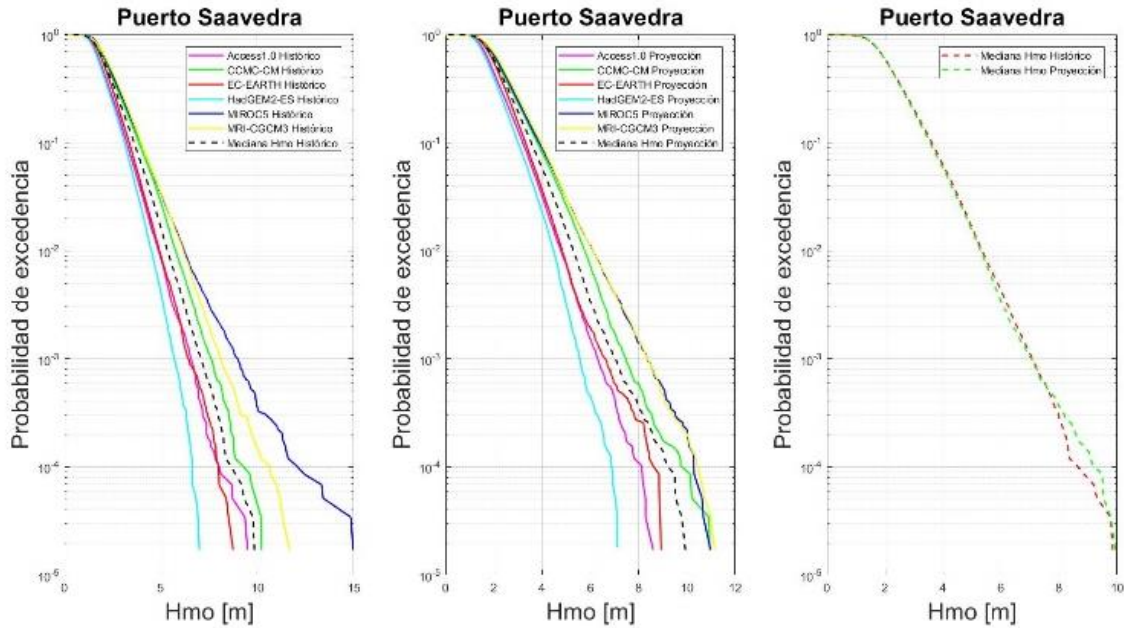


Figura A18: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Bahía Mansa para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

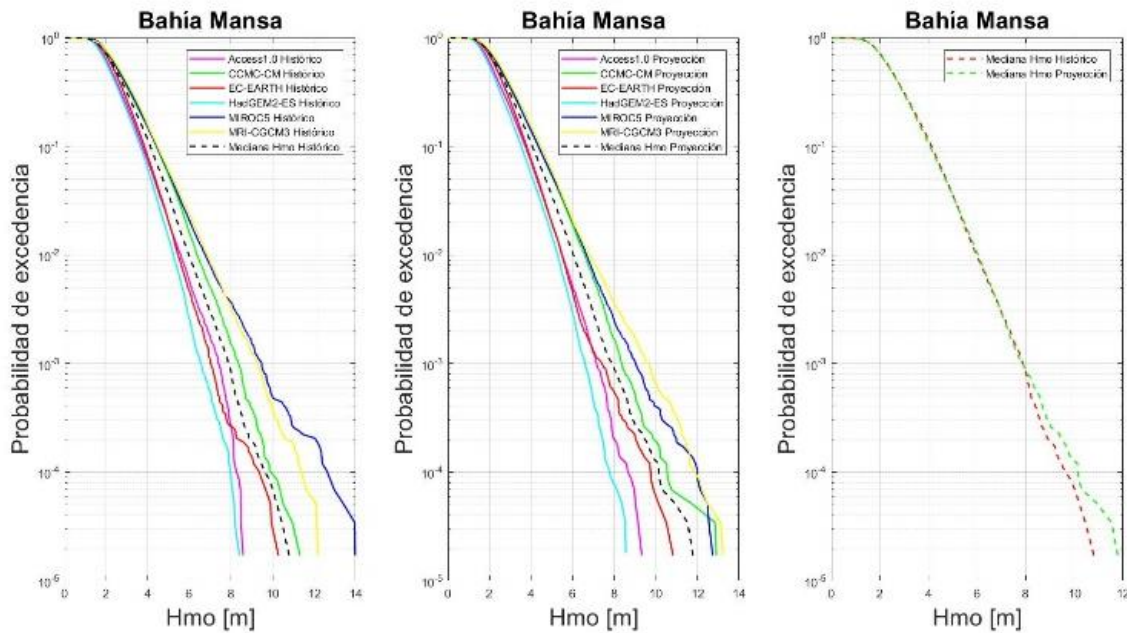


Figura A19: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Chiloé para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

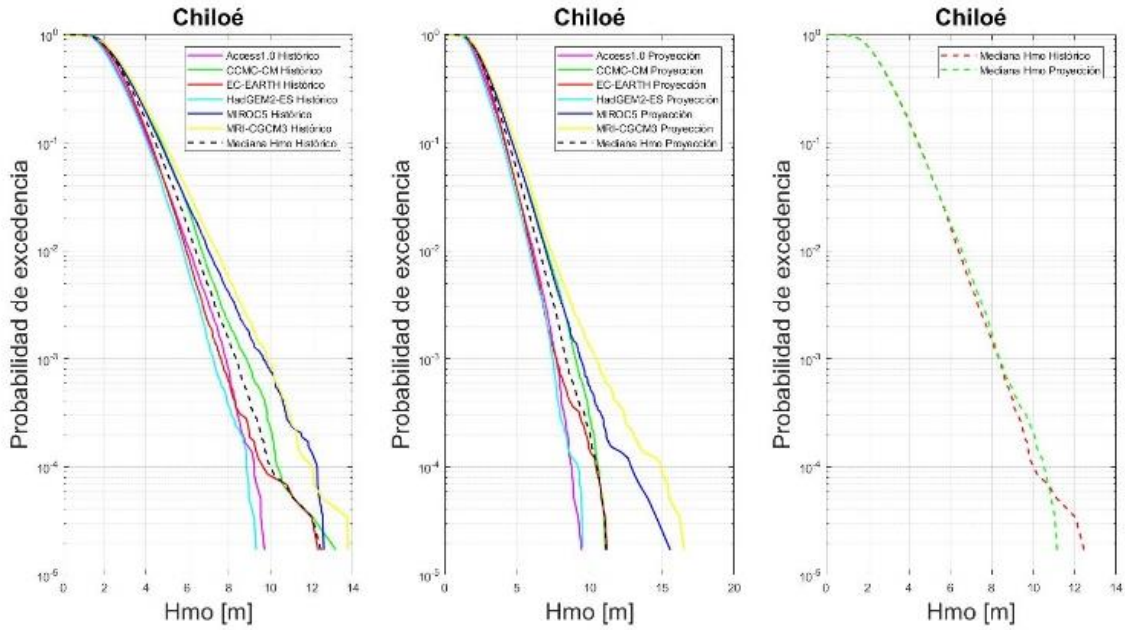


Figura A20: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Archipiélago de los Chonos para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

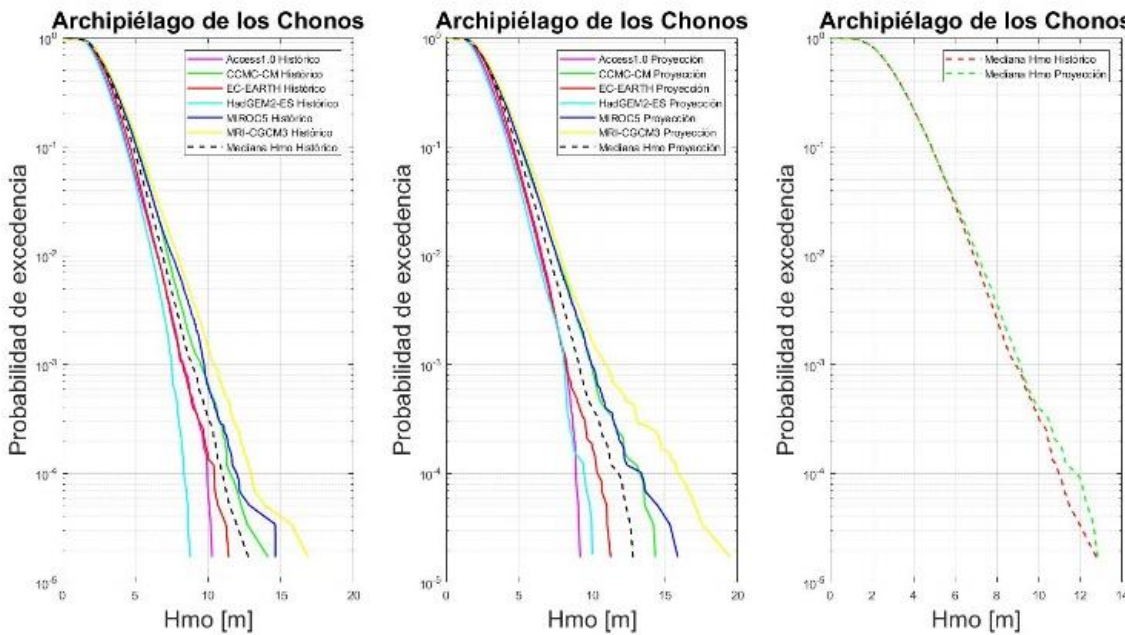




Figura A21: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Golfo de Penas para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

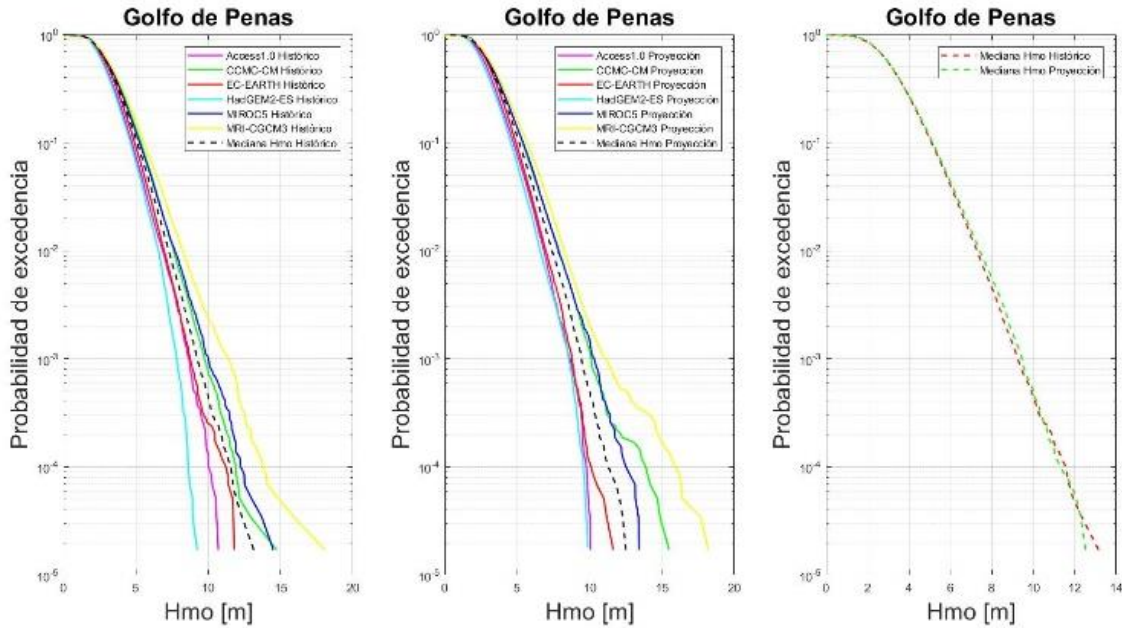


Figura A22: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Isla Esmeralda para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

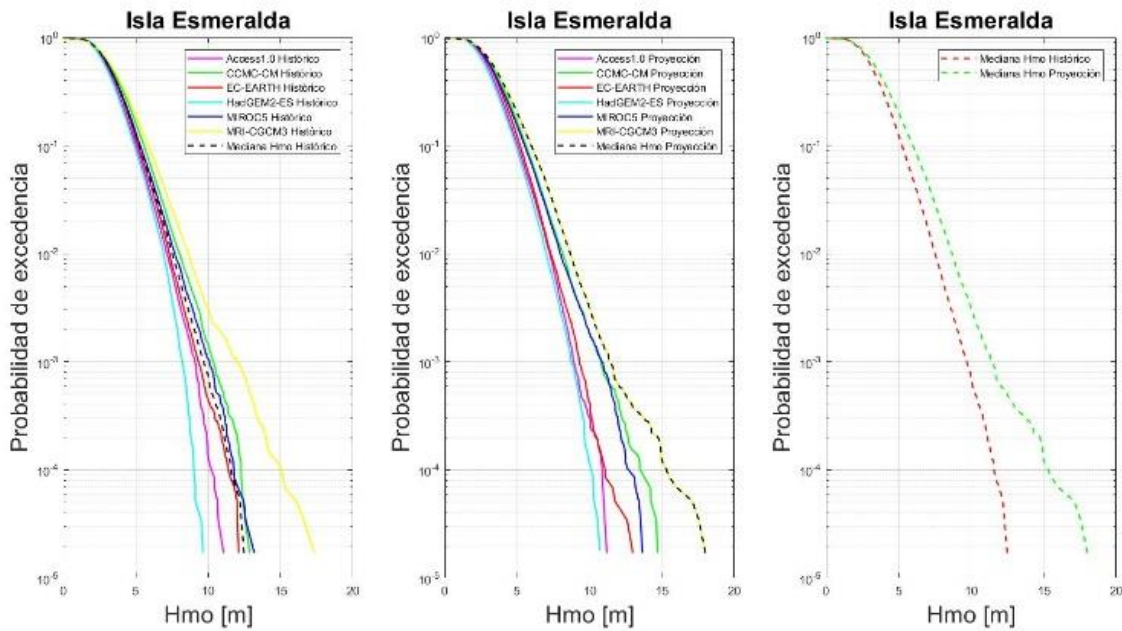


Figura A23: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Isla Diego de Almagro para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

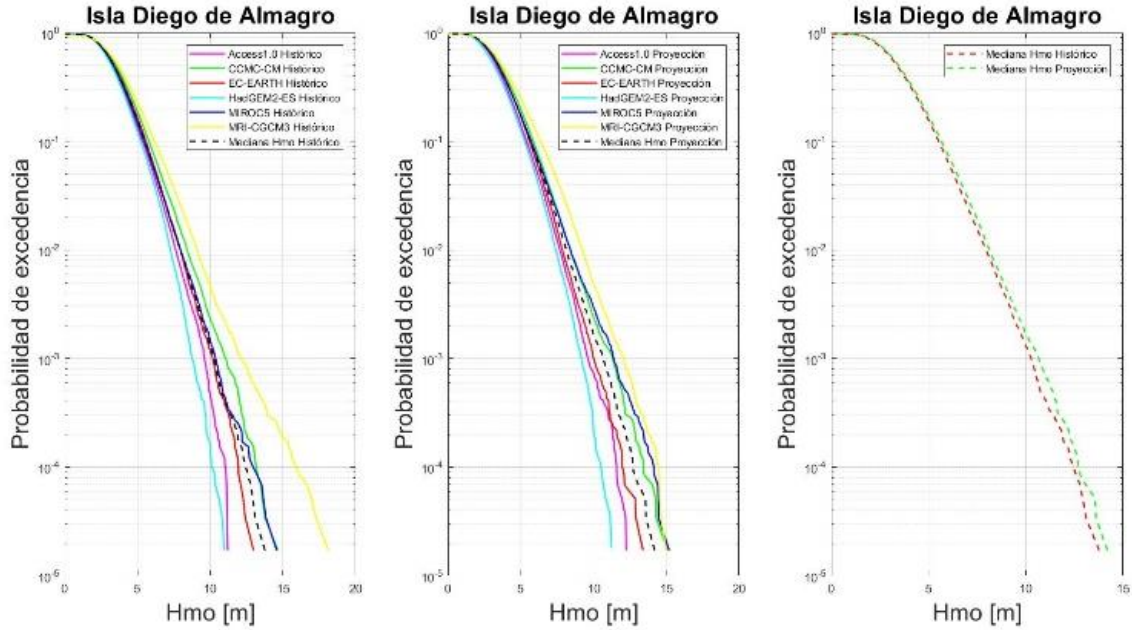


Figura A24: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Isla Contreras para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.

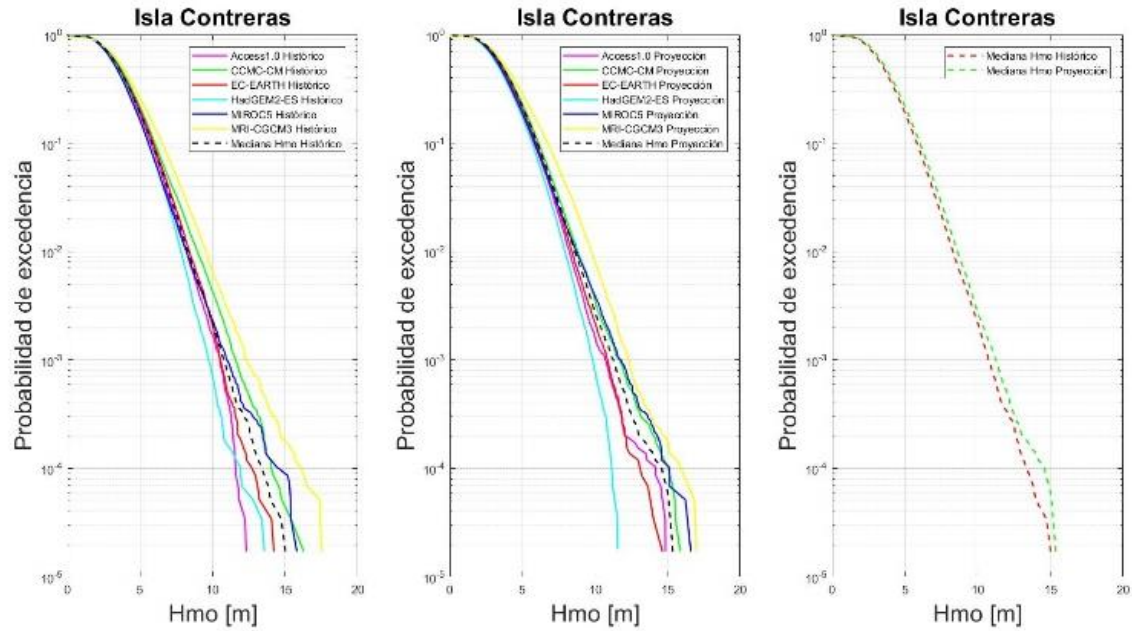
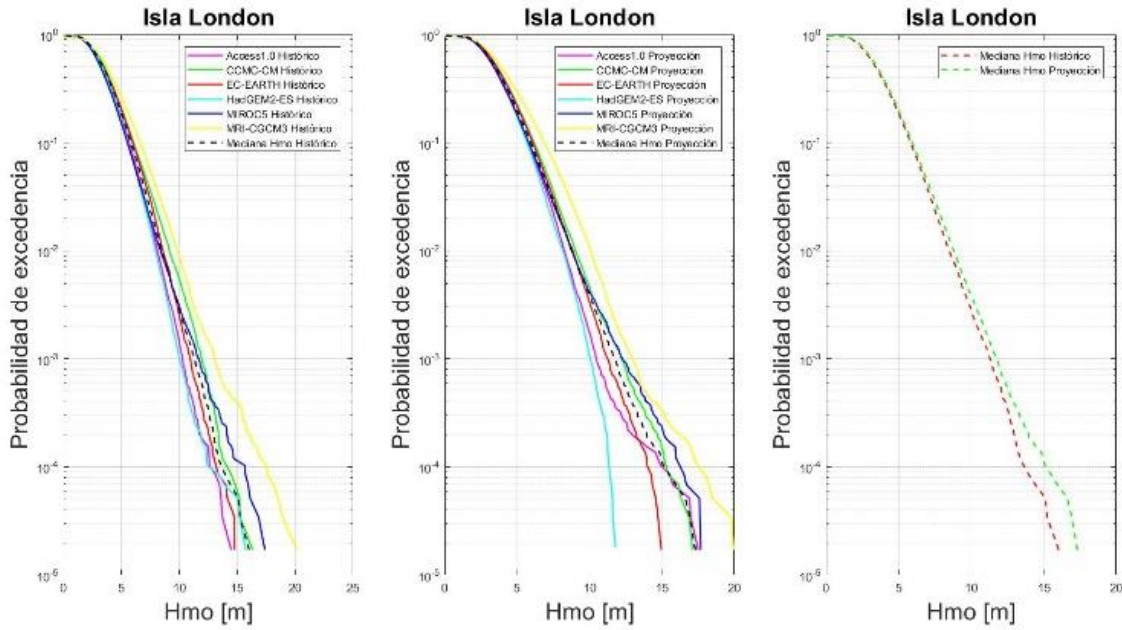


Figura A25: Probabilidad de excedencia altura significativa (Hmo) en el nodo Isla London para los 6 modelos y mediana en el período histórico 1985-2004 (izquierda) y proyección 2026-2045 (centro). La figura de la derecha muestra la diferencia entre las medianas históricas y de la proyección.



#### 6.4 RESUMEN DE DOWNTIME DE PESCA EN PUERTOS PRINCIPALES

**Tabla A6: Resumen de downtime de pesca en localidades principales de Chile**

<b>Árica</b> <b>19°</b>	<b>Umbral</b>	<b>Probabilidad</b>		<b>Downtime</b>		
	Hs (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub>	Downtime <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub>
<b>Descripción límite operacional</b>	(m)			Horas/año	Horas/año	Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2.0	3,49%	3,42%	306	300	-6
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2.5	0,58%	0,60%	51	52	2
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3.0	0,06%	0,10%	5	9	4
	3.5	-	0,01%	-	1	-

<b>Iquique</b> <b>21°</b>	<b>Umbral</b>	<b>Probabilidad</b>		<b>Downtime</b>		
	Hs (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub>	Downtime <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub>
<b>Descripción límite operacional</b>	(m)			Horas/año	Horas/año	Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2.0	4,82%	5,08%	422	445	23
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2.5	0,74%	0,76%	65	67	2
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3.0	0,11%	0,14%	9	12	3
	3.5	8,56E-05	0,02%	1	2	1

<b>Mejillones</b> <b>23°</b>	<b>Umbral</b>	<b>Probabilidad</b>		<b>Downtime</b>		
	Hs (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub>	Downtime <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub>
<b>Descripción límite operacional</b>	(m)			Horas/año	Horas/año	Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2.0	8,99%	9,82%	788	860	73
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2.5	1,65%	1,68%	145	147	3
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3.0	0,32%	0,32%	28	28	0
	3.5	0,05%	0,07%	4	6	2

Tabla A6 (cont.): Resumen de downtime de pesca en localidades principales de Chile

Taltal 25° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	11,46%	12,19%	1004	1067	64
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	2,10%	2,21%	184	194	10
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	0,45%	0,42%	39	37	-3
	3,5	0,07%	0,10%	6	9	3

Bahía Inglesa 27° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	22,15%	22,70%	1940	1988	48
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	4,82%	5,43%	422	475	54
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	1,14%	1,16%	100	102	1
	3,5	0,31%	0,27%	27	24	-3

Huasco 29° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	21,26%	22,28%	1862	1952	90
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	5,31%	5,51%	465	483	17
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	1,43%	1,40%	125	122	-3
	3,5	0,41%	0,43%	36	38	2

Tongoy 31° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	28,65%	29,43%	2510	2578	68
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	9,25%	9,15%	810	801	-9
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	3,04%	2,95%	266	258	-8
	3,5	1,06%	1,03%	93	90	-3



Tabla A6 (cont.): Resumen de downtime de pesca en localidades principales de Chile

Valparaíso 33° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	37,91%	39,05%	3321	3420	100
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	13,84%	13,76%	1212	1205	-7
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	5,16%	4,98%	452	437	-15
	3,5	1,94%	1,90%	170	167	-3

Constitución 35° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	43,77%	44,40%	3834	3889	55
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	19,28%	18,97%	1689	1662	-27
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	8,68%	8,38%	761	734	-27
	3,5	4,10%	3,78%	359	331	-28

Talcahuano 37° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	55,50%	55,19%	4862	4835	-27
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	31,44%	30,63%	2754	2683	-71
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	17,13%	16,43%	1500	1439	-61
	3,5	9,15%	8,75%	802	766	-36

Puerto Saavedra 39° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	59,11%	58,61%	5178	5134	-44
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	35,37%	34,41%	3098	3015	-84
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	20,32%	19,33%	1780	1693	-86
	3,5	11,43%	10,66%	1001	934	-67

Tabla A6 (cont.): Resumen de downtime de pesca en localidades principales de Chile

Bahía Mansa 41° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	71,33%	70,89%	6249	6210	-39
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	48,82%	47,94%	4277	4199	-77
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	31,05%	30,24%	2720	2649	-71
	3,5	19,11%	18,20%	1674	1594	-79

Chiloé 43° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	78,43%	77,93%	6870	6826	-44
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	58,20%	57,72%	5099	5056	-43
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	39,81%	39,17%	3487	3431	-56
	3,5	25,75%	25,22%	2256	2209	-47

Archipiélago de los Chonos 45° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	83,80%	83,73%	7341	7334	-6
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	67,09%	67,24%	5877	5890	13
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	49,38%	49,44%	4326	4331	5
	3,5	34,21%	33,91%	2996	2971	-26

Golfo de Penas 47° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	85,15%	86,15%	7459	7547	88
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	71,38%	71,72%	6253	6283	30
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	54,98%	55,46%	4816	4858	42
	3,5	39,46%	39,71%	3457	3478	22

Tabla A6 (cont.): Resumen de downtime de pesca en localidades principales de Chile

Isla Esmeralda 49° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	85,87%	87,46%	7522	7662	140
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	73,36%	74,42%	6426	6519	93
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	57,83%	58,90%	5066	5160	94
	3,5	42,51%	43,73%	3723	3831	108

Isla Diego de Almagro 51° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	86,72%	88,44%	7597	7748	151
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	74,97%	76,83%	6568	6730	162
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	61,09%	63,11%	5351	5529	177
	3,5	46,46%	48,56%	4070	4254	185

Isla Contreras 53° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	87,30%	89,57%	7648	7846	198
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	76,31%	79,58%	6684	6971	287
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	63,49%	67,12%	5562	5880	318
	3,5	50,14%	53,83%	4392	4716	324

Isla London 55° Descripción límite operacional	Umbral	Probabilidad		Downtime		
	Hs (m) (m)	P <sub>(1985-2004)</sub>	P <sub>(2026-2045)</sub>	Downtime <sub>(1985-2004)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(2026-2045)</sub> Horas/año	Downtime <sub>(DIFERENCIA)</sub> Horas/año
Actividades de buceo y sin muelle	2,0	86,23%	88,37%	7553	7742	188
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora < 12 [m]	2,5	74,43%	77,07%	6520	6752	232
Localidades con muelle y embarcaciones de eslora > 12 [m]	3,0	60,85%	63,70%	5331	5580	249
	3,5	48,04%	50,17%	4208	4395	187

