



# Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) de Magallanes y de la Antártica Chilena

## Propuesta de Anteproyecto

## Índice

Abreviaturas .....	6
Conceptos clave .....	7
<b>1. Introducción.....</b>	<b>9</b>
1.1.    Elaboración del Anteproyecto del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena.....	9
1.2.    Informes y procesos participativos para la elaboración del PARCC .....	10
1.2.1.    Detalle de talleres, procesos participativos y reuniones mantenidas.....	14
<b>2. Antecedentes para la elaboración del PARCC.....</b>	<b>15</b>
2.1.    Contexto regional de cambio climático.....	15
2.1.1.    Caracterización física y natural de la región .....	15
2.1.1.    Características demográficas, sociales y económicas.....	25
2.2.    Análisis de las proyecciones climáticas regionales: caracterización del clima presente y proyecciones climáticas futuras.....	32
2.2.1.    Análisis de las principales proyecciones y amenazas climáticas en la región de Magallanes .....	32
2.3.    Principales problemáticas de cambio climático en la región .....	44
2.3.1.    Introducción .....	44
2.3.2.    Evidencias y tendencias de los cambios del clima.....	45
2.3.3.    Impactos y problemas asociados a los cambios del clima.....	45
2.4.    Inventarios regionales de GEI y forzantes climáticos de vida corta .....	47
2.4.1.    Análisis de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	47
2.4.2.    Análisis de las emisiones de carbono negro (CN), SO <sub>2</sub> y COV en la región .....	50
2.5.    Resultados de la Evaluación de la Vulnerabilidad y los Riesgos frente al Cambio Climático .....	52
2.5.1.    Introducción .....	52
2.5.2.    Cadenas de impacto calculadas.....	53
<b>3. Visión y Lineamientos Estratégicos del PARCC.....</b>	<b>71</b>
3.1.    Visión estratégica de largo plazo.....	71
3.2.    Lineamientos Estratégicos por sector .....	72
3.2.1.    Lineamientos Estratégicos de adaptación al cambio climático .....	72
3.2.2.    Lineamientos Estratégicos de mitigación al cambio climático.....	73
<b>4. Objetivos del PARCC.....</b>	<b>74</b>
4.1.    Objetivos de mitigación .....	74
4.2.    Objetivos de adaptación .....	75
<b>5. Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación .....</b>	<b>77</b>
5.1.    Objetivos del Sistema MRV .....	77
5.2.    Elementos del sistema MRV.....	77
<b>Bibliografía.....</b>	<b>1</b>
<b>Anexo 1: Principales problemáticas de cambio climático identificadas a partir de revisión de literatura científica .....</b>	<b>9</b>
<b>Anexo 2: Categorías de transversalización de género.....</b>	<b>16</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Localización de la región de Magallanes y límites administrativos. Elaboración propia a partir de los datos de la Infraestructura de Datos Espaciales de Chile.....	15
<b>Figura 2.</b> Mapa geomorfológico de la región de Magallanes. Elaboración propia a partir de la información cartográfica del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS).....	17
<b>Figura 3.</b> Témpanos de hielo en el lago Grey y glaciar Grey al fondo. Fuente: Reyes Grau (2023).....	18
<b>Figura 4.</b> Glaciar Serrano y lago Toro. Fuente: Reyes Grau (2023).....	19
<b>Figura 5.</b> Distribución de los Glaciares. Fuente: elaboración propia (2023).....	20
<b>Figura 6.</b> Retroceso glaciar Vergara. Fuente: Postales de Hielo (2022).....	22
<b>Figura 7.</b> Principales ríos en la región de Magallanes. Fuente: Elaboración propia partir de los datos de la Infraestructura de Datos Espaciales de Chile.....	23
<b>Figura 8.</b> Cuencas hidrográficas de la región de Magallanes. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad – SIMBIO (MMA, 2023).....	24
<b>Figura 9.</b> Pirámide de población de la región de Magallanes y distribución de grandes grupos de edad. Fuente: Censo 2017 ( <a href="http://resultados.censo2017.cl/">http://resultados.censo2017.cl/</a> ).....	26
<b>Figura 10.</b> Representación porcentual de los diferentes pueblos originarios en la región de Magallanes. Fuente: Censo 2017 ( <a href="http://resultados.censo2017.cl/">http://resultados.censo2017.cl/</a> ).....	27
<b>Figura 11.</b> Individualización de las concesiones de acuicultura por tipo. Fuente: elaboración propia a partir de SUBPESCA.....	29
<b>Figura 12.</b> Matriz de Bienestar Humano Territorial (dimensión socioeconómica) en la región de Magallanes. Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo ( <a href="http://subdere.gov.cl/">subdere.gov.cl</a> ).....	30
<b>Figura 13.</b> Tipos de energía y combustibles empleados en los hogares en 2015. Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN).....	31
<b>Figura 14.</b> Tipos climáticos de Magallanes, basado en la clasificación de W. Köppen. Fuente: Atlas Agroclimático de Chile (Santibáñez Q., 2017).....	33
<b>Figura 15.</b> Cambio precipitación acumulada anual (%). Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2022).....	35
<b>Figura 16.</b> Cambio precipitación acumulada anual (%) por trimestres. Fuente: ARClím.....	35
<b>Figura 17.</b> Lluvia máxima diaria (mm). Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2022).....	37
<b>Figura 18.</b> Cambio de lluvia máxima diaria por trimestre. Fuente: Elaboración propia a partir de ARClím.....	37
<b>Figura 19.</b> Cambio de temperatura media anual (°C). Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2022).....	38
<b>Figura 20.</b> Cambio temperatura media trimestral en Magallanes (°C). Fuente: Elaboración propia a partir de ARClím.....	38
<b>Figura 21.</b> Cambio porcentual de nieve acumulada (%) para el periodo futuro. Fuente: ARClím.....	39
<b>Figura 22.</b> Número de días de hielo en el periodo actual (1980-2010) y periodo futuro (2035-65) y cambio del número de días de hielo en la región de Magallanes. Fuente: elaboración propia a partir de ARClím.....	40

<b>Figura 23.</b> Número de días fríos en el periodo actual (1980-2010) y periodo futuro (2035-65) y cambio del número de días fríos en la región de Magallanes. Fuente: elaboración propia a partir de ARCLim.....	40
<b>Figura 24.</b> Viento máximo diario (m/s) en el periodo actual (1980-2010) y periodo futuro (2035-65) y cambio del viento máximo (m/s) en la región de Magallanes. Fuente: elaboración propia a partir de ARCLim.....	41
<b>Figura 25.</b> Cambio de la temperatura superficial del mar a 2100 en relación con 1850-1900. Fuente: Atlas interactivo del IPCC.....	42
<b>Figura 26.</b> Aumento del nivel del mar proyectado para 2100 bajo el escenario de emisiones SSPS-8.5.....	43
<i>Figura 27.</i> Balance de GEI por sector en 2020. Fuente: Elaboración propia con base al MMA (2022).....	47
<b>Figura 28.</b> Principales emisiones GEI por fuente en 2020. Fuente: Elaboración propia con base a MMA, (2022).....	48
<b>Figura 29.</b> Localización de las principales fuentes de emisiones GEI. Fuente: Informe Deuman con base en Methanex, (2022); ENAP, (2022) y CNE, (2022).....	49
<b>Figura 30.</b> Serie de tiempo de las emisiones de carbono negro durante el periodo 1990-2020 desagregadas por sector, Región de Magallanes.....	50
<b>Figura 33.</b> Elementos del sistema MRV y su relación lógica. Fuente: elaboración propia.....	78

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Acciones del Plan de Acción Chile País– EUROCLIMA+. Base proceso elaboración PARCC Magallanes y de la Antártica Chilena.....	9
<b>Tabla 2.</b> Informes y talleres que conforman los Antecedentes del Anteproyecto del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena.....	10
<b>Tabla 3.</b> División administrativa de la región de Magallanes. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE).....	15
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de glaciares. Fuente: Cartografía de la Dirección General de Aguas en IDE (2020).....	17
<b>Tabla 5.</b> Distribución de glaciares por cuenca. Fuente: Inventario Público de Glaciares, DGA, 2022.....	20
<b>Tabla 6.</b> Pisos vegetacionales según Luebert y Pliscoff (2017). Fuente: Ministerio del Medio Ambiente en IDE (2020).....	24
<b>Tabla 7.</b> Datos de población por comunas. Fuente: elaboración propia a partir del Censo de 2017 ( <a href="http://resultados.censo2017.cl/">http://resultados.censo2017.cl/</a> ).....	25
<b>Tabla 8.</b> PIB por actividad económica, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, volumen a precios del año anterior encadenado, series empalmadas, referencia 2018 (miles de millones de pesos encadenados). Fuente: BDE, Banco Central de Chile 2024.....	27
<b>Tabla 9.</b> Clasificación de problemáticas de cambio climático identificadas. Fuente: elaboración propia.....	44
<b>Tabla 10.</b> Cadenas de Impacto calculadas para la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.....	52
<b>Tabla 11.</b> Ficha técnica de cálculo de la CDI 1 – Pérdida de ganado ovino por escasez hídrica. 53	
<b>Tabla 12.</b> Ficha técnica de cálculo de la CDI 2 – Pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares.....	55
<b>Tabla 13.</b> Ficha técnica de cálculo de la CDI 3 – Afectación al turismo de naturaleza por aumento de eventos extremos.....	57

<b>Tabla 14.</b> <i>Ficha técnica de cálculo de la CDI 4 – Afectación a los bosques de Nothofagus por alteración a la disponibilidad hídrica</i> .....	59
<b>Tabla 15.</b> <i>Ficha técnica de cálculo de la CDI 5 – Degradación de humedales por reducción de precipitaciones</i> .....	60
<b>Tabla 16.</b> <i>Ficha técnica de cálculo CDI 6 - Degradación de turberas por déficit hídrico</i> .....	62
<b>Tabla 17.</b> <i>Ficha técnica de cálculo de la CDI 7 – Pérdida de las poblaciones de focas por la reducción de hábitat glaciar</i> .....	63
<b>Tabla 18.</b> <i>Ficha técnica de cálculo de la CDI 8 – Afectación a las poblaciones de pingüinos por aumento de la TSM</i> .....	66
<b>Tabla 19.</b> <i>Ficha técnica CDI 9 – Degradación de los fiordos por el retroceso glaciar</i> .....	67
<b>Tabla 20.</b> <i>Ficha técnica CDI 10 – Pérdida de desembarque de centolla por cambios en la TSM</i> .....	68
<b>Tabla 21.</b> <i>Objetivos regionales de mitigación</i> .....	74
<b>Tabla 22.</b> <i>Objetivos regionales de adaptación</i> .....	75

*Por favor, tenga en consideración el medio ambiente antes de imprimir este documento*

## Abreviaturas

<b>ACS</b>	Agua Caliente Sanitaria
<b>AFOLU</b>	Agricultura, Ganadería, Forestación y otros Usos del Suelo (siglas en inglés)
<b>ARClim</b>	Atlas de Riesgos Climáticos para Chile
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina
<b>CN</b>	Carbono Negro
<b>CONAMA</b>	Comisión Nacional del Medio Ambiente
<b>CORECC</b>	Comités Regionales de Cambio Climático
<b>DGA</b>	Dirección General de Aguas
<b>EBCT</b>	Empresas de Base Científico-Tecnológica
<b>ECLP</b>	Estrategia Climática de Largo plazo
<b>FIIAPP</b>	Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GRD</b>	Gestión del Riesgo de Desastres
<b>H2V</b>	Hidrógeno Verde
<b>ICU</b>	Isla de Calor Urbana
<b>IPCC</b>	The Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>IPPU</b>	Sector Procesos Industriales y Uso del Producto
<b>IPT</b>	Instrumentos de Planificación Territorial
<b>IRGEI</b>	Inventario Regional de Gases de Efecto Invernadero
<b>LMCC</b>	Ley Marco de Cambio Climático (PLMCC)
<b>MINVU</b>	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
<b>MMA</b>	Ministerio del Medio Ambiente de Chile
<b>MOP</b>	Ministerio de Obras Públicas
<b>NDC</b>	Contribución Nacionalmente Determinada
<b>PARCC</b>	Plan de Acción Regional de Cambio Climático
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>RSD</b>	Residuos Sólidos Domiciliarios
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>UTCUTS</b>	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

## Conceptos clave

<b>Conceptos básicos de Adaptación</b>	
<b>Riesgo</b>	Potencial de consecuencias adversas para los sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad del valor y los fines asociados a tales sistemas.
<b>Peligro o Amenaza climática</b>	Potencial de que suceda un evento físico, natural o inducido por el hombre, y que puede causar la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos sobre la salud, bienes materiales, infraestructuras, medios de subsistencia, servicios, ecosistemas y recursos naturales. Las condiciones climáticas físicas que pueden estar asociadas con los peligros se evalúan en el Grupo de trabajo I del IPCC como impulsores del impacto climático
<b>Exposición</b>	Presencia, en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente, de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones, servicios o recursos ambientales, infraestructuras o bienes económicos, sociales o culturales.
<b>Vulnerabilidad</b>	Predisposición a que un elemento físico o humano pueda verse afectado negativamente. El término abarca una amplia variedad de conceptos y elementos, incluida la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para hacer frente al cambio climático y adaptarse.
<b>Adaptación</b>	Se distingue entre sistemas humanos y naturales. Para los primeros hace referencia al proceso de ajuste al clima real o esperado y sus efectos para moderar el daño o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, es el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar dicho proceso.
<b>Resiliencia</b>	Capacidad social, económica y de los ecosistemas para hacer frente a un evento, tendencia o perturbación peligrosa, respondiendo o reorganizándose de manera que se mantenga su función esencial, identidad y estructura, así como la biodiversidad en el caso de los ecosistemas manteniendo, al mismo tiempo, la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. La resiliencia es un atributo positivo cuando mantiene tal capacidad de adaptación, aprendizaje y/o transformación.
<b>Cadena de Impactos</b>	Una cadena de impacto es una herramienta analítica que ayuda a comprender, sistematizar y priorizar mejor los factores que llevan al riesgo en el sistema de interés. La estructura de la cadena de impacto se desarrolla según el enfoque del Quinto Informe de Evaluación (IE5) del IPCC, que se basa en la comprensión del riesgo y sus componentes.

<b>Conceptos básicos de Mitigación</b>	
<b>Gases de efecto invernadero (GEI)</b>	Gases atmosféricos que retienen el calor proveniente de la radiación solar haciendo posible el efecto invernadero. Los principales son vapor de agua (H <sub>2</sub> O), dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), metano (CH <sub>4</sub> ), óxido nitroso (N <sub>2</sub> O) y ozono (O <sub>3</sub> ) o los hidrofluorocarbonos (HFC). Una manera de cuantificar los GEI es mediante el denominado “dióxido de carbono equivalente” (CO <sub>2</sub> eq), que cuantifica un total de gases en igualdad de condiciones en función de su potencial de calentamiento, que es distinto para cada uno de ellos.
<b>Inventario de GEI</b>	Estado de situación de las emisiones de GEI de un país, empresa o territorio a nivel subnacional, que estima la cantidad según distintas actividades emisoras de GEI. Se calcula a partir de factores de emisión (elaborados por el IPCC) y en base a los datos de las actividades sectoriales. El resultado final es una estimación de las cantidades de emisiones de GEI en CO <sub>2</sub> eq.
<b>Fuentes de emisión</b>	Son todas las actividades de las cuales provienen las emisiones de GEI, como por ejemplo la quema de combustibles fósiles, la descomposición de residuos o las emisiones de procesos industriales.
<b>Sumideros</b>	Son todas las actividades o procesos que fijan o retienen GEI, como por ejemplo las masas forestales o los océanos.

### Conceptos básicos de Mitigación

<b>Mitigación</b>	Intervención humana para limitar, reducir o eliminar las emisiones de GEI o aumentar los sumideros de carbono. El objetivo es disminuir las emisiones que van hacia la atmósfera mediante medidas diversas que implican cambios en las fuentes emisoras.
<b>Huella de carbono</b>	La huella de carbono representa el volumen total de gases de efecto invernadero (GEI) que producen las actividades económicas y cotidianas del ser humano. Su cálculo es importante para tomar medidas y poder reducir las emisiones de GEI,
<b>Descarbonización</b>	La descarbonización implica la baja de emisiones de GEI en cierto proceso productivo, actividad humana o, incluso, de toda una economía nacional.
<b>Carbono neutralidad</b>	Implica el balance entre las emisiones de GEI y las absorciones y, consecuentemente, una suma neta igual a cero en los GEI de la atmósfera.
<b>Emisiones cero</b>	Es un concepto diferente al de carbono neutralidad, ya que no supone un balance entre absorciones y emisiones, sino que indica la eliminación absoluta de los GEI.
<b>Compensación de las emisiones</b>	Ocurre cuando una entidad (país, empresa, organización o individuo) equilibra una parte o todas sus emisiones de GEI. Supone que las emisiones de un lugar se compensan con las reducciones de otro.

### Otros conceptos clave

<b>Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)</b>	Enfoque que permite aprovechar los beneficios de la naturaleza para enfrentar el cambio climático que afecta a las comunidades, los medios de vida, la economía y el bienestar de las personas (UICN, 2024)
<b>Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)</b>	Enfoque de Adaptación al Cambio climático que promueve trabajar con la naturaleza para hacer frente a los efectos climáticos graduales y extremos, que afectan a la población, sus Medios de vida y la economía. La AbE es un enfoque basado en las personas: busca reducir su Vulnerabilidad y generar, al mismo tiempo, beneficios (sociales y económicos). Ayuda a las personas y sus medios de vida a enfrentar los efectos del cambio climático, usando los bienes y servicios de los ecosistemas naturales y productivos (UICN, 2024)

## 1. Introducción

### 1.1. Elaboración del Anteproyecto del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena

El **Anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) de Magallanes y de la Antártica Chilena** es el resultado de un extenso proceso de trabajo que se ha venido desarrollando desde noviembre de 2022 bajo la “*Asistencia técnica de elaboración de los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático de Chile (PARCC) en las regiones de Antofagasta y Magallanes*”, en el marco del programa EUROCLIMA+. La *Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas* (en adelante, “FIAPP”) es una entidad del sector público fundacional que ha tramitado y formalizado este expediente ya que participa en el programa EUROCLIMA+, programa regional de cooperación de la Unión Europea sobre sostenibilidad ambiental y cambio climático con América Latina. Su objetivo es reducir el impacto del cambio climático y sus efectos en América Latina promoviendo la mitigación y adaptación al cambio climático, la resiliencia y la inversión.

En este contexto se enmarca la elaboración del presente **Anteproyecto del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena**, con el objetivo de apoyar al Gobierno de Chile en la realización de las cuatro acciones que conforman el **Plan de Acción Chile País - EUROCLIMA+**, que han sido objeto de otras consultorías y que han contribuido a elaborar este Anteproyecto.

**Tabla 1.** Acciones del Plan de Acción Chile País– EUROCLIMA+. Base proceso elaboración PARCC Magallanes y de la Antártica Chilena

Acciones del Plan de Acción Chile País - EUROCLIMA+	
Acción Paraguas	1.- Desarrollo de dos Planes de Acción Regionales de Cambio Climático (PARCC) correspondientes a las regiones de Antofagasta y Magallanes
Acciones complementarias (insumos para la elaboración del PARCC)	2.- Diseño de medidas de implementación de Hidrógeno Verde (HV) para contemplar en dichos PARCC
	3.- Identificación e incorporación de instrumentos de financiación para ejecutar las acciones de los PARCC
	4.- Mejora de la información climática de la plataforma ARClm e inclusión de nuevas fuentes de información

Por otra parte, y de manera previa (2022), se llevó a cabo la “*Asistencia Técnica para apoyar la identificación de medidas y metas de mitigación a incluir en el PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena*” que ha sido un insumo fundamental para la mitigación del PARCC.

Durante el proceso de elaboración del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena se han ido desarrollando diversos **informes y análisis** que se condensan en este documento de Anteproyecto. Cabe destacar asimismo los importantes y numerosos **procesos participativos y talleres** llevados a cabo bajo la consultoría, que han servido para generar información y consensuar con el CORECC, organismos e instituciones, comunidad académica, técnicos municipales, ciudadanía, asociaciones y otros actores clave, la construcción, de forma común y con una sólida base de conocimiento, de este instrumento para la gestión regional del cambio climático.

Estos procesos participativos, así como los diferentes informes elaborados, se describen en el siguiente subapartado.

## 1.2. Informes y procesos participativos para la elaboración del PARCC

Entre los diferentes antecedentes que son la base para la elaboración del **Anteproyecto del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena** (recogidos en el capítulo 2), hay que distinguir dos tipos; por una parte, los **informes y documentos** elaborados bajo la Asistencia Técnica; y, por otra parte, los **talleres** diseñados y desarrollados a lo largo de 2022 y 2023.

Es necesario destacar que los procesos participativos y talleres han servido, no solo para definir y consensuar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático que se incluyen en el **PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena**, sino también para levantar información clave relacionada con los impactos y problemáticas regionales y locales del cambio climático, así como para obtener un conocimiento directo y específico de los diferentes sectores de actividad y sistemas naturales presentes en el territorio regional. También se han realizado talleres para definir los principales lineamientos estratégicos y la visión de lo que se quiere alcanzar, para la región, a través de este instrumento de cambio climático.

En definitiva, se trata de instancias clave que han sido insumos fundamentales y necesarios para construir un PARCC eficaz, realista y creado entre todos y para todos, con el objetivo fundamental de convertido en un instrumento de gestión flexible, progresivo e integrador.

En la tabla siguiente se detallan las instancias participativas, así como los estudios, análisis y revisiones realizados y que son la base del proceso de elaboración del **PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena**, describiendo brevemente sus objetivos y alcance.

**Tabla 2.** Informes y talleres que conforman los Antecedentes del Anteproyecto del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena

Nombre y contenidos	Tipo	Vertiente de CC	Capítulo Anteproyecto
<b>Informe de contexto regional de cambio climático (Informe o Producto 1)</b>			
Informe que incluye una aproximación a las principales características geográficas, análisis de las proyecciones del clima a escala regional, una detallada aproximación a los principales impactos del cambio climático, a partir de una profunda revisión bibliográfica para definir una base de las evidencias del cambio climático y sus impactos sobre distintos sectores sociales, económicos y ambientales (adaptación), y un contexto regional y sectorial de las emisiones de GEI y forzantes climáticos de vida corta.	Informe	Mitigación y adaptación	2.1 2.2. 2.3 2.4
<b>Potencial de mitigación y definición de objetivos y metas regionales (Informe o Producto 2)</b>			
Informe de análisis de instrumentos nacionales de cambio climático (mitigación), planes sectoriales de mitigación y planificación regional para alinear el PARCC con estos instrumentos, permitiendo definir metas y objetivos de mitigación para la región de Magallanes.	Informe	Mitigación	4.1
<b>1 ° Taller Regional de Mitigación del Cambio Climático (27 de septiembre de 2022)</b>			
Taller realizado bajo la “Asistencia técnica para apoyar la identificación de medidas y metas de mitigación a incluir en el PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena”	Informe	Mitigación	5.1

Nombre y contenidos	Tipo	Vertiente de CC	Capítulo Anteproyecto
<p>El objetivo de este taller fue identificar los desafíos y avances de la región en torno a la mitigación al cambio climático. Adicionalmente, se realizaron entrevistas de carácter presencial a 4 instituciones para el levantamiento de información y el alcance de estas en relación con la temática.</p>			
<b>2º Taller Regional de Mitigación para el desarrollo del PARCC (22 de noviembre de 2022)</b>			
<p>Taller realizado bajo la “Asistencia técnica para apoyar la identificación de medidas y metas de mitigación a incluir en el PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena”.</p> <p>Se desarrolló una primera actividad consistente en la validación de medidas de mitigación propuestas, donde los participantes dependiendo del sector mantuvieron, modificaron, quitaron o agregaron medidas. La segunda actividad consistió en la priorización de medidas de mitigación que se mantuvieron, modificaron o agregaron en cada sector. Estas se priorizaron por el grado importancia para su implementación en el corto plazo.</p>	Taller	Mitigación	5.1
<b>Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del CC (14 de marzo de 2023)</b>			
<p>Este taller tuvo como objetivo consensuar las principales problemáticas que enfrenta la región por el cambio climático en diferentes sectores sociales, ambientales y económicos.</p> <p>Las instituciones anfitrionas fueron la <i>Seremi de Medio Ambiente de Magallanes y de la Antártica Chilena</i> y el <i>Gobierno Regional</i>, y como instituciones proveedoras de <i>expertise</i> (AL y UE) y las consultoras <i>Proymasa</i> y <i>DEUMAN</i>. Participaron las siguientes instituciones: GORE, Kauyeken, Seremi MINVU, Seremi Agricultura, SERNAGEOMIN, Municipalidad Punta Arenas, Municipalidad Primavera, WCS parque Karukinka, Seremi CTCL, Seremi Energía, UMAG Porvenir, Seremi MMA, MINDEP, Municipalidad de San Gregorio, Municipalidad Torres del Paine, Periódico El Pingüino, SUBDERE y Seremi MOP.</p>	Taller	Adaptación	2.5
<b>Evaluación de la vulnerabilidad y riesgos mediante Cadenas de Impacto (Informe o Producto 3)</b>			
<p>Desarrollo y cálculo de Cadenas de Impacto (CDI) cuantificando el riesgo a partir de indicadores para amenazas climáticas, exposición y vulnerabilidad (considerando la sensibilidad y la capacidad de adaptación) de cada CDI priorizada en el Taller junto al Comité Regional de Cambio Climático - CORECC- de la región. La metodología para el cálculo del riesgo es la desarrollada por <i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> (GIZ) en el Libro de la Vulnerabilidad (GIZ y EURAC, 2014), que es consistente con la metodología de ARClm, plataforma en la que se integran las CDI.</p>	Informe	Adaptación	2.5
<b>Propuestas de aplicabilidad en la Región de las medidas de mitigación y adaptación de los Planes Sectoriales de Cambio Climático (Producto 4)</b>			

Nombre y contenidos	Tipo	Vertiente de CC	Capítulo Anteproyecto
<p>El principal objetivo de este Informe es indagar sobre las medidas, contenidas en los planes nacionales y sectoriales de cambio climático, que pueden tener aplicabilidad en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.</p> <p>El resultado es la obtención de un conjunto de medidas aplicables a la región, desde el ámbito nacional, ajustadas al contexto del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena.</p>	Informe	Mitigación y adaptación	5.1 5.2
<b>Taller de priorización de medidas de adaptación y mitigación al Cambio Climático en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena (4 de julio de 2023)</b>			
<p>Este taller tuvo como objetivo identificar y priorizar, de forma participativa junto al CORECC de la región, medidas de adaptación y validar las medidas de mitigación relevantes para la región y sus criterios, que deberán reducir el riesgo al cambio climático, considerando las cadenas de impacto y otros riesgos identificados en los talleres previos, así como las emisiones de GEI. Las instituciones anfitrionas fueron la Seremi de Medio Ambiente de Magallanes y de la Antártica Chilena y el Gobierno Regional, y como instituciones proveedoras de <i>expertise</i> (AL y UE) Proymasa, GIZ y e2biz (consultoras) y DEUMAN (consultora).</p>	Taller	Mitigación y adaptación	5.1 5.2
<b>Priorización Participativa de Medidas de Mitigación y Adaptación relevantes para la Región (Informe o Producto 5)</b>			
Fichas de las medidas de mitigación, adaptación y medidas habilitantes del PARCC	Informe	Mitigación y adaptación	5.1 5.2
<b>Taller de visión y lineamientos estratégicos (23 de noviembre de 2023)</b>			
Facilitar un espacio de diálogo entre los integrantes del CORECC de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, con el propósito de elaborar una visión integral y definir los lineamientos estratégicos para el Plan de Acción Regional de Cambio Climático en curso.	Taller	Mitigación y adaptación	3
<b>Identificación de fuentes de financiamiento para las medidas de mitigación y adaptación del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena (Informe o producto 6)</b>			
<p>Identificación de fuentes de financiamiento para las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático definidas en el PARCC.</p> <p>Su elaboración se ha desarrollado en el marco de la Acción 3 – Identificación e incorporación de instrumentos de financiación para ejecutar las acciones de los PARCC del Plan de Acción País Chile - EUROCLIMA+. Se trata de una completa Estrategia de Financiamiento.</p>	Informe	Mitigación y adaptación	6
<b>Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (Informe o Producto 7)</b>			
Indicadores de monitoreo para las medidas de adaptación y mitigación priorizadas, consensuados con las instituciones líderes de cada medida. Incluye una herramienta de gestión de información para registrar las medidas e indicadores definidos, y, posteriormente, realizar el seguimiento.	Informe	Mitigación y adaptación	7

Respecto a las **medidas de hidrógeno verde (H2V)** se definieron en el contexto de la denominada **Acción 2 del Diálogo Chile País -EUROCLIMA+**, teniendo como objetivo integrar y vincular los

instrumentos nacionales de mitigación (por ejemplo, NDC, ECLP y Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde) en el desarrollo y la elaboración del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena. Esta Acción específica (Acción N°2) se ha centrado en identificar y priorizar medidas de mitigación y adaptación relacionadas con el H2V y sus derivados como impulsores del desarrollo local.

Por último, se han incluido **medidas habilitantes** definidas como medidas específicas propuestas por parte del CORECC para lograr una efectiva implementación, cumplimiento y seguimiento de los compromisos establecidos en las medidas que componen el PARCC y que son la esencia de este instrumento de planificación sobre cambio climático a nivel regional.

### 1.2.1. Detalle de talleres, procesos participativos y reuniones mantenidas

Talleres regionales	<p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1° Taller Regional de Mitigación del Cambio Climático para la elaboración del PARCC de Magallanes (27sept 22)</li> <li>2° Taller Regional de Mitigación para el desarrollo del PARCC (22nov 22)</li> </ul>	<p><b>Adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la región de Magallanes (14mar 23)</li> </ul>	<p><b>Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Taller Regional de Priorización de Medidas de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (4 jul 23)</li> <li>Taller de visión y lineamientos estratégicos para el PARCC de Magallanes (23 nov 23)</li> </ul>
Talleres municipalidades	<p><b>Generales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reunión Municipalidad de Punta Arenas (5 jul 22)</li> <li>Reunión Municipalidad Punta Arenas (20 jul 23)</li> </ul>	<p><b>Adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Taller vulnerabilidad Municipalidad San Gregorio (15 mar 23)</li> <li>Taller vulnerabilidad Municipalidad Río Verde (15 mar 23)</li> <li>Taller vulnerabilidad Municipalidad Puerto Natales (16 mar 23)</li> <li>Taller vulnerabilidad Municipalidad Torres del Paine (17 mar 23)</li> <li>Taller vulnerabilidad Municipalidades de Porvenir, Cabo de Hornos, Timaukel, Laguna Blanca, Porvenir (4 mayo 23)</li> <li>Taller Medidas Municipalidad Cabo de Hornos (16 oct 23)</li> </ul>	
Talleres ciudadanos	<p><b>Generales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conversatorio sobre H2v, Instituto Antártico Chileno (INACH) (7 jul 22)</li> <li>Taller ciudadano, Punta Arenas (7 jul 23)</li> </ul>		
Talleres Academia	<p><b>Adaptación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL) (6 jul 2022)</li> <li>Instituto Antártico Chileno (INACH) (6 jul 2022)</li> <li>Centro de Estudios del Cuaternario (CEQUA) (3 jul 2022)</li> <li>Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL) (22 nov 2023)</li> </ul>		
Talleres instituciones	<p><b>Generales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reunión SUBDERE (4 jul 2022)</li> <li>Reunión SEREMI Hacienda (5 jul 2022)</li> <li>Reunión SEREMI Ciencia y Tecnología Macrozona Sur (5 jul 2022)</li> <li>Reunión GORE (7 jul 2022)</li> <li>Reunión SEREMI Energía (7 jul 2022)</li> <li>Reunión SEREMI Agricultura (5 jul 2022)</li> <li>Reunión SEREMI Obras Públicas (6 jul 2023)</li> <li>Reunión SEREMI MINVU (11 jul 2023)</li> <li>Reunión GORE (zonificación del borde costero) (5 jul 2022)</li> <li>Reunión Sec. Reg. MOP (26 sept 2023)</li> <li>Reunión SEREMI de Energía (27 sept 23)</li> <li>Reunión MINVU (28 sept 23)</li> <li>Reunión SEREMI Agricultura (2 oct 23)</li> <li>Reunión GORE (22 nov 2023)</li> <li>Reunión SEREMI Transporte (22 nov 23)</li> <li>Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) (23 nov 2023)</li> <li>Reunión MINVU (24 nov 23)</li> <li>Reunión SEREMI de Energía (24 nov 23)</li> </ul>		

## 2. Antecedentes para la elaboración del PARCC

### 2.1. Contexto regional de cambio climático

#### 2.1.1. Caracterización física y natural de la región

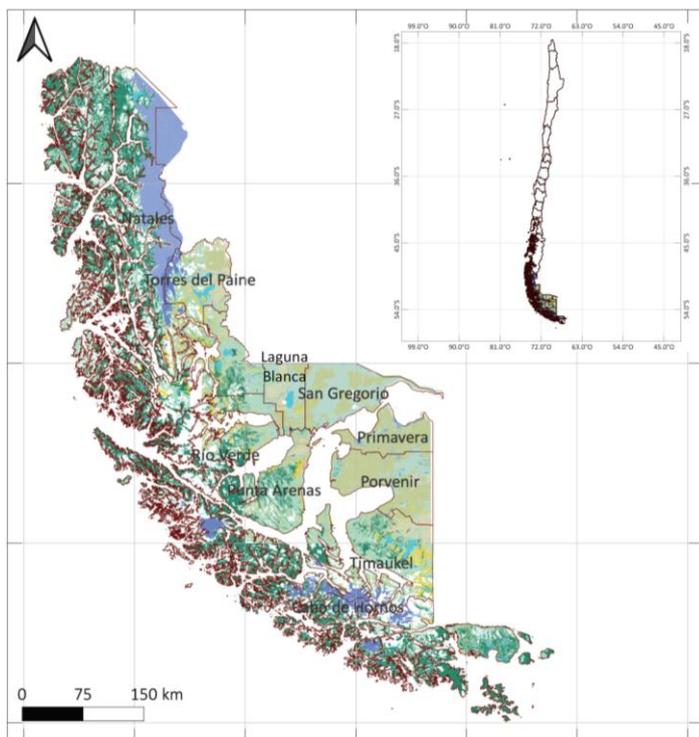
La región constituye un territorio de los mejores conservados del planeta (Mittermeier et al. 2002). La presencia de los hielos cuaternarios, el modelado sobre las tierras de la región, los diferentes procesos de glaciación acaecidos en el Cuaternario, y su posición remota y alejada de la intervención humana son algunos de los factores que inciden en la extraordinaria conservación de hábitats y ecosistemas.

Entre los elementos de gran valor natural se encuentran las vastas extensiones de hielos continentales y glaciares, como el Campo de Hielo Patagónico Sur y los numerosos glaciares de la Cordillera Darwin y archipiélagos aledaños (Porter & Santana 2003). Y es que los glaciares y masas de hielo continental representan importantes reservas de agua dulce, pero también son un excelente laboratorio y campo de investigación para el estudio del cambio climático. En definitiva, todos los rasgos y elementos físicos que conforman la región de Magallanes otorgan un elevado valor natural a estas tierras australes.

#### Localización y principales datos geográficos

Localizadas en el extremo sur de Chile, se extiende por los territorios sudamericano y antártico. Es la región más grande del país, abarcando su superficie 132.297 km<sup>2</sup>.

**Figura 1.** Localización de la región de Magallanes y límites administrativos.  
Elaboración propia a partir de los datos de la Infraestructura de Datos Espaciales de Chile



Se divide administrativamente en 4 provincias – Antártica Chilena, Magallanes, Tierra del Fuego y Última Esperanza– que, a su vez, se dividen en 11 comunas. La capital regional es la ciudad de Punta Arenas.

Ubicada en la Patagonia chilena, limita al norte con la Región de Aysén, al noreste con la provincia argentina de Santa Cruz, al este con el océano Atlántico y la provincia argentina de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, al sur con el polo sur o con el pasaje de Drake —si se trata de los territorios bajo soberanía efectiva— y al oeste con el océano Pacífico.

Los nombres de las comunas de las cuatro provincias se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** División administrativa de la región de Magallanes. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Comunas de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena		
Provincia	Capital	Comuna
Antártica Chilena	Puerto Williams	Antártica
		Cabo de Hornos
Magallanes	Punta Arenas	Laguna Blanca
		Punta Arenas
		Río Verde
		San Gregorio
Tierra del Fuego	Porvenir	Porvenir
		Primavera
		Timaukel
Última Esperanza	Puerto Natales	Natales
		Torres del Paine

## Relieve

Las unidades geográficas determinan los principales tipos de clima existentes en la región y, por tanto, los cambios climáticos proyectados. Según el sitio web de la *Biblioteca Nacional Chilena*, las grandes unidades geomorfológicas, de oeste a este, que pueden apreciarse en la zona son:

### *Patagonia Oriental Trasandina o Pampa Magallánica*

De relieve plano con una altura promedio de 500 msnm (en adelante m), donde predomina la estepa fría subandina de hierbas y pastos duros. Desde su límite norte, la *Patagonia Chilena* se extiende desde la *Cordillera Dorotea*, interrumpida en su parte central por el *Estrecho de Magallanes* y continuando en *Isla Grande de Tierra del Fuego*, donde se encuentran las bahías de *Inútil*, *Felipe* y *Lomas*; hasta el *seno Almirantazgo* en el contacto con la *Cordillera de Darwin*.

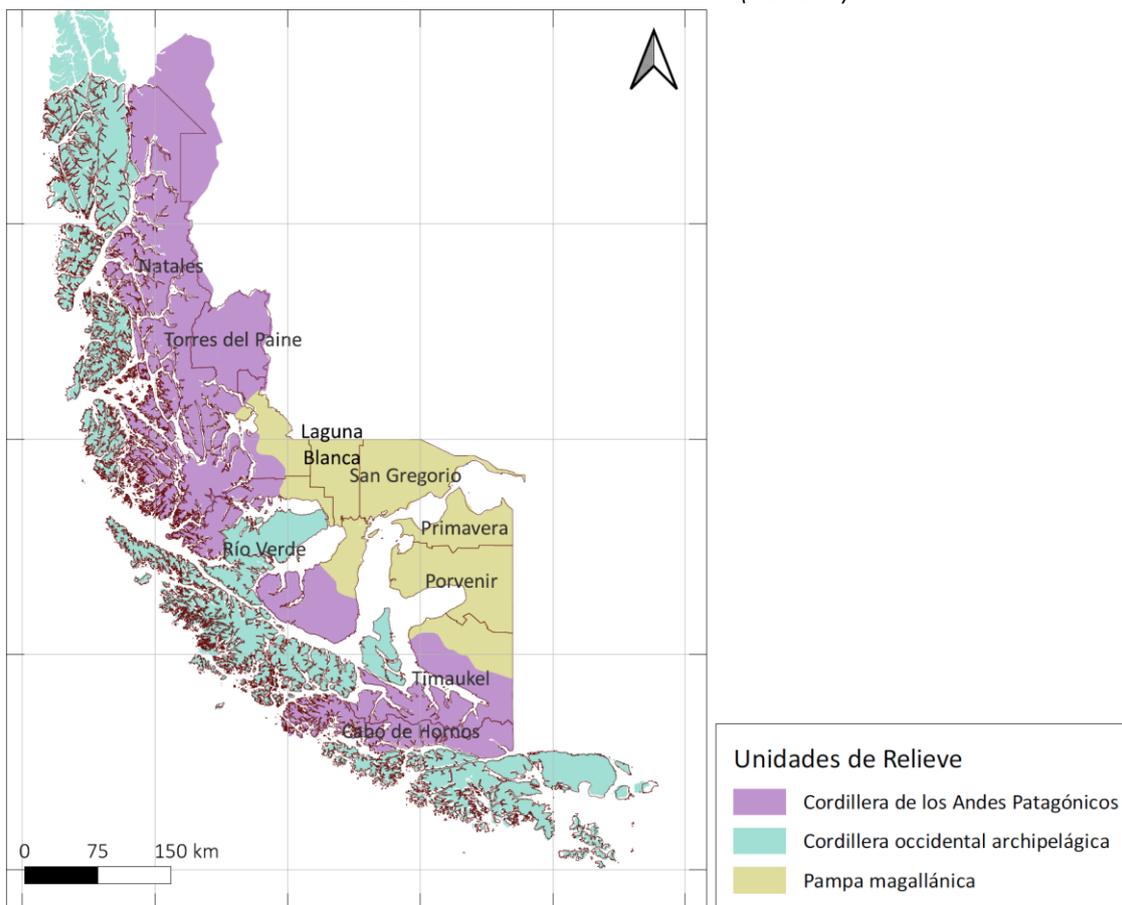
### *Cordillera de los Andes Patagónicos*

Coincide con las unidades geográficas del Sistema Patagónico Occidental y Sistema Subandino Oriental, por lo que incluye desde el *Campo de Hielo Sur* hasta la *Cordillera Darwin*. Presenta las mayores altitudes de la región, superiores a 2.000 m, con cumbres reconocidas mundialmente como el cerro *Fitz-Roy* de 3.340 m en el límite norte; la *Cordillera del Paine* a 3.000 m, el cerro *Bolador* de 2.940 m o el cerro *Cervantes* de 2.380 m. En la zona septentrional se encuentra el *Campo de Hielo Sur*. En su parte central, coincidente con el Sistema Subandino Oriental, la cordillera presenta menores alturas (1.500 m) debido a la erosión glacial. Al sur del *estrecho de Magallanes* la cordillera cambia de rumbo a suroriente y las alturas vuelven a cotas elevadas, por encima de los 2.000 m, terminando en la *Cordillera de Darwin*, con picos como el cerro *Sarmiento de Gamboa* a 2.300 m, *Italia* de 2.350 m y *Darwin* con 2.438 m. Esta unidad geomorfológica concluye en los canales *Ballenero* y *Beagle*, formando parte de esta las islas *Hoste* y *Navarino* en su parte más meridional.

### *Cordillera Occidental Archipiélica*

Se caracteriza por ser una zona fragmentada que forma archipiélagos e islas de hasta 1.000 m de altura y se extiende desde el límite norte de la región hasta la *isla del Cabo de Hornos* y la separan del continente los canales *Paso del Indio*, *Paso Ancho*, *Sarmiento*, *estrecho de Magallanes* y los canales *Cockburn*, *Ballenero* y *Beagle*.

Figura 2. Mapa geomorfológico de la región de Magallanes. Elaboración propia a partir de la información cartográfica del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)<sup>1</sup>



## Glaciares

Los glaciares en Chile abarcan el 80 % de la superficie total de los glaciares de Sudamérica y, de estos, el 89,4 % se encuentran en *Patagonia* y *Tierra del Fuego* (IDEAL, 2019). Por otra parte, el Campo de Hielo Sur es el segundo campo de hielo extrapolar contiguo más grande del mundo, con un área de 12.363 km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente 9.700 km<sup>2</sup> se encuentran en Chile (Fundación Aquae, 2021). La masa de hielo alimenta decenas de glaciares de la zona, entre los que destacan el *Glaciar Brüggen* (678,5 km<sup>2</sup>, la mayor en área y más larga del hemisferio sur fuera de la Antártida), *O'Higgins* (772,5 km<sup>2</sup>), *Grey* (240,6 km<sup>2</sup>) y *Tyndall* (298,5 km<sup>2</sup>).

De acuerdo con la información obtenida de la DGA (2022), los glaciares efluentes concentran la mayor superficie y volumen de la región. Por otra parte, las cuencas costeras entre límite de la región y *Seno Andrew* registran la mayor suma de área y de volumen de la zona, sin embargo, es en la cuenca de *Tierra del Fuego* donde existe un mayor número de glaciares.

Tabla 4. Clasificación de glaciares. Fuente: Cartografía de la Dirección General de Aguas en IDE (2020)

Clasificación	Suma del Área (km <sup>2</sup> )	Suma del Volumen (km <sup>3</sup> )	Cantidad de glaciares	Promedio Altura Media (m)	Promedio de la Pendiente (%)
Glaciar de montaña	1.692,33	68,00	1.393	926,22	23,66

<sup>1</sup> Disponible en: <http://datos.cedeus.cl/>

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

Glaciar de valle	713,16	50,16	107	938,08	20,03
Glaciar efluente	7.742,71	1.386,41	163	1.119,71	17,41
Glaciar rocoso	7,16	0,11	84	962,87	20,60
Glaciarete	271,24	3,35	5.309	927,44	25,08
TOTAL	10.426,60	1.508,04	7.056	932,23	24,49

A continuación, se muestra una relación de los principales glaciares en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, con los datos más relevantes y principales cambios en las últimas décadas (Andrés Rivera, [www.glaciologia.cl](http://www.glaciologia.cl)):

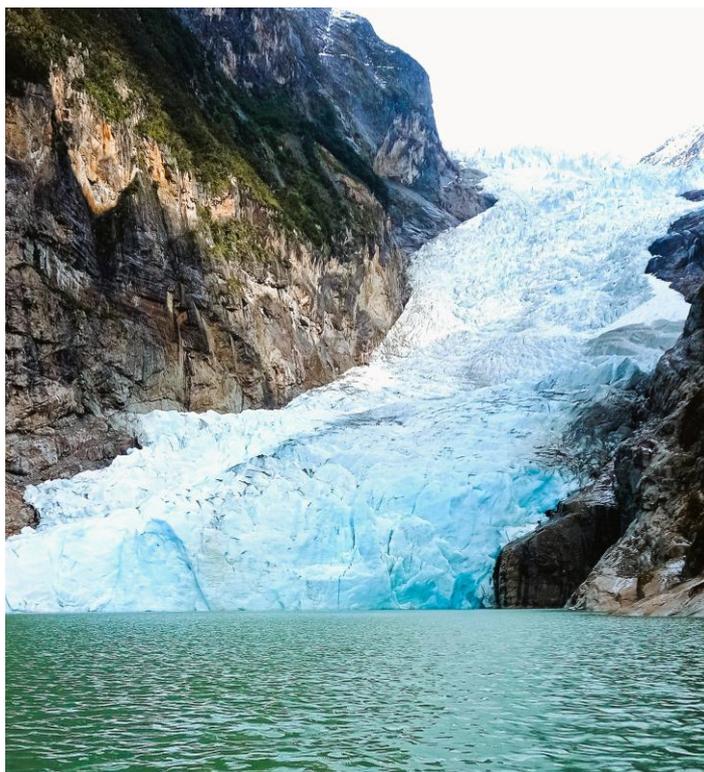
- *Glaciar Témpanos*: ubicado en el extremo noroeste del CHS.
- *Glaciar Pío XI*: es el más grande del Campo de Hielo Sur y de Chile. Sus frentes Norte y Sur han estado avanzando en forma semi-ininterrumpida desde mediados de la década de 1950 (Rivera et al., 2021).
- *Glaciar Dickson*: está ubicado en la frontera de Chile y Argentina, en parte dentro del Parque Nacional Torres del Paine de Chile y del Parque Nacional los Glaciares de Argentina. Presenta un fuerte retroceso durante el presente siglo. El adelgazamiento evidenciado en la zona es bastante significativo (-2.5 a -8 m/año), aunque en los últimos años el frente ha mostrado cierta estabilidad, en parte debido a la aparición de rocas en la base del frente principal.
- *Glaciar Olvidado*: se localiza en el noreste del CHS y muestra retroceso desde 1998, con una variación de -19,2 km<sup>2</sup> entre 2011 y 2014.
- *Glaciar Grey*: se localiza en la parte occidental del parque nacional Torres del Paine y presenta masa de hielo de 6 kilómetros de ancho y más de 30 metros de altura dividido en tres frentes. Se encuentra en retroceso.
- *Glaciar Amalia*: es uno de los más grandes del Campo de Hielo Sur y su frente desprende témpanos en el fiordo Amalia. En el margen sur de su lengua terminal está ubicado el volcán Reclus.
- *Glaciar Pingo*: ubicado entre el glaciar Zapata al oeste y el Grey al este, se encuentra en retroceso.
- *Glaciar Tyndall*: ubicado en el P.N. Torres del Paine, termina en un lago proglaciar con un único frente. Ha retrocedido significativamente los últimos años.
- 

**Figura 3.** Témpanos de hielo en el lago Grey y glaciar Grey al fondo. Fuente: Reyes Grau (2023)



- *Glaciar Serrano*: se localiza en la zona meridional del CHS formando parte del Parque Nacional Bernardo O'Higgins, terminando en una laguna proglaciar que desagua al Seno Última Esperanza.
- *Glaciar Balmaceda*: ubicado en el extremo sur del CHS, dentro del parque Nacional Bernardo O'Higgins. Su área en 1945 era de aproximadamente 88 km<sup>2</sup> de superficie. En la actualidad sólo llega a 61 km<sup>2</sup> distribuidos en 3 cuerpos de hielo.
- *Glaciares de la Isla de Santa Inés*: los glaciares Beatriz y Alejandro están ubicados en esta Isla que forma parte del archipiélago de Tierra del Fuego, en la comuna de Punta Arenas. Se encuentran en retroceso.
- *Glaciar Schiaparelli*: es uno de los cuerpos de hielo principales que descienden del Monte Sarmiento (2300 m), habiéndose constatado su retroceso.
- *Glaciar Marinelli*: se encuentra en la vertiente norte de la Cordillera Darwin, habiendo perdido un importante volumen de hielo en el último siglo.
- *Glaciar Luis de Saboya en el Fiordo Parry*: al sur del anterior, también en la Cordillera Darwin y en retroceso.
- *Otros glaciares de la Cordillera Darwin*: numerosos glaciares se encuentran en la Cordillera Darwin además de los dos citados, presentando comportamientos contrastados; mientras que el glaciar Marinelli presenta uno de los retrocesos más intensos, otros glaciares como Garibaldi Parry, en el margen sur, presentan avances recientes.
- *Glaciares de la Isla Hoste*: En la Isla Hoste (Mercer, 1967) y adyacentes existen 631 glaciares con 409.5 km<sup>2</sup> de hielo, destacándose los de la Península Cloue con 212.3 km<sup>2</sup> y los de la Península Rous con 18.74 km<sup>2</sup> (Bown et al., 2014).

Figura 4. Glaciar Serrano y lago Toro. Fuente: Reyes Grau (2023)

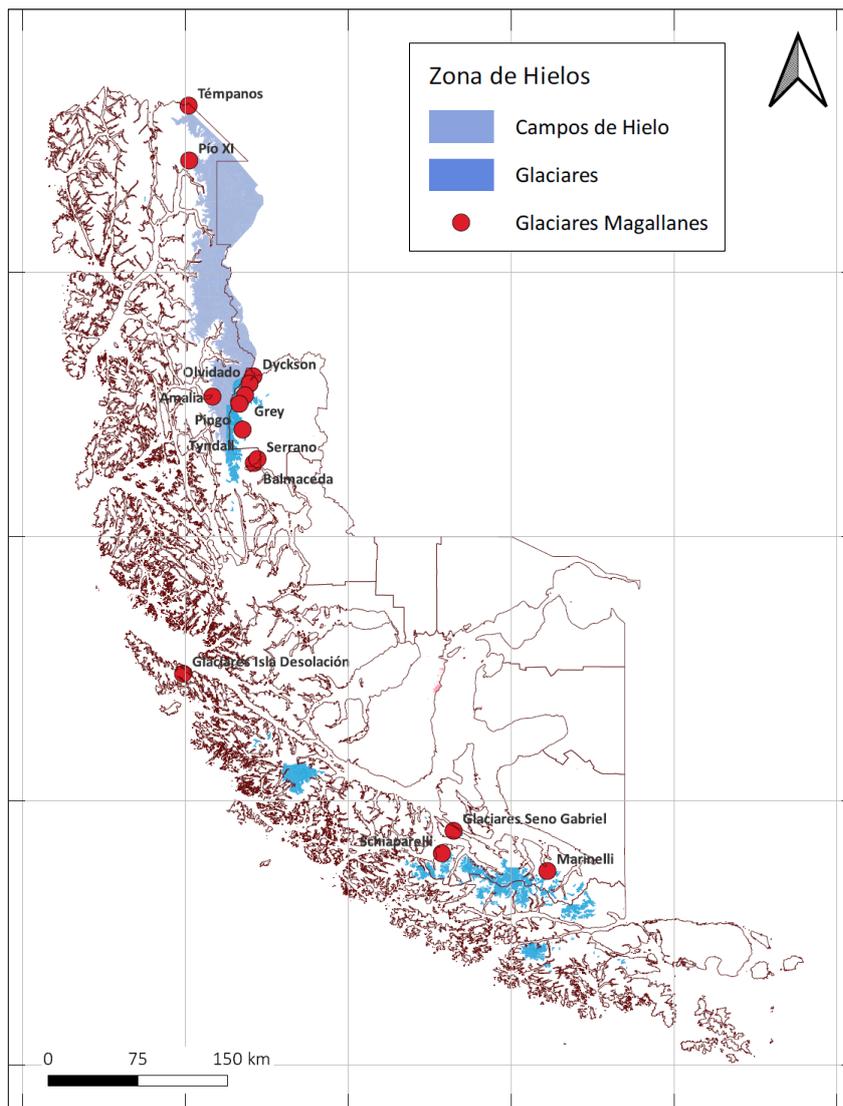


Por otra parte, resulta interesante cuantificar el volumen actual que suponen las masas glaciares tanto en volumen como en superficie. En la tabla siguiente se muestran estos datos.

**Tabla 5.** Distribución de glaciares por cuenca. Fuente: Inventario Público de Glaciares, DGA, 2022

Nombre cuenca	Suma del Área (km <sup>2</sup> )	Suma del Volumen (km <sup>3</sup> )	Cantidad de glaciares
Costeras e islas entre R. Hollemberg, golfo Alte. Laguna Blanca	458,97	25,40	1.091
Costeras entre Laguna Blanca (inc.), seno Otway, canal Jerónimo y Magallanes	7,00	0,11	128
Costeras entre limite región y seno Andrew	4.106,29	872,09	1.200
Costeras entre seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente	2.427,33	326,30	1.440
Islas al sur del canal Beagle y territorio antártico	354,20	19,99	738
Islas al sur Estrecho de Magallanes	260,52	16,04	384
Islas entre canales Concepción, Sarmiento y E. de Magallanes	1,17	0,01	35
Islas entre limite región y Canal Ancho y Estrecho de la Concepción	43,68	0,79	536
Tierra del Fuego	2.480,46	212,89	1.480
Vertiente del Atlántico	286,99	34,42	24

**Figura 5.** Distribución de los Glaciares. Fuente: elaboración propia (2023)



Resulta complejo el análisis del impacto del cambio climático sobre los glaciares, debido a los múltiples factores que influyen en su retroceso y disminución. Las condiciones primarias que dan forma a la respuesta de los glaciares patagónicos son complejas puesto que están determinadas, a gran escala, por la relación existente entre la topografía andina y los vientos dominantes del oeste y con el flujo de vapor de agua transportado en estas latitudes, lo que crea una fuerte brecha climática, particularmente en términos de humedad y precipitación.

*Aunque la región no posee territorio del Campo de Hielo Norte, y comparte con Aysén una proporción del Campo de Hielo Sur, “se ha estimado que el derretimiento anual de estos sistemas suma aproximadamente 38 mil millones de toneladas de agua dulce al año lo que equivale al 32 % de la capacidad total de los embalses de Chile. Este derretimiento implica un aumento del nivel del mar de 0,1 mm (Rignot, Rivera, & Casassa, 2003) y dependiendo del escenario climático usado, podría causar un aumento del nivel del mar de entre 4 y 14,4 mm al año 2100 (Shannon et al., 2019).”*

*Reporte regional Centro IDEAL (2019) p. 14*

Frente a esta situación de cambio climático “algunos ecosistemas como los glaciares de altura y las grandes masas de hielos polares, los efectos del cambio climático son particularmente visibles y

constituyen una evidencia medible de los cambios que están ocurriendo en el Antropoceno” (IDEAL, 2019 p. 12). El deshielo de importantes masas glaciares significa una disminución de la salinidad y aumento de la temperatura del mar, transformando de manera radical los ecosistemas marinos, en donde solo algunas especies podrán adaptarse a este nuevo escenario (IDEAL, 2019).

Figura 6. Retroceso glaciar Vergara. Fuente: Postales de Hielo (2022)



### Hidrografía

Es una de las regiones con mayores reservas de agua en Chile; acumula, junto con la región de Los Lagos, el 68 % de la precipitación, 64 % de los lagos, el 84 % de las lagunas, el 75 % de la escorrentía superficial (ríos) y el 98 % de los glaciares (equivalentes de agua: 21.993 km<sup>2</sup>).

Desde el punto de vista hidrográfico, a diferencia del resto del país, no posee grandes ríos debido a los diversos fenómenos glaciales que impidieron el flujo de las aguas.

El sistema hidrográfico de la región se caracteriza por concentrarse al lado oriental o transandino; el sector occidental carece de cursos de agua. Los **ríos** más importantes de la región son el río *Serrano*, *Gallegos Chico* o *Ciaike* y *San Juan* y río *Side*, *Río Grande* y *Río Condor* en *Tierra del Fuego* (figura 7).

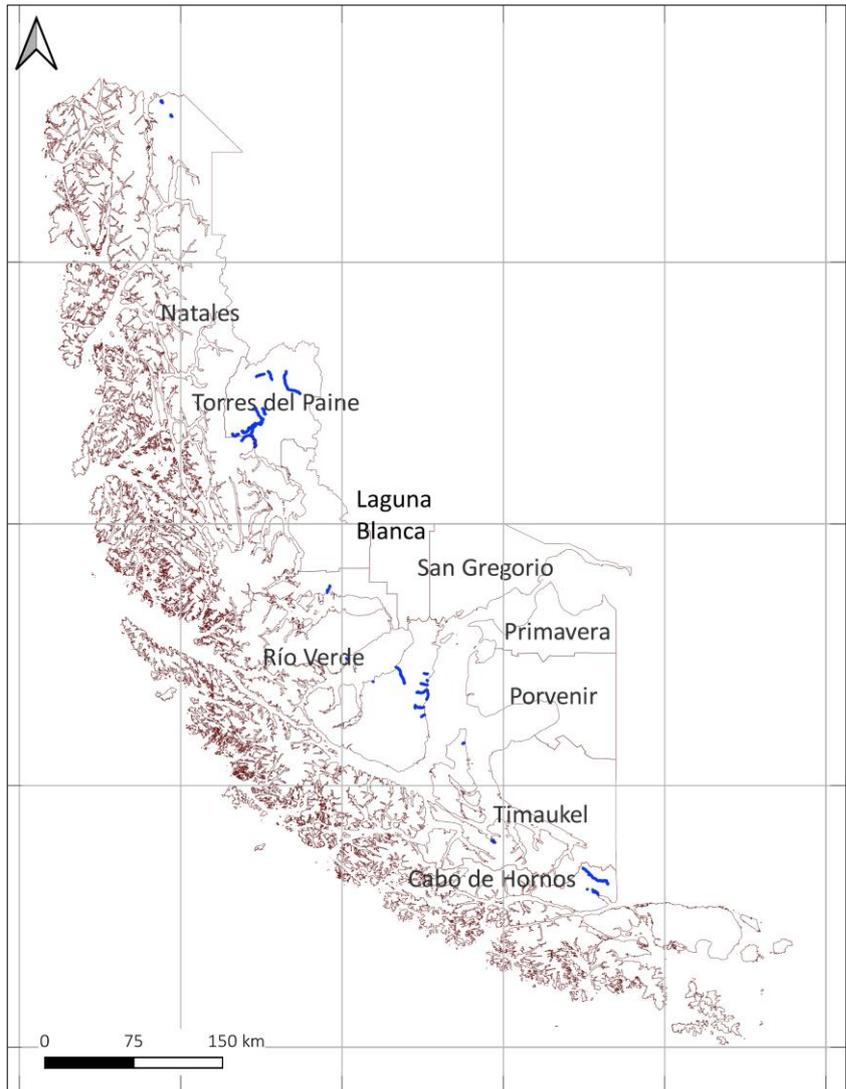
**Figura 7.** Principales ríos en la región de Magallanes. Fuente: Elaboración propia partir de los datos de la Infraestructura de Datos Espaciales de Chile

Las cuencas representativas de la región, según la DGA están en negrita y se representan en el mapa. En el mapa siguiente se representa la delimitación de todas las cuencas hidrográficas de la región de Magallanes (figura 8).

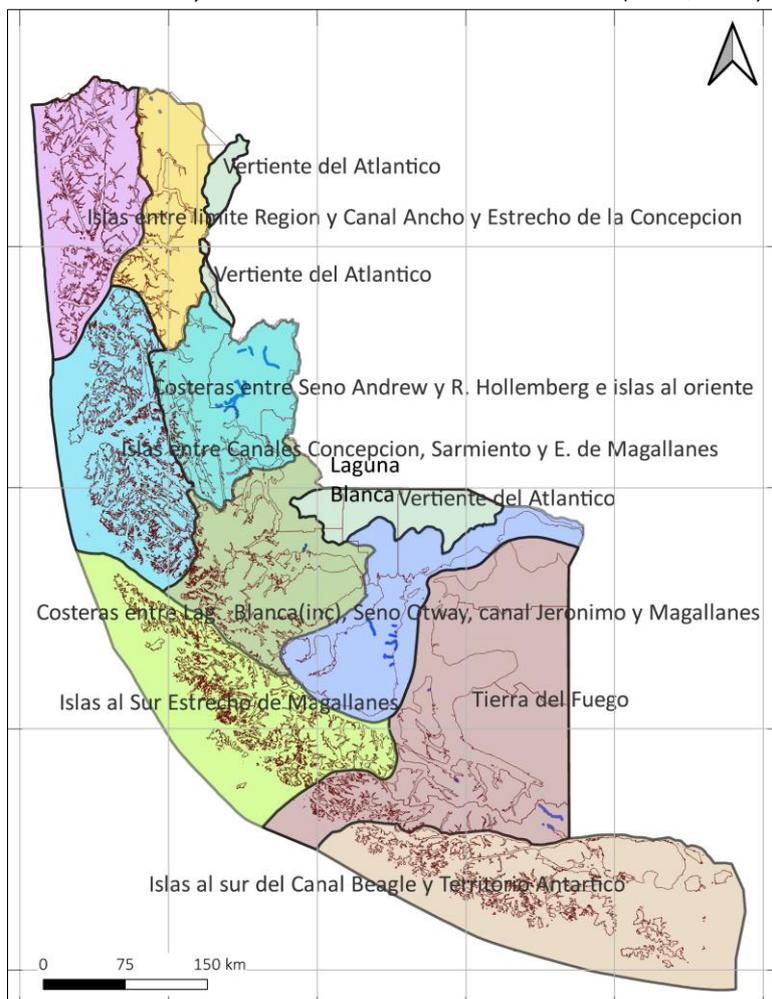
Respecto a los **humedales**, cabe destacar las turberas, “En este sentido, la mayor superficie de turberas se encuentra en la Provincia de Última Esperanza (54%), luego la Provincia de Magallanes (24%), Antártica (17%) y por último Tierra del Fuego (5%). Representan el 17,2 % de la superficie de la región (Ruiz y Doberti, 2005), es decir, el total de turberas identificadas recae en la cifra de 2.270.126 ha, 1.896.092 a manos de la SNASPE, 357.615 ha en propiedad privada y 16.413 del Fisco” (Vega Valdés, D. y Domínguez Díaz E., 2015).

Las turberas son ecosistemas que se explotan para extraer turba y musgo *Sphagnum*, habiéndose iniciado esta explotación en Magallanes en los años 80.

Además de las turberas, existen en la región multitud de lagos, lagunas y otras zonas húmedas, siendo una de las regiones con una mayor superficie al contar con 2.886 km<sup>2</sup> entre lagos, ríos y otros humedales (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2010).



**Figura 8.** Cuencas hidrográficas de la región de Magallanes. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad – SIMBIO (MMA, 2023)



## Vegetación

La vegetación está fuertemente influenciada por las características climáticas, siendo un fiel reflejo de las precipitaciones y su distribución. De este modo, en la zona Archipelágica Occidental se desarrolla la formación boscosa magallánica, de características densas y húmedas, con especies como el coigüe de Magallanes, el ciprés de las Guaitecas o el ñirre. A mayores altitudes se desarrolla, ya en la cordillera, el ecosistema de tundra con musgos y líquenes. En el sector occidental del Estrecho de Magallanes predomina la selva húmeda y fría compuesta por especies como canelo, lenga, coigüe magallánico, entre otras (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2023).

En las zonas donde el clima se hace más extremo, con nieves son permanentes y temperaturas más bajas y vientos húmedos y fríos, se desarrolla una formación de lengas con un crecimiento muy achaparrado que, progresivamente se va convirtiéndose a formaciones de hierbas y gramíneas (herbazales de altitud) que dan paso, en las altitudes superior a 900 metros a pastos, musgos y líquenes. En algunas zonas crece el bosque subantártico de lenga y ñirre.

**Tabla 6.** Pisos vegetacionales según Luebert y Pliscoff (2017). Fuente: Ministerio del Medio Ambiente en IDE (2020)

Formación	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Herbazal de altitud	4.862,98	3,86
Matorral bajo de altitud	6.960,30	5,52
Matorral caducifolio	7.214,91	5,72
Bosque caducifolio	10.731,84	8,51
Sin vegetación	12.843,97	10,19
Estepas y pastizales	20.931,44	16,60
Turberas	24.608,06	19,52
Bosque siempreverde	37.920,98	30,08
Total general	126.074,4859	100,00

### 2.1.1. Características demográficas, sociales y económicas

#### Población

La población de la región asciende a 166.533 habitantes (Censo, 2017), con una densidad de 0,12 habitantes por kilómetro cuadrado. La distribución por comunas se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7.** Datos de población por comunas. Fuente: elaboración propia a partir del Censo de 2017 (<http://resultados.censo2017.cl/>)

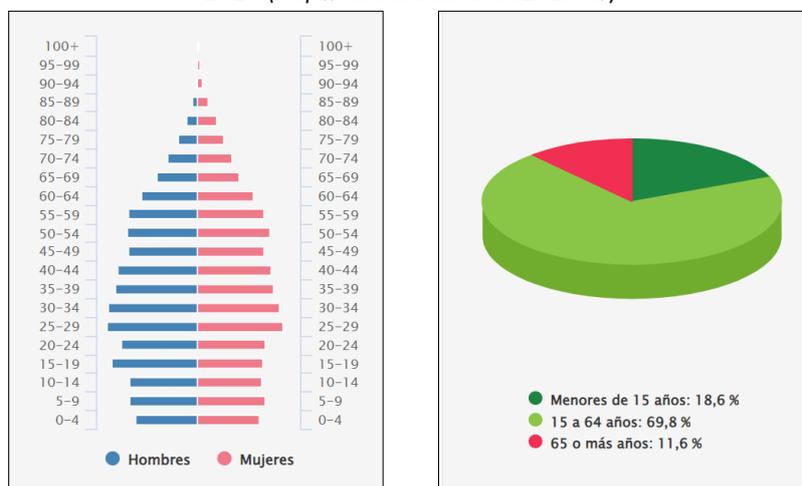
DATOS DE POBLACIÓN POR COMUNAS					
Provincias	Comunas	Población			Densidad de población
		Hombres	Mujeres	Total	Habitantes / km <sup>2</sup>
Antártica Chilena	Antártica	126	12	138	0
	Cabo de Hornos	1.195	868	2.063	0,13
Magallanes	Laguna Blanca	191	83	274	0,08
	Punta Arenas	65.538	66.054	131.592	7,41
	Río Verde	522	95	617	0,07
	San Gregorio	619	180	799	0,12
Tierra del Fuego	Porvenir	3.993	2.808	6.801	0,93
	Primavera	930	228	1.158	0,27
	Timaukel	343	62	405	0,04
Última Esperanza	Natales	10.992	10.485	21.477	0,44
	Torres del Paine	800	409	1.209	0,18
<b>TOTA REGIONAL</b>		<b>85.249</b>	<b>81.284</b>	<b>166.533</b>	<b>0,12</b>

Todas las comunas tienen una densidad de población extremadamente baja, debido entre otros factores a la dificultad de las comunicaciones y el clima complejo de gran parte del territorio regional.

La mayor parte de la población se concentra en Punta Arenas, a pesar de lo cual tiene una baja densidad, con 7,41 hab/km<sup>2</sup>.

La edad promedio en la región es de 36,7 años, siendo los grupos de población mayoritarios los comprendidos entre los 25 a 34 años.

**Figura 9.** Pirámide de población de la región de Magallanes y distribución de grandes grupos de edad. Fuente: Censo 2017 (<http://resultados.censo2017.cl/>)



A nivel comunal, destaca la gran diferencia entre sexos, siendo mayoritaria la población masculina. Es el caso de la mayor parte de las comunas a excepción de Punta Arenas. A diferencia de las peculiaridades de la Antártica Chilena, en donde el índice de masculinidad es de 1.050 hombres por cada 100 mujeres, destacan las comunas de Río Verde y Timaukel con índices de masculinidad de 549,5 y 553,2 respectivamente.

En cuanto a la **pauta rural y urbana**, se trata de una población básicamente urbana, con un porcentaje de un 91,9 % de población urbana frente al 8,1 % que es rural, aunque si consideramos la práctica despoblación de la mayor parte del territorio regional y ausencia de núcleos urbanos, en las comunas de Laguna Blanca, Primavera, Río Verde, San Gregorio y Timaukel, el 100 % de la población censada es rural.

La distribución de la población en el territorio está asociada a la actividad económica reciente. Por una parte, la actividad agropecuaria y, por otra, el desarrollo de la minería carbonífera, la explotación petrolera y el auge de la exploración y explotación de hidrocarburos entre 1952 y 1970. Entre 1982 y 1992 la provincia de Magallanes incrementó también su población rural en un 28,3 %, debido al desarrollo hortoagrícola e industrial en el entorno inmediato a Punta Arenas (Martinic B., 2006). En el mismo periodo, por el contrario, se registró un descenso en las comunas de Río Verde y San Gregorio debido a la disminución de las actividades petroleras en San Gregorio.

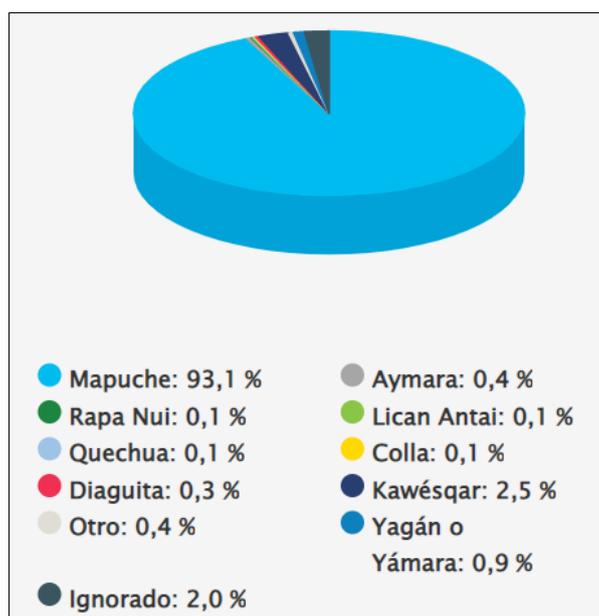
Estos patrones demográficos, con base rural (principalmente actividad criadora ovejera extensiva) junto a la minería extractiva y exploratoria, explica también los elevados índices de masculinidad, cuestión que no resulta favorable para el establecimiento de población de carácter integral, es decir, con la presencia de familias. Esto se traduce en un progresivo desarraigo para la escasa población residente, en especial para las mujeres (Martinic B., 2006).

Todas estas cuestiones son tenidas en consideración para la definición de las medidas del PARCC, considerando el enfoque de género de manera transversal e integrándolo en las principales medidas de los sectores de actividad y productivos.

### Pueblos originarios

Los pueblos originarios suponen el 23 % de la población regional, siendo el grupo más numeroso el Mapuche con el 93,1 % y el resto muy minoritarias.

**Figura 10.** Representación porcentual de los diferentes pueblos originarios en la región de Magallanes. Fuente: Censo 2017 (<http://resultados.censo2017.cl/>)



### Aspectos económicos

La Región de Magallanes presenta uno de los mejores indicadores económicos de Chile, al ser la cuarta, por detrás de Antofagasta, Tarapacá y Atacama en el *producto interior bruto (PIB) per cápita*, con 16.286 dólares per cápita y un PIB regional de 1.894 de miles de millones de pesos encadenados (BDE, Banco Central de Chile, 2023).

Su desarrollo económico se basa en la explotación primaria de sus recursos naturales: gas natural, ganadería ovina, recursos pesqueros y de acuicultura, industria forestal y servicios turísticos (Castillo et al., s. f.).

Las principales actividades económicas, desde el punto de vista de su aportación al PIB regional son los Servicios personales, la administración pública, servicios financieros y empresariales, , industrial manufacturera y servicios de vivienda e inmobiliarios.

**Tabla 8.** PIB por actividad económica, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, volumen a precios del año anterior encadenado, series empalmadas, referencia 2018 (miles de millones de pesos encadenados).

Fuente: BDE, Banco Central de Chile 2024

SECTOR	Contribución
Agropecuario-silvícola	37,32
Pesca	74,69

Minería	125,27
Industria manufacturera	173,40
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	56,89
Construcción	129,70
Comercio	110,90
Restaurantes y hoteles	59,99
Transporte, información y comunicaciones	169,88
Servicios financieros y empresariales	213,80
Servicios de vivienda e inmobiliarios	172,74
Servicios personales	288,83
Administración pública	282,61

Si atendemos al número de personas ocupadas por sector de actividad, las estadísticas para el año 2022 indican que es el “comercio al por mayor y al por menor” el sector que más personas ocupa, con casi un 17 %, seguido de la “Administración pública y defensa” con un 12,5 %, la “construcción” (10 %) y las “industrias manufactureras” (8,7 %).

### Sector agroganadero

Desde el punto de vista de la superficie regional es un sector con un peso muy destacado. La actividad forestal y la ganadería son las actividades económicas más antiguas de la región, junto con la actividad marítimo-portuaria. El **sector silvoagropecuario** produce cerca del 87 % del total de carne ovina chilena, constituyéndose también como el principal producto silvoagropecuario de exportación.

En lo que respecta a la **actividad agrícola**, en el último Censo Nacional Agropecuario (INE, 2021), la región de Magallanes concentraba 11.538.039 ha de superficie censada, con un total de 583 Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) y 194 Unidades Productivas de Autoconsumo. De estas 583 UPA, la principal actividad es la ganadería (377), seguido de los cultivos (120).

En cuanto a las superficies de los cultivos, que ascienden a 23.761 ha, predominan las praderas mejoradas con 12.847 ha y el cultivo de forrajeras con 10.714 ha.

Pero tal como se ha mencionado, es la **actividad ganadera** la principal actividad agropecuaria en la región (ODEPA, 2020). De este modo, el Censo Nacional Agropecuario (INE, 2021) indica que es la ganadería de ovinos la más extendida, con 1.417.421 existencias de animales, seguido por los bovinos con 126.389 existencias. El resto de las especies son mucho menores, no superando las 10.000 existencias (gallinas/pollos con 9.694 y caballos con 6.621 existencias).

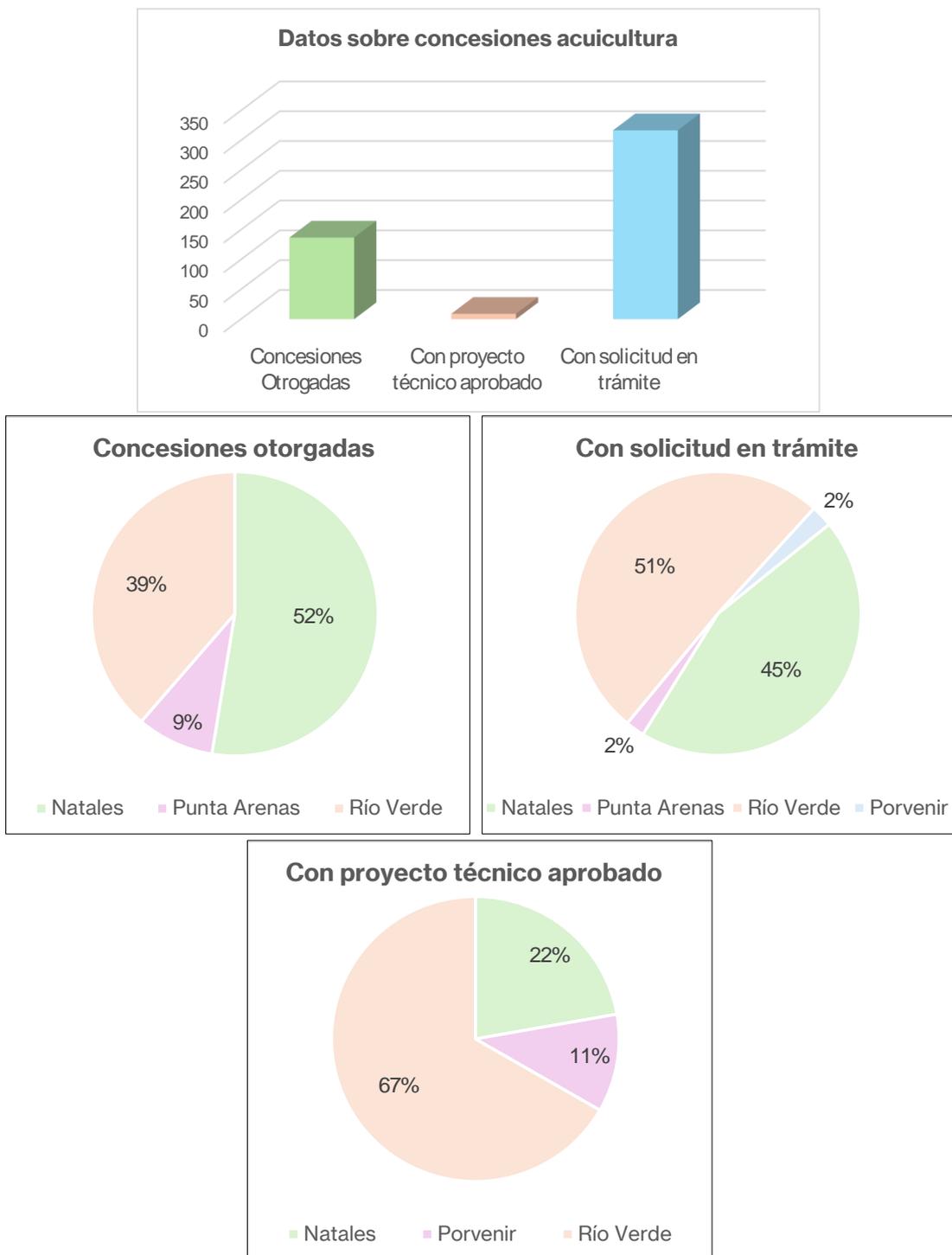
### Pesca y acuicultura

Chile se encuentra entre los diez países principales en cuanto a producción acuícola a nivel mundial; China, Indonesia, la India, Viet Nam, Bangladesh, Filipinas, la República de Corea, Noruega, Egipto y Chile produjeron más del 89,8 % del total en 2022 (FAO, 2024).

A nivel regional, SUBPESCA indica que hay un total de 137 concesiones otorgadas, de las cuales 72 se encuentran en Natales, 53 en Río Verde y 12 en Punta Arenas.

Respecto a las concesiones con solicitud en trámite, ascienden a 325, siendo la mayoría en Río Verde (165) y Natales (145).

Figura 11. Individualización de las concesiones de acuicultura por tipo. Fuente: elaboración propia a partir de SUBPESCA



Por otra parte, según los datos del INE, a fecha de mayo de 2024, el número de inscripciones en el Registro de Pesca Artesanal es de 12.364, de las cuales 6.124 corresponden a algueros, 735 a armadores artesanales, 1.009 a mariscadores y 4.496 a pescadores artesanales.

Otro de los rasgos de la industria pesquera es la potenciación de la extracción de especies como la centolla patagónica (*Lithodes santolla*), el centollón (*Paralomis granulosa*), el erizo (*Pseudechinus*

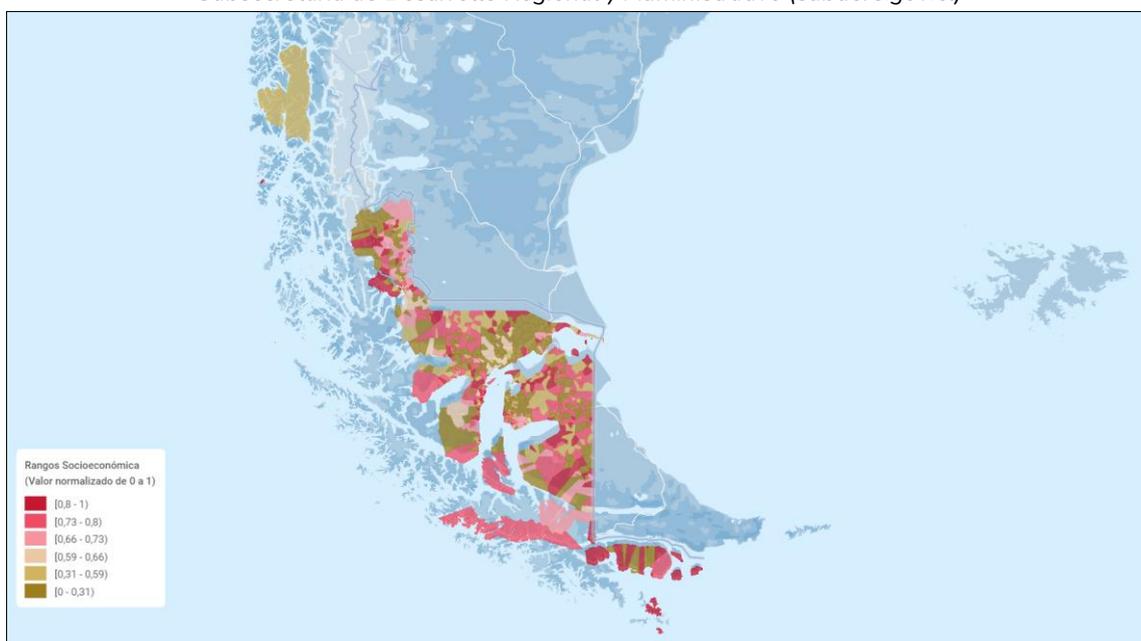
*magellanicus*) y la luga roja (*Gigartina skottsbergii*) por la demanda internacional, transformando la pesca como una actividad de subsistencia a un sector clave para la economía del país.

### Socioeconomía

Es interesante mostrar otros indicadores para caracterizar la región desde el punto de vista socioeconómico, como por ejemplo la denominada *Matriz de Bienestar Humano Territorial (MBHT)*<sup>2</sup>, considerado un sistema de información compuesto por 18 indicadores territoriales, integrado en cuatro dimensiones para evaluar el bienestar humano a nivel regional y comunal.

El rasgo más característico de la región es la elevada variabilidad del índice, que en promedio es de 0,67 para el conjunto regional. Todas las variables se han normalizado de manera que el valor más alto (1) es lo más deseable.

**Figura 12.** Matriz de Bienestar Humano Territorial (dimensión socioeconómica) en la región de Magallanes. Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo ([subdere.gov.cl](http://subdere.gov.cl))



Respecto a otros indicadores de tipo socioeconómico, la *Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN)*, para finales del año 2022, ofrece el dato de población en **situación de pobreza** en la Región de Magallanes, que ascendía a 6.256 personas, esto es, el 3,4 % de la población regional.

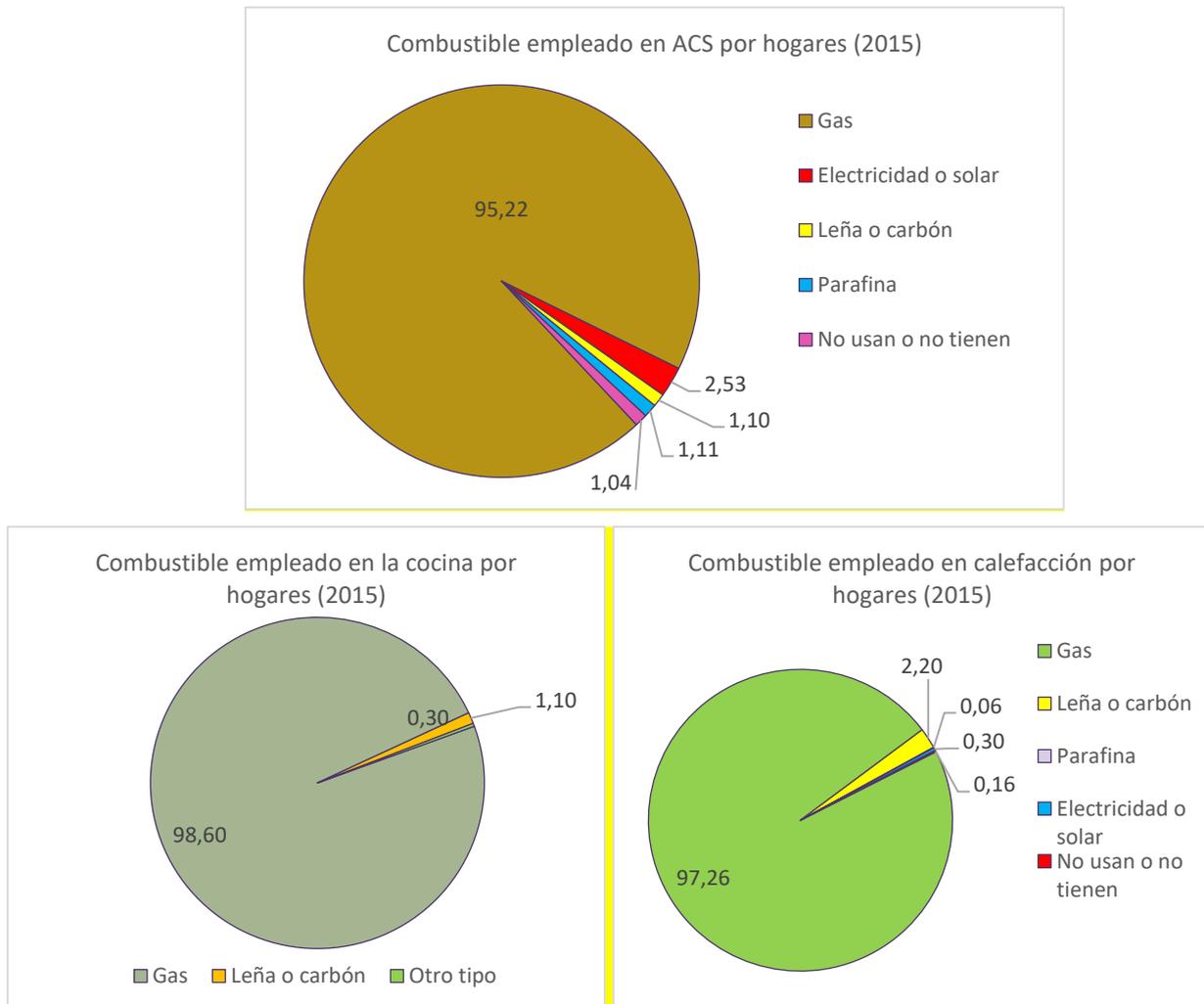
Según los últimos datos del INE disponibles (abril-junio 2024), la tasa de **participación laboral** en la región, que informa del porcentaje de la población en edad de trabajar que participa activamente en el mercado del trabajo (ocupados y desocupados), fue de 67,3 %. La tasa de ocupación, que da cuenta del número de ocupados en la región en relación con la población en edad de trabajar (activos e inactivos), alcanza el 63,1 %. La tasa de desocupación, que indica el porcentaje de personas activas que se encuentran desocupadas, ha sido del 6,1.

Respecto a la **educación**, la escolaridad promedio de la región alcanza los 11,8 años en 2020, mientras que el porcentaje de población sin educación formal es del 1,9 %, mientras que el porcentaje de población con nivel educacional superior completa es del 26,6 %.

<sup>2</sup> Gobierno de Chile. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Consultado en: [MBHT - Matriz de Bienestar Humano Territorial \(subdere.gov.cl\)](http://MBHT - Matriz de Bienestar Humano Territorial (subdere.gov.cl))

Las estadísticas sobre el **consumo de combustibles y fuentes de energía para usos domésticos** indican que, para las cocinas, se usa el gas de manera generalizada, mientras que para la generación de agua caliente sanitaria (ACS), también se emplea el gas en el 95 % de los hogares, así como para la calefacción.

**Figura 13.** Tipos de energía y combustibles empleados en los hogares en 2015. Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN)



## 2.2. Análisis de las proyecciones climáticas regionales: caracterización del clima presente y proyecciones climáticas futuras

La principal fuente de datos para analizar las proyecciones climáticas regionales en el futuro es el **Atlas de Riesgos Climáticos para Chile (ARClím)**. Otra de las fuentes de datos para esta sección ha sido el **“Informe de Ampliación y Mejora de los Sistemas de Información Climática ARClím. Identificación de información crítica de plataformas ARClím, OOC y COPERNICUS”** que tiene como objetivo la mejora de la información climática de la plataforma ARClím y la inclusión de nuevas fuentes de información.

### 2.2.1. Análisis de las principales proyecciones y amenazas climáticas en la región de Magallanes

#### 2.2.1.1. Principales rasgos del clima de Magallanes

La Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, presenta importantes variaciones que, a través del relieve, la influencia oceánica y otros factores locales del clima, introducen una amplia variedad climática. El principal rasgo es la abundante ventosidad, una amplitud térmica reducida y un clima frío con periodos de máximas precipitaciones en invierno.

La circulación atmosférica está definida por el cinturón de vientos del oeste y el paso de sistemas frontales que se ven transformados por la Cordillera de los Andes. Los vientos cargados de humedad procedentes del océano Pacífico encuentran un obstáculo en los Andes patagónicos lo que obliga a estas masas de aire a ascender, generando intensas y copiosas precipitaciones. Después, continúan su camino hacia el este con un bajo contenido de humedad, lo que se traduce en un descenso notable de las precipitaciones hacia el este.

El relieve también supone un factor geográfico del clima de primer orden. El obstáculo orográfico que supone la Cordillera Patagónico-Fueguina, provoca que, a barlovento, se produzcan imponentes montos de precipitación, con totales pluviométricos que oscilan entre 3.000 a 4.000 mm anuales. A sotavento, el viento del océano sufre el efecto föhn, haciendo que las precipitaciones desciendan a menos de 500 y 300 mm anuales. Además, la presencia de la Cordillera, unido a la latitud de la región, da como resultado la presencia de un clima glacial de montaña en altitudes superiores a 1.400 m con temperaturas muy bajas.

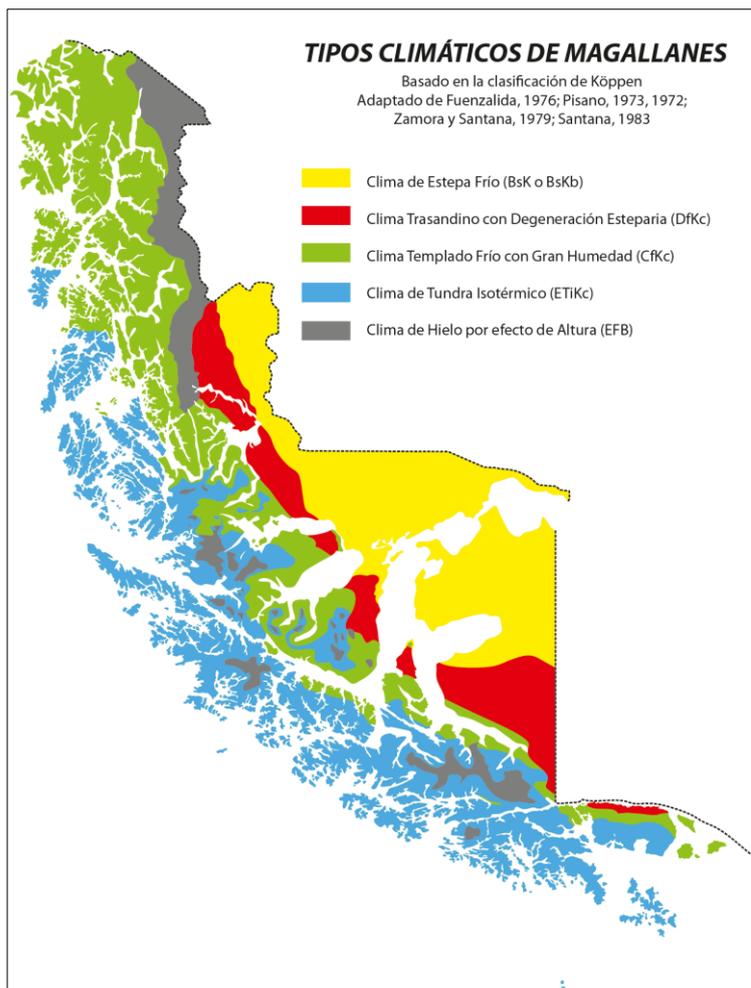
Una característica común a toda la región se caracteriza son sus bajas temperaturas y fuertes vientos durante todo el año. Debido a su proximidad a los 60°S (una zona caracterizada por sistemas de baja presión y ciclones subpolares), los sistemas frontales pasan regularmente por la región.

Atendiendo a la clasificación climática de W. Köppen, los tipos climáticos presentes en la región de Magallanes son los siguientes (Santibáñez Q., 2017):

- *Clima de tundra isotérmico (ETiKc): Las precipitaciones son abundantes, más concentradas en verano y en torno a 1.000 mm anuales, aunque en algunos ámbitos, como Puerto Williams,*

las precipitaciones no llegan a los 600 mm al año. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 5 °C a 7°C.

- *Clima templado frío con gran humedad (Cfk'c)*: elevada precipitación anual, superando los 3.500 mm. La nubosidad es muy alta y la temperatura media anual es de 9 °C.
- *Clima de hielo por efecto de altura (EFB)*: coincidente con el Campo de Hielo Sur y la Cordillera Patagónica, se caracteriza por bajas temperaturas.
- La precipitación es elevada y los vientos son muy fuertes; las temperaturas son ligeramente inferiores a 0 °C.



**Figura 14.** Tipos climáticos de Magallanes, basado en la clasificación de W. Köppen. Fuente: Atlas Agroclimático de Chile (Santibáñez Q., 2017)

- *Clima trasandino con degeneración esteparia (Dfk'c)*: se caracteriza por un régimen de precipitaciones constante durante todo el año y cantidades entre 300 y 500 mm. Las temperaturas medias anuales se sitúan en 6 °C – 7 °C.
- *Clima de estepa fría (Bsk'c)*: Las precipitaciones van disminuyendo a medida que los territorios se encuentran más alejados de la *Cordillera Patagónica*, variando entre los 400 mm en el sector norte cercano a la cordillera, hasta unos 250 mm en el extremo oriental del *estrecho de Magallanes*. Las temperaturas medias de verano superan los 10 °C y en invierno apenas llegan a los 2 °C.

### **El Niño Oscilación del Sur (ENOS)**

Es importante considerar una componente de la variabilidad climática conocida como **El Niño Oscilación del Sur** por las importantes consecuencias que tiene sobre el clima regional y como afecta a algunos sectores o a la intensificación y mayor recurrencia de algunos fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones o precipitaciones intensas. Se trata de un fenómeno natural interanual que se caracteriza por la variación de la temperatura superficial del océano en la parte central y oriental del Pacífico tropical, y que está relacionada con cambios atmosféricos. Este fenómeno es cíclico y presenta tres fases diferenciadas; El Niño, fase de calentamiento y lluvias en el Pacífico oriental; La Niña, fase de enfriamiento; y una fase neutra. La relación o acoplamiento entre estos ciclos

tiene una influencia notoria en las condiciones climáticas de Chile, incluyendo la región de Magallanes, lo que genera impactos socioeconómicos de cierta relevancia, al influir en el régimen de lluvias y, por lo tanto, provocando los consecuentes efectos sobre sectores clave como la ganadería, agricultura, etc.

Según la naturaleza y generación de este complejo fenómeno se advierte la posible influencia del cambio climático sobre la modificación de este que, por otra parte, tiene influencia a su vez sobre el clima mundial. Se trata de algunos ejemplos que muestran la necesidad de considerar este fenómeno, sus efectos y su comportamiento en las políticas y estrategias adaptación al cambio climático; los últimos estudios e investigaciones apuntan a que el cambio climático está afectando de manera importante al fenómeno El Niño-Oscilación del Sur, aunque la oscilación es en sí misma tan compleja y variable que resulta difícil identificar dónde está ocurriendo el cambio con mayor fuerza (Elcacho, 2022)

Los efectos del ENSO están ampliamente estudiados, habiéndose observado, por ejemplo, que durante El Niño se produce un aumento de las precipitaciones en el invierno austral en la zona central de Chile (Verbist et al., 2010; Robertson et al., 2013) y del caudal en la Patagonia (Rivera et al., 2018).

### 2.2.1.2. Análisis de las proyecciones de precipitación en la región de Magallanes

#### Cambio Anual de Precipitación

El cambio más significativo en la **Precipitación Anual Acumulada** se observa noreste de la comuna de Torres del Paine, Laguna Blanca y sus límites con Río Verde y Punta Arenas, además de los bordes del estrecho de Magallanes en su zona centro. Por el contrario, el cambio menos acusado se observa en la zona norte de la comuna de Natales, llegando incluso a descender la precipitación hasta un 3,37 %.

En general, para toda la región, se puede afirmar que las proyecciones indican un aumento, que en promedio será del 2,28% en su precipitación acumulada anual con respecto al escenario histórico.

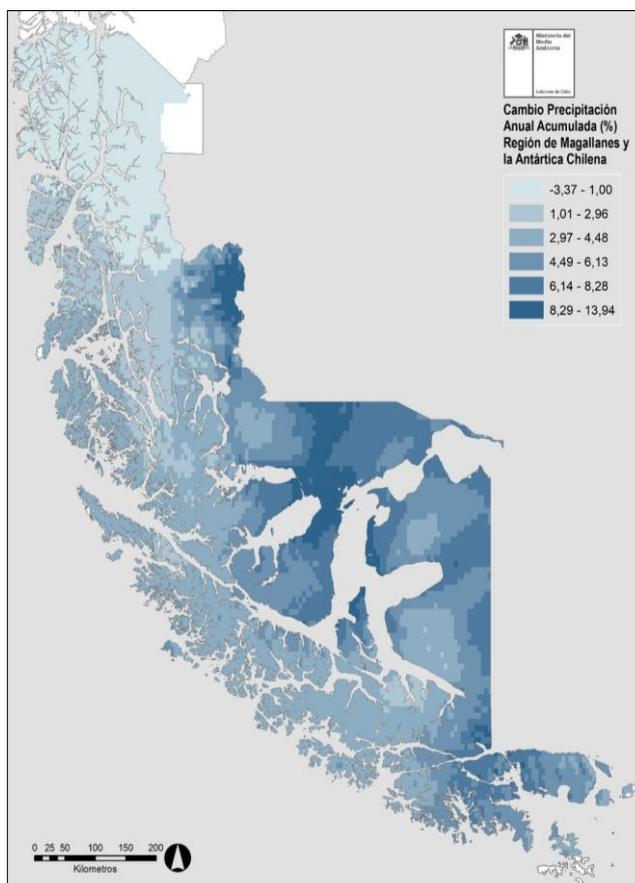
**Figura 15.** Cambio precipitación acumulada anual (%). Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2022)

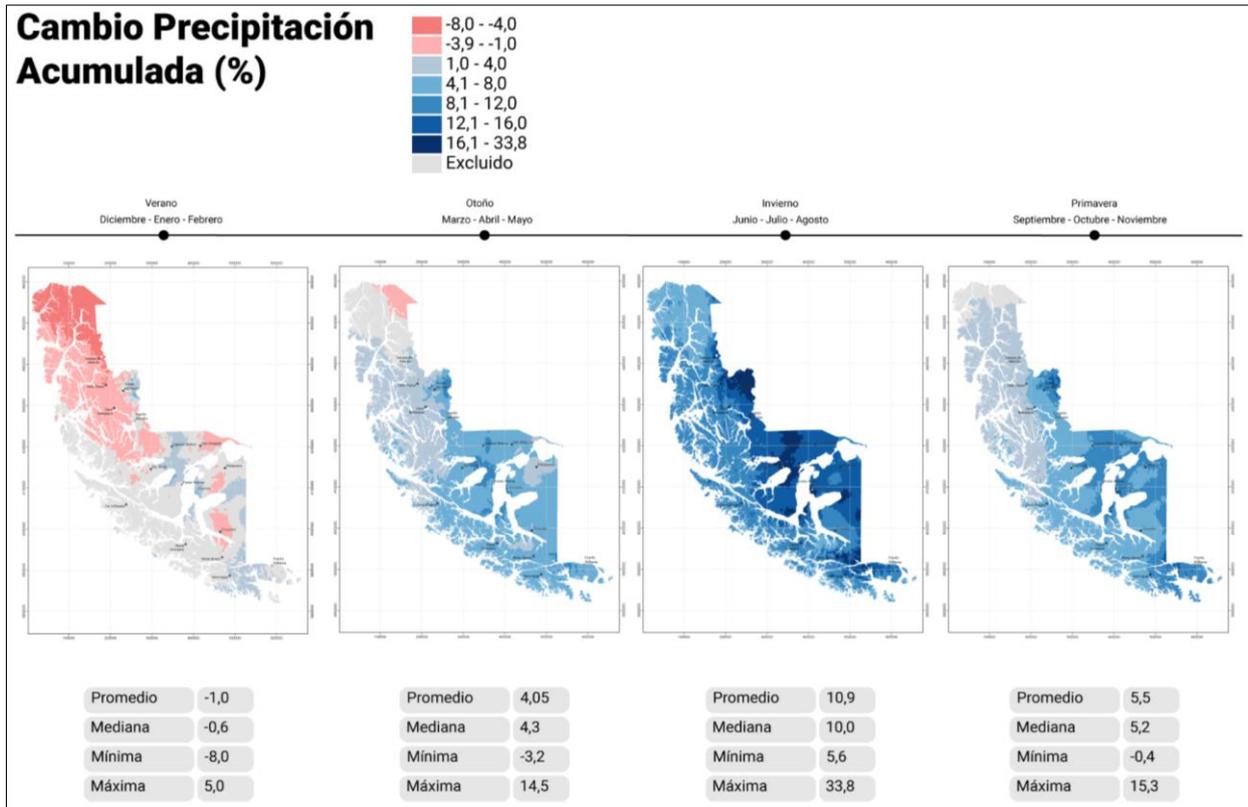
#### Cambio trimestral de precipitación

Por una parte, el mayor aumento de la precipitación acumulada se registraría en la temporada de invierno, y en sectores de las comunas de Torres del Paine y Laguna Blanca. Por el contrario, las disminuciones en la precipitación tendrían lugar en el periodo estival y estarían más localizadas en las comunas de San Gregorio y Timaukel, así como en toda la mitad septentrional, especialmente en el extremo norte.

En otoño y primavera se registrarían tanto disminuciones (solamente en las comunas del extremo septentrional), como incrementos en la mayor parte del territorio. Los cambios más intensos serían en invierno y se extenderían a toda la región, siendo en todas las comunas positivos, es decir, que aumentaría la precipitación.

**Figura 16.** Cambio precipitación acumulada anual (%) por trimestres. Fuente: ARClím





### Lluvia máxima diaria

Los niveles más bajos de lluvia diaria registrados presentan un rango entre 1,1 y 19,1 mm y se producen en la zona más austral. De acuerdo con la información obtenida, la lluvia máxima diaria más elevada se observa en la zona norte de la región, en el Campo de Hielo Sur, con valores entre 70,4 y 104 mm, así como en la comuna de Natales, la cual concentra la mayor cantidad de lluvia diaria, sumándose Río Verde con valores que oscilan entre 39,5 y 104,0 mm

### Cambio de lluvia máxima diaria por trimestre

El cambio más significativo de lluvia máxima diaria estará situado en la temporada de invierno, siendo el *Campo de Hielo Sur*, el norte de la comuna de *Torres del Paine*, el sur de la comuna de *Timaukel* y la comuna de *Cabo de Hornos* donde se concentrarían los mayores incrementos.

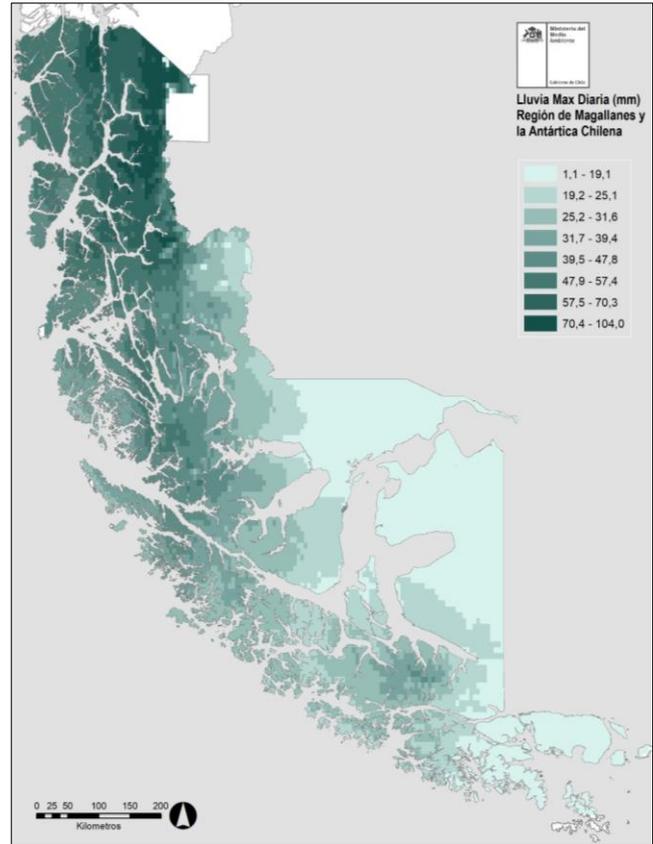
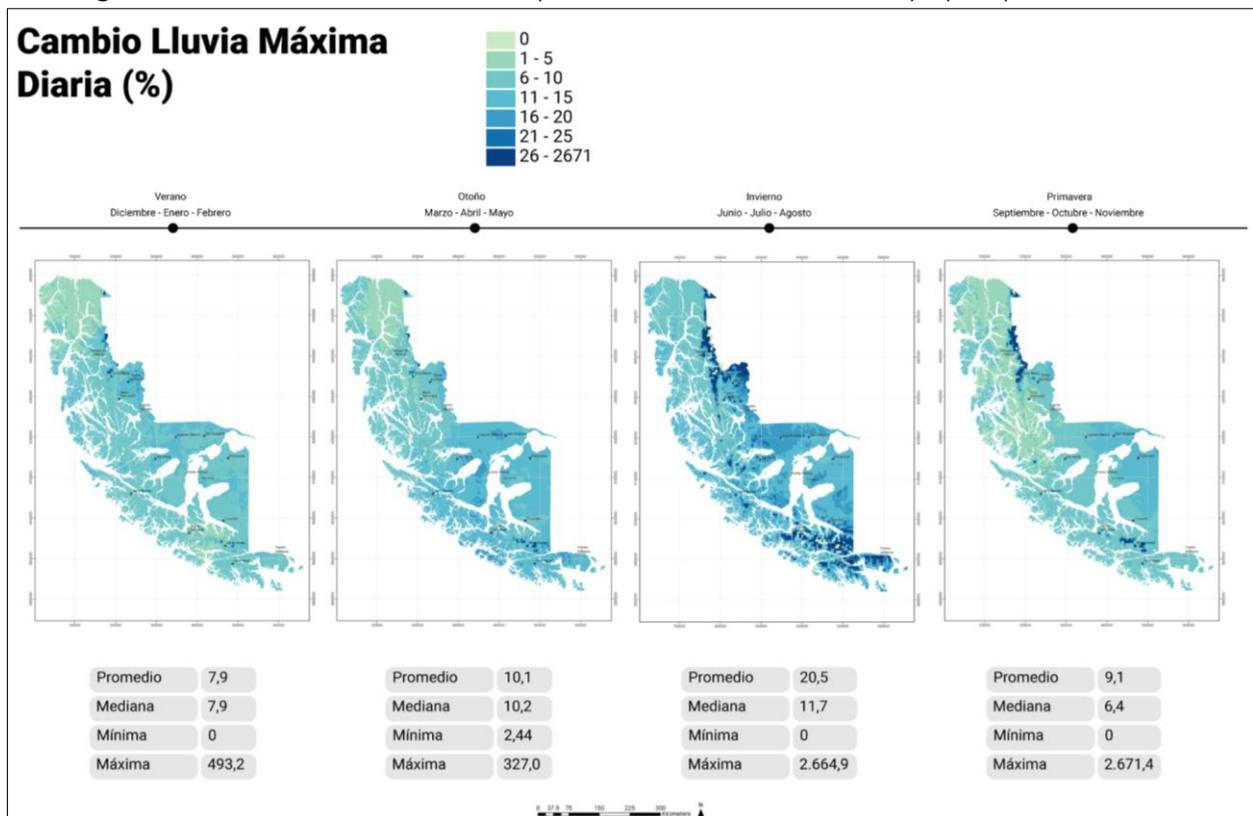


Figura 17. Lluvia máxima diaria (mm). Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2022)

Figura 18. Cambio de lluvia máxima diaria por trimestre. Fuente: Elaboración propia a partir de ARCLim



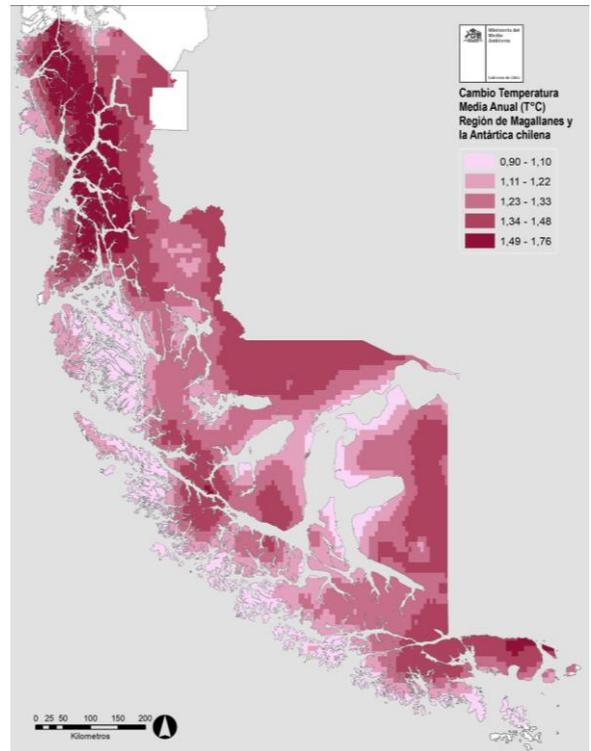
### 2.2.1.3. Análisis de las proyecciones de temperatura en la región de Magallanes

#### Cambio de temperatura media anual

Se proyecta un incremento de temperatura media anual de 1,29 °C en toda la región en promedio. Los lugares más afectados son la comuna de *Natales*, en toda su extensión, la ciudad de *Puerto Williams* y sus alrededores. Por el contrario, las zonas donde el cambio de temperatura es menor son el borde costero de la región donde se ubican los archipiélagos e islas desde la comuna de *Natales* hasta *Cabo de Hornos*, además de los bordes del estrecho de Magallanes.

En general, el cambio más intenso de la temperatura se producirá más al norte, mientras que las zonas menos afectadas serán las cercanas a la costa del Pacífico y Estrecho de Magallanes.

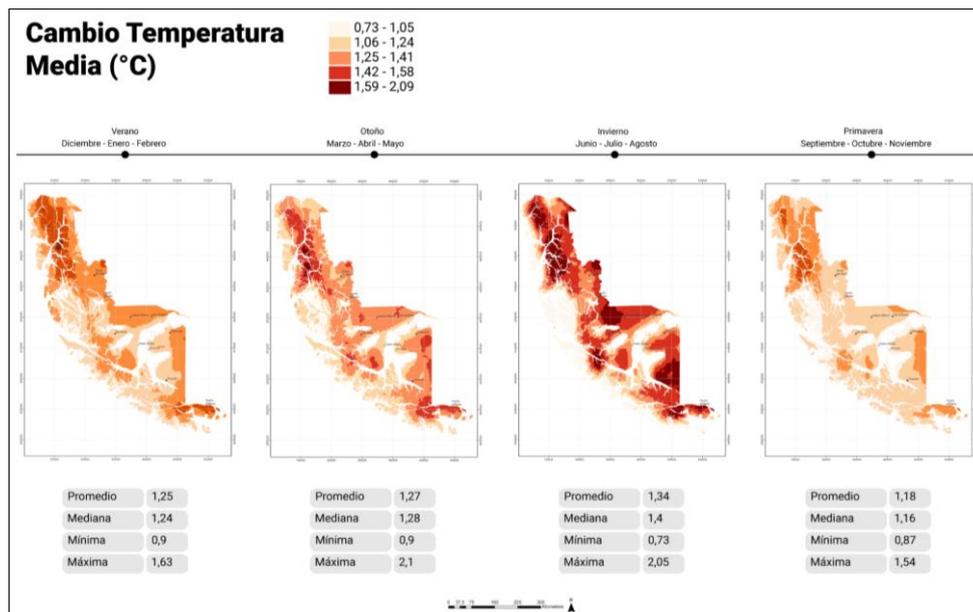
**Figura 19.** Cambio de temperatura media anual (°C). Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2022)



#### Cambio de temperatura media trimestral

El cambio de temperatura media se agudiza en el periodo de invierno, en donde al menos el 50 % del territorio presenta un alza de más de +1,4 °C, alcanzando una máxima de +2,05 °C.

**Figura 20.** Cambio temperatura media trimestral en Magallanes (°C). Fuente: Elaboración propia a partir de ARClím



#### 2.2.1.4. Análisis de otros índices climático de interés para la región de Magallanes

##### Cambio de nieve anual acumulada

Las proyecciones indican que en las comunas de San Gregorio y Primavera habría una pérdida de más del 70 % de nieve.

También, en las islas y archipiélagos de Natales, con una disminución que oscila entre un 60 % y un 100 %. La menor pérdida de nieve está proyectada en la zona de Campos de Hielo Sur, en la zona norte de Torres del Paine, y entre Timaukel y Cabo de Hornos, en la Cordillera.

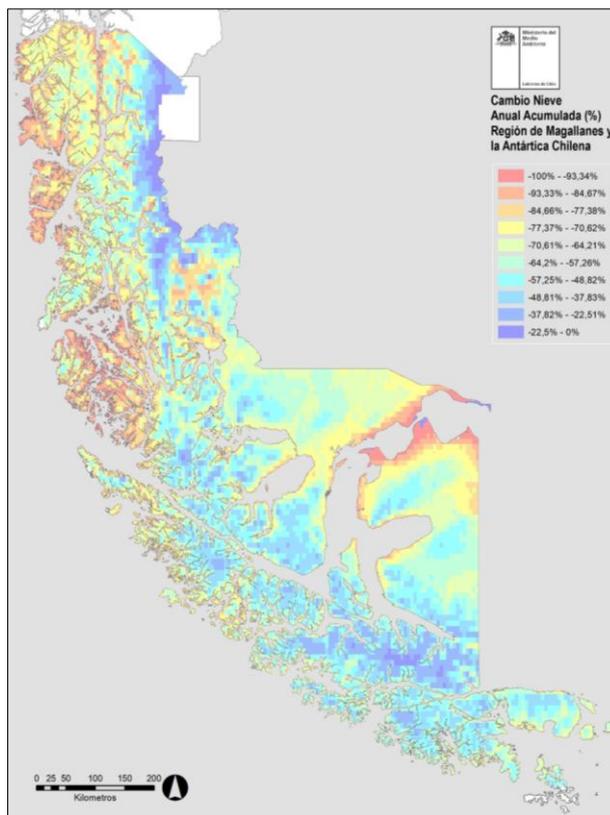


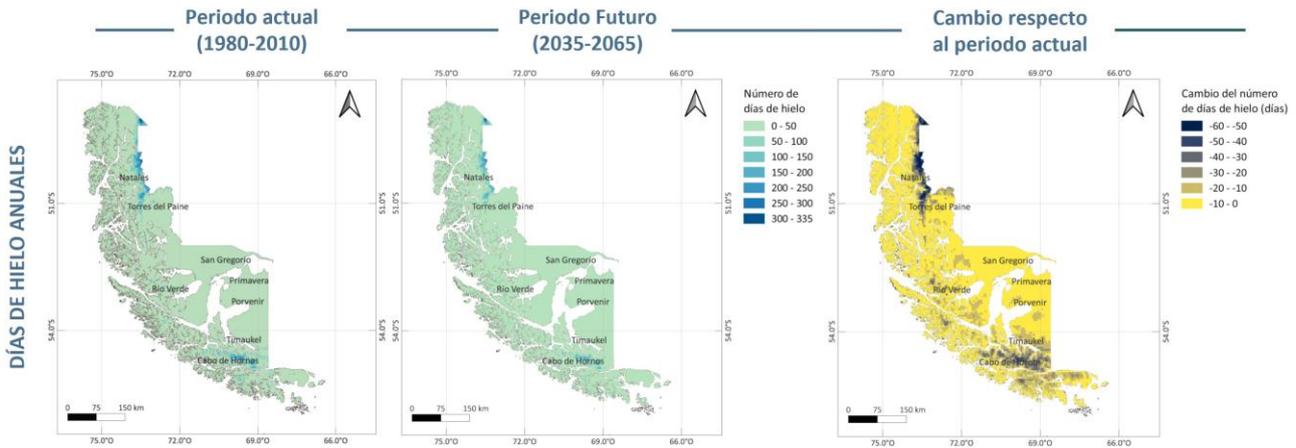
Figura 21. Cambio porcentual de nieve acumulada (%) para el periodo futuro. Fuente: ARClím

##### Días de hielo

Esta variable se considera de interés por el impacto que puede llegar a tener una disminución del número de días de hielo al año para los ecosistemas terrestres y marinos regionales y para los numerosos glaciares existentes y que ya se encuentran en retroceso. Es un índice que se refiere al número de días en que la temperatura máxima es menor que 0 °C.

La mayor parte del territorio presenta un número de días de hielo entre 0 a 50 días, siendo las zonas con mayor número las situadas en el Campo de Hielo Sur, y en Cabo de Hornos, en torno a la Cordillera Darwin. Las isolíneas que marcan el umbral de los 200 días se contraen sensiblemente en el escenario futuro. El cambio oscila entre 0 días, en la mayor parte de la región a -57 días en algunos puntos del Campo de Hielo Patagónico Sur.

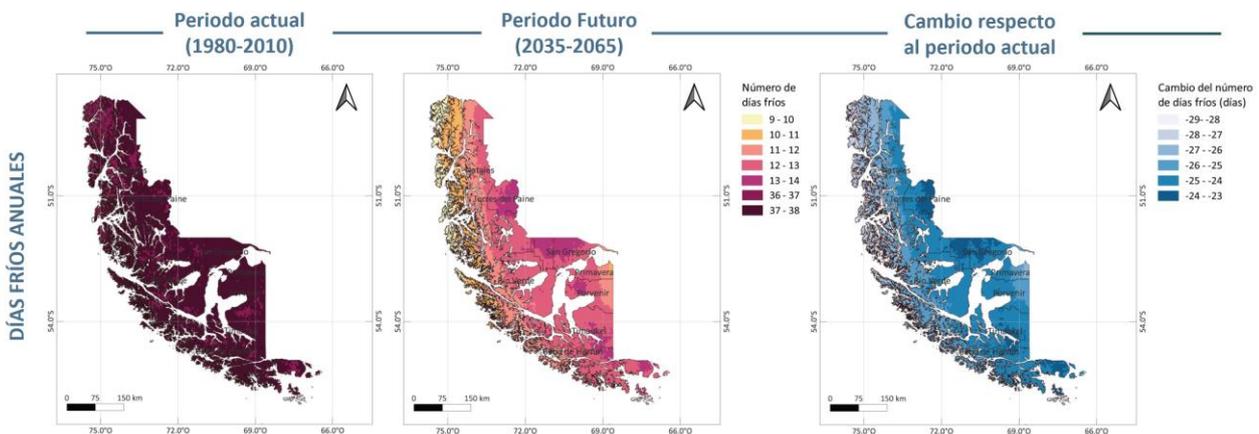
**Figura 22.** Número de días de hielo en el periodo actual (1980-2010) y periodo futuro (2035-65) y cambio del número de días de hielo en la región de Magallanes. Fuente: elaboración propia a partir de ARClím.



### Días fríos

Este índice se refiere al número de días en que la temperatura máxima es menor que el percentil 10. Se observa un cambio drástico del número de días en los que la temperatura máxima es menor que el percentil 10, de modo que la diferencia proyectada oscila entre - 23 días a -29 días fríos. Al comparar el mapa correspondiente al periodo presente, en el que el número de días fríos supera los 36 en toda la región, con el mapa futuro, en el que los días fríos estarán entre 9 a 14, se puede concluir que las diferencias son notables.

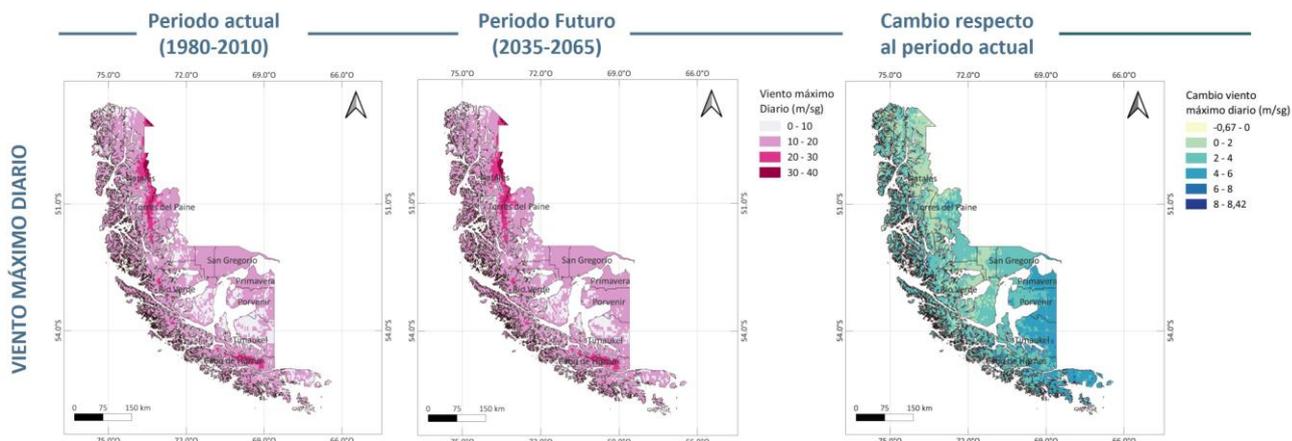
**Figura 23.** Número de días fríos en el periodo actual (1980-2010) y periodo futuro (2035-65) y cambio del número de días fríos en la región de Magallanes. Fuente: elaboración propia a partir de ARClím.



### Viento máximo diario

En este caso se analiza el valor medio del máximo diario de la magnitud del viento, que como es sabido alcanza fuertes rachas en la región de Magallanes. Los vientos están relacionados con el cambio climático debido a que, en los sitios con elevada intensidad de vientos, el hielo invernal aumenta su extensión, mientras en los sitios con baja intensidad, la extensión del hielo invernal disminuye y algunos autores afirman que la intensificación de los vientos ha atenuado el incremento en la temperatura de la región Austral (Ochoa-Sánchez, 2022).

Figura 24. Viento máximo diario (m/s) en el periodo actual (1980-2010) y periodo futuro (2035-65) y cambio del viento máximo (m/s) en la región de Magallanes. Fuente: elaboración propia a partir de ARCLim



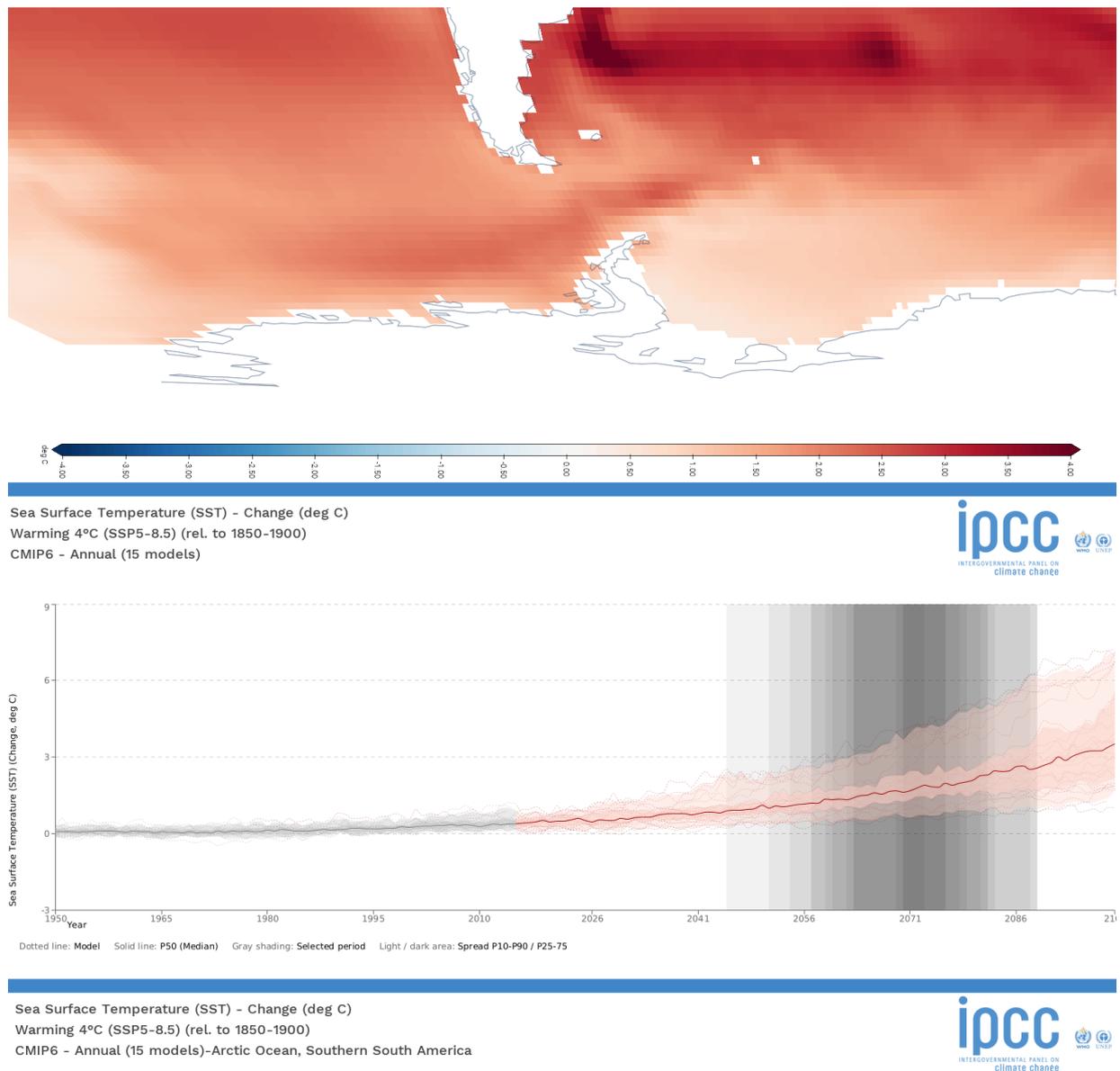
Los vientos en la región oscilan entre un máximo diario de 0 a 30 m/s, con áreas donde los fuertes vientos alcanzan valores medios de 40 m/s; se trata de los territorios que conforman el Campo de Hielo Sur, pero también en la Cordillera Darwin. Así, el cambio en la velocidad media del viento máximo oscilará entre un descenso de -0,67 a -0,1 m/s en las zonas de Torres del Paine, hasta aumentos entre 6 a 8,4 m/s en el futuro, principalmente en algunas localizaciones de las comunas de Timaukel y Cabo de Hornos.

### Índices oceánicos y dinámicas costeras

Debido a la importancia de la presencia del Océano Pacífico en la región, y el Océano Atlántico por el este bañando las costas meridionales, y por la influencia que presenta desde el punto de vista geográfico, natural y climático, así como por el peso que ostenta sobre el sector económico, principalmente por la actividad portuaria y pesquera, pero también para el turismo, la protección de ecosistemas o la preservación de recursos naturales, se ha incluido un análisis de las proyecciones sobre cambio climático en el comportamiento de algunas variables oceánicas y costeras.

En la siguiente figura o mapa se muestran los **cambios de temperatura del agua de la superficie del mar**. Estos datos del proceden del Atlas Interactivo de IPCC que ofrece las proyecciones para esta variable realizadas en el marco del Sexto Informe de Evaluación del IPCC, con un horizonte temporal a 2100 y bajo distintos escenarios. En la primera parte de la figura se muestra el mapa, y en la segunda el gráfico con los datos.

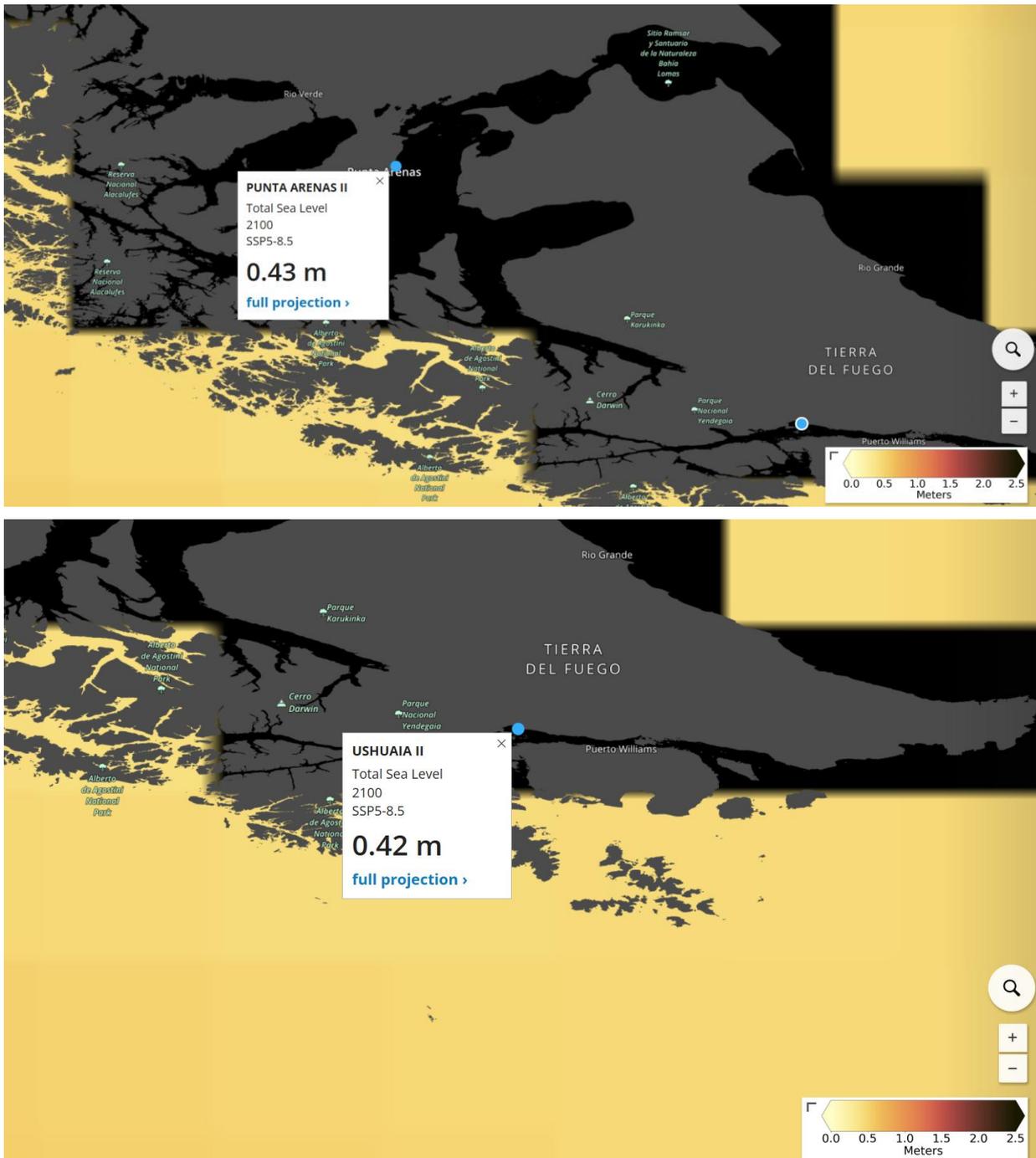
Figura 25. Cambio de la temperatura superficial del mar a 2100 en relación con 1850-1900. Fuente: Atlas interactivo del IPCC



Por otra parte, la herramienta de la NASA (The NASA Sea Level Projection Tool)<sup>3</sup> provee información sobre el **aumento del nivel del mar** en dos localizaciones de la región de Magallanes o cercanas a ella (Ushuaia), los cuales se pueden observar en el siguiente mapa.

<sup>3</sup> <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

Figura 26. Aumento del nivel del mar proyectado para 2100 bajo el escenario de emisiones SSP5-8.5.  
Fuente: NASA-IPCC



## 2.3. Principales problemáticas de cambio climático en la región

### 2.3.1. Introducción

En este apartado se analizan las evidencias regionales del cambio climático a partir de una *revisión bibliográfica* de artículos científicos publicados en revistas especializadas, como tesis, libros, publicaciones de organismos oficiales, resúmenes, informes y otra documentación que aporta información sobre las problemáticas o impactos relacionados con el cambio climático en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

Estas problemáticas identificadas se han resumido en tablas, que se han recogido en el **Anexo 1- Principales problemáticas de cambio climático identificadas a partir de revisión de literatura científica**, donde se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla 9.** Clasificación de problemáticas de cambio climático identificadas. Fuente: elaboración propia

COMPONENTES		DESCRIPCIÓN
CLIMA	Elementos climáticos	Evidencias de los cambios en los principales elementos del clima (temperatura y precipitación) y otros índices derivados (viento, nubosidad, nevadas, heladas, etc.).
	Fenómenos meteorológicos extremos	Evolución de los fenómenos meteorológicos extremos (lluvias torrenciales, sequías, inundaciones, etc.).
SISTEMAS Y SECTORES	Sistemas físicos y naturales	Evidencias de cambio climático sobre los sistemas físicos y/o naturales tales como biodiversidad, recursos hídricos, ecosistemas acuáticos, zonas costeras, recursos edáficos, etc.
	Sistemas humanos (sectores sociales, económicos y otras actividades humanas)	Evidencias de cambio climático sobre los sectores económicos (sector energético, agricultura, ganadería...) o sociales (salud y seguridad humanas, comunidades locales, etc.) haciendo un especial énfasis sobre los grupos vulnerables y enfoque de género.

A continuación, se ofrece una visión general de aquellas evidencias e impactos esperados del cambio climático para la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena que va a permitir comprender sus interrelaciones con las características físicas, sociales y económicas del territorio. Ello ha sido clave para el diseño de las medidas de adaptación, de forma que estas se enfoquen en la reducción del riesgo de forma eficiente y atendiendo tanto a los impactos del cambio climático esperados, así como a otros problemas relacionados con las comunidades, sus modos de subsistencia, necesidades o problemas ambientales ya existentes.

Por otra parte, se realiza un relato en el que se integran los datos expuestos en el contexto regional (caracterización del medio físico, natural y socioeconómico) con los diversos condicionantes climáticos e impactos identificados, de modo que el análisis contemple posibles factores o elementos intensificadores del cambio climático.

Es necesario abordar el cambio climático considerando que este fenómeno intensificará problemas actuales en otros ámbitos, y de manera especial teniendo en cuenta su afectación a comunidades y grupos vulnerables, ya que es fundamental ponerlos en el centro de las acciones para que puedan estar preparados para afrontar los impactos y reducir los riesgos a los que se enfrentan, incluso aprovechando posibles oportunidades.

Por tanto, la identificación de las principales problemáticas y evidencias del cambio climático ha sido un paso previo fundamental para aumentar la resiliencia en los diferentes sectores y establecer una sólida base para la cuantificación del riesgo mediante cadenas de impactos (apartado 2.5).

### 2.3.2. Evidencias y tendencias de los cambios del clima

Las proyecciones de cambio climático en la región para las temperaturas y precipitaciones analizadas para el periodo futuro medio (2035-2065) muestran un aumento de las temperaturas medias anuales de 1,29 °C en toda la región en promedio, siendo más intensos los cambios en el periodo de invierno, en donde al menos el 50 % del territorio estará cubierto por un alza de más de +1,4 °C, alcanzando una máxima de +2,05 °C.

Para las precipitaciones anuales, en todas las comunas se prevén aumentos, siendo más importantes en aquellas comunas en las que la precipitación es más baja en la actualidad (San Gregorio, Primavera, Laguna Blanca y Porvenir) con ascensos entre un 6 % hasta 7,87 %. En las comunas donde actualmente se producen las precipitaciones más elevadas, los aumentos serán menos intensos.

Se han analizado otros índices como las temperaturas medias de las máximas y mínimas anuales, la lluvia máxima diaria, el número de días fríos, días de hielo o el cambio de la nieve acumulada y el viento máximo diario. El aumento de las temperaturas promedio de las máximas anuales oscilará entre 0,8 °C y 1,8 °C y el de las mínimas entre los 0,6 °C a 1,0 °C, siendo los aumentos más acusados al oeste del Campo de Hielo Patagónico Sur y la comuna de Natales. El cambio de nieve acumulada oscilará entre un -30 % a algo más de un 68 % según las comunas. El número de días de hielo alcanzará los -57 días en algunos puntos del Campo de Hielo Patagónico Sur. El número de días fríos disminuirá entre -23 días y -29 días. Por último, el cambio en la velocidad media del viento máximo oscilará entre un descenso de -0,67 a -0,1 m/s en las zonas de Torres del Paine, hasta aumentos entre 6 a 8,4 m/s en el futuro, principalmente en algunas localizaciones de las comunas de Timaukel y Cabo de Hornos.

### 2.3.3. Impactos y problemas asociados a los cambios del clima

Los **ecosistemas** de Magallanes presentan un elevado valor y riqueza natural, siendo considerada una de las regiones mejor conservadas del planeta (Mansilla et al. 2012); la presencia de hielos cuaternarios, los relieves y el modelado y su posición remota y alejada de la intervención humana son algunos de los factores que inciden en la extraordinaria conservación de hábitats y ecosistemas y en la presencia de numerosos endemismos. Las vastas extensiones de hielos continentales y glaciares, representadas excepcionalmente en el Campo de Hielo Patagónico Sur, la Cordillera Darwin y archipiélagos aledaños son un excelente laboratorio y campo de investigación para el estudio del cambio climático.

Todos estos elementos confluyen en un paisaje de una belleza imponderable que proporcionan una identidad propia al paisaje magallánico. Ante tal escenario, los principales impactos en la región sobre los sistemas naturales y otros elementos geográficos físicos van a incidir de manera inconfundible sobre los ecosistemas glaciares y aquellos otros en los que las temperaturas frías son el pilar sobre el que se sustentan. El aumento de las temperaturas, aunque más moderado que en otras regiones chilenas, está teniendo y tendrá efectos negativos sobre los **glaciares** que retroceden de manera irremediable, adelgazan sus espesores y generan una cascada de impactos no solo en los ecosistemas asociados sino también en diversos sectores de actividad y sistemas humanos.

La **flora y la fauna** puede verse favorecida por temperaturas más cálidas, habiéndose observado presencia de aves en zonas hasta ahora no habituales. Sin embargo, las interrelaciones ecosistémicas y los cambios producidos por el aumento de temperaturas o los cambios en la precipitación pueden alterar el hábitat de numerosas especies, elevando la vulnerabilidad de otras especies. Para la flora, las evidencias del cambio climático se están observando en cambios en la distribución espacial de turberas y praderas, o en desequilibrios en la biodiversidad y los ecosistemas subantárticos. No todos los impactos serán negativos y en algunos casos se prevén condiciones más favorables para una mayor productividad en pastizales y crecimiento de los árboles. Pero todo ello dependerá de las distintas especies, puesto que en investigaciones específicas también se constatan impactos negativos como la disminución del crecimiento radial y mortalidad de la lenga (*Nothofagus pumilio*) debido a un aumento de la temperatura y a la variación de la precipitación.

Otro de los grandes protagonistas en la región es el océano, con sus extraordinarios y, al mismo tiempo, delicados **ecosistemas marinos**. Los efectos del cambio climático son múltiples, y afectan desde la composición de microorganismos marinos hasta el ciclo del carbono o la acidificación de las aguas. Estas transformaciones tendrán un efecto dominó en los ecosistemas y las especies que habitan en él, afectando a la cadena trófica con impactos en el ciclo de desarrollo del krill, la redistribución de las especies marinas y la supervivencia de determinadas especies de fauna.

Relacionado también con los efectos del cambio climático en los océanos destacan los impactos sobre la **dinámica oceánica y costera**, que repercutirá en un aumento de la altura significativa de ola, del nivel medio del mar, una alteración de la dirección de incidencia del oleaje y en diversos desequilibrios hidrodinámicos, afectando a formación de playas, la erosión costera y a las tasas de sedimentación. Estos efectos tendrán, a su vez, consecuencias negativas para algunos sectores, entre los que destaca la pesca.

Desde el punto de vista **socioeconómico** los principales recursos de la región determinan las principales actividades económicas, entre las cuales destaca el turismo, la pesca y la ganadería. El cambio climático incidirá de manera distinta sobre estos sectores económicos, por lo que resulta fundamental entender y anticiparse a estos impactos para detectar posibles oportunidades de crecimiento en equilibrio con los recursos existentes y la preservación de los valores tradicionales, considerando especialmente a los pueblos y culturas indígenas y su estimable relación ancestral con la tierra.

En el **sector agrícola y ganadero**, se identifica un posible deterioro de las condiciones de vida de agricultores y agricultoras y ganaderos y ganaderas, especialmente en las poblaciones más vulnerables, con efectos negativos sobre la producción, el deterioro progresivo de las praderas, la disminución de materia seca disponible para el pastoreo de los animales o los daños a edificaciones agropecuarias. No obstante, se reportan algunos efectos positivos como el aumento en la oferta hídrica, el aumento en los rendimientos de praderas o el crecimiento de la productividad, etc. En el caso de las pesquerías, se reportan impactos sobre crustáceos, moluscos y pesquerías artesanales, reducción del tamaño de los peces y aumento de enfermedades y estrés en salmones.

Por último, cabe destacar algunos impactos negativos sobre la **salud y la seguridad humanas** fruto del aumento e intensificación de fenómenos meteorológicos extremos.

## 2.4. Inventarios regionales de GEI y forzantes climáticos de vida corta

En este apartado se analizan los resultados del **Inventario Regional de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)** para la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, así como los inventarios de emisiones de las fuentes de **carbón negro, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles** de la región.

### 2.4.1. Análisis de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

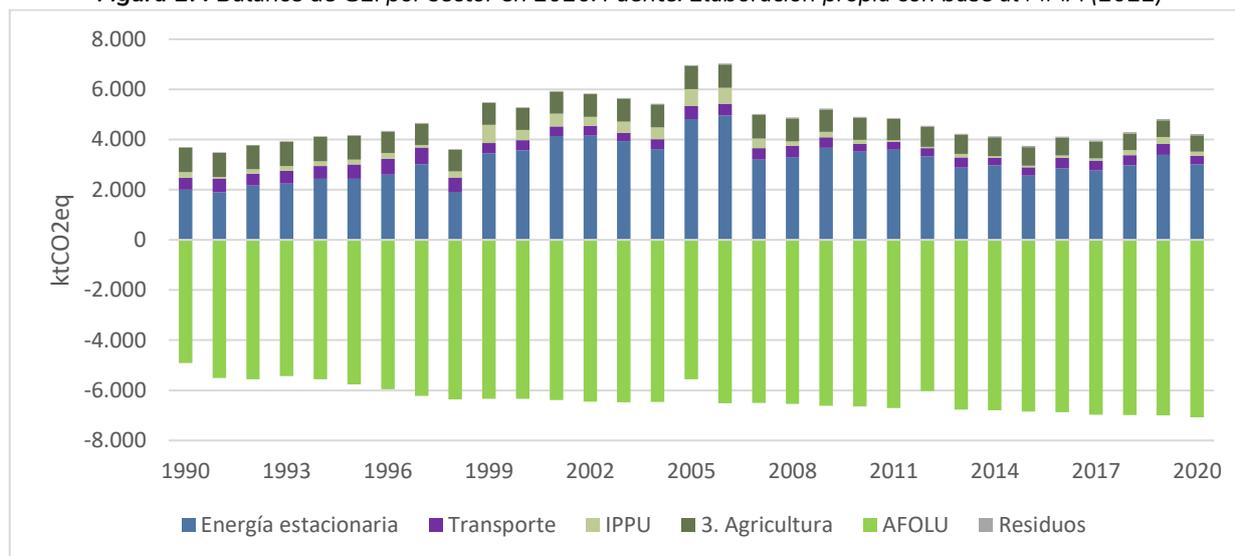
#### 2.4.1.1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero regionales

De acuerdo con la última actualización para el alcance 1 del Inventario Regional de GEI, facilitada por el MMA para el año 2020, se estima que en la región de Magallanes se emitieron un total de **4.213,5 ktCO<sub>2</sub>eq**. La mayor parte de las emisiones proviene del **sector energía**, con un aporte del 79,6 % a las emisiones regionales, seguido de la **agricultura** con un 15,5 %, el sector **IPPU** con aporte del 3,8 % y en menor porcentaje se registraron bajas emisiones del sector **residuos**.

Por otro lado, el subsector **UTCUTS** registró una absorción de **-7.731,9 ktCO<sub>2</sub>eq**, valor que representó a nivel nacional el 15,5 % de las absorciones totales, y que hace que el conjunto de las emisiones netas de la región de Magallanes sea negativo con un total de **-3.518,5 ktCO<sub>2</sub>eq**.

En la siguiente figura se presenta la distribución de los aportes de los diferentes sectores al total de emisiones regionales del año 2020.

**Figura 27.** Balance de GEI por sector en 2020. Fuente: Elaboración propia con base al MMA (2022)



#### 2.4.1.2. Análisis sectorial de las emisiones de GEI

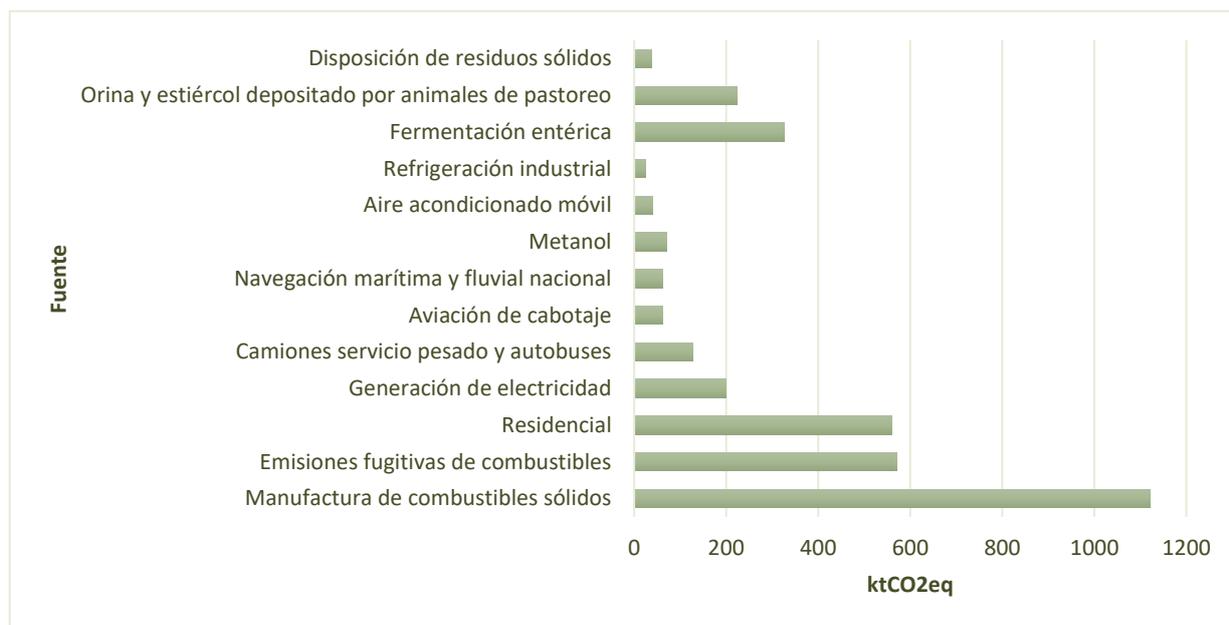
A partir de la actualización del IRGEI (MMA 2022) para la región de Magallanes, se identifica que las principales fuentes de emisión provienen del **sector energía estacionaria**, que supone el 71,3 % de las emisiones totales de la región, con especial aporte de las emisiones de alcance 1 asociadas a la manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía (39,6 %), seguido de las emisiones fugitivas de combustibles (19,0 %) y el sector residencial (18,6 %).

El segundo sector en importancia en cuanto a las emisiones GEI es el **sector agricultura**, con el 15,5 % de las emisiones totales de la región de Magallanes, donde la mayor parte de estas emisiones

estaba asociada a la fermentación entérica, responsable del 49,9 % de las emisiones del sector agrícola, seguido de la orina y estiércol depositado por animales de pastoreo, registrando un 34,4 %.

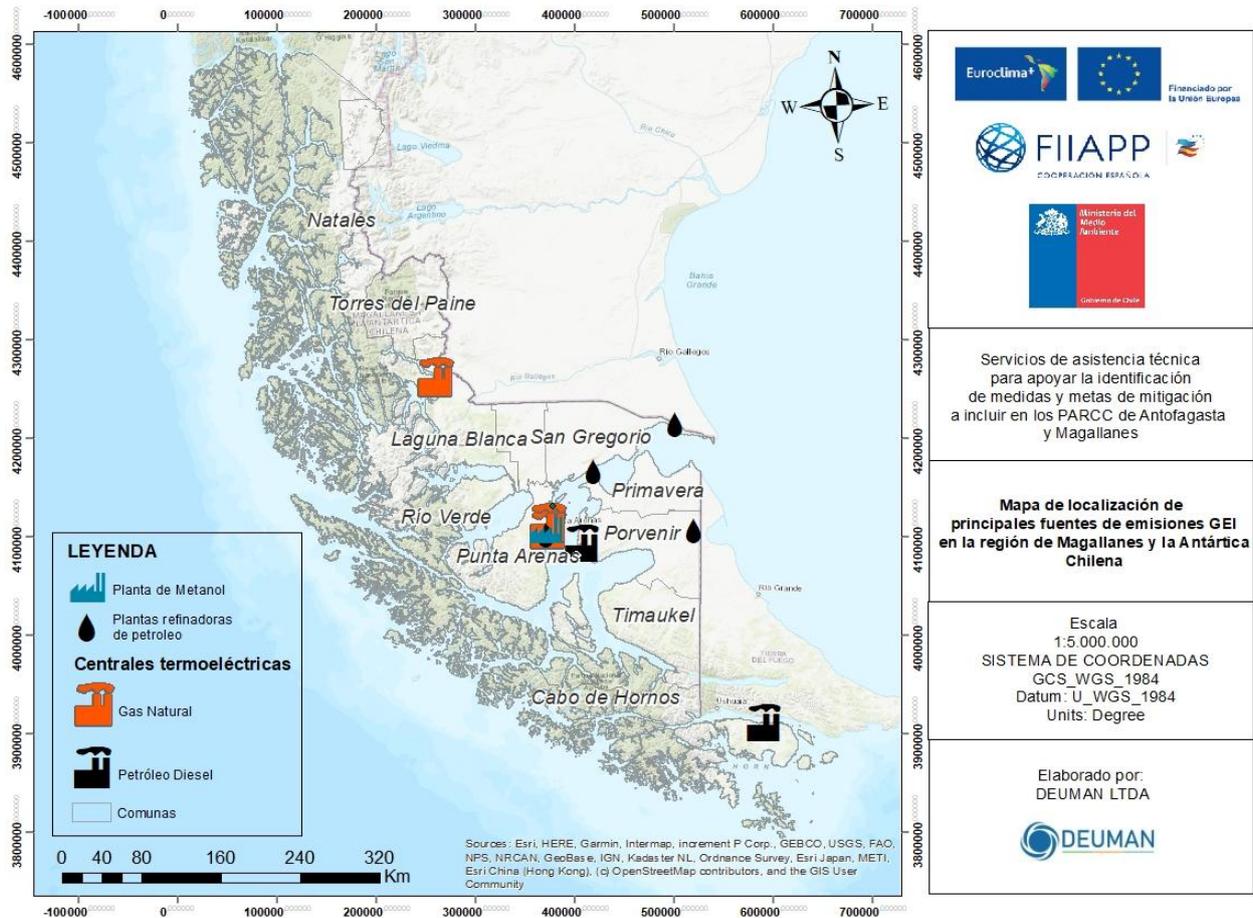
En cuanto al **sector transporte**, se identificó que fue el tercer sector con mayor aporte de emisiones en la región de Magallanes en el año 2020, siendo los camiones para servicio pesado y autobuses los que mayor cantidad de emisiones aportaron. De acuerdo con el registro de permisos de circulación publicado por el INE (INE,2022) la mayor parte de los vehículos de servicio pesado y autobuses se concentraba en las comunas de Punta Arenas con 14.322 vehículos y Natales con 2.385 vehículos pesados.

Figura 28. Principales emisiones GEI por fuente en 2020. Fuente: Elaboración propia con base a MMA, (2022)



Finalmente se destacan otras fuentes emisoras importantes en el sector de **Procesos Industriales y Uso del Producto** y en menor medida el **sector residuos**. En cuanto a las emisiones asociadas al sector IPPU, para 2020 se registró un total de **161,6 ktCO<sub>2</sub>eq** de las cuales el 49,3 % se contabilizan en el subsector refrigeración y aire acondicionado, mientras que otro 44,2 % corresponden al subsector procesos industriales asociado a la producción de metanol. Los residuos tienen una portación de **45,93 ktCO<sub>2</sub>eq** en el año 2020.

Figura 29. Localización de las principales fuentes de emisiones GEI. Fuente: Informe Deuman con base en Methanex, (2022); ENAP, (2022) y CNE, (2022)



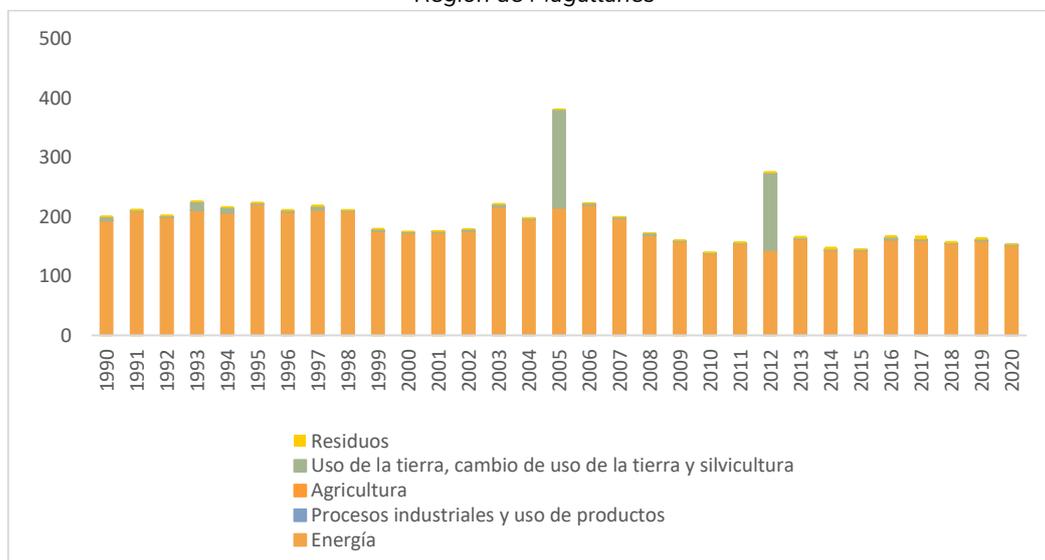
## 2.4.2. Análisis de las emisiones de carbono negro (CN), SO<sub>2</sub> y COV en la región

### 2.4.2.1. Carbono negro

De acuerdo con la estimación, para el año 2018 se registró un total de 158,9 t CN, equivalentes al 0,85% del total registrado a nivel nacional. Con respecto a la actualización del inventario para el año 2020, se identifica que en la región se emitieron 154,1 t CN, lo que significó una reducción del 3,02% con respecto a las emisiones de 2018.

En la figura siguiente se presenta la evolución de las emisiones de CN durante el periodo 1990-2020, se evidencia que la mayor cantidad de emisiones se registraron en 2005 y 2012 por cuenta de múltiples eventos forestales que se presentaron en la región. De acuerdo con las estadísticas históricas de eventos forestales de CONAF (2023), para el año 2005 se registró la ocurrencia más alta de incendios forestales en la región, con 29 eventos y un total de 15.560,97 hectáreas afectadas, mientras que para 2012 se registraron 13 eventos que afectaron 17.608,17 hectáreas.

Figura 30. Serie de tiempo de las emisiones de carbono negro durante el periodo 1990-2020 desagregadas por sector, Región de Magallanes



Respecto al aporte de emisiones de CN por cada sector, se identificó que para el año 2020 el 98,7% de las emisiones provinieron del **sector energía estacionaria** con **152,2 t**. Por su parte, el sector **residuos** aportó el 1,18% del total de emisiones, mientras que los demás sectores aportaron solo **0,04 t** de CN.

Dentro del sector energía estacionaria se destaca el aporte del **sector residencial** con **72,3 t**, equivalentes al 74% del total de emisiones del sector energético, seguido de la **minería y cantería** con **13,76 t**, equivalentes al 14%. También se evidencian otros aportes menores de los sectores agricultura/silvicultura/pesca/piscifactorías (7%), industrias de la energía (3%) y el sector comercial/institucional (2%).

### 2.4.2.2. Dióxido de azufre y Compuestos orgánicos volátiles

Para el año 2020, las emisiones provenientes de las fuentes difusas son las que mayor aporte tuvieron de COV y SO<sub>2</sub> al compararse con los demás sectores. Representando un total de 18.561,44 t COV (98% de emisiones COV) y 18,46 t SO<sub>2</sub> (55% de emisiones SO<sub>2</sub>).

Por otro lado, sin considerar las fuentes difusas, los sectores con mayor aporte de compuestos orgánicos volátiles para el año 2020 han sido las **industrias manufactureras y minería** con emisiones por encima de las **150 t** COV. Como parte de estas fuentes de emisiones se encuentra la industria química, de plástico y de caucho. Por su parte, el sector **transporte** registró un total de **48,44 t**, seguido del sector **energía** con **31,16 t**.

Con respecto a las emisiones de dióxido de azufre, se identificó que la mayor contribución provino del sector **industrias manufactures** con un total de **12,83 t** SO<sub>2</sub>, destacándose la industria química, de plástico y caucho y la industria de la madera y silvicultura. Por su parte, el sector **energía** registró un total de **1,02 t** provenientes de termoeléctricas.

## 2.5. Resultados de la Evaluación de la Vulnerabilidad y los Riesgos frente al Cambio Climático

### 2.5.1. Introducción

La evaluación de vulnerabilidad y los riesgos del cambio climático constituye un aspecto fundamental para la definición de medidas de adaptación adecuadas a la realidad climática y en el contexto del PARCC en el que se enmarca. Esta evaluación se ha elaborado partiendo de las problemáticas priorizadas en el *Taller de vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático* que se celebró el 14 marzo de 2023, en el que participaron los integrantes del CORECC, instancia en la cual se levantó información sobre los principales riesgos e impactos regionales y por sectores, que concluyeron con la elaboración de cadenas de impacto para la región.

Con la información de estos *talleres*, así como con la información analizada a partir de la revisión de la bibliografía científica realizada en el apartado 2.3. *Principales problemáticas de cambio climático en la región*, se ha llevado a cabo la definición y cálculo de cadenas de impacto, mediante la metodología GIZ de Evaluación de Riesgos (GIZ, 2017). Estas cadenas de impacto sirven para comprender la relación causa-efecto, determinando los riesgos en diferentes sistemas y sectores. En la tabla siguiente se resumen las cadenas de impactos desarrolladas y calculadas para la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

**Tabla 10.** Cadenas de Impacto calculadas para la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena

Sector	Número y nombre	Amenaza principal
Sector silvoagropecuario	CDI 1 – Pérdida de ganado ovino por escasez hídrica	Escasez hídrica
	CDI 2 – Pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares	Reducción precipitaciones y aumento temperatura
Turismo y Biodiversidad	CDI 3 – Afectación al turismo de naturaleza por el aumento de eventos extremos	Aumento de precipitaciones intensas y vientos fuertes – temperaturas extremas
	CDI 4 – Pérdida de los bosques de <i>Nothofagus</i> por alteración de la disponibilidad hídrica	Aumento de vientos y temperaturas – disminución de precipitaciones
	CDI 5 – 2.2.3.4. Degradación de humedales por reducción de precipitaciones	Disminución de precipitación estacional
	CDI 7 – Degradación de turberas por déficit hídrico	Incremento de temperatura y disminución de precipitación
	CDI 8 – Afectación a las poblaciones de focas por la reducción del hábitat glaciar	Aumento de temperatura
	CDI 9 – Afectación a las poblaciones de pingüinos por aumento de condiciones extremas	Aumento de temperatura superficial del mar
	CDI 10 – Afectación al ecosistema de fiordos como consecuencia del retroceso glaciar	Reducción precipitaciones y aumento temperatura – incremento de lluvias torrenciales
	Pesca e infraestructura costera	CDI 11 - Pérdida de centolla por el aumento de la temperatura superficial del mar

## 2.5.2. Cadenas de impacto calculadas

En este apartado se aportan los datos relativos a los indicadores de los factores de riesgo de cada una de las cadenas de impacto, así como una descripción.

### CDI 1 – Pérdida de ganado ovino por escasez hídrica

Aunque los escenarios climáticos proyectan de manera general un aumento en la precipitación acumulada anual para toda región que favorecería el establecimiento de los cultivos (Mendoza, 2006), puntualmente, para el periodo estival, comprendido entre los meses de diciembre a febrero, se estima una disminución en la precipitación acumulada para la mayoría de las comunas, especialmente en Natales con reducciones de -3,6%. Estos periodos de déficit hídrico generarán impactos en el desarrollo normal de las actividades agropecuarias de la región por cuenta de la afectación a la disponibilidad de forraje para alimentar al ganado.

Autores como Meza (2017) proyectan un aumento en el rendimiento de las praderas ganaderas ++de la zona austral. Sin embargo, la disminución de precipitaciones proyectada para el periodo estival afectaría la productividad del sector pecuario por cuenta de la afectación en las fuentes alimento incluyendo disponibilidad del forraje y de agua en bebederos.

Esta información fue contrastada según lo comentado en el taller de vulnerabilidad y entrevistas llevadas a cabo en la región, donde se destacó que el incremento de sequías evidenciado en pastizales y lagunas secas afectaría al ganado y generaría la reducción en los ingresos económicos percibidos por pequeños y medianos agricultores por afectación de la productividad ganadera. Además, mencionaron que esta afectación a la actividad pecuario podría generar otros impactos como la migración a otras ocupaciones como el turismo.

En vista de la importancia de la ganadería para la región, para cuantificar el riesgo de la actividad frente al cambio climático, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta.

**Tabla 11.** Ficha técnica de cálculo de la CDI 1 – Pérdida de ganado ovino por escasez hídrica

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				
<b>Variación de la probabilidad de ocurrencia de sequía</b>	Mide la frecuencia de periodos en que la precipitación acumulada es menor al 75% del promedio de precipitación acumulada en el periodo de referencia (1980 a 2010), bajo un escenario de emisiones RCP 8.5 para un escenario futuro (2035-2065), considerado para el periodo estival comprendido entre los meses de Dic-Ene-Feb.	$\text{Cambio Prob. sequías} = \text{Prob sequía}_{fut} (\%) - \text{Prob sequía}_{hist} (\%)$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
<b>Variación de la temperatura media</b>	Cambio proyectado en la temperatura del aire para el periodo de 2035-2065, respecto al periodo base de 1980 -2010, bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$\text{Cambio Temperatura} = T_{media}_{fut} (°C) - T_{media}_{hist} (°C)$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Índice de amenaza</b>	Una vez estandarizados los indicadores de sequía y temperatura, se estima el promedio entre estos para obtener el índice de amenaza y este vuelve a ser estandarizado por máximo absoluto para obtener el indicador final.	$A = \frac{A_1 + A_2}{2}$		
<b>Exposición</b>				
<b>Número de cabezas de ganado ovino</b>	Indica una aproximación del número de cabezas de ganado existentes en cada comuna	Número de ganado ovino, expresado en el número total de cabezas censadas por comuna	Logaritmo neperiano	Encuesta ganado ovino 2017
<b>Índice de exposición</b>	Se considera el resultado de estandarización del indicador de carga animal ovina.			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>Porcentaje de UPAS pequeñas y medianas</b>	Indica la proporción de unidades de producción agropecuarias pequeñas y medianas. Los ganaderos de pequeña ganadería y de subsistencia presentan menos recursos para hacer frente a los cambios generados por el clima.	$\%Pequeñas \text{ y } subsistencia \text{ UPAS} = \frac{\text{No. UPAS pequeñas y subsistencia}}{\text{No. total de UPAS por comuna}} * 100$	Máximo absoluto	Censo Agropecuario 2021
<b>Cabeza ovino por hectárea</b>	Indica una aproximación de la superficie disponible de praderas por ovino, para cada comuna. Mientras mayor sea la relación mayor será la presión ocasionada en el ecosistema y mayor será la sensibilidad del área estudiada.	$\frac{\text{Cabeza ovino/ha}}{\text{No. Cabezas de ovino}} = \frac{\text{superficie praderas (ha)}}{\text{No. Cabezas de ovino}}$	Máximo absoluto	Encuesta ganado ovino 2017 Censo agropecuario 2021
<b>Porcentaje de agricultores de pueblos originarios</b>	Se considera más sensible al porcentaje de agricultores de pueblos originarios debido a su dependencia de la agricultura y del medio natural, que se verían afectados por el cambio climático.	$\%Agricultores \text{ originarios} = \frac{\text{No. de agricultores originarios}}{\text{No. total de agricultores por comuna}}$	Máximo absoluto	Censo agropecuario 2021
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores y se estandariza por el método del máximo absoluto. $S = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + S_3)$			
<b>Capacidad adaptativa</b>				
<b>Beneficiarios de programas de asistencia técnica INDAP</b>	Indica el número de beneficiarios por comuna del programa "Asistencia técnica especializada y gestor comercial" del INDAP, el cual aborda temáticas de adaptación de la agricultura.	$\text{Beneficiarios programa INDAP} = \sum \text{Beneficiarios por comuna}$	Logaritmo neperiano	INDAP, 2023
<b>Índice de capacidad adaptativa</b>	El factor k asignado es de 0,2 porque responde a la eficacia de los programas de asistencia técnica para mejorar la gestión del recurso hídrico en los predios agrícolas, sin embargo, ante escenarios de escasez hídrica por cambio climático no garantizaría la disponibilidad del recurso.			
<b>Vulnerabilidad</b>				
<b>Índice de vulnerabilidad</b>	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$ . Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			

## CDI 2 – Pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares

En la región destaca la presencia de áreas silvestres protegidas como el Parque Nacional Torres del Paine, que reúne cerca del 52% de las visitas en 2021, Parque Nacional Bernardo O'Higgins, con el 6% de las visitas y el Parque Nacional Cabo de Hornos con cerca del 2% de las visitas, caracterizados por sus paisajes glaciares. Estas áreas protegidas son de gran valor para la región al representan alrededor del 60% de las visitas turísticas regionales (en relación a los SNASPE) (CONAF, 2021).

De acuerdo con lo referenciado previamente en el producto 1, se ha evidenciado que los ecosistemas glaciares son de especial fragilidad ante el cambio climático, por lo que la pérdida de estos por cuenta del retroceso glaciar significaría una pérdida de atracción en los lugares turísticos mencionados, dando como resultado una disminución en la cantidad de visitantes a la región y, por ende, una reducción de los ingresos percibidos en el sector.

Del mismo modo, en las entrevistas y el taller de vulnerabilidad realizado en la región, los participantes mencionaron la afectación a la biodiversidad de los sitios turísticos asociados a ecosistemas glaciares por cuenta del deshielo de estos. Además, resaltaron que estos lugares serían más sensibles a la degradación por el incremento de industrias turísticas especialmente en Puerto Natales y Puerto Williams.

En vista de la importancia de estos atractivos turísticos, a continuación, se detalla la cadena de impacto para la cuantificación del riesgo por pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares.

**Tabla 12.** Ficha técnica de cálculo de la CDI 2 – Pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				
<b>Porcentaje de disminución de la nieve acumulada por comuna</b>	Expresa la variación en porcentaje de la nieve acumulada en el periodo de 1980-2010 en milímetros de agua equivalente (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros de agua equivalente (mm), y bajo un escenario de emisiones RCP 8.5	$\text{Cambio nieve acum (\%)} = \frac{\text{Nieve acum}_{fut} (\text{mm}) - \text{Nieve acum}_{hist} (\text{mm})}{\text{Nieve acum}_{hist} (\text{mm})}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas ARClim
<b>Índice de amenaza</b>	Se considera el resultado de estandarización del indicador de disminución de nieve acumulada.			
<b>Exposición<sup>4</sup></b>				
<b>Área glaciar (E1)</b>	Expresa la superficie glaciar registrada por comuna	$\text{Área glaciar} = \sum \text{superficie glaciar por comuna}$	Logaritmo neperiano	Inventario Público de Glaciares 2022, MOP
<b>Población flotante por comuna (E2)</b>	Indica la cantidad de turistas que podrían verse afectados por la afectación de atractivos turísticos de tipo glaciar en la región	Población flotante estimada por comuna por SERNATUR	Logaritmo neperiano	SERNATUR, 2019

<sup>4</sup>Para el indicador de exposición también se consideró incorporar el índice de ventas de empresas del sector turismo en las comunas vinculadas, entendiendo que la disminución de la actividad turística por cuenta de la desaparición de glaciares afectará los ingresos percibidos por el sector. Sin embargo, para algunas comunas el total de ventas es 0 debido a que la información tributaria declarada por sus empresas no permite determinar un monto estimado de ventas.

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Centros turísticos con superficie glaciar por comuna (E3)</b>	Indica la cantidad de centros turísticos por comuna que cuentan con superficie glaciar dentro de su área	Número de atractivos turísticos con alguna categoría relacionada a glaciares (nevados, volcanes glaciares)	Máximo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
<b>Índice de exposición</b>	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores y se estandarizan por el método del máximo absoluto. $E = (0,3 \times E_1 + 0,2 \times E_2 + 0,5 \times E_3)$			
<b>Fuerza de trabajo de sector Turismo por Comuna</b>	Expresa la dependencia del empleo comunal con la industria del turismo considerando el número de trabajadores dependientes informados, según comuna y actividades (ACT). A mayor dependencia, mayor será la sensibilidad.	$\sum$ <i>Trabajadores dependientes de las ACT alojamiento turístico, actividades de provisión de alimentos y bebidas, actividades de agencias de viajes y de otros servicios de reservas</i>	Logaritmo neperiano	Estadísticas de empresa, Servicio de Impuestos Interno, 2019
<b>Diversidad de oferta turística</b>	Expresa la diversificación del sector, estimada en base a la presencia comunal de atractivos turísticos distintos a los relacionados con glaciares, como aproximación a la identificación de la diversidad de la oferta y dependencia respecto de dicha categoría de atractivo. A menor diversidad de oferta turística mayor sensibilidad.	$\text{Diversidad del sector} = \text{Número de atractivos turístico diferentes a sitios de naturaleza de nevados y volcanes glaciares}$	Mínimo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
<b>Tasa de retroceso glaciar</b>	Mide el porcentaje de disminución de los glaciares presentes en la región mediante la diferencia del área glaciar reportada en los años 2014 a 2022.	$\text{Cambio área glaciar (\%)} = \frac{\text{Área glaciar}_{fut} (km^2) - \text{Área glaciar}_{hist} (km^2)}{\text{Área glaciar}_{hist} (km^2)}$	Máximo absoluto	Inventario público de glaciar 2014 y 2022
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores: $S = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + S_3)$			
<b>Capacidad adaptativa</b>				
<b>Existencia de planes/estrategias de desarrollo de turismo comunales</b>	Expresa la existencia de planes o estrategias de turismo adoptados en las comunas de la región.	$CA \begin{cases} 0 & \text{si la comuna no posee Plan de Desarrollo Turístico} \\ 1 & \text{si la comuna posee Plan de Desarrollo Turístico} \end{cases}$		Páginas web de las Municipalidades
<b>Índice de capacidad adaptativa</b>	El factor k asignado es de 0,2 porque la existencia de planes y estrategias de turismo puede contribuir a gestionar la capacidad de carga turística sobre estos atractivos turísticos frágiles, mitigando los impactos de la actividad y por ende la degradación de los ecosistemas. Sin embargo, estos planes no tienen impacto directo sobre el retroceso glaciar que afecta los atractivos turísticos.			
<b>Vulnerabilidad</b>				
<b>Índice de vulnerabilidad</b>	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$ . Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			

### CDI 3 – Afectación al turismo de naturaleza por el aumento de eventos extremos

La variación de las condiciones meteorológicas como el incremento de lluvias intensas y de heladas generarán condiciones desfavorables para el desplazamiento de turistas hacia los circuitos turísticos de la región. Esto, aumentaría el riesgo de accidentalidad para los turistas y a su vez, disminuiría los ingresos del sector, por cuenta del cierre de atractivos turísticos como parques nacionales.

Estos impactos, han sido evidenciados recientemente en múltiples ocasiones donde se han presentado cierres del *Parque Nacional Torres del Paine* por el desborde de cuerpos de agua sobre senderos turísticos, por el incremento de heladas y caídas de fuertes nevadas que generan condiciones de alto riesgo para los turistas dentro y fuera del parque. Además, se han registrado afectaciones sobre vehículos y turistas que se movilizan hacia el atractivo, por los fuerte vientos de la región (24 horas Chile, 2017; Minagri, 2023; La Prensa Austral, 2023).

Además, en las **entrevistas** y el **taller de vulnerabilidad** los participantes mencionaron la ocurrencia de accidentes que afectan a los turistas por cuenta de los fuertes vientos que se han presentado, especialmente en Puerto Natales. También destacaron los cierres de *Torres del Paine* por la misma amenaza, afectando los ingresos de aquellos trabajadores dependientes de la actividad en el Parque Nacional.

Por lo anterior, se propone la siguiente cadena de impacto para la cuantificación del riesgo de afectación a los turistas por la intensificación de los eventos extremos mencionados previamente.

**Tabla 13.** Ficha técnica de cálculo de la CDI 3 – Afectación al turismo de naturaleza por aumento de eventos extremos

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				
<b>Variación de la precipitación máxima diaria</b>	Mide la variación de precipitación máxima diaria en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm) y bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$\text{Cambio Pp max diaria (\%)} = \frac{Pp MD_{fut} (mm) - Pp MD_{hist} (mm)}{Pp MD_{hist} (mm)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
<b>Variación del viento medio</b>	Cambio proyectado en viento medio para el periodo 2035-2065, respecto al periodo base 1980-2010, bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$\text{Cambio viento(\%)} = \frac{Viento medio_{fut} (m/s) - Viento medio_{hist} (m/s)}{Viento medio_{hist} (m/s)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
<b>Índice de amenaza</b>	Una vez estandarizados los indicadores de precipitación y viento, se estima el promedio entre estos y se estandariza por el método del máximo absoluto para obtener el indicador final.	$A = \frac{A_1 + A_2}{2}$		
<b>Exposición</b>				
<b>Población flotante por comuna</b>	Indica la cantidad de turistas que podrían verse afectados por la intensificación de eventos extremos en la región	Población flotante estimada por comuna por SERNATUR	Logaritmo neperiano	SERNATUR, 2019
<b>Número de Áreas Silvestres Protegidas</b>	Indica la cantidad de Áreas Silvestres Protegidas del Estado declaradas presentes en cada comuna	ASPE declaradas en cada comuna	Máximo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Centros turísticos de naturaleza</b>	Indica la cantidad de atractivos turísticos de naturaleza por comuna que podrían verse afectados por cierres como resultados de la intensificación de vientos extremos	Número de atractivos turísticos categorizados como de naturaleza	Máximo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
<b>Índice de exposición</b>	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores y se estandarizan por el método del máximo absoluto. $E = \frac{1}{3}(E_1 + E_2 + E_3)$			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>Diversidad de oferta turística</b>	Expresa la diversificación del sector, estimada en base a la presencia comunal de atractivos turísticos distintos a los de naturaleza, como aproximación a la identificación de la diversidad de la oferta y dependencia respecto de dicha categoría de atractivo. A menor diversidad de la oferta turística, mayor es la sensibilidad.	<i>Diversidad del sector = Número de atractivos turístico diferentes a sitios de naturaleza</i>	Mínimo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Para el cálculo del indicador final, se considera la estandarización del indicador de diversidad de oferta turística.			
<b>Capacidad adaptativa</b>				
<b>Existencia de planes/estrategias de desarrollo de turismo comunales</b>	Expresa la existencia de planes o estrategias de turismo adoptados en las comunas de la región.	$CA \begin{cases} 0 & \text{si la comuna no posee Plan de Desarrollo Turístico} \\ 1 & \text{si la comuna posee Plan de Desarrollo Turístico} \end{cases}$		Páginas web de las Municipalidades
<b>Índice de capacidad adaptativa</b>	El factor k asignado es de 0,2 porque la existencia de planes o estrategias de desarrollo turístico podrían ayudar a redireccionar la actividad turística hacia otros atractivos turísticos, para mitigar los impactos económicos generados por el cierre de atractivos turísticos de naturaleza.			
<b>Vulnerabilidad</b>				
<b>Índice de vulnerabilidad</b>	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$ . Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			

#### CDI 4 – Pérdida de los bosques de Nothofagus por alteración de la disponibilidad hídrica

En la región de Magallanes se encuentran el 18,5% de la superficie total de bosque nativo del país, siendo el género Nothofagus el de mayor predominancia con las especies ñirre (*Nothofagus antarctica*), lenga (*Nothofagus pumilio*) y coigüe de magallanes (*Nothofagus betuloides*), las cuales representan el 99% de la cobertura de bosque nativo de la región (ODEPA, 2023).

Un estudio realizado por Fernández (2021), demostró que tanto el incremento de temperaturas como la disminución de precipitaciones influyen negativamente en las tasas de crecimiento de la especie *Nothofagus pumilio* presente en cercanías al *glaciar Grey* en el *Parque Nacional Torres del Paine*. Del mismo modo, en el **taller de vulnerabilidad** los participantes mencionaron la sensibilidad de la especie *Nothofagus* ante la escasez hídrica, viéndose especialmente afectados, aquellos individuos presentes en los límites superiores del ecosistema. Además, de acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente, se ha estimado que a 2020 la invasión del castor ha generado la degradación de más de 23 mil hectáreas

de bosque nativo en la provincia de Tierra del Fuego (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2020).

Lo mencionado se evidencia al comparar los modelos de distribución publicados en el mapa de especies del ARClím para las especies *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus betuloides*. Estos modelos calcularon la probabilidad de existencia de las especies considerando escenarios climáticos de variables como la evapotranspiración, precipitación y temperatura.

Los resultados indican que, para *Nothofagus antarctica*, la probabilidad de presencia disminuirá hasta un -10,8% en la comuna de Natales, mientras que hacia el poniente de la región se mantendrá sin variaciones. En cuanto a *Nothofagus pumilio*, las comunas de Natales y Punta Arenas presentarían una disminución de hasta -23,1% en la probabilidad de existencia, mientras que en el resto de la región se mantendría sin variaciones. Finalmente, para *Nothofagus betuloides* en la comuna de Natales, la disminución de la probabilidad de existencia sería de hasta -15%.

En vista de la relevancia del bosque nativo para la región, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para la cuantificación del riesgo de afectación al género *Nothofagus* debido al déficit hídrico.

**Tabla 14.** Ficha técnica de cálculo de la CDI 4 – Afectación a los bosques de *Nothofagus* por alteración a la disponibilidad hídrica

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				
<b>Variación de la precipitación acumulada</b>	Mide la variación de precipitación (lluvia y nieve) en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm), bajo un escenario de emisiones RCP 8.5, considerado para el periodo estival entre los meses de Dic-Ene-Feb.	$\text{Cambio } Pp \text{ acum } (\%) = \frac{Pp \text{ acum}_{fut} (mm) - Pp \text{ acum}_{hist} (mm)}{Pp \text{ acum}_{hist} (mm)}$	Mínimo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClím)
<b>Índice de amenaza</b>	Se considera el resultado de estandarización del indicador de variación de la precipitación acumulada.			
<b>Exposición</b>				
<b>Superficie de bosque nativo por comuna</b>	Indica las hectáreas de bosque <i>Nothofagus</i> presentes en cada comuna	$\sum Ha \text{ de especies de } Nothofagus$	Logaritmo neperiano	Catastro de uso de suelo y vegetación, IDE Chile
<b>Índice de exposición</b>	Se considera el resultado de estandarización del indicador de superficie de bosque nativo por comuna			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>Superficie degradada por presencia del castor</b>	La invasión del castor en los bosques patagónicos ha generado la degradación de estos ecosistemas a lo largo de los años. El indicador evidencia la sensibilidad del bosque de <i>Nothofagus</i> por la presión ejercida por la especie invasora.	$\sum \text{Número de ha de } Nothofagus \text{ degradadas por el castor}$	Logaritmo neperiano	Sistema de Información Geográfica regional de Magallanes

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Densidad poblacional (hab/km<sup>2</sup>)</b>	Indica la cantidad de habitantes por cada km <sup>2</sup> de la comuna. A mayor densidad poblacional se considera que el bosque puede ser más sensible por cuenta de la presión de recursos, la contaminación y la expansión de las urbes.	$\frac{\text{Densidad poblacional Total habitantes por comuna}}{\text{Superficie (km}^2\text{) comunal}}$	Máximo absoluto	Censo de población y viviendas, 2017 INE
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Para el cálculo del indicador final, se promedia el resultado de los dos indicadores anteriores. $S = \frac{1}{2}(S_1 + S_2)$			

## CDI 5 - Degradación de humedales por reducción de precipitaciones

De acuerdo con la Convención Ramsar, los humedales son extensiones de marismas, pantanos y otras superficies cubiertas de agua, considerados como uno de los entornos más productivos del planeta debido a la elevada biodiversidad que albergan y por constituir importantes fuentes de agua dulce.

La región de Magallanes alberga cerca del 80% de la superficie de humedales del país con cerca de 3.425.323 ha (Montiel, 2019). En la región se presentan diferentes tipos de humedales como mallines, humedales ribereños, palustres, lacustres, estuarios, humedales boscosos, marismas y las más representativas, las turberas (MMA, 2018). Estos ecosistemas se encuentran amenazados por diversas actividades antropogénicas como el desarrollo de prácticas ganaderas en humedales, introducción de especies invasoras y el desarrollo de actividades de turismo no sustentable. Además de ello, se estima que se verán afectados por los cambios de precipitación y temperatura asociados al cambio climático. Este conjunto de amenazas degradaría el ecosistema afectando a la biodiversidad que alberga, además de afectar los servicios ecosistémicos que estos prestan como la reserva de agua, regulación hídrica y captura de carbono (MMA, 2015b).

De manera adicional, en las **entrevistas** destacaron que, en la mayoría de las comunas, algunos humedales son utilizados como fuente de abastecimiento para actividades como el turismo y la ganadería, lo que intensifica la presión sobre el recurso hídrico.

En vista de la sensibilidad de los ecosistemas de humedal y de su valor económico-ambiental, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para cuantificar el riesgo de pérdida de estos ecosistemas como resultado de la disminución de precipitaciones asociada al cambio climático.

**Tabla 15.** Ficha técnica de cálculo de la CDI 5 – Degradación de humedales por reducción de precipitaciones

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				
<b>Variación de la precipitación acumulada (Pp acum)</b>	Mide la variación de precipitación (lluvia y nieve) en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm) bajo un escenario de emisiones RCP 8.5, para los meses de Dic-Ene-Feb.	$\text{Cambio Pp acum (\%)} = \frac{Pp\ acum_{fut} (mm) - Pp\ acum_{hist} (mm)}{Pp\ acum_{hist} (mm)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClm)
<b>Índice de amenaza</b>	Se considera el resultado de estandarización del indicador de variación de la precipitación acumulada.			
<b>Exposición</b>				

**Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena**  
Propuesta de Anteproyecto

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Área de humedales</b>	Este índice representa el riesgo de degradación de humedales expresada como la superficie de humedales por comuna.	$E_j = \sum_i Superficie\ humedal_{ij}$ Donde: i: Humedal, j: Comuna	$E_j = \frac{\ln E_j}{\ln(\max(E))}$	Inventario de Humedales (SIMBIO), Inventario de Humedales urbanos
<b>Índice de exposición</b>	Se considera el resultado de estandarización del indicador de superficie de humedales por comuna.			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>Tipo de humedales</b>	Evalúa la sensibilidad por el tipo de humedal ante la reducción de precipitaciones que depende de la característica propia de estos.	Dependiendo de la tipología de humedales en la Orden 1 del Inventario de Humedales: $Tipo\ humedal \begin{cases} Continentales & Altamente\ sensibles\ (1) \\ Artificiales & Medianamente\ (0,5) \\ Costero\ marino & Baja\ sensibilidad\ (0,2) \end{cases}$		Inventario de Humedales (SIMBIO), Inventario de Humedales urbanos
<b>Ubicación del humedal</b>	Evalúa la probabilidad de la fragmentación del humedal y de otros impactos antropogénicos, tal como su contaminación, siendo representada como la cercanía a la población urbana o rural.	$Tipo\ humedal \begin{cases} Urbano & Mayor\ presión\ (1) \\ Rural & Media\ presión\ (0,5) \\ Fuera\ del\ límite\ urbano & Baja\ presión\ (0,2) \end{cases}$		Inventario de Humedales (SIMBIO), Inventario de Humedales urbanos
<b>Indicador de sensibilidad</b>	<p>En primer lugar, se obtuvo el índice de sensibilidad de cada humedal (i) mediante:</p> $S_i = \frac{Indice\ de\ Tipo\ Humedal_i + Indice\ Ubicación_i}{2}$ <p>Finalmente se obtiene el índice para cada comuna (j) con la fórmula:</p> $S_j = \frac{\sum S_{ij}}{Número\ de\ humedales\ en\ la\ comuna}$ <p>Cabe mencionar que el número de humedales solo considera a aquellos humedales que proporciona un dato numérico.</p>			
<b>Capacidad adaptativa</b>				
<b>Figura de protección</b>	Se identifican cuáles de los humedales presentan una figura de protección de Declaración de humedales urbanos, Humedales RAMSAR	$CA_{i=} \begin{cases} 1 & \text{si el humedal } i \text{ tiene figura de protección} \\ 0 & \text{no tiene figura de protección} \end{cases}$		Inventario de Humedales urbanos y RAMSAR
<b>Índice de capacidad adaptativa</b>	El factor k asignado es de 0,2 porque responde a la eficacia de las figuras de protección sobre la conservación de los humedales para evitar su degradación. Es decir, se considera que las figuras de protección por sí solo no basta para asegurar el resguardo de los humedales.			
<b>Vulnerabilidad</b>				
<b>Índice de vulnerabilidad</b>	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$ . Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			

### CDI 6 - Degradación de turberas por déficit hídrico

Las turberas son un tipo de humedal que representan el 19% de la cobertura vegetal de la región y son consideradas como ecosistemas de alto valor económico ambiental, además de ser ecosistemas frágiles a la intervención humana. Diversos autores documentan la dependencia de las turberas a condiciones

constantes de velocidades del viento, temperatura y precipitación, por lo que, un ligero cambio de estas variables podría afectar la distribución espacial de estas (Aguirre et al., 2021).

Además, otros autores mencionan que dentro de las principales amenazas de tipo antropogénico sobre las turberas en Magallanes está la extracción minera, desarrollo de obras civiles sobre humedales, así como cambios hidrológicos y geomorfológicos por la presencia de la especie invasora del castor (WCS Chile, 2020).

Adicionalmente, los asistentes al **taller de vulnerabilidad** mencionaron la afectación a las turberas que se presenta por explotación de estas para la obtención de combustibles, actividad que incrementa la susceptibilidad de estos ecosistemas ante condiciones de mayor sequía por efecto del cambio climático.

Debido a la importancia para la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos asociada a los humedales se detalla la cadena de impacto propuesta para evaluar el riesgo de estos a degradarse debido al déficit hídrico bajo un escenario de cambio climático.

**Tabla 16.** Ficha técnica de cálculo CDI 6 - Degradación de turberas por déficit hídrico

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				
<b>Variación de la precipitación acumulada (Pp acum)</b>	Mide la variación de precipitación (lluvia y nieve) en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm) bajo un escenario de emisiones RCP 8.5, para los meses de Dic-Ene-Feb.	$\text{Cambio Pp acum (\%)} = \frac{Pp\ acum_{fut} (mm) - Pp\ acum_{hist} (mm)}{Pp\ acum_{hist} (mm)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClím)
<b>Índice de amenaza</b>	Se considera el resultado de estandarización del indicador de variación de la precipitación acumulada.			
<b>Exposición</b>				
<b>Área de turberas<sup>5</sup></b>	Este índice representa el riesgo de degradación de humedales expresada como la superficie de turberas por comuna.	$E_j = \sum_i \text{Superficie turberas}_{ij}$ <p>Donde: i: Turbera ; j: Comuna</p>	Logaritmo neperiano	Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes, INIA (2015)
<b>Índice de exposición</b>	Se considera el resultado de estandarización del indicador de superficie de turbera por comuna.			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>% Superficie de turbas por comuna fuera de SNASPE</b>	Evalúa la sensibilidad de las turberas al no estar acogidas dentro de una figura de protección, en este caso, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado.	$\% \text{ turba fuera de SNASPE} = \frac{\text{Superficie turba fuera de SNASPE por comuna}}{\text{Superficie total de turba por comuna}} \times 100$	Máximo absoluto	Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes, INIA (2015)
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Como indicador final de sensibilidad, se considera la estandarización del indicador de % de superficie de turbas por comuna fuera de SNASPE.			

<sup>5</sup> Para los indicadores de exposición y sensibilidad se utilizó información científica sobre la superficie de las turberas en la región como proxy para el cálculo de la cadena en vista de que el inventario oficial no se ha consolidado. Sin embargo, se recomienda actualizar la estimación una vez se cuente con dicho inventario desagregado a nivel comunal.

## CDI 7 - Afectación a las poblaciones de focas por la reducción del hábitat glaciar

En la región, se distinguen tres especies de foca: la foca leopardo *Hydrurga leptonyx*, la foca cangrejera *Lobodon carcinophagus* y la foca de Weddell *Leptonychotes weddellii*. Todas son consideradas como especies pagófilas, es decir, que suelen habitar principalmente entre el hielo denso y las banquisas de hielo, según la especie (SERNAPESCA, s.f.b). Por ejemplo, la reproducción de las focas cangrejeras depende de la existencia de la banquisa de hielo, que es más sensible al incremento de temperaturas en el océano que las masas de hielo fijo, donde se reproducen las focas de Weddell, debido a la naturaleza estacional y flotante de la banquisa de hielo. (Salas & LaRue, 2021)

La importancia del krill (*Euphausia superba*) en la alimentación de las focas varía de acuerdo a las especies presentes en la región:

- Foca Cangrejera (*Leptonychotes weddellii*): La importancia del krill (*Euphausia superba*) es considerablemente baja en la dieta de la foca cangrejera de acuerdo con el estudio realizado por Casaux, Baroni & Ramón (2005) con una importancia del 0,2% en la relevancia de la dieta total y del 0,0% en cuánto a importancia por masa consumida, la dieta de la especie está constituida principalmente por peces los cuales representan el 92.4% de la masa total ingerida.
- Foca Leopardo (*Hydrurga leptonyx*): De acuerdo con la información de la institución SERNAPESCA, la foca leopardo se caracteriza por su comportamiento de caza y alimentación de pingüinos, aunque su dieta es muy diversa y cambia con las estaciones, dependiendo de la disponibilidad local de presas. Filtra krill a través de sus dientes, sin embargo, el calentamiento global puede producir la caída de este, el cual es uno de sus principales alimentos. Esta especie de foca se nutre también de peces, calamares, jibias y pingüinos. Actúa como un depredador crucial para las focas cangrejeras jóvenes (*Lobodon carcinophagus*) hasta el final de su primer año de vida, así como para el lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*). En ocasiones, se alimenta de cadáveres de ballenas. La mayoría de sus presas son capturadas en el agua.
- Foca de Weddell (*Leptonychotes weddellii*): Se nutre de peces nototénidos, cefalópodos y crustáceos, incluyendo a *Dissostichus sp.*, que puede llegar a pesar 54 kilogramos o más. Su búsqueda de alimentos se extiende hasta profundidades de 600 metros, y se caracterizan por ser cazadores sigilosos. El krill es el principal constituyente de la dieta de las especies cazadas por esta foca, su disminución producto de factores en el aumento de la temperatura global pueden reducir el alimento para la Foca de Weddell, así como para otras especies de focas. (SERNAPESCA, SF).

De acuerdo con los diferentes estudios, su hábitat se vería afectado y tendería a desaparecer debido al incremento de las temperaturas proyectado para la región, lo que dejaría a la especie sin espacios para reproducción y caza. Además, se ha documentado que el cambio climático generará disminuciones en las poblaciones de krill antártico (*Euphausia superba*), especie que constituye la dieta de la foca leopardo (SERNAPESCA, s.f.; Martínez, 2015; Salas & LaRue, 2021).

Considerando la vulnerabilidad de las focas al cambio climático, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para la cuantificación del riesgo que enfrenta la especie frente a la pérdida de hábitat glaciar.

**Tabla 17.** Ficha técnica de cálculo de la CDI 7 – Pérdida de las poblaciones de focas por la reducción de hábitat glaciar

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				

**Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena**  
Propuesta de Anteproyecto

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Variación de la temperatura superficial del mar (TSM)</b>	Indica el cambio de temperatura proyectada bajo el escenario de emisiones RCP 8.5 para el periodo 2040 - 2050, a partir de registros de la temperatura superficial del mar promedio multianual para el periodo histórico 2002- 2009.	Temperatura media expresada en °C, medida a profundidad media para el borde costero de la región de Magallanes. $Cambio\ TSM = TSM_{fut} (^{\circ}C) - TSM_{hist} (^{\circ}C)$	Máximo absoluto	Plataforma Bio-Oracle
<b>Índice de amenaza</b>	Se considera los resultados de estandarización de la variación de la temperatura superficial del mar.			
<b>Exposición</b>				
<b>Observaciones de la especie</b>	Indica la cantidad de observaciones en terreno georreferenciados para las especies en las diferentes comunas de la región de acuerdo a la Plataforma GBIF. Se consideran puntos de referencias.	$Total\ observaciones = Obs.\ Foca\ Weddell + Obs.\ Foca\ leopardo + Obs.\ Foca\ cangrejera$	Máximo absoluto	Plataforma GBIF
<b>Índice de exposición</b>	Para el cálculo del indicador final, se toma el valor estandarizado el indicador de observaciones de la especie.			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>Inversa del margen de seguridad climática</b>	El margen de seguridad se refiere a la capacidad de una especie para sobrevivir en un entorno cuyas condiciones varían debido al cambio climático. Estimado como la diferencia entre la temperatura superior reportada en las observaciones de la especie y la temperatura superficial del mar del periodo presente. La inversa de dicho indicador refleja que a menor resultado se es más sensible.	$\Delta\ Inversa\ de\ la\ Seguridad\ climática = \frac{1}{T_{sup} - TSM_{presente}}$	Decil	Ocean Biodiversity Information System
<b>Dependencia del krill antártico</b>	Indica el porcentaje en el que el krill constituye la dieta alimenticia de las diferentes especies de foca presentes en la región.	De acuerdo con la revisión bibliográfica se asigna la siguiente puntuación: Foca cangrejera, el 100% de su dieta es krill: 1 Foca leopardo, el 45% de su dieta es krill: 0,75 Foca Weddell, no se alimenta directamente de krill pero los animales que conforman su dieta sí: 0,5		Revisión literatura
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los dos indicadores anteriores: $S = \bar{X} = \frac{\left(\frac{1}{\Delta Seguridad\ climática} + \%Promedio\ de\ dependencia\ de\ krill\right)}{2}$			
<b>Capacidad adaptativa</b>				
<b>Nicho termal</b>	Rango climático definido dentro del cual las especies pueden desarrollarse bajo condiciones normales. Estimado como la diferencia entre los límites termales superior ( $T_{sup}$ ) e inferior ( $T_{inf}$ ) reportados en las observaciones de cada especie. Altos valores de nicho termal indica una alta capacidad adaptativa, por el contrario, bajos valores de nicho termal indican una baja capacidad adaptativa	$Nicho\ termal = T_{sup} - T_{inf}$	Máximo absoluto	Ocean Biodiversity Information System

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Existencia de AMP <sup>6</sup>	Indica la existencia de áreas marinas protegidas (AMP) y Sitios Prioritarios Estrategia Regional de Biodiversidad (sitio prioritario: Cabo de Hornos) y Sitio Prioritario Ley 19.300 art.11 letra d) (sitios prioritarios: Isla Navarino y Estancia Yendegaia) con alcance en los puntos de exposición de las focas.	$CA_i = \begin{cases} 1 & \text{si existen AMP} \\ 0 & \text{no existen AMP} \end{cases}$		Inventario de áreas marinas protegida de Chile, SERNAPESCA
Índice de capacidad adaptativa	El factor k asignado es de 0,2 porque responde a la eficacia de las figuras de protección sobre la conservación de los hábitats de especies marinas como las focas, mitigando perturbaciones de origen antrópico que puedan generar degradación de los ecosistemas, así como la capacidad de la especie a sobrevivir en amplias condiciones térmicas. Sin embargo, la existencia de una figura de protección no es suficiente para mitigar los impactos directos ocasionados por el cambio climático sobre los océanos.			
<b>Vulnerabilidad</b>				
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$ . Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			

### CDI 8 - Afectación a las poblaciones de pingüinos por aumento de condiciones extremas

La variación de las condiciones climáticas, además de otros factores como el turismo y la presencia especies exóticas invasoras como el visón, perros, entre otros, generará cambios en las dinámicas poblacionales del pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) y pingüino rey (*Aptenodytes patagonicus*).

De acuerdo con lo documentado, los pingüinos son considerados como los depredadores superiores de toda su cadena trófica, por lo que son individuos relevantes para evidenciar los impactos del cambio climático, sobre todo en el ecosistema subantártico, considerando que la cadena trófica sufre un efecto en cascada debido a la variación de las condiciones climáticas.

Los pingüinos de Magallanes dependen en gran medida de su dieta compuesta por peces como la anchoveta, la sardina del sur y la merluza de tres aletas, así como de la ingestión ocasional de calamares, crustáceos o krill. Sin embargo, el cambio climático está generando perturbaciones en las condiciones oceánicas, como el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM), alteraciones en el pH, acidificación y fluctuaciones en la salinidad, que amenazan directamente a estos recursos hidrobiológicos. Además, esta situación se agrava debido a la presión de la extracción dichas especies lo que podría llevar a la escasez de alimentos para las poblaciones de los pingüinos de Magallanes en la región, lugar donde estas aves eligen establecer sus colonias debido a la disponibilidad de alimento que favorece su reproducción (SERNAPESCA, s.f.c). Como resultado, la supervivencia de la especie se vería afectada por el desplazamiento de las colonias hacia el norte en búsqueda de alimento, lo que dificultaría su adaptación debido a que es una especie muy especialista (Martínez, 2015).

Asimismo, el pingüino rey se encuentra amenazado por el cambio climático debido al desplazamiento de las especies de peces y calamares de las cuales se alimenta hacia zonas más australes en busca de aguas más frías. Esto obliga al pingüino a migrar en busca de nuevos lugares para alimentarse, con la

<sup>6</sup> La consideración del indicador de existencia de AMP en la región no está implícitamente relacionada ni a la existencia de glaciares, ni con la presencia en ellas o no de las diferentes especies de focas. Se considera como capacidad adaptativa puesto que la declaratoria de estas áreas busca reducir las presiones antrópicas generadas sobre los ecosistemas marinos (donde habitan las focas y su alimento), mitigando así la degradación del medio marino.

posibilidad de no poder adaptarse, lo que podría resultar en reducciones en su población. Además, se ha documentado que el aumento de la temperatura superficial del mar y del aire generaría importantes degradaciones en el ecosistema donde se ubican las particulares colonias de Tierra del Fuego, afectando a cerca del 21% de las parejas reproductoras presentes en la región (Cristofari et al., 2018).

En vista de la vulnerabilidad de estas especies, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para la cuantificación del riesgo de pérdida del pingüino magallánico y el pingüino rey por el incremento de la temperatura superficial del mar.

**Tabla 18.** Ficha técnica de cálculo de la CDI 8 – Afectación a las poblaciones de pingüinos por aumento de la TSM

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				
<b>Variación de la temperatura superficial del mar (TSM)</b>	Indica el cambio de temperatura proyectada bajo el escenario de emisiones RCP 8.5 para el periodo 2040 - 2050, a partir de registros de la temperatura superficial del mar promedio multianual para el periodo histórico 2002- 2009.	Temperatura media expresada en °C, medida a profundidad media para el borde costero de la región de Magallanes. $Cambio\ TSM = TSM_{fut} (^{\circ}C) - TSM_{hist} (^{\circ}C)$	Máximo absoluto	Plataforma Bio-Oracle
<b>Índice de amenaza</b>	Como índice final de amenaza se considera la estandarización del indicador de variación de la precipitación máxima diaria.			
<b>Exposición</b>				
<b>Observaciones de la especie</b>	Indica la cantidad de observaciones en terreno georreferenciados para las especies en las diferentes comunas de la región.	$Total\ observaciones = Obs.\ Pingüino\ Magallanes + Obs.\ Pingüino\ rey$	Logaritmo neperiano	Plataforma GBIF
<b>Índice de exposición</b>	Como indicador final, se toma la estandarización del indicador de observaciones de la especie.			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>Densidad poblacional</b>	Indicador de presión, se estima que aquellas comunas de mayor densidad poblacional implicarán mayores actividades antropogénicas (i.e., desarrollo de puertos, embarcaciones, contaminación por metales pesados y aguas servidas) lo que podría implicar una presión adicional para la viabilidad de las poblaciones de pingüinos.	$Densidad\ poblacional = \frac{Población\ censada\ por\ comuna}{Superficie\ (km^2)\ por\ comuna}$	Máximo absoluto	Censo de población y vivienda, 2017 INE
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Para el cálculo del indicador final, se considera el resultado estandarizado del indicador de densidad poblacional			
<b>Capacidad adaptativa</b>				
<b>Existencia de AMP</b>	Indica la existencia de áreas marinas protegidas en cada uno de los puntos de observación de las especies de interés.	$CA_t = \begin{cases} 1 & \text{si existen AMP} \\ 0 & \text{no existen AMP} \end{cases}$		Inventario de áreas marinas protegida de Chile, SERNAPESCA
<b>Índice de capacidad adaptativa</b>	El factor k asignado es de 0,2 porque responde a la eficacia de las figuras de protección sobre la conservación de los hábitats de especies marinas como los pingüinos, mitigando perturbaciones de origen antrópico que puedan generar degradación de los ecosistemas. Sin embargo, la existencia de una figura de protección no es suficiente para mitigar los impactos directos ocasionados por el cambio climático sobre la especie.			
<b>Vulnerabilidad</b>				

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$ . Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			

### CDI 9 - Afectación al ecosistema de fiordos como consecuencia del retroceso glaciar

Los fiordos son considerados ecosistemas marinos únicos que representan apenas el 1% de la superficie total oceánica del planeta. En Chile, estos ecosistemas se extienden desde Puerto Montt a Cabo de Hornos.

Los fiordos son profundos valles marinos formados por la acción del hielo durante las glaciaciones del cuaternario, que se caracterizan por ser elevaciones montañosas, desde las masas de agua, que alcanzan alturas mayores a los 1600 msnm y que crecen cerca de los 200-600 metros de profundidad, albergando una gran biodiversidad que incluye especies de vertebrados e invertebrados marinos como corales de aguas frías que crecen en paredones verticales sumergidos a 200-300 metros de profundidad.

Estos ecosistemas marinos dependen de dos factores importantes para su mantenimiento: suficiente disponibilidad de nutrientes y una adecuada penetración de luz. Se estima que, por cuenta del cambio climático, el incremento de la desglaciación, por el incremento de temperaturas, favorecerá la presencia de agua cargada de sedimentos que quedarán flotando en la superficie de los fiordos formando una capa densa que impediría la penetración de la luz, afectando la productividad primaria en el ecosistema y generando afectación sobre la biodiversidad actual. Del mismo modo, el incremento de lluvias torrenciales alteraría el caudal de los ríos que alimentan estos ecosistemas, favoreciendo el arrastre de sólidos suspendidos e impidiendo la penetración de luz hacia el interior de los fiordos (Diario UACH, 2010; MMA, 2015c; National Geographic, 2021).

En vista de la singularidad de estos ecosistemas y de la biodiversidad que albergan se detalla la cadena de impacto propuesta para evaluar el riesgo por degradación de fiordos por retroceso glaciar y aumento de precipitación máxima diaria.

**Tabla 19. Ficha técnica CDI 9 – Degradación de los fiordos por el retroceso glaciar**

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				
Variación de la temperatura media	Cambio proyectado en la temperatura del aire para el periodo de 2035-2065, respecto al periodo base de 1980-2010, bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$Cambio\ Temperatura = T_{media_{fut}} (°C) - T_{media_{hist}} (°C)$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClím)
Variación de la precipitación máxima diaria	Mide la variación de precipitación máxima diaria en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm) y bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$Cambio\ Pp\ max\ diaria\ (%) = \frac{Pp\ MD_{fut} (mm) - Pp\ MD_{hist} (mm)}{Pp\ MD_{hist} (mm)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClím)
Índice de amenaza	Una vez estandarizados los indicadores de precipitación y viento, se estima el promedio entre estos y se estandariza por el método del máximo absoluto para obtener el indicador final. $A = \frac{A_1 + A_2}{2}$			
<b>Exposición</b>				

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Superficie del (ha) fiordo</b>	Indica la cantidad superficie que comprenden los fiordos presentes en la región.	Superficie del fiordo estimada por el MMA	Máximo absoluto	Plataforma SIMBIO
<b>Índice de exposición</b>	Como indicador final, se toma la estandarización del indicador de superficie del fiordo.			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>Tasa de retroceso glaciar</b>	Mide el porcentaje de disminución de los glaciares presentes en la región mediante la diferencia del área glaciar reportada en los años 2014 a 2022.	$\text{Cambio área glaciar (\%)} = \frac{\text{Área glaciar}_{\text{fut}} (\text{km}^2) - \text{Área glaciar}_{\text{hist}} (\text{km}^2)}{\text{Área glaciar}_{\text{hist}} (\text{km}^2)}$	Máximo absoluto	Inventario público de glaciar 2014 y 2022
<b>Densidad poblacional</b>	Indicador de presión, se estima que aquellas comunas con mayor densidad poblacional implicarán mayores actividades antropogénicas (i.e., desarrollo de puertos, embarcaciones, contaminación por metales pesados y aguas servidas) lo que podría implicar una presión sobre el ecosistema.	$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Población censada por comuna}}{\text{Superficie (km}^2\text{) por comuna}}$	Máximo absoluto	Censo de población y vivienda, 2017 INE
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Para el cálculo del indicador final, se considera el promedio de los indicadores anteriores y se vuelve a estandarizar por el método de máximo absoluto. $S = \frac{1}{2}(S_1 + S_2)$			

### CDI 10 - Pérdida de centolla por el aumento de la temperatura superficial del mar

De acuerdo con las estadísticas pesqueras del INE, para 2021 el recurso de mayor importancia en el desembarque artesanal de la región fue la centolla con un aporte del 51,5% al total regional, correspondiente a 270 toneladas desembarcadas (INE, 2022).

Autores han documentado que el incremento de dióxido de carbono en el mar, además de aumentar su temperatura superficial, disminuirá la disponibilidad de oxígeno disuelto, por lo que podrían verse afectados los individuos juveniles de la centolla patagónica, puesto que tienen una baja tolerancia a la baja disponibilidad de oxígeno (Cubillos et al. 2021). En otros estudios se ha evidenciado que el aumento de la temperatura superficial del mar influye negativamente en los procesos biológicos de reproducción de los machos, lo que afectaría la dinámica de reproducción de la especie (Palma, 2019).

Por otro lado, en el **taller de vulnerabilidad** se mencionó que la desglaciación asociada al incremento de temperaturas aumentaría el volumen de agua dulce que ingresa a los océanos, generando cambios en sus propiedades químicas como la salinidad, alterando el hábitat de múltiples recursos bentónicos de especial importancia en la actividad de pesca artesanal de la región. Además, en las **entrevistas** mencionaron que, en Puerto Natales, existen otras presiones que hacen más vulnerable a la actividad pesquera como la sobreexplotación de los recursos bentónicos, la ausencia de zonas marinas protegidas o la contaminación del océano.

Entendiendo la importancia cultural y económica de la centolla, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para la cuantificación de la pérdida de este recurso debido al aumento de la temperatura superficial del mar.

Tabla 20. Ficha técnica CDI 10 – Pérdida de desembarque de centolla por cambios en la TSM

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Amenaza</b>				

**Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena**  
Propuesta de Anteproyecto

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Variación de la temperatura superficial del mar</b>	Indica el cambio de temperatura proyectada bajo el escenario de emisiones 8.5 para el periodo 2040 - 2050, a partir de registros de la temperatura superficial del mar promedio multianual para el periodo histórico 2002- 2009.	Temperatura media expresada en °C, medida a profundidad media para el borde costero de la región de Magallanes. $\text{Cambio TSM} = TSM_{fut} (°C) - TSM_{hist} (°C)$	Máximo absoluto	Plataforma Bio-Oracle
<b>Índice de amenaza</b>	Como indicador final de amenaza se toma el valor estandarizado del indicador de incrementos de la TSM.			
<b>Exposición</b>				
<b>Desembarque de centollas</b>	Este índice representa el riesgo de perder la biomasa de centolla capturada, expresada como el desembarque registrado de centolla por caleta en toneladas.	Total, de toneladas desembarcadas de centolla en los últimos 15 años por caleta.	Logaritmo neperiano	Estadísticas SERNAPESCA 2022
<b>Índice de exposición</b>	Como indicador final de exposición se toma el valor estandarizado del indicador de desembarque de centolla			
<b>Sensibilidad</b>				
<b>Número de pescadores</b>	Indicador de la presión que existe sobre el recurso hidrobiológico. Es un indicador de dependencia de la pesca artesanal y de su importancia en la caleta, representado como el número de pescadores de centolla por toneladas de desembarque. Entre mayor sea la sensibilidad mayor será la presión sobre el recurso: Baja sensibilidad $\leq 0,2$ Sensibilidad mediana $0,2 \leq \text{indicador} \leq 0,5$ Sensibilidad alta o muy alta $0,5 \leq \text{indicador} \leq 1$	$\frac{N^{\circ} \text{ Pescadores de centolla} \\ \text{Pescadores de centolla inscritos} \\ \text{en el RPA}}{\text{Toneladas de desembarque}}$	Máximo absoluto	Registro de Pescadores Artesanales (RPA) 2022
<b>Estado de explotación del recurso</b>	Expresa la tendencia del desembarque total por caleta en el período de análisis (últimos 15 años).	Tendencia obtenida a partir de la estimación de la pendiente mediante un modelo lineal mixto. Se extrajeron los datos outliers para el cálculo del modelo lineal mediante el método de cuartiles. Para ello se consideró: -Baja sensibilidad [0-0,2] (cuando la pendiente es creciente -Sensibilidad media <0,2-0,5] (cuando la pendiente es cercana a 0) -Sensibilidad alta <0,5;1] (cuando la pendiente es negativa)	Escalado de datos con mínimos y máximos	Estadísticas SERNAPESCA 2022
<b>Diversidad de recursos</b>	Corresponde al número de especies que fueron extraídas por caleta en el período de análisis	Número de especies extraídas por caleta, estandarizado por el método de deciles.	Escalado de datos con mínimos y máximos	Estadísticas SERNAPESCA 2022
<b>Indicador de sensibilidad</b>	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los indicadores anteriores: $S = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + S_3)$			

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
<b>Capacidad adaptativa</b>				
<b>Presencia de obras de abrigo</b>	Refleja la adaptación de la caleta mediante obras de infraestructura para mejorar la seguridad en las operaciones de embarque y desembarque (las caletas típicamente se emplazan en lugares que ofrecen un abrigo natural con las condiciones históricas de oleaje y la necesidad de estas infraestructuras de abrigo nuevo responde a las nuevas condiciones del clima de oleaje propiciadas por el cambio climático)	Se asigna la siguiente calificación dependiendo de la existencia de obras de abrigo en las caletas: $CA_j^1 = \begin{cases} 0 & \text{si la caleta } j \text{ posee obras de abrigo} \\ 1 & \text{si no posee obras de abrigo} \end{cases}$ Donde j representa a una caleta.		Informe obtenido de Arclim
<b>Presencia de Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos AMERB</b>	La existencia de AMERB es un indicador de su capacidad de gestión ya que requieren formar organizaciones para poder solicitar una y establecer reglas de organización propias. Además de la existencia de AMERB, es relevante el estado de su gestión, de forma de procurar la conservación de los ecosistemas marinos de los cuales depende la pesca. Una aproximación para medir esto corresponde al tiempo que tiene el área de manejo, ya que mientras mayor sea este, más consolidada estaría su gestión.	El cálculo del índice se realiza promediando los indicadores de existencia de AMERB ( $CA_j^1$ ) y el tiempo de desarrollo de AMERB ( $CA_j^2$ ), calculado según el promedio del tiempo transcurrido desde la resolución del Plan de Manejo (en años) $CA_j^1 = \begin{cases} 1 & \text{si existen AMERB} \\ 0 & \text{no existen AMERB} \end{cases}$ $CA_j^2 = \begin{cases} 1 & \text{si la caleta } j \text{ posee AMERB desde hace 15 años} \\ \frac{\text{tiempo AMERB}_j [\text{años}]}{15} & \text{si posee AMERB menos de 15 años} \\ 0 & \text{si no posee AMERB} \end{cases}$		Estadísticas SERNAPESCA 2022
<b>Índice de capacidad adaptativa</b>	Para el cálculo final de capacidad adaptativa se promedian los dos indicadores considerados y posteriormente se multiplican por el factor $k = 0.2$ , teniendo en cuenta que los indicadores considerados solo tienen una capacidad media de disminuir el riesgo, ya que no se considera el tipo de obras de abrigo, al ser solo un indicador binario, y el tiempo de implementación de las AMERB es solo una aproximación al nivel de gestión de estas. $CA = \frac{(CA_j^1 + CA_j^2)}{2}$			
<b>Vulnerabilidad</b>				
<b>Índice de vulnerabilidad</b>	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $\text{Vulnerabilidad} = S - k * (CA)$ Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			

### 3. Visión y Lineamientos Estratégicos del PARCC

Este capítulo del Anteproyecto muestra la **Visión** del **PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena** y los **Lineamientos Estratégicos por sector**, que son la base del *Plan de Acción o Medidas* definidas para lograr una región más resiliente frente al cambio climático (adaptación al cambio climático) y un desarrollo bajo en emisiones (mitigación del cambio climático).

Tanto la *Visión*, como los *Lineamientos Estratégicos*, han sido consensuados a través de un proceso participativo específico llevado a cabo en noviembre de 2023 que sirvió para facilitar un espacio de diálogo entre los integrantes del CORECC de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Mediante una metodología participativa específica, se debatieron y elaboró la Visión y Lineamientos Estratégicos del PARCC a partir del contexto regional de cambio climático (capítulo 2.1), proyecciones regionales de cambio climático (capítulo 2.2), principales problemáticas de cambio climático en la región (capítulo 2.3), inventarios regionales de GEI (capítulo 2.4) y vulnerabilidad y riesgos en la región (capítulo 2.5).

#### 3.1. Visión estratégica de largo plazo

## VISIÓN

La región de Magallanes apuesta actuar frente al cambio climático de forma integral, coherente y proactiva con el resto de políticas nacionales, regionales y locales, materializando en el PARCC un instrumento de mitigación y adaptación abierto y flexible. Pretende ser un referente en la descarbonización, el uso eficiente de los recursos regionales, logrando una elevada resiliencia de ecosistemas y las actividades humanas. Para ello, las medidas se han diseñado pensando en avanzar hacia un nuevo modelo territorial, socioeconómico y energético con base en el conocimiento y la educación e incluyendo a todos los agentes clave, la perspectiva de género y equidad social.

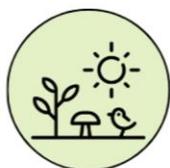


### 3.2. Lineamientos Estratégicos por sector

Los *Lineamientos Estratégicos* fueron debatidos y consensuados en el citado Taller, para los sectores y sistemas definidos a nivel regional a lo largo del proceso de elaboración del PARCC descrito en el *Apartado 1.2*, los cuales son:

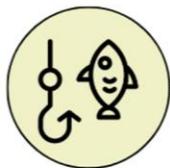
Sectores de mitigación y adaptación	
MITIGACIÓN	AFOLU
	Energía
	Residuos
	Transporte
ADAPTACIÓN	Biodiversidad
	Pesca y acuicultura
	Ciudades y energía
	Silvoagropecuario

#### 3.2.1. Lineamientos Estratégicos de adaptación al cambio climático



##### Biodiversidad y turismo

Proteger, conservar y gestionar sosteniblemente los ecosistemas para mejorar la resiliencia al cambio climático de la biodiversidad en el contexto de la actual vulnerabilidad, logrando un equilibrio con el desarrollo turístico sustentable y otras actividades humanas. Se potenciará la conservación de la biodiversidad regional empleando un enfoque de adaptación basado en los ecosistemas (AbE) y con base en la organización social e institucional y los adecuados mecanismos de gobernanza.



##### Pesca y acuicultura

Potenciar la diversidad biológica de las especies presentes en la región y sus ecosistemas frente a los principales impactos del cambio climático y en el marco de la vulnerabilidad potenciada por la contaminación asociada a la industria pesquera. El enfoque se dirige a la gestión sostenible de la actividad para mejorar la capacidad de adaptación de los ecosistemas marinos. Todo ello en el marco de la idiosincrasia de la pesca en la región, potenciando los mercados locales y la pesca artesanal, con foco en las personas.



### Silvoagropecuario

Mejorar la resiliencia de ciudades y asentamientos rurales frente al cambio climático, adaptando el modelo territorial a los principales impactos regionales. Se impulsará la planificación territorial compatible con el medio, mejorando el paisaje urbano y protegiendo los recursos a través de SbN. se pondrá en el centro de atención a las personas para reducir los riesgos derivados del cambio climático, especialmente aluviones, regenerando las ciudades y eliminando asentamientos irregulares para la protección de la población y la mejora de la calidad de vida en las ciudades



### Ciudades y energía

Mejorar la resiliencia de las ciudades y asentamientos, adaptando el modelo territorial y urbano al cambio climático e integrando la gestión de riesgos asociados al cambio climático en la planificación y ordenamiento territorial. Se consideran a las personas en el centro de atención, fomentando una sociedad formada, informada y concienciada. Las ciudades se conciben como espacios habitables sustentables y compatibles con el medio, integrando la naturaleza a través de SbN e infraestructuras verdes y azules..

## 3.2.2. Lineamientos Estratégicos de mitigación al cambio climático



### AFOLU

Mantener, asegurar y mejorar la actual capacidad de sumidero de los bosques, turberas, praderas naturales y pastizales nativos de la región, fortaleciendo la prevención del riesgo de incendios forestales y reduciendo las emisiones del sector agrícola. Sentar las bases para la introducción de la ganadería regenerativa, potenciando nuevas oportunidades de empleo y fortalecer la capacidad humana y técnica para impulsar las prácticas sostenibles y el manejo adecuado de los bosques y pastizales nativos.



### Energía

Sentar las bases para en la región para un nuevo modelo energético basado en renovables e hidrógeno verde, descarbonizando la matriz energética y apostando por la diversificación de fuentes de energía, potenciando nuevas capacidades y recursos humanos con una elevada innovación. Apuesta por el ahorro y eficiencia energética, aprovechando los recursos regionales en equilibrio con el medio natural, beneficiando el desarrollo local y enfatizando acciones de sensibilización en hábitos de consumo.



### Residuos

Establecer un modelo de gestión de residuos basado en la introducción de mejoras tecnológicas e innovación para reducir las emisiones de GEI y la contaminación, fomentando nuevas oportunidades de negocio para dar valor a la economía regional e integrando a los principales sectores económicos y productivos en la gestión de residuos. Se promoverá un modelo de gestión local de residuos y su valorización, incluyendo acciones para la sensibilización y concienciación de la ciudadanía.



### Transporte

Promover los modos de transporte sostenibles, dotando a las ciudades de la infraestructura y medios necesarios para favorecer la proximidad y los desplazamientos no contaminantes, incluyendo el desarrollo de la electromovilidad al tiempo que se potencie la generación de capacidad humana. Fomentar el uso del transporte público, incentivado su uso de manera decisiva.

## 4. Objetivos del PARCC

### 4.1. Objetivos de mitigación

Se han definido un total de **19 objetivos de mitigación** que quedan recogidos en la tabla siguiente:

Tabla 21. Objetivos regionales de mitigación

OBJETIVOS DE MITIGACIÓN REGIONAL	
 Energía	M1. Reducción de GEI del sector energía en un <b>25 %</b> (en 2030) y un <b>60 %</b> (en 2050) respecto a 2018 (IRGEI)
 Actividades productivas e industriales	M2. Reducción de GEI del uso de combustibles en minería e industria en un <b>70 %</b> (en 2050) respecto a 2018 M3. Reducción de emisiones de GEI de la gran minería en un <b>50 %</b> (en 2030)
 Transporte	M4. Reducción de las emisiones de GEI regionales provenientes del uso de combustibles en el transporte del <b>20 %</b> (en 2040) y del <b>40 %</b> (en 2050) respecto a 2018 M5. Reducción de la <b>cuota modal del transporte privado</b> con combustibles fósiles (en 2030) respecto al 2017 M6. El <b>100 % tecnologías cero-emisiones</b> de los sistemas de transporte público urbano M7. <b>Movilidad urbana</b> basada en estándares de sostenibilidad y carbono neutralidad
 CPR, Ciudades Infraestructuras	M8. El <b>100 % de los nuevos edificios residenciales y no residenciales</b> deberán alcanzar emisiones netas cero (en 2050) M9. Reducir la demanda de energía térmica en un <b>30 %</b> (en 2026) y el <b>50 %</b> (en 2050), respecto a 2021 M10. Elaboración del <b>Plan Energético Regional</b> (en 2035) con incidencia en los PROT y coherentes con los lineamientos de la política nacional energética M11. Elaborar una <b>Hoja de Ruta para la economía circular a 2040</b> (en 2026) incluyendo acciones de capacitación y difusión de información a escala local, así como acciones para el desarrollo de toda una Infraestructura y equipamiento local para la economía circular

 Residuos	M12. Disminución de la generación de residuos sólidos municipales por habitante en un <b>10 %</b> (en 2030) y en un <b>25 %</b> (en 2040)
	M13. Disminución de la generación total de residuos por PIB en un <b>15 %</b> (en 2030) y en un <b>25 %</b> (en 2040)
	M14. Aumento de la tasa de reciclaje en un <b>40 %</b> (en 2030) y en un <b>75 %</b> (en 2040)
	M15. Reducir emisiones de GEI asociadas a la degradación y deforestación en un 20% (en 2025) en base a 2001-13 en el 100% comunas de Magallanes
 LULUCF, agropecuario y pesquero	M16. Elaborar un <b>Plan Regional de Reducción de Carbono de la Ganadería Bovina</b> (en 2030) a partir de la Hoja de Ruta nacional para la carbono-neutralidad en la ganadería bovina.
	M17. Reducción de las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un <b>25%</b> (en 2030) respecto a las emisiones del periodo 2001-13
	M18. Elaboración de un <b>Plan Regional de eficiencia energética</b> y tecnologías para la reducción de GEI en el sector de la <b>pesca y acuicultura</b>
	M19. Reducción de las emisiones de metano de sector agroganadero en un 30 % (en 2030) respecto a 2020.

## 4.2. Objetivos de adaptación

Se han definido un total de **19 objetivos de adaptación** que quedan recogidos en la tabla siguiente:

**Tabla 22.** Objetivos regionales de adaptación

OBJETIVOS DE ADAPTACIÓN REGIONAL	
 Información climática	A1. Evaluar la vulnerabilidad de sistemas humanos y naturales frente a los impactos del cambio climático, estableciendo los riesgos y oportunidades
	A2. Monitorear y reportar el avance de la adaptación para establecer mejoras en la planificación mediante políticas de adaptación
 Infraestructuras	A3. Incorporar la gestión del riesgo hidro-climático futuro en la evaluación, diseño y planificación de servicios de infraestructura
	A4. Monitoreo de vulnerabilidad y amenazas para la infraestructura
	A5. Incorporación en los procesos de planificación de las implicaciones del Cambio Climático para los servicios de infraestructura
 Biodiversidad	A6. Investigación y creación de capacidades en gestión y conciencia ambiental
	A7. Promoción de prácticas productivas sustentables para la adaptación al cambio climático en biodiversidad y la mantención de los servicios ecosistémicos.
	A8. Consideración de objetivos de biodiversidad en los instrumentos de planificación territorial urbana y planes regionales de ordenamiento territorial (PROT) como mecanismo de adaptación al cambio climático
 Agrícola, forestal y ganadero	A9. Mejorar la competitividad de la agricultura y la ganadería
	A10. Fomento a la investigación e innovación
	A11. Promover la sustentabilidad económica, social y ambiental en la agricultura
	A12. Transparencia y acceso a mercado

 <p>Salud</p>	<p>A13. Capacitar y fortalecer el conocimiento, con respecto al cambio climático y sus impactos en la salud</p> <p>A14. Asegurar la medición continua y estandarizada de indicadores asociados a variables ambientales y cambio climático con implicancias en la salud</p> <p>A15. Empoderar y educar a la ciudadanía y promover medidas de respuesta ante los impactos del cambio climático esperados en la salud</p> <p>A16. Mejorar la capacidad y calidad de respuesta de la institucionalidad ante situaciones de emergencia y eventuales cambios por la aparición de enfermedades emergentes y/o reemergentes como consecuencia del cambio climático</p> <p>A17. Fortalecer la capacidad de adaptación al cambio climático y a sus impactos en la salud, de aquellos grupos identificados como vulnerables</p>
 <p>Pesca y Acuicultura</p>	<p>A18. Desarrollar la investigación necesaria para mejorar el conocimiento sobre el impacto y escenarios de cambio climático sobre las condiciones y servicios ecosistémicos en los cuales se sustenta la actividad de la pesca y de la acuicultura</p> <p>A19. Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura basadas en un enfoque precautorio y ecosistémico</p>

## 5. Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación

### 5.1. Objetivos del Sistema MRV

El sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) tiene como objetivo apoyar el **seguimiento, gestión y monitoreo** de las **medidas** contempladas en el PARCC.

Estará conformado principalmente por una herramienta que permita recopilar información periódica sobre el desarrollo de las medidas, tanto desde el punto de vista de la implementación de las medidas, como del gasto o financiamiento de esta.

El sistema MRV, por tanto, permite:

- Disponer de información organizada y estructurada sobre el grado de implementación de las medidas y acciones del PARCC.
- Evaluar la evolución del gasto prevista según la Estrategia de Financiamiento del PARCC
- Identificar puntos críticos en la planificación, permitiendo detectar problemas y alertar a los responsables sobre los riesgos, incluyendo medidas o acciones informativas.

### 5.2. Elementos del sistema MRV

El sistema MRV contiene los siguientes elementos,

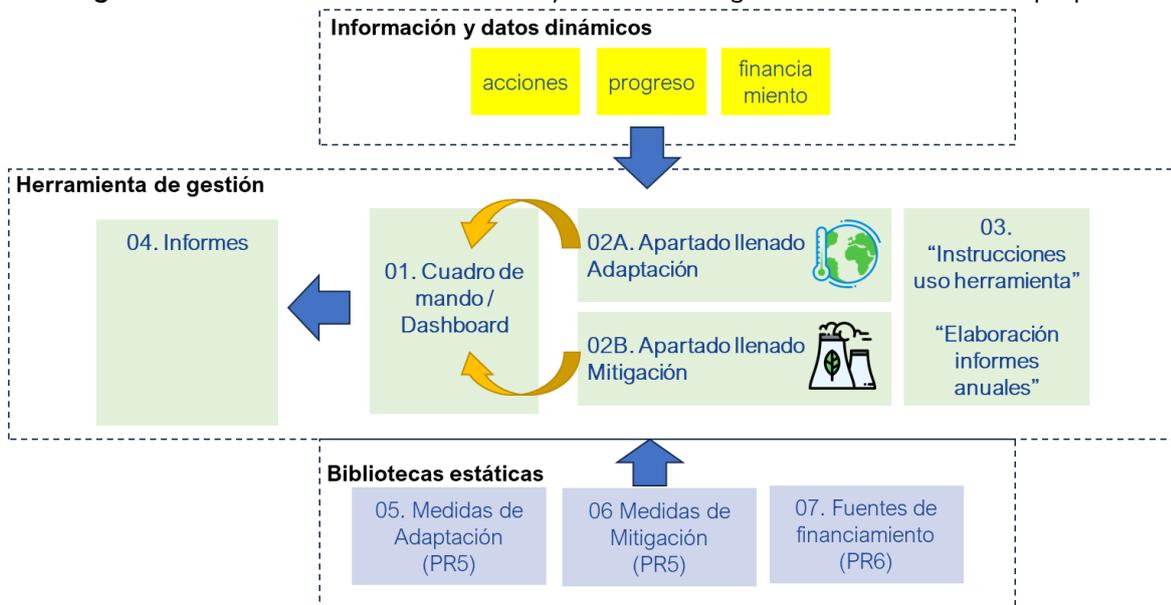
- a) Indicadores de monitoreo** para las medidas de adaptación y mitigación priorizadas. Estas medidas, compuestas su vez por acciones específicas, ya se encuentran priorizadas y consensuadas con las instituciones relevantes para el diseño e implementación del PARCC, incluidas las instituciones que deben liderar cada medida. Cabe señalar que los indicadores definidos en los productos anteriores se revisan y adaptan en base al marco conceptual del MRV
- b) Sistema y herramienta de gestión de información**, desarrollada en formato Excel, para el seguimiento de la ejecución de las medidas y acciones en base a los indicadores de seguimiento recogidos en las fichas de las medidas.
  - **Cuadro de mando o Dashboard** para el seguimiento de la ejecución de medidas, en base a los indicadores de implementación y financiamiento de sus acciones, con generación de gráficos de avance para incluir en informes de seguimiento de las medidas y de su financiamiento.
  - **Pestaña/Apartado de seguimiento de las acciones y medidas**, incluidos:
    - Seguimiento de la implementación para evaluar el progreso.
    - Seguimiento presupuestario para evaluar gasto anual ejecutado, posibles cambios en el presupuesto y asegurarse de que los gastos no superan los costes planificados.
  - **Pestaña/Apartado con información detallada** de las medidas del PARCC y la estrategia de financiamiento del PARCC.

- **Pestaña/Apartado** con formulario base y pre-llenado para **informes de seguimiento**
  - **Pestaña/Apartado** con instrucciones de uso de la herramienta
- c) **Documentos/Guías** para personas usuarias con recomendaciones para el seguimiento.
- “*Elaboración de informes anuales de seguimiento*” y formulario base: Descripción de los principales contenidos de los informes de seguimiento y responsables de su elaboración, incluyendo un modelo de base para la elaboración del informe anual.
  - *Manual de instrucciones*. Documento .docx y .pdf que describa el funcionamiento de la herramienta, responsables de ejecución, campos a cumplimentar, entre otros.

La siguiente figura resume los elementos del sistema MRV y su relación lógica. En el centro del sistema MRV, está la herramienta de gestión. La intención es que la institución responsable del PARCC recopile la información, desde las instituciones responsables de cada medida, sobre el estatus o progreso de la implementación de las acciones y su financiamiento.

Como mínimo, la información debe ser recopilada anualmente, y deberá ingresarse en los **apartados 02** de llenado para las acciones de adaptación y mitigación, que será contrastada con los campos de planificación de cada acción que derivan de los **apartados 05 al 07**. Esta información se agregará y analizará automáticamente en el **apartado 01** de cuadro de mando. La exportación de la información de los apartados 01 y 02 generará el contenido cuantitativo del apartado 04 y que conformará los informes de reporte anual.

**Figura 31.** Elementos del sistema MRV y su relación lógica. Fuente: elaboración propia



## Bibliografía

- Abumohor A., J. (2012). Incendio Forestal Parque Nacional Torres del Paine. Región de Magallanes. Desde el 27 diciembre de 2011 al 24 de febrero de 2012. Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior.  
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/147625/incendio%20forestal%20PNT%202012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aedo, M. P., & Montecinos, T. (2011). Glaciares Andinos. Recursos Hídricos y Cambio Climático: Desafíos para la justicia climática en el Cono Sur (Programa Chile Sustentable, Vol. 80).
- Aguayo Gutiérrez, R. A. (2019). Evaluación de los impactos del cambio climático antropogénico sobre los caudales de una cuenca transandina en Patagonia. [Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Civil.]. <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/2513>
- Aguirre, F., Squeo, F. A., López, D., D., R., Buma, B., Carvajal, D., Jaña, R., Casassa, G., & Rozzi, R. (2021). Gradientes Climáticos y su alta influencia en los ecosistemas terrestres de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 49. <https://doi.org/10.22352/aip202149012>
- Araos, J., Godoi, M. A., & Carvallo, R. (2007). Variaciones recientes del lóbulo Zapata Sur, Glaciar Tyndall: Campo de Hielo Patagónico Sur (Chile). *Revista de geografía Norte Grande*, 37, 75-84. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022007000100006>
- Arenas Vásquez, F., Aliaga Bustos, G., Marchant Santiago, C., & Sánchez Acuña, R. (2019). El espacio geográfico magallánico: Antecedentes acerca de su estructura y funcionamiento. *Tiempo y Espacio*; Núm. 15. <http://revistaschilenas.uchile.cl/handle/2250/49609>
- Ariel Santana A. (1984). Variación de las precipitaciones de 97 años en Punta Arenas como índice de posibles cambios climáticos. *Anales del Instituto de la Patagonia*. <http://bibliotecadigital.umag.cl/handle/20.500.11893/1381>
- Armesto, J. J., Núñez-Ávila, M., Donoso, P., & Rozzi, R. (2014). Introducción a la Sección Especial de *Revista Bosque: Avances de una red de sitios de estudios ecológicos a largo plazo en el suroeste de Sudamérica*. *Bosque (Valdivia)*, 35(3), 413-414. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002014000300015>
- Arntz, W. E., & Gerdes, D. (2011). Cambio climático en las regiones Antártica y de Magallanes: Campos y objetivos de la cooperación científica. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 39(2), 103-121. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2011000200009>
- Banco Central de Chile. Base de Datos Estadísticos (BDE). (2023). Recuperado 19 de agosto de 2024, [https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP\\_ESTADIST\\_REGIONAL/MN\\_REGIONAL1/CCNN2018\\_PIB\\_REGIONAL\\_T/637920122408768553?cbFechaInicio=2013&cbFechaTermino=2024&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=](https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_ESTADIST_REGIONAL/MN_REGIONAL1/CCNN2018_PIB_REGIONAL_T/637920122408768553?cbFechaInicio=2013&cbFechaTermino=2024&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=)
- Banco Central de Chile. (2020). Cuentas Nacionales de Chile 2013-2020. [https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/AnuarioCCNN/pdf/ANUARIO\\_CCNN\\_2020.pdf](https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/AnuarioCCNN/pdf/ANUARIO_CCNN_2020.pdf)
- Barria L., C. (2021). EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA ANTÁRTICA CHILENA, SU ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA. Cuaderno de trabajo, 1, Art. 1.
- Biblioteca del Congreso Nacional | SIIT | Hidrografía Región de Magallanes [Page]. Bcn.Cl. Recuperado 22 de julio de 2024, de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region12/hidrografia.htm>
- Cañete Arratia, L., Soto Pereira, A., Álvarez González, C., Castro Fredes, F., Sáez Tonacca, L., & Marchant Dinten, C. (2021). Tecnología de Homeostasis para enfrentar Cambio Climático. <https://repositorio.altecasociacion.org/handle/20.500.13048/616>

Cárdenas, C., & Kraus, S. (2012). Evidencia Paleo-climática y glaciológica del cambio climático. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 40(1), 31-37. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2012000100002>

Carrasco, J. (2017). Evidencia de cambio climático en Chile sus proyecciones y consecuencias.

Carrasco, J. F. (2012). Red de estaciones de observación atmosférica en la Antártica, una colaboración internacional para la investigación del cambio climático. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 40(1), 57-63. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2012000100006>

Castilla, J. C., Armesto, J. J., & Martínez-Harms, M. J. (2021). *Conservación en la Patagonia Chilena: Evaluación del conocimiento, oportunidades y desafíos*. Ediciones UC.

Castillo, V. C., Tehuelche, V., & Blanca, C. L. (s. f.). Evaluación del recurso eólico regional.

Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL). (2019). La Región de Magallanes y de la Antártica Chilena frente al cambio global. Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL). <https://centroideal.cl/wp-content/uploads/2022/04/Reporte-IDEAL-CHILE-boceto-2911-web.pdf>

Chausson, A., Turner, B., Seddon, D., Chabaneix, N., Girardin, C. A. J., Kapos, V., Key, I., Roe, D., Smith, A., Woroniecki, S., & Seddon, N. (2020). Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. *Global Change Biology*, 26(11), 6134-6155. <https://doi.org/10.1111/gcb.15310>

CONAF. (2019). Plan Regional de Prevención de Incendios Forestales. <https://www.prevencionincendiosforestales.cl/wp-content/uploads/Magallanes-Plan-Regional-de-Prevenci%C3%B3n-de-Incendios-Forestales.pdf>

Contador, T., Kennedy, J., Ojeda, J., Feinsinger, P., & Rozzi, R. (2014). Ciclos de vida de insectos dulceacuícolas y cambio climático global en la ecorregión subantártica de Magallanes: Investigaciones ecológicas a largo plazo en el Parque Etnobotánico Omora, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (55° S). *Bosque (Valdivia)*, 35(3), 429-437. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002014000300018>

Contreras Soto, J. I. (2022). Evaluación de impactos del cambio climático en eventos hidrológicos extremos en la cuenca del río de Las Minas, Región de Magallanes y Antártica Chilena. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/186637>

Cubillos Santander, L., Norambuena Cleveland, R., Soto Benavides, D., Jacques Coper, M., Simon Rodgers, J., & Carmona Montenegro, M. A. (2021). *Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile*. FAO. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/33105>

Domínguez D., Erwin y Vega V., Débora (eds.) (2015) *Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes* [en línea]. Punta Arenas: Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 33. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/3576> (Consultado: 22 julio 2024).

Elcacho, J. (2022). Los fenómenos de El Niño y La Niña, alterados por el cambio climático mucho antes de lo previsto. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/natural/20221117/8610269/fenomenos-nino-nina-alterados-cambio-climatico-previsto.html>

El efecto de El Niño sobre el clima en los Andes | GRID-Arendal. (s. f.). Recuperado 22 de julio de 2024, de <https://www.grida.no/resources/12852>

ENEA Estrategias para la sostenibilidad, S.L. (2019). *Guía metodológica y herramienta de apoyo – HADAS PACT. Como gestionar la adaptación al cambio climático en los municipios*. (p. 108). Fundación Biodiversidad y OECC. [https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/guia-herramienta-hadas-pact\\_original.pdf](https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/guia-herramienta-hadas-pact_original.pdf)

EPA News, E. P. A. (2020, junio 17). #MAGALLANES Derretimiento de glaciares podría cambiar y disminuir la biodiversidad marina antártica. Epa News. <https://epanews.cl/magallanes-derretimiento-de-glaciares-podria-cambiar-y-disminuir-la-biodiversidad-marina-antartica/>

Espinoza R., J. P. (2019). Cambio climático, EL NIÑO y la salmonicultura. Una combinación peligrosa. | Anthozoa.info. <https://anthozoa.info/2019/04/17/cambio-climatico-el-nino-y-la-salmonicultura-una-combinacion-peligrosa/>

Estelle, I. H. E. (2020). Cambio climático - Escenario actual, salud e implicancias en la población chilena.

FAO. 2024. Versión resumida de El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/cd0690es>

Fernández García, C. M. (2021). Cambios del área del glaciar Grey, Parque Nacional Torres del Paine, y su estudio a través de la climatología y la dendrocronología. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/186656>

Fontes, W. (2021). Las regiones polares como sensores del cambio climático.

Gallardo Garcés, L. (2017). Ganadería Extensiva Siglo XXI: "Intervención en el hábito de alimentación del ovino en pastoreo, como adaptación al Cambio Climático". Fundación para la Innovación Agraria. <https://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/148291>

Garreaud, R. (2011). Cambio climático: Bases físicas e impactos en Chile. Revista Tierra Adentro – INIA, (93): marzo-abril, 2011. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29289>

Gobierno de Chile, C. E. para A. L. y el C. (CEPAL). (2012). La economía del cambio climático en Chile. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35372-la-economia-cambio-climatico-chile>

González, C. C., & Marshall, J. B. (s. f.). Sociedad chilena de ingeniería hidráulica VII seminario internacional de ingeniería y operación portuaria.

González-Cabán, A. (2013). Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación, y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales.

González-Reyes, Á., Aravena, J. C., Muñoz, A. A., Soto-Rogel, P., Aguilera-Betti, I., Toledo-Guerrero, I., (2017). Variabilidad de la precipitación en la ciudad de Punta Arenas, Chile, desde principios del siglo XX. Anales del Instituto de la Patagonia, 45(1), 31-44. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2017000100031>

Guarda, B., Vila, A., Guarda, B., & Vila, A. (2020). Estudio de percepción de pescadores artesanales sobre aspectos de conservación marina y áreas marinas protegidas en la región de Magallanes. Anales del Instituto de la Patagonia, 48(3), 7-21. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2020000300007>

Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon, 2021: Atlas. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. Interactive Atlas available from Available from <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>

Gutiérrez Mora, L. A. (2018). Análisis de la percepción de la población adulta de la comuna de los Ángeles respecto a los efectos del cambio climático en salud. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/3407>

Henríquez, C. (2016). Impactos, vulnerabilidades y desafíos frente al cambio climático. *Revista de geografía Norte Grande*, 63, 5-8. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022016000100001>

Hettiarachchi, H., Ardakanian, R., & United Nations University (Eds.). (2017). *Uso seguro de aguas residuales en la agricultura: Ejemplos de buenas prácticas*. United Nations University, Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES).

Ibarra, J. T., Schüttler, E., McGehee, S., & Rozzi, R. (2010). Tamaño de puesta, sitios de nidificación y éxito reproductivo del caiquén (*Chloephaga picta gmelin*, 1789) en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 38(1), 73-82. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2010000100004>

Instituto Nacional de Estadística, Estadísticas Regionales. (2017). <https://regiones.ine.cl/magallanes/estadisticas-regionales>

Instituto Nacional de Estadísticas. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2021). VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. Resultados Finales. <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario/resultados-finales/presentacion-censo>

Iturbide, M., Fernández, J., Gutiérrez, J.M., Bedia, J., Cimadevilla, E., Díez-Sierra, J., Manzanas, R., Casanueva, A., Baño-Medina, J., Milovac, J., Herrera, S., Cofiño, A.S., San Martín, D., García-Díez, M., Hauser, M., Huard, D., Yelekci, Ö. (2021) Repository supporting the implementation of FAIR principles in the IPCC-WG1 Atlas. Zenodo, DOI: 10.5281/zenodo.3691645. Available from: <https://github.com/IPCC-WG1/Atlas>

Jaksic, F. M., & Fariña, J. M. (2015). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 43(1), 23-34. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2015000100003>

Kreps, G., Martínez Pastur, G. J., & Peri, P. L. (2012). Cambio climático en Patagonia Sur: Escenarios futuros en el manejo de los recursos naturales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/130352>

Kokot, R. (2004). Erosión en la costa patagónica por cambio climático. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222004000400018&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222004000400018&script=sci_arttext&tlng=en)

La perspectiva del CAPP frente a la nueva realidad climática. (s. f.). Instituto de Asuntos Públicos. Universidad de Chile.

Labarca Oróstica, N. (2022). Análisis comparativo entre la dinámica del glaciar Stoppani (54°44'S-69°02'W), crecimiento de *Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser y registros climáticos. Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29720.88325>

Labrín, C. (2016). Utilización de un modelo de vegetación dinámico para la evaluación del impacto del cambio climático sobre el balance de carbono en cinco biomas de Chile [Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales y de Conservación de la Naturaleza]. <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Labrin%20Carla.pdf>

López, M. C. (2010). Análisis de las fluctuaciones del nivel medio del mar a lo largo de 60 años de registros en las costas de Chile.

López, M. C., & Zambrano, J. C. (2014). Cambio climático contemporáneo y una conjetura sobre la relación Antártica-Sudamérica a través del oleaje. *Revista Estudios Hemisféricos y Polares*, 5(1), Art. 1.

Mansilla, A., Ojeda, J., & Rozzi, R. (2012). Cambio climático global en el contexto de la ecorregión subantártica de Magallanes y la reserva de biósfera Cabo de Hornos. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 40(1), 69-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2012000100008>

- Marquet, P. A. (2020). Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32249>
- Martinic B., M. (2006). EL POBLAMIENTO RURAL EN MAGALLANES DURANTE EL SIGLO XX.: REALIDAD Y UTOPIA. *Magallania* (Punta Arenas), 34(1), 5-20. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442006000100001>
- Martinic Beros, M. (2002). Breve historia de Magallanes. Ediciones de la Universidad de Magallanes. <http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0053168.pdf>
- Mejías Rojas, P. V. (2022). Análisis de la variación temporal de la oferta hídrica en las cuencas de Punta Arenas y Vertientes del Atlántico bajo distintos escenarios de cambio climático (2021-2050). <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/186867>
- Mendoza, M. (2006). Los efectos del cambio climático en la agricultura chilena. *Chile Riego*, (27): 13-19, 2006. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/12971>
- Meza, F. (2017). Estimación de costos asociados a la seguridad hídrica en la agricultura como medida de adaptación al cambio climático en Chile: Un estudio en el contexto del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/41783>
- Meza, L. E. (2012). Modelo de gestión del riesgo a eventos climáticos extremos con impacto en la agricultura de la Región de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 40(1), 77-80. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2012000100009>
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. Observatorio Social. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, Casen (2022). <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2022>
- Ministerio de Obras Públicas (2022). Inventario Público de Glaciares. <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Documents/IPG2022.zip>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad. <http://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/1421>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Determinación del RIESGO de los IMPACTOS del CAMBIO CLIMÁTICO en las costas de Chile.
- Molina, J. J. C. (1983). Reflexiones geográficas acerca del clima frío oceánico del hemisferio sur, Punta Arenas (Chile). *Revista de Geografía Norte Grande*, 10, Art. 10.
- Moreira-Muñoz, A., García, J. L., & Sagredo, E. (2014). Reserva de la Biosfera Laguna San Rafael: Sitio de importancia global para la investigación del cambio climático.
- Navarro Cerrillo, R. M., Rosenfeld, M., Pérez-Aranda, J., Padrón, E., Guzmán, J. R., Hernández Clemente, R., & González, L. (2008). Evaluación de la mortalidad de bosques de ñirre (*Nothofagus antártica*) en la Patagonia chilena mediante imágenes Landsat TM y ETM+. *Bosque* (Valdivia), 29(1). <https://doi.org/10.4067/S0717-92002008000100008>
- Nieto Mariño, P. (2022). La asombrosa biodiversidad de Magallanes (Chile) que cautivó a los exploradores. *El Español*. [https://www.elespanol.com/enclave-ods/noticias/20220124/asombrosa-biodiversidad-magallanes-chile-cautivo-exploradores/644935772\\_0.html](https://www.elespanol.com/enclave-ods/noticias/20220124/asombrosa-biodiversidad-magallanes-chile-cautivo-exploradores/644935772_0.html)
- Novión Aicón, C., & Estrada Goic, C. (2011). Percepción de los efectos vivenciales del cambio climático en una muestra de habitantes urbanos australes. *Magallania* (Punta Arenas), 39(1), 93-102. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442011000100006>

ODEPA. (s. f.). Ficha nacional y regionales—Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [dataset]. Recuperado 8 de septiembre de 2023, de <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/ficha-nacional-y-regionales>

Ochoa-Sánchez, M. (2022, septiembre 2). ¿Qué será del reino de los vientos bajo el cambio climático? – Fundación Cequa. <https://www.cequa.cl/2022/09/02/que-sera-del-reino-de-los-vientos-bajo-el-cambio-climatico/>

Osear Strauch B., Centro Regional de Investigación Kampenaike (2001). Boletín INIA N° 67. Antecedentes para la producción de forrajes conservados en la región de Magallanes. Gobierno de Chile, INIA.

Paz Aedo, M., & Montecinos, T. (2011). Glaciares andinos, recursos hídricos y cambio climático: Desafíos para la justicia climática en el Cono Sur. Programa Chile Sustentable. [http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/glaciares\\_andinos\\_recursos\\_hidricos\\_y\\_cambio\\_climatico.pdf#page=23](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/glaciares_andinos_recursos_hidricos_y_cambio_climatico.pdf#page=23)

Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las Cuencas de Punta Arenas. (2021). Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas. <https://www.repositoriodirplan.cl/handle/20.500.12140/34370>

Plataforma de Pruebas de Soluciones basadas en la naturaleza—Inglés. (s. f.). Recuperado 7 de septiembre de 2023, de [https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/portals/nature-based-solutions-evidence-platform?set\\_language=esnuestros](https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/portals/nature-based-solutions-evidence-platform?set_language=esnuestros) días.  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-48222010000400014](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-48222010000400014)

Rabassa, J. (2010). El cambio climático global en la Patagonia desde el viaje de Charles Darwin hasta

Rabassa, J. Ó. (2007). El impacto del cambio climático en los glaciares patagónicos y fueguinos. *Ciencia Hoy*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/156232>

Rojas, O., Mardones, M., Arumí, J. L., & Aguayo, M. (2014). Una revisión de inundaciones fluviales en Chile, período 1574-2012: Causas, recurrencia y efectos geográficos. *Revista de geografía Norte Grande*, 57, 177-192. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022014000100012>

Romero Aravena, H., Vásquez Fuentes, A., Smith, P., & Mendonça, M. (2008). Análisis Multiescalar de los cambios climáticos y sus impactos ambientales en la patagonia chilena: Síntesis de trabajos recientes. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/118154>

Ruiz, C. H., Smith, P., Contreras, P., & Qüense, J. (2021). Variación en la intensidad de la isla de calor urbana por efecto del cambio climático en ciudades chilenas. *Geographicalia*, 73, Art. 73. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.2021735114](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2021735114)

Sáez Alveal, N. (2018). Estimación de los efectos del cambio climático en la extensión y volumen de los glaciares Grey, Tyndall y Dickson, en el período 1998-2017. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/3084>

Santibáñez Q., F. (2017). Atlas Agroclimático de Chile: Vol. Tomo 6 (INIA). <http://www.agrimed.cl/atlas/tomo6.html>

Santana, A., Butorovic, N., & Olave, C. (2009). Variación de la temperatura en Punta Arenas (Chile) EN LOS ÚLTIMOS 120 AÑOS. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 37(1), 85-96. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2009000100008>

Schuster Ubilla, S., Gómez Nome, C., Pino Calderón, A., Valenzuela Lagos, E., Rojas-Toro, D., Espinoza Oyarzún, J., & Howland, F. (2021). Informe Diagnóstico brechas de género para la adaptación al cambio climático en sectores priorizados del sector silvoagropecuario (2021) [Report]. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/116797>

Servicio Nacional de Turismo-Chile. (2018). *Plan de Acción Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Sector Turismo 2014-2018*. <https://www.sernatur.cl/wp-content/uploads/2018/10/Plan-de-Accio%CC%81n-Magallanes.pdf>

Simonetti, J. A., & Stipicic, G. J. (2016). Primer registro de Rara (*Phytotoma rara* Molina, 1782) en Isla Riesco, Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 44(2), 77-79. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2016000200008>

Sosiuk, E. (2022). Conservacionismo internacional y problemas locales: Las investigaciones sobre pingüinos en la Patagonia. *CUHSO (Temuco)*, ahead, 0-0.

Subsecretaría de Turismo, S. (2013). *Evolución de la industria turística 2008-2013. Región de Magallanes y de la Antártica Chilena*. <https://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2015/11/XII-regi%C3%B3n-de-Magallanes1.pdf>

Tecnalia Research and Innovation. (2017). Soluciones Naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco Proyecto Klimatek 2016 Guía metodológica para su identificación y mapeo. Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda Gobierno Vasco.

Torro Iturra, H. (s. f.). Campo de Hielo Sur. Relicto glaciar, barómetro del cambio climático y área de controversia limítrofe.

Ubilla-Bravo, G., & Johnson-Amorrortu, B. (2019). Cambio climático en los principales asentamientos humanos de Chile. Estado de la materia en 2019 (p. 40) [Report, Universidad de Chile]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3385153>

UNFCCC, G. (2006). MANUAL DEL SECTOR DE LA ENERGÍA. Quema de Combustibles. <https://unfccc.int/sites/default/files/7-bis-handbook-on-energy-sector-fuel-combustion.pdf>

Valiente Olivares, M., & Imbernón Vigar, D. (2018). Plan de Acción de Cambio Climático: Aves y biodiversidad para Chile. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29173>

Vilches, C. (2020). Impacto del cambio climático en el FIR Austral-Chile. Dirección Meteorológica de Chile. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/33019>

Villa Morales, J. J. (2021). Peligros a los que se exponen los turistas que visitan el continente antártico, debido al cambio climático. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/64914>

Vivanco Castillo, C., Soto Benavides, M., & Mancilla Escobar, G. (2022). Organizaciones comunitarias de servicios de agua y saneamiento en América Latina y el Caribe (Documento técnico 46; Serie Técnica del PHI-LAC, p. 183). UNESCO. [https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef\\_0000383912&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach\\_import\\_f881e4b2-e31a-484c-ad73-7f94b0519f67%3F\\_%3D383912spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000383912/PDF/383912spa.pdf#Cazalac-OCSAS.indd%3A.108233%3A1358](https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000383912&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_f881e4b2-e31a-484c-ad73-7f94b0519f67%3F_%3D383912spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000383912/PDF/383912spa.pdf#Cazalac-OCSAS.indd%3A.108233%3A1358)

Winckler, J. S., & Pantoja, G. D. C. (2019). Agua como recurso estratégico: desafíos para Chile en un escenario de cambio global. *Revista Política y Estrategia*, 134, Art. 134. <https://doi.org/10.26797/rpye.v0i134.787>

Wrinkler, J. S., & Pantoja, G. D. C. (2019). Cambio climático y desastres socio-naturales: desafío para Chile y sus fuerzas armadas. *Revista Política y Estrategia*, 133, Art. 133. <https://doi.org/10.26797/rpye.v0i133.762>



## Anexo 1: Principales problemáticas de cambio climático identificadas a partir de revisión de literatura científica

### PROBLEMÁTICAS RELACIONADAS CON VARIABLES CLIMÁTICAS

		ELEMENTOS CLIMÁTICOS			
Elementos del clima	Descripción			Referencia	
Temperaturas	Temperatura media	Aumento 0,4 °C a 1,4 °C	1960-1992	Región	(Araos et al., 2007)
	Temperatura mínima	Aumento			
	Temperatura media	Leve descenso			
	Media de las máximas	Aumento	Últimos 120 años	Punta Arenas	(Santana et al., 2009)
	Media de las mínimas	Disminución			
	Temperatura media	Aumento 2 °C	2075-2080	Región	(Gobierno de Chile, 2012)
	Temperatura media	Aumento 2 °C	2060-2100	Región	(Contreras Soto, 2022)
	Temperatura media	Aumento 0,20 °C a 1,01 °C	Últimas décadas	Antártica	(Carrasco, 2012)
Precipitaciones	Precipitación primavera y verano	Reducción significativa	1990-2014	Región	(González-Reyes et al., 2017).
	Precipitación de invierno	Aumento	1990-presente	Región	
	Precipitación anual	Disminución (25 % - 33 %)	Últimos 100 años	Fachada Pacífico	(Araos et al., 2007).
	Precipitación anual	+5 % a un +10 %	Mediados de siglo XXI	50° y 55°S	(Gobierno de Chile, 2012)
	Precipitación anual	+20 %	Finales de siglo XXI	Extremo austral Chile	
	Precipitación anual	+500 mm / año	Siglo XXI	Costa austral de Chile	Garreaud, 2011)
	Precipitación anual	+5 % a un +15 %	2050	Región	(Wrinkler & Pantoja, 2019).
Viento	Aumento velocidad	0,2 a 0,3 m/s	Tendencias recientes	40°S y 65°S	(Barria L., 2021)



## FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

Fenómenos meteorológicos	Descripción			Referencias
	Lugar	Periodo	Datos	
Inundaciones	Río Minas (Punta Arenas)	Siglo XX-XXI	Desborde del Río Minas e inundaciones por lluvias intensas	(Contreras Soto, 2022)
		2020-2060	Cuenca régimen pluvio-nival / Aumento de caudales máximos en un 40 %	
		2060-2100	Cuenca régimen pluvial / Aumento de caudales máximos en un 40 %	
	Campos de Hielo	Siglo XX	66 % de las inundaciones en verano (23 % otoño – 11 % invierno): Causa: GLOFs/ IDLOFs	(Rojas et al., 2014)
Sequías	Punta Arenas	Desde el 2000	Incremento de sequía moderada	(Contreras Soto, 2022)
		Desde el 1990	Incremento de sequía severa	
			Aumento recurrencia de sequía severa en primavera-verano	(González-Reyes et al., 2017)
Incendios forestales	Magallanes	1985-2009	Una de las regiones más afectadas por incendios forestales	
	Patagonia y Torres del Paine	Futuro	Aumento futuro por incremento de temperatura, posible déficit hídrico y un aumento de los vientos	

## PROBLEMÁTICAS POR SISTEMAS Y SECTORES

 <b>SISTEMAS FÍSICOS Y NATURALES</b>			
Sistemas o sectores	Descripción		Referencias
	Amenaza climática	Impactos y riesgos	
Glaciares	Aumento de temperatura	» Retroceso glaciar Marinelli de 787 metros / año	(Porter y Santana, 2003)
	Aumento de temperatura y disminución de precipitaciones	» Retroceso glaciares Grey, Tyndall y Dickson 10,87, 13,68 y 3,94 km <sup>2</sup> en 1998-2017	(Sáez Alveal, 2018)
	Aumento de temperaturas en la parte occidental de la Patagonia de 0,5 °C durante los últimos 40 años en invierno y en verano.	» Retroceso general y adelgazamiento, en el noroeste y suroeste del Campo de Hielo Sur » Retrocesos significantes en todos los glaciares del Parque Nacional Torres del Paine » 1.681 glaciares que cubren 3.289 km <sup>2</sup> , sufren un retroceso dramático al sur del Estrecho de Magallanes » Solo dos glaciares muestran avance	(Cárdenas & Kraus, 2012)
	Aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones	» Retroceso glaciar Stoppani 8,8 km <sup>2</sup> entre 1997-2022	(Labarca Oróstica, 2022)
		» Pérdida de reservas hídricas estratégicas con efectos negativos en el abastecimiento hídrico y actividades económicas y la alteración del balance biofísico de las cuencas y el consecuente impacto sobre los ecosistemas, la agricultura, los asentamientos humanos y el desarrollo local.	(Aedo & Montecinos, 2011)
Biodiversidad y ecosistemas	Aumento de temperatura Derretimiento hielo Disminución de Krill	» Reorganización en la distribución y abundancia de pingüinos en el Mar de Scotia	(Arntz & Gerdes, 2011)
		» Amenazas para la existencia de la fauna marina	(Spindler & Dieckmann 1994, Gradenger 1995, Thomas y Dieckmann 2003)
	Aumento de la temperatura media de las máximas y de las mínimas	» Presencia y abundancia de las aves: Rara ( <i>Phytotoma rara</i> ), pato rinconero ( <i>Heteronetta atricapilla</i> ) y la viudita ( <i>Colorhamphus parvirostris</i> ) más al sur de su hábitat de distribución.	(Simonetti & Stipicic, 2016)
	Aumento de la temperatura	» 5 especies de paseriformes observadas por primera vez en el archipiélago Diego Ramírez en 2016 y 2017 » Aumento de permanencia en la Reserva de Biósfera Cabo de Hornos de especies migratorias: chercán ( <i>Troglodytes aedon</i> ) y bandurria ( <i>Theristicus melanopis</i> ) » Elevada vulnerabilidad de distintas especies de peces en ríos y lagos patagónicos y en	(Marquet, 2020)

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

		islas magallánicas y de Tierra del Fuego (Marquet, 2020).	
	Aumento de lluvias en detrimento de nevadas Retroceso de glaciares Aumento de la carga de sedimentos, turbidez y erosión de icebergs	» Cambios en la fauna	(Arntz & Gerdes, 2011)
	Aumento de temperatura	» Pérdida de rodales de ñirre ( <i>Nothofagus antarctica</i> )	(Navarro Cerrillo et al., 2008)
	Aumento de temperatura y variación de la precipitación	» Disminución del crecimiento radial de <i>Nothofagus pumilio</i>	
	Eventos cálidos en el clima	» Mortalidad de bosques de <i>Nothofagus pumilio</i> por ataques de insectos (Ormiscodes)	(González-Reyes et al., 2017)
	Aumento de temperatura	» Colonización de lenga ( <i>Nothofagus pumilio</i> ) entre 5 a 10 m sobre el límite arbóreo en la cordillera de los Andes a los 49°S	(Srur et al. 2018)
	Cambio en la velocidad del viento, la precipitación y acumulación de agua	» Cambios en la distribución espacial de turberas y praderas en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos	(Aguirre et al., 2021)
	Aumento de temperatura Disminución de la cobertura de nieve estacional Pérdidas de hielo glaciar	» Desequilibrios en la biodiversidad y los ecosistemas subantárticos de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos	(Aguirre et al., 2021)
	Aumento de temperatura Aumento de precipitación	» Condiciones más favorables para una mayor productividad en pastizales y crecimiento de los árboles.	(Kreps et al., 2012)
<b>Océanos y ecosistemas marinos</b>	Aumento de la temperatura Aumento velocidad viento Aumento de las precipitaciones al sur de la latitud 50°S Derretimiento de glaciares Aumento de agua dulce Concentración de carbono	» Modificación de la exportación de carbono y la composición de organismos marinos como las microalgas, con su posterior transferencia a niveles tróficos superiores. » Disrupción en el ciclo de desarrollo del krill » Disminución de la biomasa con daños al ecosistema marino » Redistribución de las especies marinas hacia latitudes más altas » Disminución de la biomasa global de animales marinos » Acidificación de los océanos » Impactos sobre el crecimiento, desarrollo, la calcificación y la supervivencia de especies marinas	(Barria L., 2021)
	Aumento de temperatura Aumento del viento	» Menor recurrencia de la altura de oleaje en 2100 » Aumento del viento, de la altura significativa del periodo medio y de la dirección media en (2026-2045) en la zona austral	(Ministerio del Medio Ambiente, 2019)

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y La Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

		<ul style="list-style-type: none"> <li>» Aumento del nivel medio del mar en Puerto Williams para el futuro (+2,2 mm/año)</li> </ul>	(López, 2010)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>» Alteración de la dirección de incidencia del oleaje.</li> <li>» Desequilibrios hidrodinámicos afectando a formación de playas, erosión costera y tasas de sedimentación.</li> </ul>	(López & Zambrano, 2014)
<b>Recursos hídricos</b>	Aumento de temperatura Disminución volumen glaciar	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Afección a la estacionalidad de lagos y lagunas</li> <li>» Impactos en la biodiversidad</li> </ul>	(Ministerio del Medio Ambiente, 2014).
	Aumento de temperatura máxima Retroceso de glaciares Aumento e irregularidad precipitación en invierno Precipitaciones en forma líquida	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Impactos sobre la distribución y dinámica hidrológica</li> <li>» Variabilidad de los caudales de los ríos, especialmente en invierno</li> <li>» Impacto en los regímenes fluviométricos anuales</li> </ul>	(Romero Aravena et al., 2008)
	Aumento de precipitación (+4,24 %) Aumento de temperatura (+1,4 °C promedio) Aumento de escorrentía (+4,40 % promedio) en Punta Arenas y Vertientes del Atlántico	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Volumen de demanda insatisfecha (2021-2050) de 23,7 a 27,4 hm<sup>3</sup>/año (Río Tres Brazos y Río Pescado)</li> </ul>	(Mejías Rojas, 2022).

 <b>SISTEMAS HUMANOS</b>			
<b>Sistemas o sectores</b>	<b>Amenaza climática</b>	<b>Descripción Impactos y riesgos</b>	<b>Referencias bibliográficas</b>
<b>Turismo</b>	Aumento de temperatura Eventos extremos Aumento de precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Riesgos de infección, accidentes y radiación UV para los turistas</li> <li>» Incertidumbre sobre efectos negativos / oportunidades</li> </ul>	(Villa Morales, 2021)
<b>Salud y seguridad humanas</b>	Aumento de inundaciones y tormentas costeras	» aumento de lesiones y defunciones, los trastornos psicológicos, las enfermedades diarreicas e infecciosas (rabia y hanta virus)	(Wrinkler & Pantoja, 2019)
	Incremento de eventos hidro-meteorológicos	» Impactos psicológicos	(Estelle, 2020).
	Cambios en las variables climáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Percepción del cambio climático e impacto en la salud</li> <li>» Trastornos psicológicos</li> </ul>	(Novión Aicón & Estrada Goic, 2011)
<b>Sector agrícola y ganadero</b>	Intensificación de episodios climáticos extremos	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Deterioro de las condiciones de vida de agricultores y ganaderos, especialmente en las poblaciones más vulnerables</li> <li>» Impacto negativo en la producción agrícola y su estabilidad</li> </ul>	(L. E. Meza, 2012).
	Incremento de las precipitaciones Aumento de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Incremento en la oferta hídrica y habilitación de condiciones para el establecimiento de actividades productivas como la agricultura.</li> <li>» Incremento del riesgo de ocurrencia de desastres socio-naturales y alteraciones ecológicas</li> </ul>	(Winckler & Pantoja, 2019)
	Aumento de precipitaciones y temperatura	» Favorece la agricultura	(Mendoza, 2006)
	Incremento de temperatura Incremento de pluviometría Aumento de radiación solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Aumento en los rendimientos de praderas (20%) y crecimiento de la productividad</li> <li>» Proliferación de enfermedades provocadas por hongos y bacterias</li> <li>» Disminución del potencial productivo en plantaciones forestales</li> </ul>	(F. Meza, 2017)
	Variación de la temperatura y la precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Deterioro progresivo de las praderas</li> <li>» Baja cantidad de materia seca disponible para el pastoreo de los animales</li> </ul>	(Ministerio de Agricultura & Fundación para la Innovación Agraria, 2015)
	Aumento de la intensidad del viento	» Daños a edificaciones agropecuarias	(Schuster Ubilla et al., 2021)
<b>Pesca y acuicultura</b>	Aumento de temperatura Acidificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Efectos sobre las pesquerías bentónicas de crustáceos y moluscos y las pesquerías artesanales</li> <li>» Reducción en el tamaño de los peces</li> </ul>	(Cubillos Santander et al., 2021)

Plan de Acción Regional de Cambio Climático en Magallanes y la Antártica Chilena  
Propuesta de Anteproyecto

	Disminución de oxígeno en los océanos	» Impactos y afección a la supervivencia de en la centolla patagónica ( <i>Lithodes santolla</i> ) y cangrejo ( <i>Cancer setosus</i> )	
	Niveles elevados de CO <sub>2</sub>	» Impacto en el crecimiento gonadal y desarrollo del erizo de mar	
	Aumento de temperatura	» Estrés en los salmones	(Cubillos Santander et al., 2021)
	Cambios en la salinidad	» Incidencia en los moluscos, especialmente los bivalvos como los mejillones	
	Acidificación del océano	» Impactos negativos en el mejillón chileno	
	Aumento de temperatura	» Mayor disponibilidad de alimento para mejillones por crecimiento de microalgas » Incremento de enfermedades y parasitismo en salmones	
<b>Infraestructuras transportes terrestres y ciudades</b>	Aumento de temperatura	» Mayor conectividad en las comunicaciones terrestres	(Cañete Arratia et al., 2021)
	Aumento de la intensidad del viento	» Leve aumento en Punta Arenas, pasando de 8,23 m/s en promedio en 2017 a 8,29 m/s en 2065	(Ruiz et al., 2021)
	Aumento de temperatura	» Aumento del efecto ICU en 1,04 °C en 2065	
<b>Género</b>	Cambio climático global	» Intensificación de los problemas de género en el ámbito de la división sexual del trabajo y la concentración del poder en el sector agroganadero	(Schuster Ubilla et al., 2021)

## Anexo 2: Categorías de transversalización de género

CONCEPTOS	DEFINICIÓN	IMPACTOS SOBRE LOS RESULTADOS
<b>Género ciego</b>	La iniciativa no considera el género como un componente relevante para el resultado de su implementación	Desafía el éxito del programa y actividades locales
<b>Género Neutral</b>	La iniciativa no menciona el tema de género o aborda las consideraciones de género	Éxito del programa y actividades locales incierto
<b>Género Sensible</b>	La iniciativa reconoce el género como un tema esencial y toma en cuenta las normas, roles de género y desigualdades como parte de sus objetivos	Se pueden esperar algunos resultados efectivos, equitativos, sostenibles y justos
<b>Género Responsivo</b>	La iniciativa reconoce el género como un componente de sus resultados y productos esperados, incluye indicadores de género en su monitoreo y evaluación y presupuestos de género	Resultados efectivos, equitativos, sostenibles y justos
<b>Género Transformador</b>	La iniciativa transforma las relaciones desiguales de género para promover el control sobre los recursos, la toma de decisiones equitativas y el empoderamiento	Resultados de desarrollo positivos y transformación de relaciones de género inequitativas