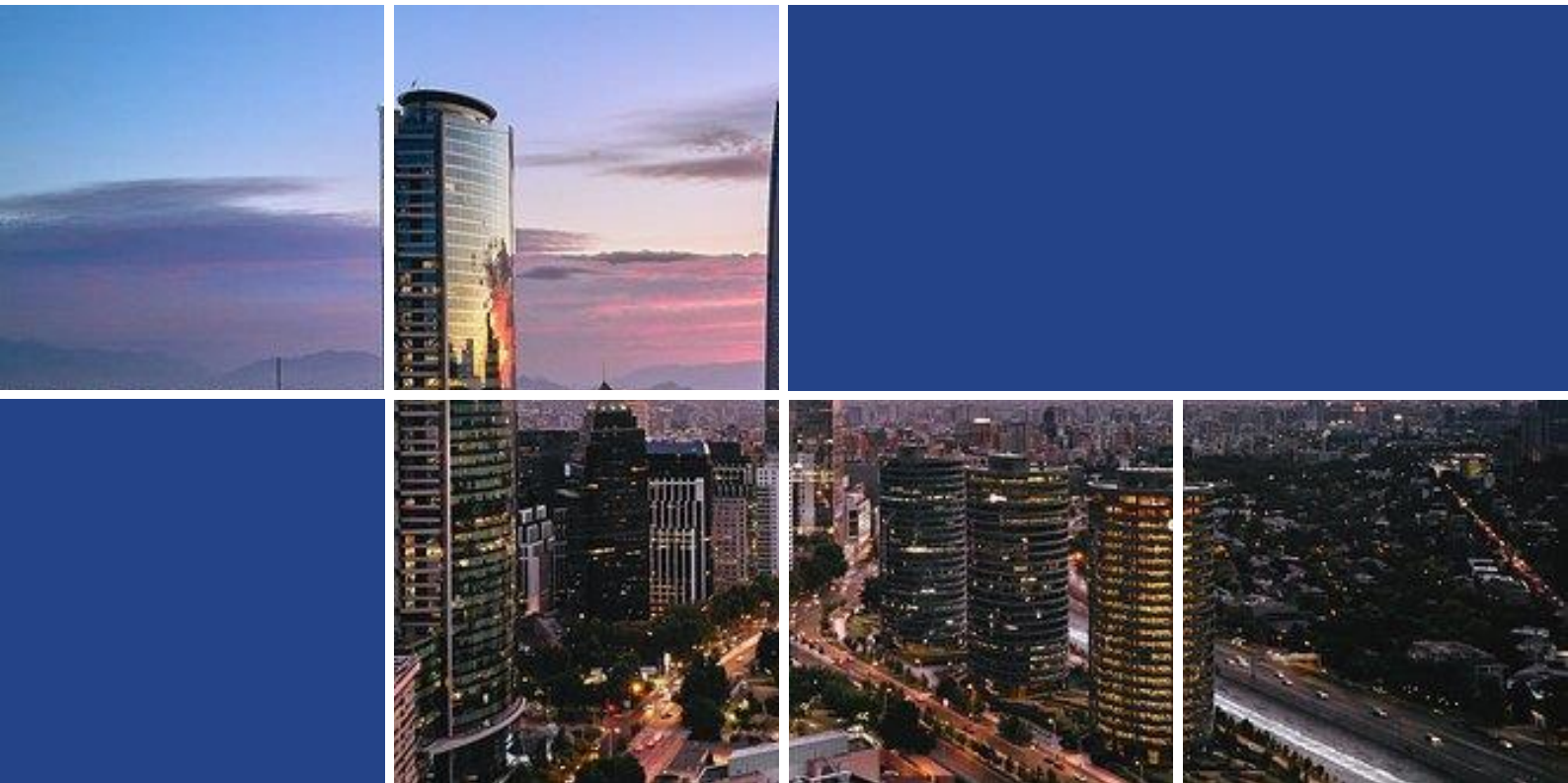


Asesoría para la formulación de los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático para la comuna Los Muermos de la Provincia de Llanquihue

Primer informe de avance – Los Muermos



Elaborado para:



Consultoría:

Asesoría para la formulación de los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático para cuatro comunas de la Provincia de Llanquihue

Cliente:

SEREMI MMA Los Lagos

Dirección: San Martín 80, 3er Piso, Edificio Gobernación Provincial, Puerto Montt

Teléfono: (56-65) 2562364

Página web: <https://mma.gob.cl/los-lagos/>

Elaborado por:

DEUMAN

Dirección: Av. Vitacura 2909, Las Condes, Santiago, Chile

Teléfono: +56 2 32247478

www.deuman.com

Dato de contacto:

Nombre: Mariana Ruiz

Correo: mruiz@deuman.com

Lugar y fecha de presentación:

Santiago, 15 de noviembre de 2024

Índice

| | |
|--|----|
| Índice..... | 2 |
| Índice de tablas..... | 4 |
| Índice de figuras | 5 |
| Siglas y acrónimos..... | 6 |
| 1. Introducción..... | 7 |
| 2. Contexto comunal de cambio climático | 8 |
| 2.1. Aspectos generales | 8 |
| 2.1.1. Caracterización física | 8 |
| 2.1.2. Caracterización demográfica..... | 11 |
| 2.1.3. Caracterización sociocultural | 12 |
| 2.1.4. Caracterización económica | 12 |
| 2.1.5. Caracterización ambiental..... | 14 |
| 2.2. Caracterización del clima | 22 |
| 2.2.1. Análisis climático histórico..... | 22 |
| 2.2.2. Variabilidad geográfica | 24 |
| 2.2.3. Zonas climáticas..... | 25 |
| 2.3. Proyecciones de cambio climático..... | 25 |
| 2.3.1. Cambio en la temperatura media anual | 25 |
| 2.3.2. Cambio de la precipitación acumulada anual..... | 27 |
| 2.3.3. Cambio de la lluvia máxima diaria anual | 29 |
| 2.3.4. Cambio en la ocurrencia de sequías | 30 |
| 2.3.5. Cambio en el viento máximo diario anual..... | 31 |
| 2.3.6. Cambio en los grados-día bajo 0°C | 32 |
| 2.3.7. Cambio en la insolación solar diaria anual | 33 |
| 2.4. Principales impactos del cambio climático..... | 34 |
| 2.4.1. Impactos en los ecosistemas | 34 |
| 2.4.2. Impactos en las comunidades y asentamientos | 35 |
| 2.4.3. Impactos en las actividades económicas..... | 36 |
| 3. Caracterización de la vulnerabilidad y riesgo climático | 39 |
| 3.1. Marco conceptual y metodológico | 39 |
| 3.2. Riesgos climáticos en las comunas | 41 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.2.1. | Cadenas de impacto ARClím | 41 |
| 3.2.2. | Nuevas cadenas de impacto..... | 43 |
| 4. | Vinculación y análisis de instrumentos | 50 |
| 4.1. | Instrumentos nacionales | 50 |
| 4.2. | Instrumentos territoriales | 54 |
| 4.2.1. | Alcance regional | 54 |
| 4.2.2. | Alcance comunal..... | 56 |
| | Referencias bibliográficas | 57 |
| | Anexos..... | 63 |
| Anexo 1. | Especies - Especímenes..... | 63 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Características demográficas de Los Muermos | 12 |
| Tabla 2. Tipos de superficie agrícola en la comuna Los Muermos | 13 |
| Tabla 3. Área del uso de suelo de la comuna Los Muermos..... | 16 |
| Tabla 4. Superficie de las cuencas, subcuencas y subsubcuencas de Los Muermos..... | 18 |
| Tabla 5. Principales acuíferos en la comuna Los Muermos | 19 |
| Tabla 6. Inventario de humedales en la comuna Los Muermos | 20 |
| Tabla 7. Área de piso vegetacional en la comuna | 21 |
| Tabla 8. Datos de la estación meteorológica analizada..... | 23 |
| Tabla 9. Proyección de temperatura media anual de la comuna Los Muermos | 26 |
| Tabla 10. Proyección trimestral de la temperatura media anual de la comuna Los Muermos..... | 27 |
| Tabla 11. Proyección de variaciones en la precipitación acumulada anual en la comuna Los Muermos | 28 |
| Tabla 12. Proyecciones de lluvia máxima diaria para la comuna Los Muermos..... | 30 |
| Tabla 13. Proyección índice de frecuencia de sequía de la comuna Los Muermos..... | 31 |
| Tabla 14. Proyección de viento máximo diario en la comuna Los Muermos | 32 |
| Tabla 15. Proyección de los grados-día bajo 0°C en la comuna Los Muermos | 33 |
| Tabla 16. Riesgos climáticos identificados para la comuna de Los Muermos..... | 41 |
| Tabla 17. Instrumentos de gestión de cambio climático publicados previo a la LMCC | 50 |
| Tabla 18. Metas o acciones de los IGCC con aplicación regional - Transversal..... | 51 |
| Tabla 19. Metas o acciones de planes y estrategias nacionales vigentes | 53 |
| Tabla 20. Acciones prioritarias de instrumentos regionales | 55 |
| Tabla 21. Plan de Desarrollo Comunal | 56 |
| Tabla 22. Acciones prioritarias del instrumento local | 56 |
| Tabla 23. Especies y especímenes de la comuna Los Muermos..... | 63 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación de la comuna Los Muermos..... | 8 |
| Figura 2. Distribución de la población de Los Muermos por género y grupo etario | 11 |
| Figura 3. Número de empresas por rubro económico..... | 14 |
| Figura 4. Mapa de uso del suelo de la comuna Los Muermos | 16 |
| Figura 5. Mapa hidrográfico de la comuna Los Muermos..... | 18 |
| Figura 6. Pisos vegetacionales de Los Muermos..... | 22 |
| Figura 7. Temperatura histórica anual – Estación Los Canelos Los Muermos | 23 |
| Figura 8. Evento de heladas – Estación Los Canelos..... | 24 |
| Figura 9. Precipitación acumulada anual – Estación Los Canelos | 24 |
| Figura 10. Cambio de la temperatura media anual | 26 |
| Figura 11. Cambio de la precipitación acumulada anual | 28 |
| Figura 12. Cambio porcentual de lluvia máxima diaria anual..... | 29 |
| Figura 13. Porcentaje de cambio en el índice de sequía | 30 |
| Figura 14. Cambio porcentual en el viento máximo diario anual..... | 32 |
| Figura 15. Cambio en grados-día bajo 0°C en la comuna Los Muermos | 33 |
| Figura 16. Cambio en la insolación solar diaria anual en la comuna Los Muermos | 34 |
| Figura 17. Mapa de suelo agrícola de Los Muermos | 37 |
| Figura 18. Conceptos clave del riesgo climático | 39 |
| Figura 19. Definición de los componentes de una cadena de impacto | 40 |
| Figura 20. Pasos claves para la construcción de una cadena de impacto viable..... | 40 |
| Figura 21. Reducción del rendimiento y la productividad agrícola y ganadera | 45 |
| Figura 22. CDI 2- Pérdida de desembarque pesquero artesanal | 46 |
| Figura 23. CDI3- Afectación al turismo de playa por incremento del nivel del mar | 47 |
| Figura 24. CDI4- Reducción de la disponibilidad hídrica para abastecimiento de comunidades..... | 49 |
| Figura 25. Instrumentos de gestión de cambio climático | 50 |

Siglas y acrónimos

| | |
|-----------------|--|
| ARClim | Atlas de Riesgo Climático |
| CONAF | Corporación Nacional Forestal |
| CASEN | Caracterización Socioeconómica Nacional |
| CIREN | Centro de Información de Recursos Naturales |
| CORFO | Cooperación de Fomento de la Producción |
| CR2 | Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia |
| DGA | Dirección General de Aguas |
| DMC | Dirección Meteorológica de Chile |
| ENADEL | Encuesta Nacional de Demanda Laboral |
| IDE | Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile |
| INIA | Instituto de Investigaciones Agropecuarias |
| IGCC | Instrumentos de Gestión de Cambio Climático |
| IPCC | Panel Intergubernamental de Cambio Climático |
| MINAGRI | Ministerio de Agricultura |
| MMA | Ministerio del Medio Ambiente |
| MOP | Ministerio de Obras Públicas |
| ODEPA | Oficina de estudios y políticas Agrarias |
| PACCC | Plan de Acción Comunal de Cambio Climático |
| PIB | Producto Interno Bruto |
| RSH | Registro Social de Hogares |
| SENAPRED | Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres |
| SII | Servicio de Impuestos Internos |
| SIMBIO | Sistema De Información Y Monitoreo De Biodiversidad |
| SIMEF | Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile |
| UNESCO | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |

1. Introducción

La Ley Marco de Cambio Climático publicada en junio de 2022, establece un marco jurídico para hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático con la finalidad de alcanzar y mantener la carbono neutralidad y la resiliencia a más tardar al año 2050. Esta establece facultades y obligaciones a cada una de las escalas territoriales, comprometiendo a los diferentes ministerios, gobiernos regionales y municipalidades de Chile a concretar acciones para dar frente al cambio climático.

Dicha Ley institucionaliza una serie de instrumentos de gestión del cambio climático (IGCC) consagrando en el artículo 12 a los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) como un instrumento de planificación que busca identificar y priorizar las acciones necesarias para enfrentar los efectos del cambio climático a escala comunal, estableciendo a las municipales como la institución encargada de su elaboración y coordinador de su implementación.

Dentro del trabajo a realizar, es primordial considerar que la comuna de Los Muermos cuenta con sus propias necesidades y desafíos al cambio climático, por lo que la elaboración del presente PACCC se aborda a través de diagnósticos que se basan en la caracterización del contexto económico, social y ambiental específico de la comuna, considerando, además, aspectos relevantes como los impactos climáticos históricos y proyectados. Lo anterior, con el fin de consolidar una adecuada línea base que facilite la identificación y priorización de aquellas medidas de adaptación y mitigación acertadas para dar frente al cambio climático en la comuna.

Conforme a los procesos, antes de iniciar formalmente el procedimiento de elaboración de estos planes, se lleva a cabo el desarrollo de contenido que implica la recopilación de información regional a partir de estudios técnicos y científicos y la construcción de un mapa de actores, los cuales son insumos esenciales para la elaboración del Anteproyecto PACCC.

En línea con lo anterior, el presente informe reúne el diagnóstico a nivel comunal de Los Muermos para la formulación de su correspondiente PACCC. El documento recopila información de fuentes secundarias de carácter oficial que dan cuenta de información de los aspectos demográficos, socioculturales, físicos y ambientales de la comuna.

2. Contexto comunal de cambio climático

2.1. Aspectos generales

2.1.1. Caracterización física

2.1.1.1. Ubicación geográfica

La comuna Los Muermos se encuentra en la provincia de Llanquihue, en la Región de Los Lagos, a una altitud de 149 m.s.n.m. Su posición geográfica, en los 41° 35' latitud sur y entre los 73° 35' y 73° 85' longitud oeste, abarca una superficie de 1.673 km² [1], equivalente al 11,25% de la provincia. Situada entre la Cordillera de la Costa y el océano Pacífico, Los Muermos está ubicada a unos 47 km al noroeste de Puerto Montt, capital regional, y a 1.055 km al suroeste de Santiago, capital nacional.

Limita al norte con la comuna de Fresia, al este con Llanquihue, Puerto Varas y Puerto Montt, al sur con Maullín y al oeste con el océano Pacífico [1]. Estas delimitaciones marcan las fronteras administrativas y geográficas de la comuna.

Figura 1. Mapa de ubicación de la comuna Los Muermos



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del IDE.

2.1.1.2. Centros poblados

El Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en su documento "Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos" elabora una clasificación del territorio en distritos urbanos, rurales o mixtos. En las áreas urbanas se reconocen zonas censales, mientras que en las áreas rurales se identifican localidades,

como aldeas y caseríos. Estos límites son trazados por el INE y enmarcados en la división político-administrativa (DPA), aunque no tienen carácter legal [2].

La comuna de Los Muermos se organiza territorialmente en varios centros poblados. El principal es la ciudad de Los Muermos, que actúa como capital comunal y centro administrativo, como se evidencia en la Figura 1. La aldea de Cañitas, al norte de la ciudad, es un área agrícola con producción de cultivos y ganadería. Los caseríos, como Los Álamos, Pueblo Hundido, Población Carrasco, Población Toledo, El Torreón, Río Frío y Cumbre Alta, son áreas rurales donde predominan actividades agrícolas, ganaderas y forestales. Estos asentamientos están conectados entre sí, formando una red rural que sostiene parte importante de la economía local, con producción de subsistencia y pequeña escala [1][2][3].

2.1.1.3. Infraestructura vial

La infraestructura vial de la comuna Los Muermos se compone de una red de caminos que conectan los distintos centros poblados, tanto urbanos como rurales. La principal vía de acceso es la Ruta V-60, vía pavimentada, que une la comuna con Puerto Montt y otras localidades cercanas, facilitando el transporte de personas y bienes. Los caminos secundarios, en su mayoría rurales y de ripio (ver Figura 1), permiten la conexión entre las ciudades de Los Muermos, la aldea Cañitas y los caseríos como Los Álamos, Pueblo Hundido, Población Toledo y Río frío. Aunque la red vial cubre gran parte del territorio, algunas áreas presentan dificultades de acceso, especialmente en temporadas de lluvias, lo que afecta la transitabilidad y el transporte de productos agrícolas [1][3].

2.1.1.4. Redes de servicios básicos

Según el Registro Social de Hogares (RSH), a diciembre de 2023, el 38,6% de los hogares en Los Muermos no cuentan con acceso a servicios básicos, lo que revela una brecha considerable en la cobertura [4].

En la comuna de Los Muermos, el acceso a los servicios básicos presenta diferencias notables entre las áreas urbanas y rurales. En cuanto al agua potable, el 47,5% de la población que reside en la zona urbana cuenta con un suministro continuo, proporcionado por la empresa ESSAL, sin mayores inconvenientes. Sin embargo, en los sectores rurales, el 70% la población carece de acceso a agua potable regulada, y los habitantes se abastecen principalmente mediante pozos norias, canales o vertientes, lo que no garantiza la calidad ni la cantidad suficiente del recurso durante todo el año. En algunos casos extremos, la variabilidad de las napas freáticas obliga a recurrir a camiones aljibe en períodos de escasez, y en invierno las redes precarias pueden congelarse. En respuesta, desde 2010 el municipio ha impulsado proyectos para construir pozos profundos y sistemas de Agua Potable Rural (APR) en sectores como Los Álamos y Estaquilla [1]. Según el “Análisis y determinación de brechas – APR Los Lagos”, la comuna cuenta con 11 soluciones de APR, 9 pertenecen al sistema estatal y 2 a sistemas colectivos particulares. Sin embargo, la solución que tiene la mayor cobertura es la de camiones aljibe, cubriendo una superficie de 281 km², el 22,5% de la comuna [5].

Respecto a la energía eléctrica, el 97% de las viviendas urbanas y el 83% de las rurales cuentan con suministro, según datos del censo de 2002. Las zonas rurales más alejadas, con un pequeño porcentaje de familias, aún dependen de generadores o velas, y tanto el municipio como el gobierno regional financian proyectos para electrificación rural. En cuanto al alcantarillado, el 88% de las viviendas

urbanas están conectadas a la red pública, mientras que en los sectores rurales el 54% de la población utiliza sistemas de alcantarillado particular y el 45% depende de pozos negros. Actualmente, se encuentran en desarrollo proyectos de infraestructura para mejorar el acceso a estos servicios en varias localidades rurales [1].

2.1.1.5. Equipamiento y servicios públicos

La comuna de Los Muermos cuenta con una tenencia y dos retenes de Carabineros. El municipio implementa desde 2011 un Programa de Seguridad Pública, enfocado en la prevención de delitos tanto urbanos como rurales, con especial atención al abigeato. Este programa se complementa con proyectos de vigilancia y alarmas comunitarias, además de la labor de la oficina SENDA-Previene en la prevención del consumo de drogas y alcohol [1].

En cuanto a salud pública, Los Muermos dispone de un CESFAM y una red de atención primaria compuesta por cinco postas y ocho estaciones médicas rurales, brindando cobertura a una población de 17.744 personas. La infraestructura del CESFAM incluye urgencias, laboratorio, rayos y diversas salas especializadas. Con una dotación de 120 profesionales, el personal está distribuido entre médicos, odontólogos, enfermeros y otros especialistas, asegurando la atención tanto en áreas urbanas como rurales [1]. Hasta datos del 2023, aproximadamente 19.600 habitantes están inscritos en Fonasa, con un alto porcentaje en los tramos A y B [6].

Según el Ministerio de Educación, la comuna de Los Muermos cuenta con un total de 26 establecimientos educacionales, de los cuales el 80,8% están ubicados en zonas rurales. Solo cinco de estos establecimientos imparten educación media, todos situados en el área urbana. En las zonas rurales, la cobertura educativa está asegurada principalmente por escuelas básicas, que facilitan el acceso a la educación para los estudiantes de sectores más alejados [7].

2.1.1.6. Tipos de viviendas y estado de conservación

La comuna de Los Muermos, con 9.032 viviendas, tiene un perfil equitativo entre el área rural y urbana, 46,8% y 53,2%, respectivamente [4]. En el Plan de Desarrollo Comunal 2021-2025, se describe que, de acuerdo con información del Censo 2002, la gran mayoría de las viviendas (97%) están construidas con materiales adecuados para el clima helado y lluvioso, con un alto porcentaje de uso de madera para el forro de las paredes y pisos de tablas, reflejando así la adaptación de las construcciones a las condiciones ambientales [1][5].

2.1.1.7. Tendencias de urbanización

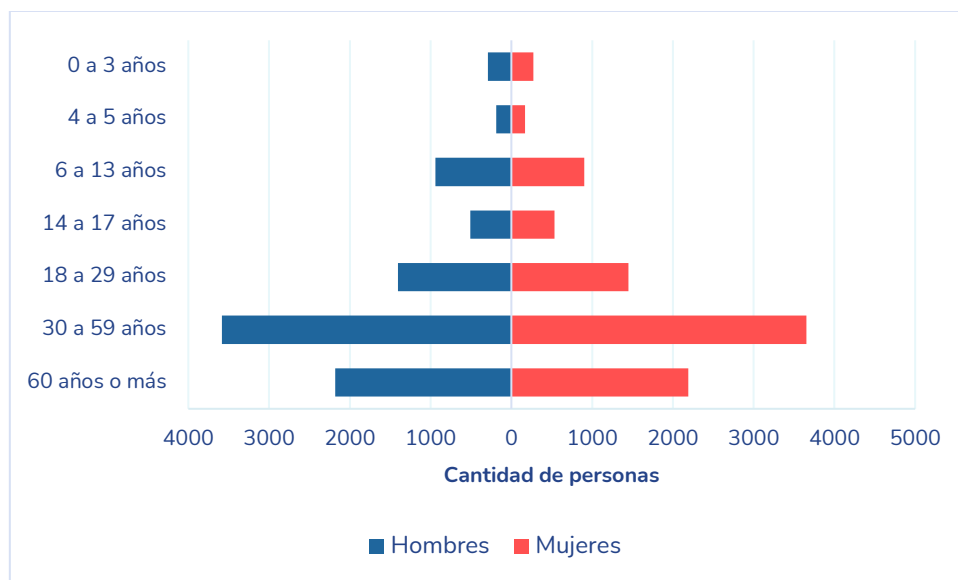
En la comuna de Los Muermos, la urbanización ha avanzado de manera moderada. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en el 2017 y el Registro Social de Hogares (RSH) en 2023, la población total comunal ha crecido, pasando de 17.068 habitantes en el censo de 2017 a 18.269 en la encuesta CASEN 2023. Este crecimiento ha sido especialmente evidente en las zonas urbanas, donde la población ha aumentado de 8.106 en 2017 a 9.673 en 2023, incrementando la proporción de residentes urbanos del 47,5% al 52,9% [9][5]. Contrariamente, la población rural disminuyó de 8.962 a 8.596, reduciendo su porcentaje del 52,5% al 47,1% durante el mismo período, lo que ha generado una mayor demanda de suelo urbano [4] Aunque la comuna siga siendo de carácter mixto, este cambio refleja una demanda creciente por espacios habitables y servicios en áreas urbanas.

2.1.2. Caracterización demográfica

Los Muermos presenta un perfil demográfico caracterizado por su diversidad etaria y socioeconómica, según datos del Registro Social de Hogares (RSH) y la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN). Presenta una población aproximada de 18.269 habitantes con una densidad de 14,66 habitantes por km². En cuanto a la composición étnica, aproximadamente el 12,26% de los habitantes se identifica como perteneciente a algún pueblo originario, mayoritariamente mapuche [4].

En términos de estructura etaria, la población infantil (0-17 años) representa el 20,8% del total, mientras que los adultos mayores (60 años y más) constituyen el 23,9%. Estos grupos son importantes para la planificación de políticas públicas, debido a sus demandas específicas en áreas como educación, salud y asistencia social. En cuanto a la composición de género, el 50,18% de la población está compuesta por mujeres y el 49,82% por hombres, reflejando una ligera predominancia femenina [4]. Esta proporción es consistente con las tendencias nacionales, donde se observa una mayor expectativa de vida en mujeres (ver Figura 2).

Figura 2. Distribución de la población de Los Muermos por género y grupo etario



Fuente: Elaboración propia en base a datos del RSH [4].

Además, según la encuesta CASEN 2022, el 11,6% de la población vive en situación de pobreza por ingresos, mientras que un 29,2% se encuentra en pobreza multidimensional. Este último indicador considera factores como educación, salud, trabajo y condiciones de la vivienda, lo que refleja que cerca de un cuarto de la población enfrenta dificultades en su calidad de vida. En este contexto, en cuanto a educación, el promedio de años de escolaridad en Los Muermos es de 9,4 años, situándose por debajo del promedio nacional (11,6 años). Este nivel educativo varía entre los diversos grupos etarios: las personas de 18 a 29 años promedian 12,9 años de escolaridad, mientras que en el grupo de 30 a 59 años baja a 9,9 años y en los mayores de 60 años es a penas de 6,3 años. Cabe resaltar que el género femenino promedia 9,6 años de escolaridad superando en 0,4 al género masculino (9,2 años). Además, una proporción de la población adulta carece de educación básica completa, con 2.398 mujeres y 2.077 hombres mayores de 18 años en esta situación [4].

A continuación, se presenta un resumen de las características poblacionales de la comuna.

Tabla 1. Características demográficas de Los Muermos

| Provincia | Comuna | Población | | Densidad poblacional (hab/km ²) | Clasificación | Población rural (%) | Población indígena (%) | Pobreza (2022) | |
|------------|-------------|-----------|------|---|---------------|---------------------|------------------------|----------------|----------------------|
| | | (hab) | (%) | | | | | Económica (%) | Multidimensional (%) |
| Llanquihue | Los Muermos | 18.269 | 4,04 | 14,66 | Mixta | 47,05 | 12,26 | 11,6 | 29,2 |

Fuente: Elaboración propia con base en la información del RSH [4].

2.1.3. Caracterización sociocultural

La caracterización sociocultural de la comuna de Los Muermos se define por una fuerte presencia de prácticas culturales tradicionales, principalmente ligadas a su entorno rural y agrícola. La identidad de la comuna se manifiesta en la realización de fiestas costumbristas, prácticas artesanales y la valorización de la música y danza folclórica. Existen siete agrupaciones culturales activas, cuyos integrantes participan en la difusión de estas expresiones a través de presentaciones en eventos comunales y regionales. A nivel artístico, la comuna cuenta con el Colegio de Difusión Artística "Los Ulmos", uno de los pocos en la región, que fomenta la cultura desde temprana edad a través de programas artísticos escolares [8].

Además, en Los Muermos se han identificado 13 agrupaciones indígenas que preservan y fomentan las tradiciones mapuches, como la vestimenta, la gastronomía y los rituales. La participación en estas actividades es significativa y abarca tanto el área urbana como rural. También se registran seis agrupaciones de artesanos, dedicados a la producción de artesanías tradicionales como tejidos, trabajos en madera y otros oficios manuales. Este panorama evidencia una diversidad cultural que se articula entre lo tradicional y lo contemporáneo [8].

2.1.4. Caracterización económica

El registro del Servicio de Impuestos Internos (SII), proporciona información clave sobre la actividad económica de las comunas a través de datos como el número de empresas, la cantidad de trabajadores, las ventas expresadas en Unidades de Fomento (UF), y la participación de la mujer en el ámbito empresarial. Estos datos permiten analizar la evolución económica y laboral de las comunas, destacando tendencias como el crecimiento empresarial, la creación de empleo, y los cambios en la composición de género en el mercado laboral, lo cual es esencial para entender la dinámica económica y social de Los Muermos [9].

La comuna de Los Muermos presenta una economía en crecimiento, sustentada en los datos recopilados entre 2012 - 2022 por el SII, en donde se evidencia el aumento de número de empresas, de 1.149 a 1.662, representando un crecimiento del 44,65%. Consecuentemente, las ventas anuales de estas empresas se incrementaron en un 81,17%, pasando de 2.375.126 UF en 2012 a 4.302.960 UF en 2022.

Según los resultados del Censo Agropecuario 2021, el total de la superficie agrícola comunal es de 31.294 ha (ver Tabla 2), de las cuales el 82,28% corresponde a praderas mejoradas, el 5,88% a forrajeras, el 5,63% a leguminosas y tubérculos, el 5,63% a cereales y el 0,41% a frutales [10]. Entre la superficie frutal por especie plantada en la comuna, se tiene principalmente el arándano americano, el maqui y la frambuesa.

Con respecto a la cobertura forestal la comuna de Los Muermos registra 1.414 ha de bosque nativo, conformado principalmente por *Eucalyptus globulus* (1.248 ha) y *Eucalyptus nitens* (128 ha).

Tabla 2. Tipos de superficie agrícola en la comuna Los Muermos

| Tipo de superficie agrícola | Hectáreas (ha) | Porcentaje (%) |
|--|-------------------|----------------|
| Praderas mejoradas | 25.749 | 82,28% |
| Forrajas | 1.841 | 5,88% |
| Leguminosas y tubérculos | 1.763 | 5,63% |
| Cereales | 1.636 | 5,23% |
| Cultivos industriales | 134 | 0,43% |
| Frutales | 127,304 | 0,41% |
| Hortalizas, hongos, aromáticas, medicinales y condimentarias | 43 | 0,14% |
| Vides para vinificación y uvas pisqueras | 2,25 | 0,01% |
| Flores de corte | 0,1 | <0,01% |
| Semilleros | 0 | - |
| Viveros y césped alfombra | 0 | - |
| Total | 31.294,027 | 100% |

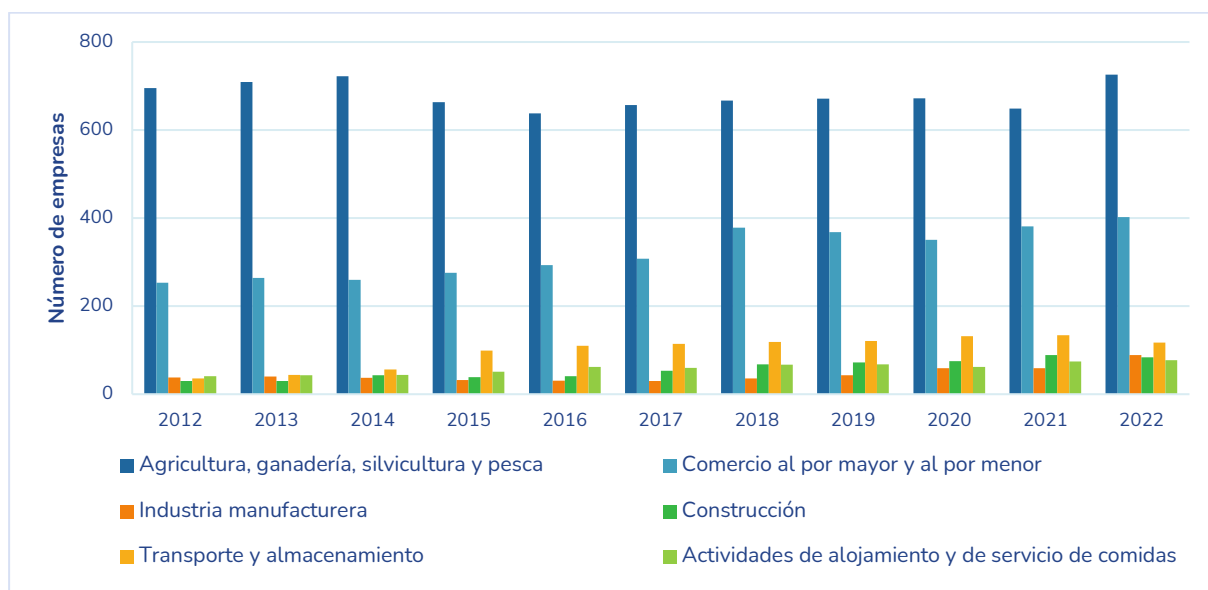
Fuente: Elaboración propia, basada en datos del INE [10].

En cuanto al empleo, el número de trabajadores dependientes en Los Muermos también mostró un notable crecimiento. En 2012, la comuna contaba con 1.606 trabajadores, cifra que ascendió a 2.468 en 2022, reflejando un aumento del 53,67%. Este crecimiento ha estado acompañado por una mayor participación femenina en el mercado laboral, donde la proporción de mujeres trabajadoras pasó de 36,73% en 2012 a 41,57% en 2022 [9], lo que es indicativo no solo de su situación laboral, sino también de aspectos como el ejercicio de derechos, empoderamiento económico, autonomía, superación de la pobreza, entre otros [11].

La ganadería y la agricultura se encuentran entre las actividades más relevantes para la economía de Los Muermos, así lo evidencian el gran número de empresas existentes en este rubro como se observa en la Figura 3. Al respecto, la cría de ganado bovino para la producción de leche y carne, así como en el cultivo de papa son dos actividades importantes en la comuna. Cabe destacar que en 2023 la comuna aportó el 3,16% de la recepción de leche a nivel nacional, con un total de 68 millones de litros, y contó con 205 productores lecheros que representaron el 10,43% del total del país. En segundo lugar, se encuentran otros sectores como el comercio al por mayor y al por menor, cuyo número de empresas ha crecido de manera consistente en los últimos años. Otras actividades como la industria manufacturera y las actividades de alojamiento y servicios de comidas han tenido un crecimiento menos acelerado, considerando al número de empresas como indicador [9].

Desde 2017, se consolidó la caleta Estaquilla en la comuna, la cual fue dotada de infraestructura que facilita a cerca de 500 pescadores las labores de desembarque de más de un millón de unidades de locos por temporada, así como el desembarque de luga negra [12].

Figura 3. Número de empresas por rubro económico



Fuente: Elaboración propia, basada en datos del SII [9].

En cuanto a las actividades turísticas, estas se encuentran ligadas al paisaje y a la cultura ancestral heredada de los primeros habitantes huilliches y cuncos quienes se dedicaban a la pesca y la agricultura. Entre los principales puntos turísticos se encuentran la Caleta Estaquilla, conocida por la pesca del loco y sus paisajes costeros, así también el Centro Cultural Municipal, un espacio moderno para eventos culturales. Además, Los Muermos es un punto de partida para rutas turísticas hacia Huar Huar y Llico Bajo, playas con majestuosos paisajes naturales, dunas y ríos [13].

2.1.5. Caracterización ambiental

2.1.5.1. Geografía

Los Muermos presenta una geografía diversa, con tres unidades geomorfológicas principales que le otorgan un paisaje variado. La primera es la Cordillera de la Costa, que alcanza una altura de aproximadamente 200 metros y está compuesta por rocas metamórficas y sedimentos marinos y continentales. Esta cordillera se ve interrumpida por un valle fluvial en la ladera del río Maullín. La segunda unidad es la Depresión Intermedia, caracterizada por suaves lomajes y planicies onduladas, formadas por sedimentos de origen glacio-fluvial que le otorgan una topografía moderada, con alturas no superiores a los 350 metros sobre el nivel del mar. La tercera unidad es la Planicie Litoral, una extensa franja costera que se extiende a lo largo de 60 kilómetros, situada al borde del río Maullín, y conectada al sur con el llano central en la región de Llanquihue y Puerto Montt [14].

El clima templado cálido lluvioso, con influencia mediterránea y precipitaciones que superan los 1.500 mm anuales, junto con la geología del lugar, permite la existencia de suelos fértiles y una alta biodiversidad. Los paisajes combinan áreas agrícolas, praderas, bosques nativos, y planicies costeras, en su mayoría moldeadas por la sedimentación glacial del Pleistoceno. Esta diversidad geomorfológica favorece tanto la actividad agropecuaria como el desarrollo turístico, con atractivos naturales como los ríos navegables y humedales ricos en flora y fauna [14].

2.1.5.2. Tipos y usos del suelo

La comuna de Los Muermos presenta una diversidad en la composición y usos del suelo, influenciada por factores geológicos, climáticos y las prácticas productivas locales. Los suelos en esta comuna reflejan las características propias de la Región de Los Lagos, donde el origen volcánico ha dado lugar a suelos de alta fertilidad natural, con algunas variaciones en su calidad y uso potencial.

De acuerdo con el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (SIMEF) los suelos de Los Muermos tienden a ser más pesados y arcillosos, lo que los hace menos permeables y más susceptibles a encharcamientos. Estos suelos, clasificados principalmente en la categoría VII, representan un 43% de los suelos de la comuna, los cuales son más aptos para pastizales y actividades forestales, dada su menor idoneidad para cultivos agrícolas intensivos. Sin embargo, el 33% de la superficie corresponden a suelos de clase IV-VI, los que incluyen suelos de uso agrícola y ganadero, pero con ciertas restricciones en su intensidad de uso físico-ambiental. En la comuna predominan los suelos de clases III y VII. Los suelos de clase III se encuentran hacia la depresión central desde el centro hacia el oriente de la comuna, es en esta área donde predomina la actividad agropecuaria, mientras que los suelos de clase VII se sitúan principalmente hacia la costa en los sectores donde la cobertura vegetal es de tipo arbóreo y predominan los bosques nativos [15].

Además, esta comuna presenta una predominancia de suelos ñadis, caracterizados por la presencia de un duripán de óxidos de hierro a poca profundidad, lo que genera suelos poco profundos, de drenaje impedido y alta acidez. Estos son suelos derivados de cenizas volcánicas, de topografía extremadamente plana, moderados a delgados en profundidad. Estas texturas en la superficie van de franco arenosa fina, predominando las texturas franco-limosas, de estructura granular a bloques subangulares finos y muy débiles, con gran cantidad de materia orgánica y raíces. Estos factores limitan el uso agrícola y condicionan el desarrollo urbano, ya que son áreas propensas a la saturación hídrica y requieren un manejo especializado [16].

En cuanto a los usos del suelo, se observan varias categorías principales:

- a. **Bosques:** Estas áreas están compuestas por especies nativas, así como por plantaciones forestales, y cumplen un rol importante tanto en términos de conservación de la biodiversidad como en la provisión de recursos madereros. Además, los bosques ayudan a mitigar los efectos del cambio climático, al actuar como sumideros de carbono y proteger el suelo de la erosión.
- b. **Terrenos agrícolas:** Predominan en las áreas con suelos de clase III, donde las condiciones de drenaje y fertilidad permiten la producción de cultivos como papas y forraje para la ganadería. Estas zonas también son aprovechadas para actividades de agricultura intensiva.
- c. **Praderas y matorrales:** Comunes en áreas donde los suelos son menos fértiles o presentan limitaciones para la agricultura, especialmente en sectores con suelos ñadis o en suelos de clase VI y VII. Estas zonas se destinan principalmente a la ganadería extensiva y a actividades forestales.

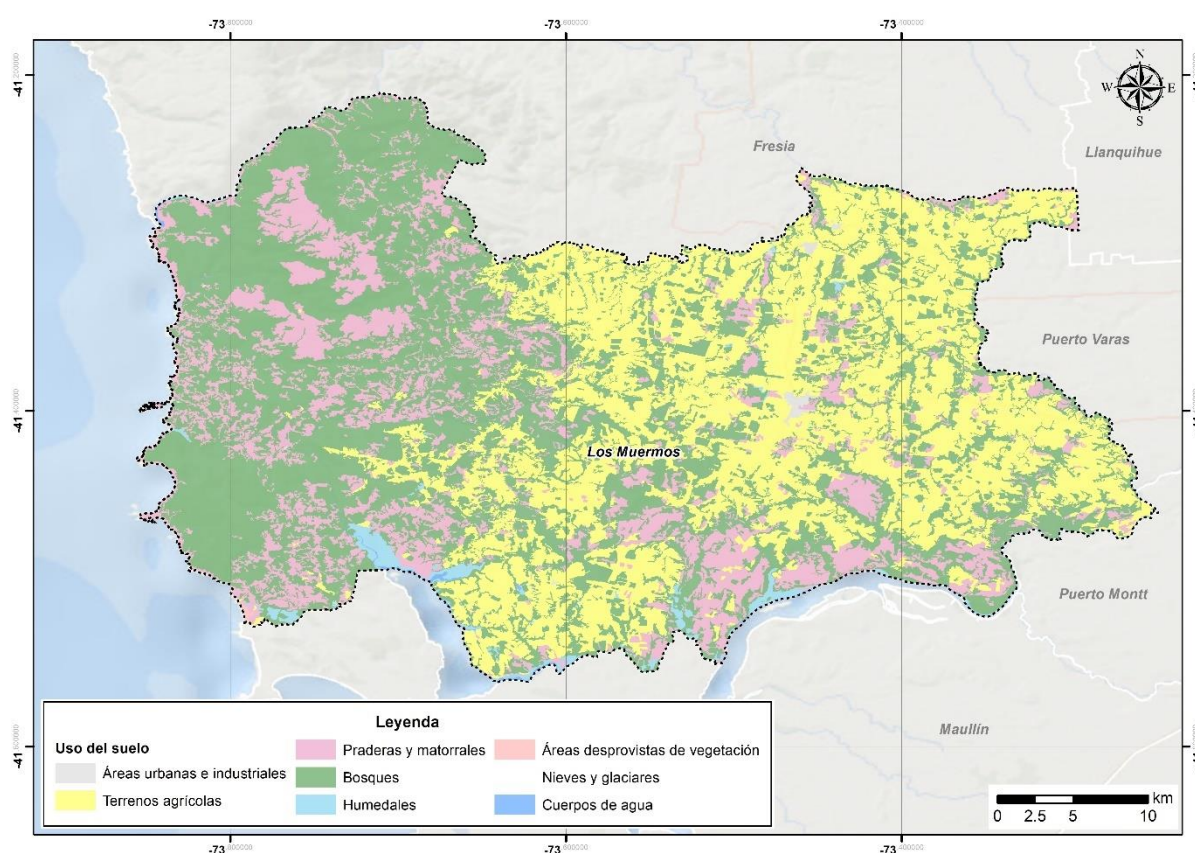
La distribución porcentual de los usos del suelo en Los Muermos está detallada en la Tabla 3; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, y su representación gráfica se muestra en la Figura 4.

Tabla 3. Área del uso de suelo de la comuna Los Muermos

| | ha | % |
|----------------------------------|------------------|-------------|
| Áreas urbanas e industriales | 250,3 | 0,20 |
| Terrenos agrícolas | 42.339,4 | 34,57 |
| Praderas y matorrales | 21.928,3 | 17,90 |
| Bosques | 55.564,7 | 45,36 |
| Humedales | 1.451,2 | 1,18 |
| Áreas desprovistas de vegetación | 129,4 | 0,11 |
| Nieves y glaciares (ha) | 0,0 | 0,0 |
| Cuerpos de agua (ha) | 820,8 | 0,68 |
| Total | 122.484,1 | 100% |

Fuente: Elaboración propia en base a datos del CONAF [17].

Figura 4. Mapa de uso del suelo de la comuna Los Muermos



Fuente: Elaboración propia a partir del IDE Minagri [17].

2.1.5.3. Sistema hídrico local

La comuna de Los Muermos está situada dentro de un entorno hidrográfico caracterizado por una diversidad de cursos de agua que influyen tanto los ecosistemas naturales como las actividades productivas de la comuna. Su sistema hídrico está compuesto por ríos y esteros que se distribuyen en varias subcuencas menores que desembocan en el Océano Pacífico o contribuyen a cuencas vecinas (ver Figura 5).

Uno de los principales cuerpos de agua en la comuna es el río Llico, que forma parte de la subcuenca "Costas entre el río Bueno y el río Maullín". Este río es esencial para las actividades productivas locales,

especialmente en sectores dedicados a la agricultura y ganadería, dado que provee recursos hídricos para el riego y el abastecimiento. El río Quenuir, otro de los cuerpos de agua destacados, fluye hacia el sur y tiene un curso que se extiende a través de llanuras costeras, serpenteando y formando humedales que juegan un rol crucial en la regulación hídrica y en la conservación de la biodiversidad [18][19].

Adicionalmente, el río Negro, aunque no es tan extenso como los anteriores, es relevante dentro del sistema hídrico de la comuna, drenando una parte significativa del territorio y contribuyendo con agua dulce a la cuenca del río Maullín, que se encuentra al este de Los Muermos [18]. Los esteros y afluentes menores, como el estero de la Máquina y el río Palihue, complementan este sistema hídrico, conformando una red de cursos de agua interconectados que mantienen el equilibrio ecológico de la comuna.

El sistema hídrico de Los Muermos no solo abastece las actividades humanas, sino que también mantiene una importante función ambiental, sustentando humedales, bosques ribereños y otras áreas críticas para la flora y fauna locales.

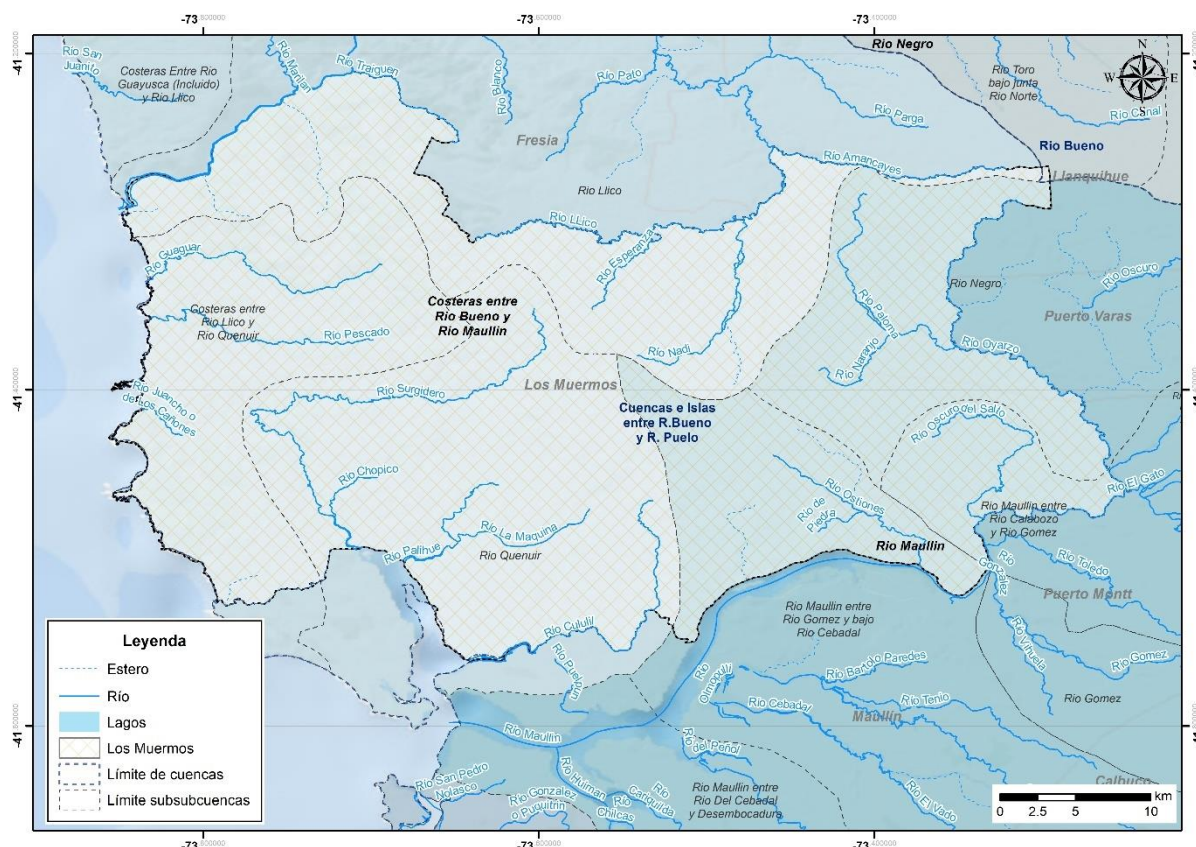
A. Cuencas hidrográficas

La comuna de Los Muermos se distribuye principalmente en tres subsubcuencas: río Llico, Costas entre el río Llico y el río Quenuir, y río Quenuir, las cuales pertenecen a la cuenca "Cuencas e Islas entre el río Bueno y el río Puelo". La subsubcuenca del río Llico abarca una superficie de 26.514,71 hectáreas, representando el 25,84% de la superficie total de la comuna. Por su parte, la subsubcuenca de las Costas entre el río Llico y el río Quenuir tiene una superficie similar, de 26.555,98 hectáreas, representando el 25,88% [20].

El río Quenuir, una de las principales corrientes de la comuna, abarca una superficie aún mayor dentro de su subcuenca, con 34.651,19 hectáreas, lo que representa el 33,77% [20]. Este sistema fluvial presenta importantes características geomorfológicas, como la formación de meandros en zonas costeras que generan extensos humedales. Estos humedales actúan como reguladores de los caudales, especialmente en periodos de lluvias intensas o sequías.

Por último, el río Negro también está presente en la comuna, aunque ocupa una superficie menor, con 17.083,56 hectáreas, representando el 14,47% de la subcuenca. Este río es un afluente clave dentro del sistema hídrico local, contribuyendo al equilibrio hídrico y al mantenimiento de los ecosistemas asociados.

Figura 5. Mapa hidrográfico de la comuna Los Muermos



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del BCN [21] y de la DGA [22].

En la Figura 5 se muestra la representación gráfica de las principales subcuencas y subsubcuencas en las cuales se asienta la comuna de Los Muermos, así también en la Tabla 4

Tabla 4; Error! No se encuentra el origen de la referencia. se sintetiza el porcentaje de influencia de cada elemento del sistema hídrico local.

Tabla 4. Superficie de las cuencas, subcuencas y subsubcuencas de Los Muermos

| Cuenca | Subcuenca | Subsubcuenca | Superficie subsubcuenca (ha) | Porcentaje | Superficie subcuenca (ha) | Superficie cuenca (ha) |
|---|--|--|------------------------------|------------|---------------------------|------------------------|
| Río Bueno | Río Negro | Río Toro bajo junta Río Norte | 38,26 | 0,04% | 38,26 | 38,26 |
| Cuerpos e Islas entre R. Bueno y R. Puelo | Costeras entre Río Bueno y Río Maullín | Río Llico | 26.514,71 | 25,84% | 85.481,29 | 85.481,29 |
| | | Costeras entre Río Llico y Río Quenuir | 26.555,98 | 25,88% | | |
| | | Río Quenuir | 34.651,19 | 33,77% | | |
| | Río Maullín | Río Negro | 17.083,56 | 14,47% | 17.083,56 | 17.083,56 |

Fuente: Elaboración propia, basada en datos del SIMBIO [20].

B. Acuíferos

En la comuna de Los Muermos, los acuíferos subterráneos proporcionan fuentes para el abastecimiento de agua, tanto para consumo humano como para actividades productivas. Los principales acuíferos

presentes en la comuna son: el Acuífero Río Maullín y el Acuífero Llico, los cuales tienen diferentes características en cuanto a su extensión, recarga y calidad de agua [23].

Tabla 5. Principales acuíferos en la comuna Los Muermos

| Acuífero río Maullín | Acuífero Llico |
|--|--|
| Conectado al río Maullín, con un flujo constante entre aguas superficiales y subterráneas. | Formación subterránea que almacena agua en capas permeables, alimentado principalmente por infiltración de aguas superficiales de ríos como el río Llico y sus afluentes |
| Abarca una extensión de aproximadamente 415,60 km². | Aproximadamente 807,26 km². |
| Alta recarga por lluvias y conectividad fluvial. | Recarga precipitaciones locales e infiltración, así como de la conexión con esteros y humedales cercanos. |

Fuente: Elaboración propia en base a la DGA [23].

El acuífero del río Maullín se encuentra en zonas con abundantes recursos hídricos superficiales, lo que facilita la recarga mediante infiltración profunda. Sin embargo, estudios recientes han estimado una disminución del 30% en la recarga de estos acuíferos, atribuida a la reducción del caudal de los ríos [19].

Por otro lado, el acuífero Llico también depende en gran medida de la recarga superficial, especialmente a través de la infiltración del agua del río homónimo y ríos menores. Aunque este acuífero es vital para el suministro de agua en las áreas circundantes, su capacidad de recarga se ha visto afectada por el aumento de la urbanización y los cambios en los patrones de precipitación. En consecuencia, la gestión eficiente de estos recursos es esencial para asegurar su disponibilidad futura [19].

C. Humedales

Según el Inventario Nacional de Humedales, en la comuna de Los Muermos existe una pequeña proporción de humedales que juegan un papel importante en la regulación hídrica y la preservación de la biodiversidad [20].

Los humedales que existen en la comuna son:

- **Humedal Desembocadura Río Huiman:** Con una extensión de 1.046,21 hectáreas, este humedal ribereño y permanente asociado al río Huiman regula el caudal del río y la filtración de nutrientes. Su ubicación a lo largo del río contribuye a la conservación de especies acuáticas y la protección de aves migratorias que dependen de estos ecosistemas para su alimentación y reproducción.
- **Humedal Estero Coipo 1:** Este humedal palustre, con un área de 69,57 hectáreas, es una zona emergente permanente que mantiene una constante presencia de agua. Está vinculado al estero Coipo, proporcionando hábitat a una gran diversidad de flora y fauna, además de contribuir al control de inundaciones.
- **Humedal Estero Coipo 2:** Este humedal de menor tamaño, con 14,65 hectáreas, cumple funciones similares al anterior, actuando como un área de almacenamiento de agua y apoyo a la biodiversidad. La permanencia de sus aguas promueve la conservación de especies dependientes de ambientes húmedos.[20]

Tabla 6. Inventario de humedales en la comuna Los Muermos

| Orden 1 | Orden 2 | Orden 3 | Orden 4 | Orden 5 | Humedal | Área (ha) |
|----------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------------|----------------|
| Continenciales | Ribereños | Permanentes | Río | Río | Des. Río Huiman | 1.046,21 |
| | Palustres | Emergentes | Permanentes | Permanentes | Estero Coipo 1 | 69,57 |
| | | | | | | Estero Coipo 2 |

Fuente: Elaboración propia en base a SIMBIO [20].

2.1.5.4. Recursos ecológicos y naturales

La comuna de Los Muermos cuenta con una variedad de recursos ecológicos y naturales, esenciales para la conservación de la biodiversidad como para el equilibrio ambiental. Entre estos recursos se destacan áreas protegidas, diversidad de flora y fauna local, incluyendo especies endémicas, y la presencia de humedales, los cuales resultan de gran importancia para los ecosistemas locales, como es descrito por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) [24].

A. Áreas Protegidas

El **Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín** es un complejo sistema de humedales que abarcan una variedad de ambientes naturales como planicies mareales, marismas, ríos, estuarios, praderas inundables, pajonales, lagunas, hualves y turberas. Estos ecosistemas proporcionan hábitat para una gran cantidad de especies, destacando la presencia de al menos 152 especies de aves, de las cuales 98 son acuáticas y 17 migratorias.

Este sistema de humedales, que se extiende desde el lago Llanquihue hasta su desembocadura en el océano Pacífico, alberga ecosistemas que van desde aguas oligotróficas hasta eutróficas. En sus riberas se encuentran asociaciones vegetales endémicas y en sus aguas habitan especies como peces y moluscos. Entre la fauna destacan el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) y el huillín (*Lontra provocax*), especie en peligro de extinción.

Su importancia radica en ser un corredor biológico hídrico, permitiendo la reproducción de especies acuáticas. Además, conserva hualves en buen estado, ecosistemas esenciales que proporcionan servicios ecosistémicos, como la regulación de inundaciones y el sustento de la biodiversidad [25].

B. Flora

La vegetación de Los Muermos está compuesta por una mezcla de especies nativas que conforman el bosque templado siempreverde, distribuidas principalmente en la depresión intermedia, la precordillera y la cordillera costera. Este tipo de bosque cubre 34.3945,5 hectáreas, dominadas por especies como el coigue (*Nothofagus dombeyi*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), tino (*Weinmannia trichosperma*), y olivillo (*Aextoxicon punctatum*). También se encuentra el bosque tipo roble-raulí-coigue y áreas con presencia de alerce (*Fitzroya cupressoides*), especie clasificada como en peligro. Además, hay plantaciones de eucaliptos y pinos en terrenos de reforestación, las cuales abarcan unas 280 hectáreas [1][20].

C. Fauna

La fauna de Los Muermos incluye diversas especies de aves acuáticas y terrestres, como el cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) y la garza cuca (*Ardea cocoi*). Entre las aves en peligro se destaca el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*). También habitan mamíferos como el lobo marino común (*Otaria byronia*), y el puma en sectores cordilleranos. El ecosistema es vital para anfibios y

reptiles, como la rana de ceja (*Batrachyla taeniata*), casi amenazada debido a la pérdida de hábitat [1][20].

En el Anexo 1 se presenta un listado de las especies ecosistémicas que habitan en la comuna de Los Muermos. Este anexo incluye tanto especies de flora como de fauna, los cuales han sido extraídos de la plataforma SIMBIO y corroborados con la plataforma GBIF [20][26].

2.1.5.5. Biosfera local

A. Ecosistemas terrestres

La comuna de Los Muermos se caracteriza por contar con tres pisos vegetacionales de acuerdo con la clasificación de Luebert y Pliscoff (2017), bosque caducifolio templado, bosque laurifolio templado interior y bosque siempreverde templado interior (ver Tabla 7).

Tabla 7. Área de piso vegetacional en la comuna

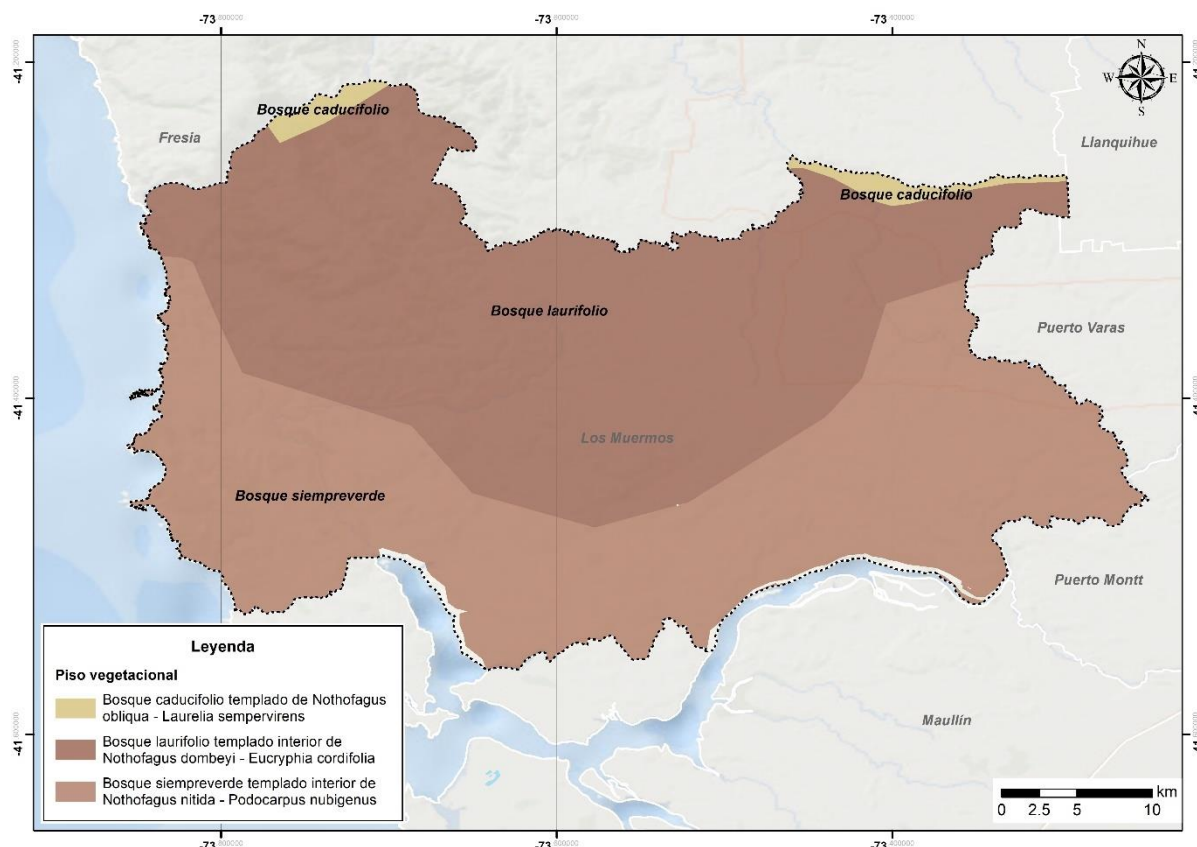
| | Los Muermos (ha) | Porcentaje |
|---------------------------------------|------------------|------------|
| Bosque laurifolio templado interior | 34.976,59 | 54,43% |
| Bosque caducifolio templado | 1.161,85 | 1,81% |
| Bosque siempreverde templado interior | 28.124,58 | 43,76% |

Fuente: Elaboración propia, basada en datos del SIMBIO [20].

Por otro lado, el **bosque siempreverde templado interior** está dominado por coihue (*Nothofagus nítida*) y mañío macho (*Podocarpus nubigena*). Este bosque se desarrolla en zonas frías de laderas altas y cumbres cordilleranas, con especies asociadas como canelo (*Drimys winteri*) y mañío hembra (*Saxegothaea conspicua*). En áreas más frías, se encuentran bosquetes de ñire (*Nothofagus antártica*), mientras que en las zonas litorales se desarrolla una franja vegetacional angosta con hebe de hojas de sauce (*Hebe salicifolia*) y chaura (*Pernettya mucronata*). El bosque siempreverde se distribuye en planos inundados de ñadis y laderas altas de la Región de los Lagos, y se encuentra en formaciones vegetacionales del Bosque laurifolio y Bosque siempreverde, asociado al piso bioclimático mesotemplado hiperhúmedo [27].

El **bosque caducifolio templado** es una formación boscosa extensa y diversa, dominada principalmente por roble pellín (*Nothofagus obliqua*). Este tipo de bosque se encuentra en áreas con precipitaciones regulares, lo que permite una rica variedad de especies, incluyendo árboles laurifolios como laurel chileno (*Laurelia sempervirens*) y olivillo (*Aextoxicon punctatum*), y una notable presencia de epífitas como copihue (*Lapageria rosea*). En ciertas áreas, también es común la presencia de coihue (*Nothofagus dombeyi*). La vegetación asociada incluye bosques pantanosos y matorrales higrófilos. Sin embargo, gran parte de estos bosques ha sido alterada significativamente, en particular debido a actividades agrícolas y la conversión a praderas. La regeneración natural del roble pellín generalmente requiere perturbaciones que permitan la entrada de luz, mientras que los árboles laurifolios regeneran bajo el dosel del bosque. Este tipo de bosque se distribuye en sectores planos y piedemontes de la depresión intermedia de las regiones de La Araucanía y Los Lagos, bajo la influencia de climas húmedos oceánicos e hiperoceánicos [27].

Figura 6. Pisos vegetacionales de Los Muermos



Fuente: Elaboración propia, a partir de información del IDE.

2.2. Caracterización del clima

La comuna de Los Muermos presenta un clima templado lluvioso con influencia mediterránea, según la Clasificación Climática de Köppen, descrito como “Cfsb” [28]. Este tipo de clima se caracteriza por la presencia de lluvias significativas durante todo el año, con una disminución de las precipitaciones en los meses de verano, pero sin llegar a formar una estación seca. Las precipitaciones anuales varían entre 1.800 y 2.500 mm, mientras que las temperaturas medias anuales oscilan entre los 9°C y 12°C, presentando una amplitud térmica que fluctúa entre los 5°C y 8°C.

En el llano central, las temperaturas medias, mínimas y máximas fluctúan entre 4°C a 11°C, con períodos libre de heladas de alrededor de 100 días. Las precipitaciones presentan promedios anuales de 2.000 mm. En las zonas más elevadas, como hacia la Cordillera de la Costa, el clima es más húmedo, con precipitaciones que alcanzan los 2.600 mm anuales y una temperatura promedio de 11°C. A pesar de la alta pluviometría, estas áreas presentan un periodo seco más prolongado que puede durar de tres a cuatro meses [29].

2.2.1. Análisis climático histórico

El análisis climático histórico de la comuna de Los Muermos se basa en datos recopilados de la estación agrometeorológica Los Canelos administrada por el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA). Estos registros proporcionan una visión detallada de las tendencias climáticas en términos de temperatura, eventos de heladas y precipitación acumulada anual en la comuna [30].

Tabla 8. Datos de la estación meteorológica analizada

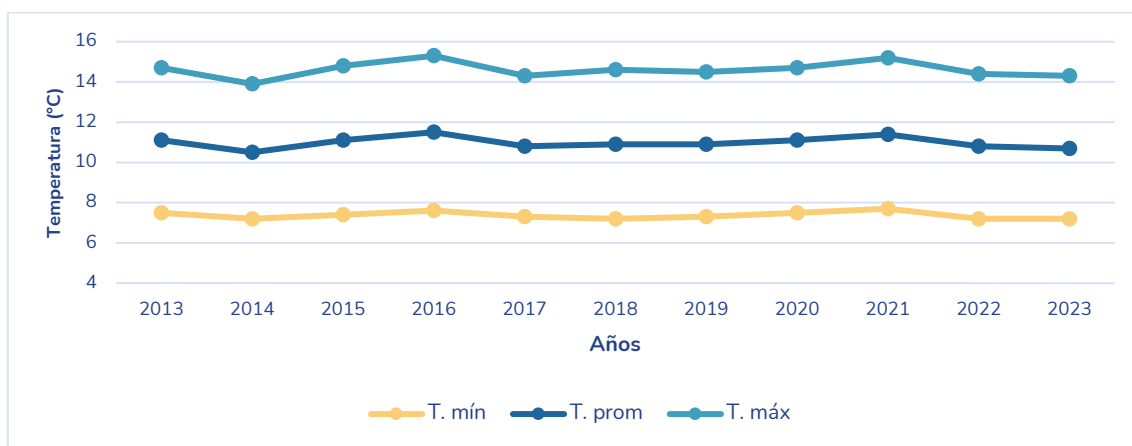
| Estación | Comuna | Latitud | Longitud | Altitud | Rango de datos |
|-------------|-------------|---------|----------|--------------|----------------|
| Los Canelos | Los Muermos | -41,48 | -73,47 | 105 m.s.n.m. | 2013-2024 |

Fuente: Elaboración propia, basada en datos del INIA [31].

2.2.1.1. Temperatura

Los registros de la estación Los Canelos muestran que las temperaturas promedio, máximas y mínimas se han mantenido en general estables en el periodo analizado. La temperatura máxima anual ha oscilado entre los 15°C y 16°C, mientras que la temperatura promedio se ha mantenido entre los 10°C y 11°C. Por otro lado, la temperatura mínima ha fluctuado ligeramente, con valores cercanos a los 5°C y 4°C en los últimos años (Figura 7). La estabilidad de las temperaturas en la comuna sugiere una moderación en los extremos térmicos, en parte debido a la influencia costera de la comuna.

Figura 7. Temperatura histórica anual - Estación Los Canelos Los Muermos



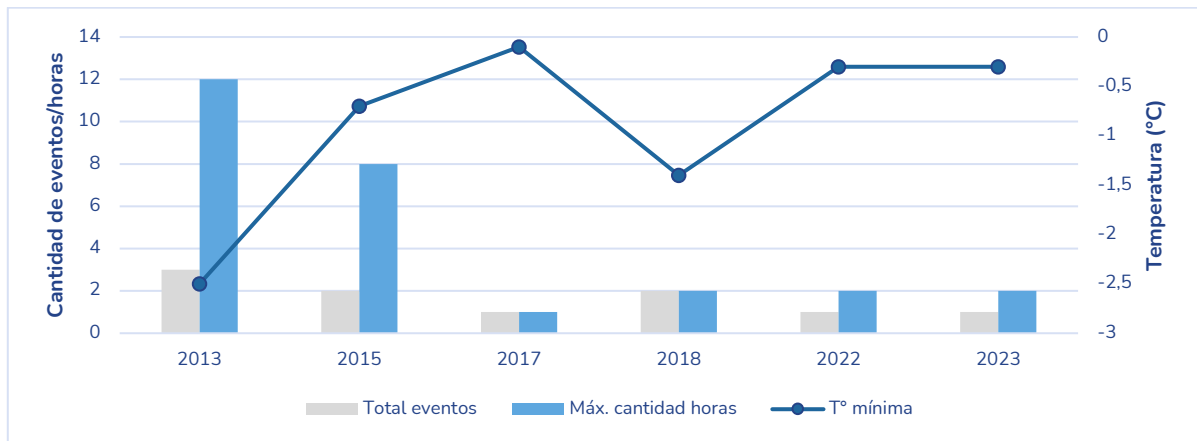
| | |
|------------------------|----------------|
| Año de referencia | 2013 - 2023 |
| Promedio anual | 10°C |
| Tendencia | -0,4°C/ década |
| Tendencia máxima anual | -0,4°C/ década |
| Tendencia mínima anual | -0,3°C/ década |

Fuente: Elaboración propia, basada en datos del INIA [30].

2.2.1.2. Evento de heladas

El análisis de los eventos de heladas revela una variabilidad a lo largo de los años. Se observa una disminución en la cantidad de eventos durante el 2017 y 2023 y no se registraron heladas en 2014, 2016 y 2019. Además, la cantidad de horas con temperaturas bajo 0°C también ha mostrado variaciones, con picos notables en los años 2013 y 2017 (Figura 8). En general, se aprecia una disminución sostenida en la ocurrencia de heladas a lo largo del tiempo.

Figura 8. Evento de heladas – Estación Los Canelos

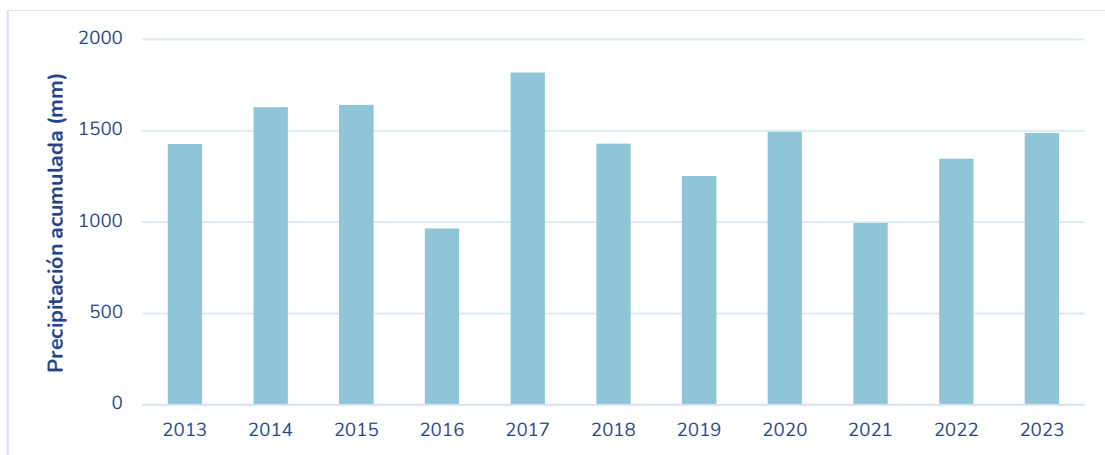


Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del INIA [30].

2.2.1.3. Precipitación acumulada anual

La precipitación acumulada anual ha mostrado una tendencia general de disminución (ver Figura 9). En 2016 y 2021, se registraron los valores más bajos, ambos cercanos a los 850 mm, mientras que en 2017 se presentó un máximo de 1800 mm. Esta variabilidad en la precipitación influye en la ocurrencia de fenómenos climáticos que impactan la disponibilidad de agua en la comuna.

Figura 9. Precipitación acumulada anual – Estación Los Canelos



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del INIA [30].

En Los Muermos, donde la actividad agrícola y ganadera es significativa, la reducción de las precipitaciones complica la producción, con posibles efectos en la calidad de los suelos debido a la menor capacidad de retención de agua y la sequía prolongada.

2.2.2. Variabilidad geográfica

La comuna de Maullín presenta una variabilidad geográfica, que influye en su clima, ecosistemas y actividades económicas. Esta comuna se extiende desde áreas costeras cercanas al océano Pacífico hasta zonas más interiores, donde la topografía varía entre valles, planicies y sectores de la Cordillera de la Costa. La proximidad al océano Pacífico es uno de los factores que regula las condiciones climáticas, moderando las temperaturas y generando un clima templado lluvioso con influencia

mediterránea. Los vientos costeros y las corrientes oceánicas frías reducen la amplitud térmica en las zonas más cercanas a la costa, mientras que las zonas más alejadas y elevadas experimentan un clima más continental [14].

La Cordillera de la Costa también juega un papel importante en la distribución de las precipitaciones en Los Muermos, actuando como una barrera orográfica que favorece abundantes lluvias, especialmente en las áreas cercanas al litoral. La mayor parte de las precipitaciones se concentra durante los meses de otoño e invierno, alcanzando máximos entre mayo y agosto. No obstante, las zonas más interiores de la comuna, las precipitaciones son menores debido al efecto de sombra de lluvia causado por la cordillera [18][29]. Los suelos planos de la depresión intermedia favorecen la actividad agrícola, aunque también son susceptibles a inundaciones en los periodos de lluvias intensas [14].

2.2.3. Zonas climáticas

La comuna de Los Muermos presenta un clima templado lluvioso, influenciado por su ubicación geográfica y su proximidad al océano Pacífico, lo que genera una alta humedad y temperaturas moderadas. Los inviernos son fríos y muy lluviosos, mientras que los veranos, aunque más cálidos, no presentan temperaturas extremas, debido a la influencia del mar [29].

En las zonas más cercanas a la costa, se experimenta una menor variabilidad térmica anual debido a la moderación que aporta el océano. Las temperaturas en estas áreas son más estables y la humedad relativa es elevada durante todo el año, favoreciendo a las actividades agrícolas. Las precipitaciones son abundantes, concentrándose principalmente en los meses de otoño e invierno, coincidiendo con la llegada de los sistemas frontales del Pacífico [14].

En cuanto a las áreas más alejadas del litoral, el clima de Los Muermos muestra mayores fluctuaciones térmicas, especialmente durante el invierno, cuando es probable la ocurrencia de heladas. Sin embargo, las precipitaciones siguen siendo altas debido a la influencia de la cordillera de la Costa, que, aunque actúa como una barrera frente a algunos sistemas climáticos, permite la entrada de frentes lluviosos desde el océano. Las áreas más interiores también pueden experimentar veranos ligeramente más cálidos en comparación a las zonas costeras [14].

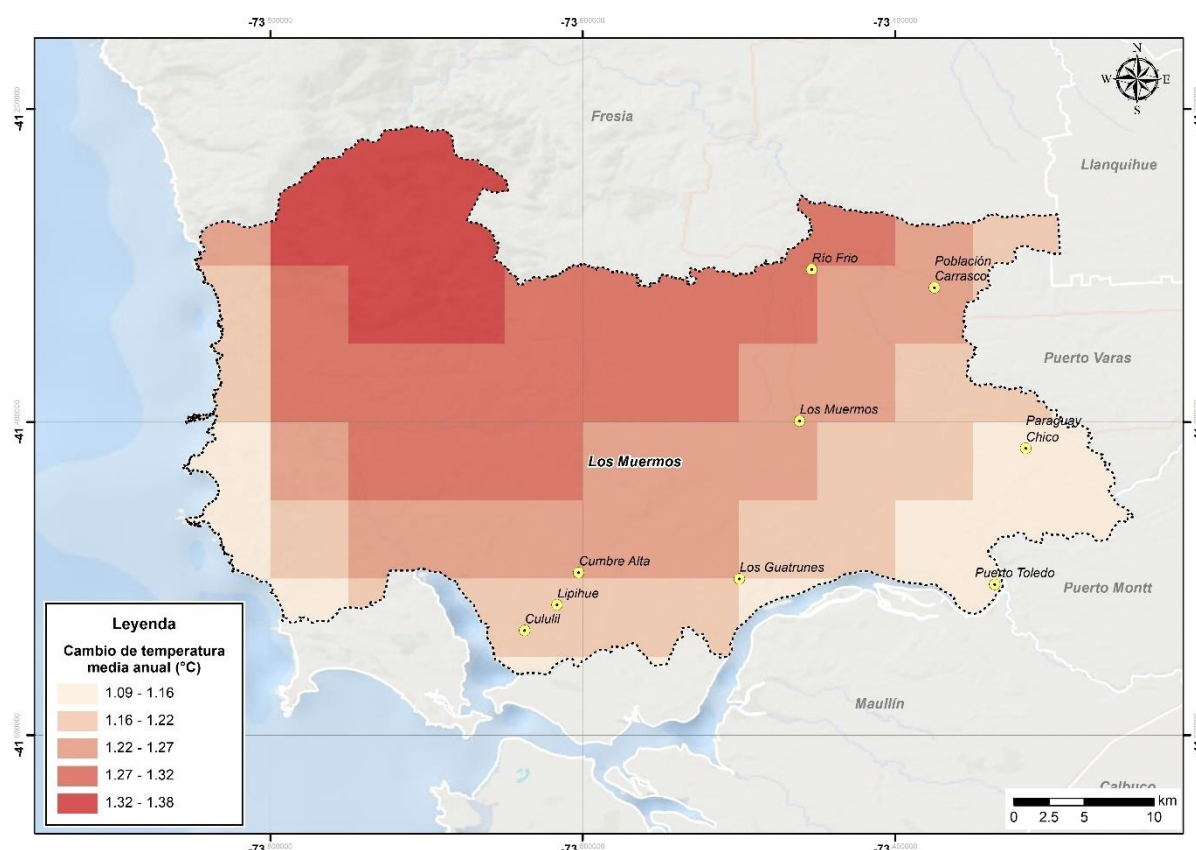
2.3. Proyecciones de cambio climático

A continuación, se muestra el cambio proyectado en los principales indicadores de amenazas climáticas, basado en la comparación entre el promedio de simulaciones climáticas para un periodo futuro cercano (2035-2065) bajo un escenario de altas emisiones de gases de efecto invernadero (RCP 8.5), y el periodo histórico reciente (1980-2010). Estas proyecciones fueron obtenidas del Explorador de Amenazas Climáticas, parte de la Plataforma de Riesgos Climáticos (ARClím) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2020) [32].

2.3.1. Cambio en la temperatura media anual

Se proyecta que la temperatura media anual a nivel comunal aumentará en +1,25°C alcanzando hasta 1,37°C en las zonas del norte de la comuna, las cuales evidencian los aumentos más significativos. En contraste, las zonas oeste y este registrarían los cambios más estables, con menores variaciones en la temperatura.

Figura 10. Cambio de la temperatura media anual



Fuente: Elaboración propia a partir del Explorador de Amenazas Climáticas de ARCLim [32].

A. Cambio anual de la comuna Los Muermos

Se proyecta un incremento promedio de 1,25°C en la temperatura media anual. Se proyecta un mayor aumento de la temperatura en la zona noroeste, con un rango de incremento entre 1,34°C a 1,37°C, mientras que los valores mínimos de incremento se registran en las localidades Puerto Toledo y Paraguay Chico, con un rango de variación entre los 1,10°C a 1,14°C. La Tabla 9 muestra el valor de la temperatura media anual presente y futura de la comuna de Los Muermos.

Tabla 9. Proyección de temperatura media anual de la comuna Los Muermos

| Comuna | Presente (C°) | Futuro (C°) | Cambio (C°) |
|-------------|---------------|-------------|-------------|
| Los Muermos | 10,8032 | 12,0545 | +1,2513 |

Fuente: Explorador de amenazas climáticas de ARCLim [32].

B. Cambio de temperatura media trimestral

El análisis de la temperatura media trimestral en la comuna de Los Muermos revela que los mayores incrementos se concentrarían en los meses de diciembre, enero y febrero, correspondientes al verano, cuando las precipitaciones disminuyen significativamente. Durante este periodo, las temperaturas aumentarían en 1,41°C. En el trimestre de marzo a mayo, el incremento sería de aproximadamente 1,26°C, mostrando una disminución en comparación con el verano debido a la transición al otoño que trae consigo temperaturas más bajas. En invierno, correspondiente al tercer trimestre, el aumento sería de 1,13°C. Finalmente, en el último trimestre, asociado con la primavera, se registra el incremento más moderado, con 1,05°C.

Tabla 10. Proyección trimestral de la temperatura media anual de la comuna Los Muermos

| Comuna | Trimestre | Presente (C°) | Futuro (C°) | Cambio (C°) |
|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| Los Muermos | Dic-Ene-Feb | 14,4674 | 15,8920 | 1,4133 |
| | Mar-Abr-May | 11,1609 | 12,4326 | 1,2560 |
| | Jun-Jul-Ago | 7,3865 | 8,4922 | 1,1341 |
| | Sep-Oct-Nov | 10,2532 | 11,3195 | 1,0529 |

Fuente: Explorador de amenazas climáticas de ARClím [28].

C. Temperaturas medias de las máximas diarias anuales

Se proyecta un aumento de 1,19°C en la temperatura de la comuna de Los Muermos. Este incremento es consistente con los cambios observados en la temperatura media anual.

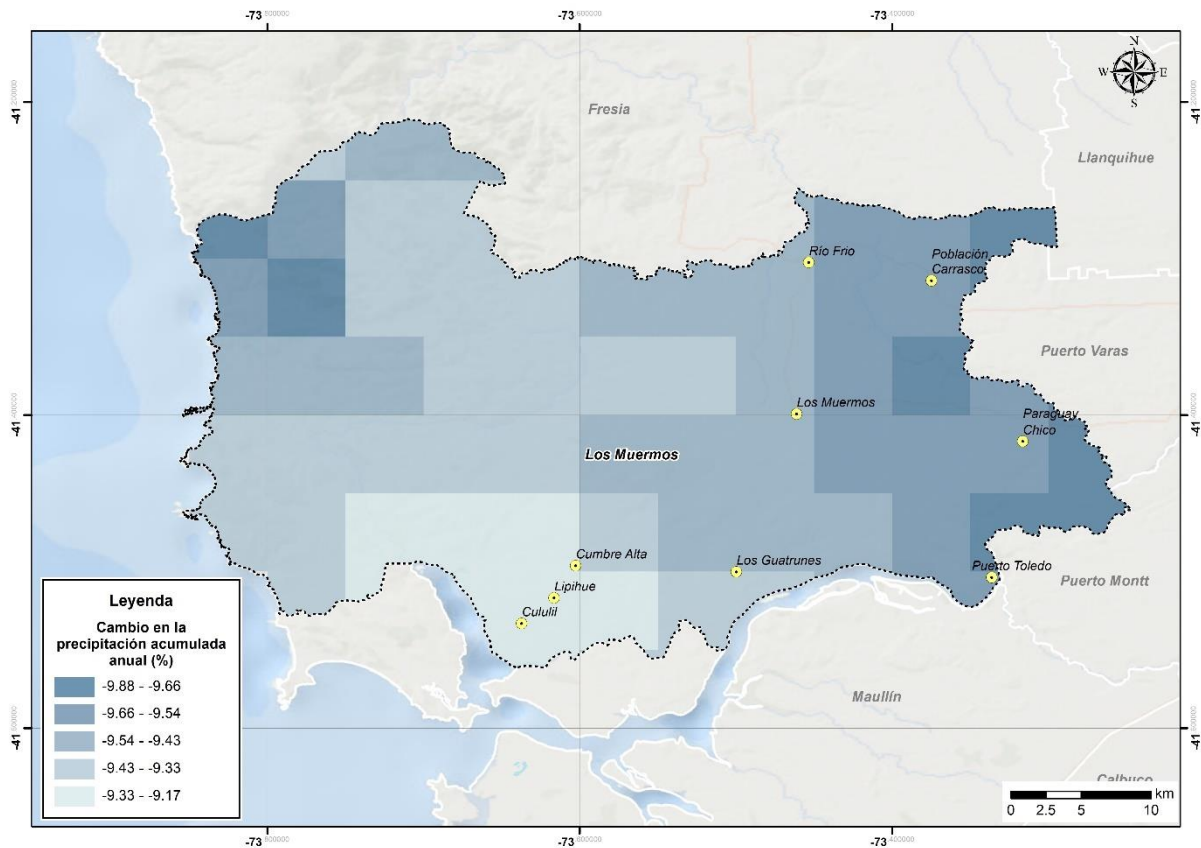
D. Temperaturas medias de las mínimas diarias anuales

Las proyecciones hacia el futuro muestran un escenario en el que las temperaturas en la comuna de Los Muermos aumentarían en promedio 1,27°C, siendo este incremento mayor que la del promedio de la temperatura máxima diaria. Este aumento, sin embargo, no sería uniforme en todas las localidades. Las temperaturas de las localidades en el norte tendrían incrementos moderados, con un rango de 1,35°C a 1,38°C, mientras que el aumento de las temperaturas de las localidades al sur, son más ligeras, con un rango de 1,22°C a 1,28°C.

2.3.2. Cambio de la precipitación acumulada anual

A lo largo de la comuna de Los Muermos, se proyecta una tendencia general de disminución de las precipitaciones, con un promedio de -9,47%. Esta disminución es más pronunciada en las zonas ubicadas al este, mientras que hacia el suroeste la reducción es algo menor. La Figura 11 muestra esa disminución.

Figura 11. Cambio de la precipitación acumulada anual



Fuente: Elaboración propia a partir del Explorador de Amenazas Climáticas de ARClím [32].

A. Cambio anual en la comuna Los Muermos

La información presentada en esta sección fue obtenida a través del análisis de las estadísticas proporcionadas por ARClím, con el objetivo de comprender detalladamente el cambio en la acumulación de precipitación en la comuna Los Muermos. A continuación, se Tabla 11 presenta un resumen de los datos principales de las proyecciones de precipitación de la comuna.

Las proyecciones indican una disminución general de las precipitaciones de la comuna Los Muermos, con un promedio que pasará de 1.500,39 mm en la actualidad a 1.358,28 mm en el escenario proyectado. En cuanto a las localidades, las que experimentan las mayores reducciones son las ubicadas al este (Puerto Toledo, Paraguay Chico y Puerto Toledo) y las menores reducciones, las ubicadas al sur (Cululil, Lipihue y Cumbre Alta).

Tabla 11. Proyección de variaciones en la precipitación acumulada anual en la comuna Los Muermos

| Comuna | Presente (%) | Futuro (%) | Cambio (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|
| Los Muermos | 1.500,3916 | 1.358,2883 | -9,4711 |

Fuente: Explorador de amenazas climáticas de ARClím [32].

B. Cambio trimestral de precipitación

En el escenario proyectado, la precipitación anual muestra una notable sensibilidad a la estación climática, lo que se refleja en el valor máximo registrado en la comuna Los Muermos durante el verano,

específicamente en los meses de diciembre, enero y febrero, donde se presentó un cambio significativo de hasta -19,51%, un valor que dista cuando se compara con el promedio anual. De manera similar, en el otoño, durante los meses de marzo, abril y mayo, se experimenta una reducción de -12,33%.

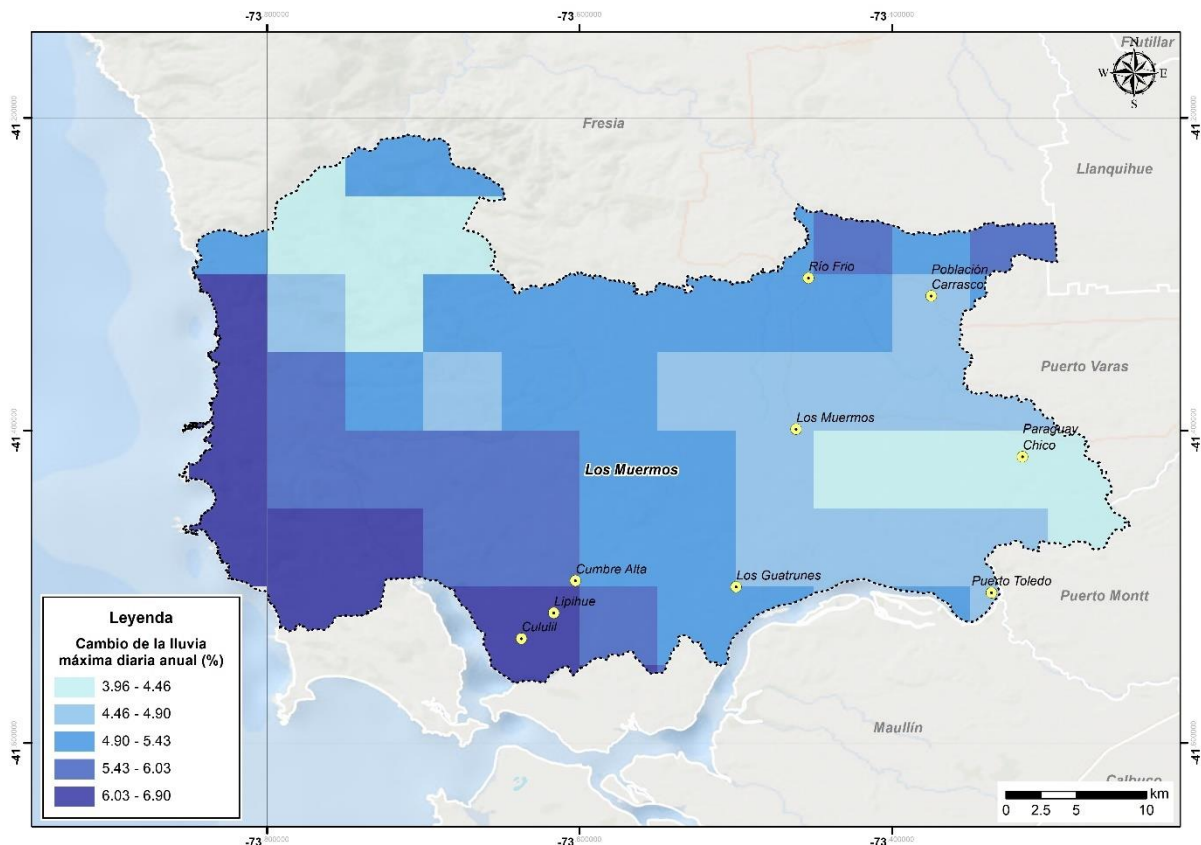
En contraste, durante la primavera e invierno, la disminución de precipitaciones se mantiene más cercana al promedio anual, con valores máximos de -11,05% y -4,33%, respectivamente.

2.3.3. Cambio de la lluvia máxima diaria anual

Según las proyecciones climáticas, el porcentaje de cambio entre el escenario pasado y el futuro para la lluvia máxima diaria para la comuna de Llanquihue es 5,22%, indicando un incremento en las precipitaciones máximas diarias en comparación con el escenario actual. Los mayores cambios en la precipitación máxima diaria se observan en las localidades de la parte sur de la comuna (Cululil, Lipihue, Cumbre Alta) y el menor en la localidad Paraguay Chico.

Al analizar la variable de precipitación máxima diaria, se observa un porcentaje de cambio similar al de la lluvia máxima diaria para la comuna de Llanquihue, evidenciando un incremento de 5,36%. Cabe destacar que, aunque la precipitación incluye los milímetros acumulados por nevadas, la tendencia similar en las lluvias y precipitaciones en esta comuna sugiere una mayor probabilidad de crecientes súbitas, deslizamientos e inundaciones.

Figura 12. Cambio porcentual de lluvia máxima diaria anual



Fuente: Elaboración propia a partir del Explorador de Amenazas Climáticas de ARClm [32].

A. Cambio anual en la comuna Los Muermos

En la **Tabla 12** se muestra que el comportamiento de la lluvia máxima diaria presenta una tendencia homogénea a la precipitación máxima diaria anual a lo largo de la comuna, con algunos cambios que, en su mayoría, son leves.

Tabla 12. Proyecciones de lluvia máxima diaria para la comuna Los Muermos

| Comuna | Presente (%) | Futuro (%) | Cambio (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|
| Los Muermos | 40,6781 | 42,8001 | 5,2166 |

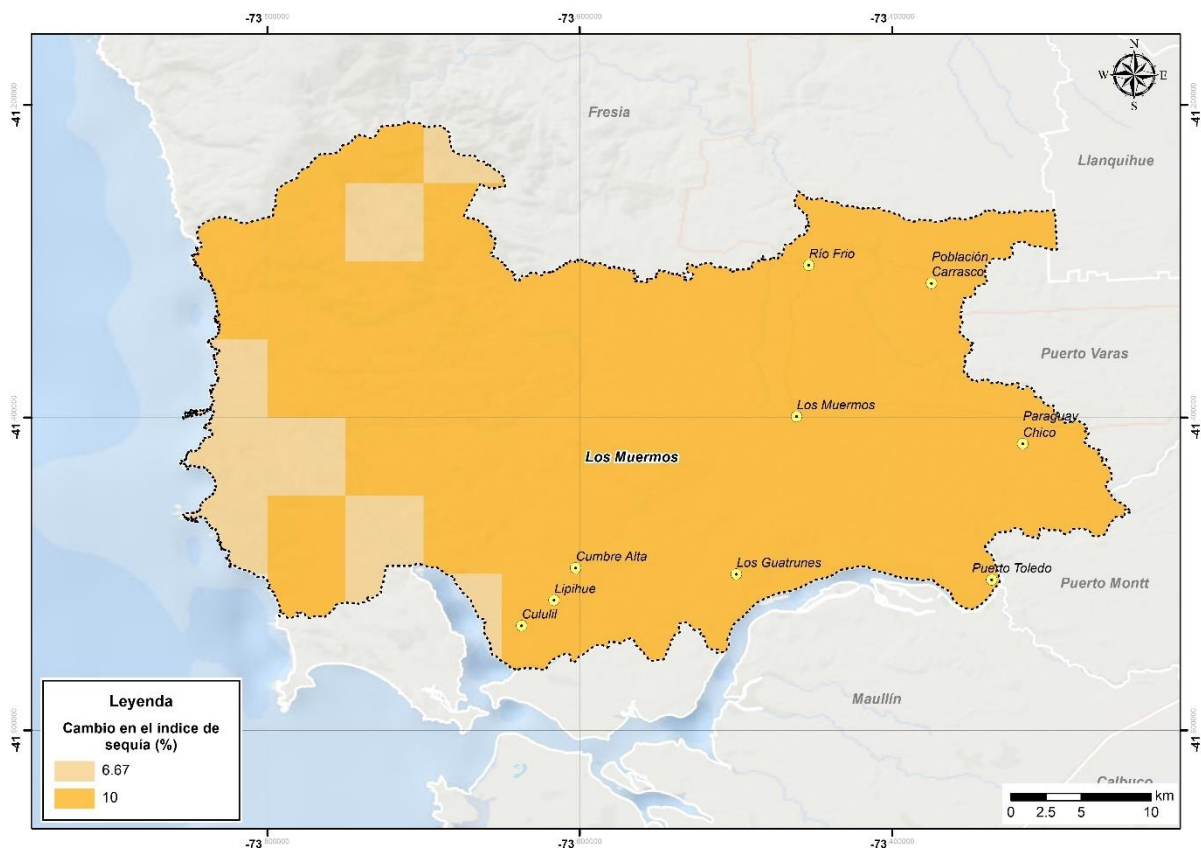
Fuente: Explorador de Amenazas Climáticas de ARCLim [32].

2.3.4. Cambio en la ocurrencia de sequías

A nivel comunal, se proyecta un incremento en la frecuencia de sequías, con un aumento promedio del 9,63%. La sequía se define como “la frecuencia de periodos en que la precipitación acumulada es menor al 75% del promedio de la precipitación acumulada en el periodo de referencia (1980 a 2010)”. Esto implica que, entre 2035 y 2065, habrá un 9,63% más de episodios en los que la precipitación anual acumulada será inferior al 75% del promedio histórico.

Comprender la frecuencia de sequías es crucial para evaluar el riesgo asociado y establecer medidas para mitigar sus impactos. Con esta información, se pueden implementar acciones como la capacitación en el uso eficiente del agua, la prevención ante la escasez y la elaboración de planes de contingencia.

Figura 13. Porcentaje de cambio en el índice de sequía



Fuente: Elaboración propia a partir del Explorador de Amenazas Climáticas de ARCLim [32].

A. Cambio anual en la comuna Los Muermos

En la Tabla 13 se presenta el comportamiento del índice de sequía y su cambio estimado para el período 2035-2065 a nivel comunal, donde se observa un aumento promedio del 9,63%.

Tabla 13. Proyección índice de frecuencia de sequía de la comuna Los Muermos

| Comuna | Presente (%) | Futuro (%) | Cambio (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|
| Los Muermos | 0,2469 | 10,3086 | 9,6296 |

Fuente: Explorador de Amenazas Climáticas de ARClím [32].

B. Cambio trimestral

El análisis trimestral en la comuna Los Muermos revela los siguientes resultados:

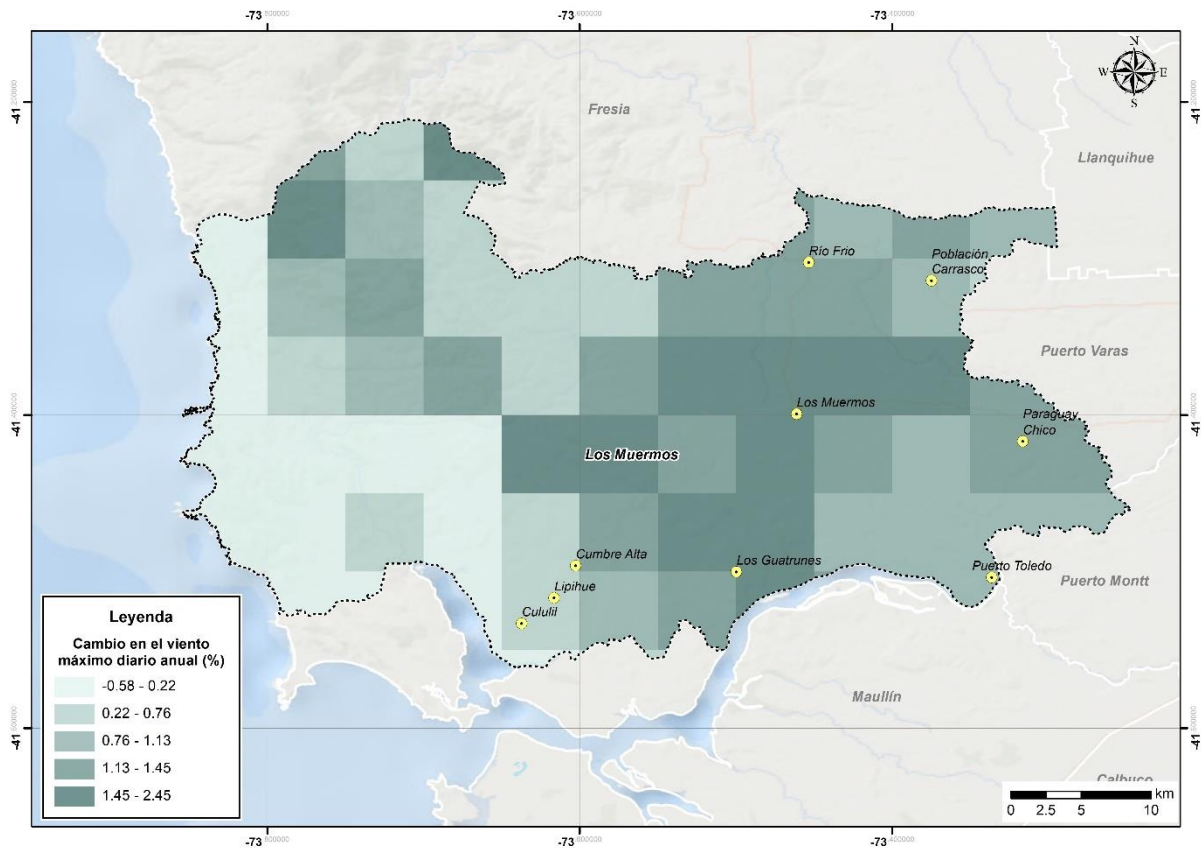
- Época de verano (diciembre, enero, febrero): Durante este período, se observa el mayor incremento en la probabilidad de sequías. El porcentaje de cambio entre el escenario pasado y el futuro es un promedio del 23,83%, donde en las localidades dentro de la comuna varía en un rango de 23,33% a 26,67%.
- Época de otoño (marzo, abril, mayo): En esta estación, el promedio de aumento en la probabilidad de sequía para la comuna es del 14,75%.
- Época de invierno (junio, julio, agosto): Este período registra la mayor cantidad de precipitaciones, lo que se traduce en un índice de sequía más bajo. El aumento en la probabilidad de sequía es de 3,33%.
- Época de primavera (septiembre, octubre, noviembre): Durante la primavera, se estima un promedio comunal de 16,67% en el aumento de la probabilidad de que la precipitación anual acumulada sea menor.

2.3.5. Cambio en el viento máximo diario anual

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran los cambios proyectados en el viento máximo diario anual, expresados en porcentajes. Las variaciones en la velocidad del viento son notables en diferentes áreas de la comuna. En las localidades como Los Muermos, Los Guatrunes, Río Frio y Paraguay Chico, se observa un moderado aumento en la intensidad del viento máximo diario, con valores que varían entre 1,34% y 1,65%. Sin embargo, algunas localidades como Cululil y Lipihue muestran un incremento leve, en el rango de 0,36% a 0,58%.

En conjunto, el mapa sugiere que la comuna de Los Muermos experimentará un aumento general en la velocidad del viento máximo diario anual de 0,79%, con mayores incrementos hacia el este, mientras que el oeste de la provincia verá cambios más modestos, e incluso una leve disminución en algunas áreas.

Figura 14. Cambio porcentual en el viento máximo diario anual



Fuente: Elaboración propia a partir del Explorador de Amenazas Climáticas de ARClím [32].

A. Cambio anual en la comuna Los Muermos

La información presentada en esta sección se basa en el análisis detallado de las estadísticas proporcionadas por ARClím, con el objetivo de entender mejor los cambios en los vientos máximos diarios en la comuna Los Muermos. A continuación, la Tabla 14 muestra la proyección de viento máximo diario en la comuna.

Al analizar el registro, se observa que la proyección indica un aumento general en la velocidad de los vientos máximos diarios en la comuna. Se estima un promedio que pasará de 7,5973 m/s en la actualidad a 7,6573 m/s en el escenario proyectado.

Tabla 14. Proyección de viento máximo diario en la comuna Los Muermos

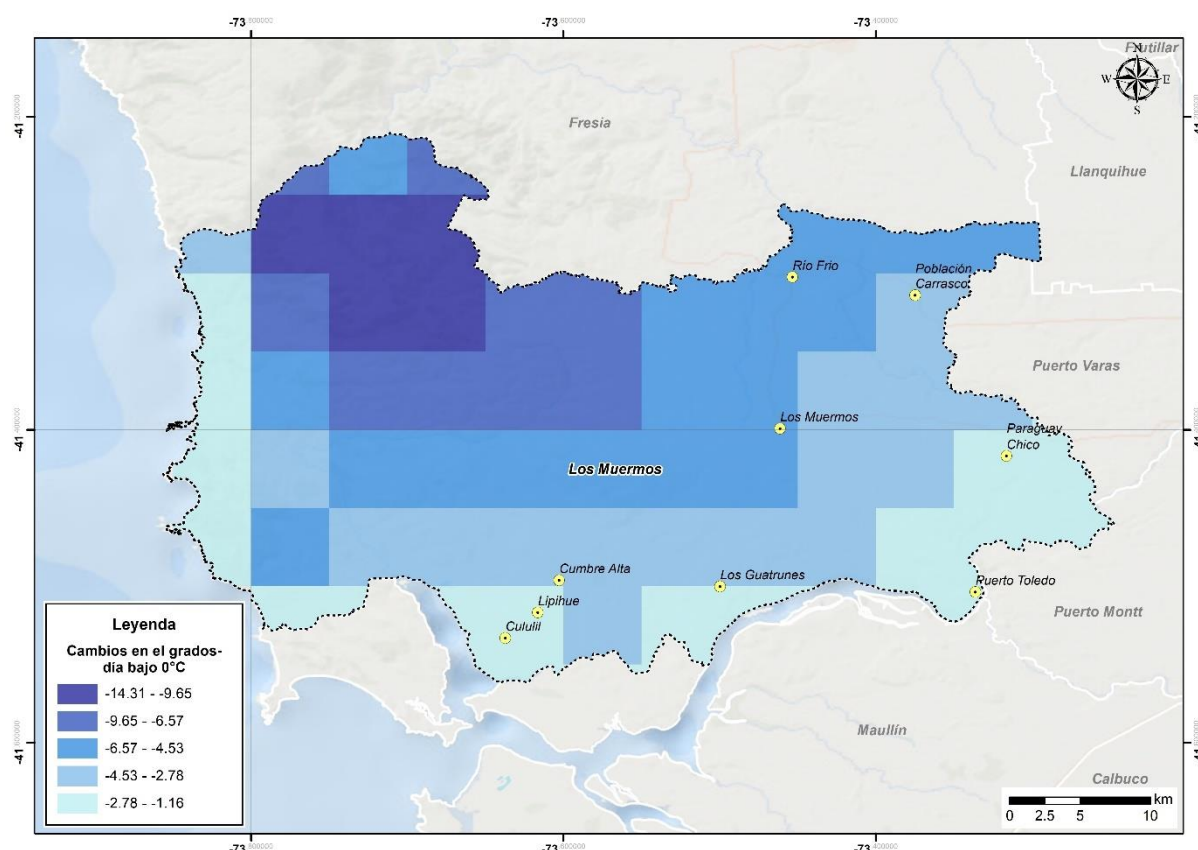
| Comuna | Presente (%) | Futuro (%) | Cambio (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|
| Los Muermos | 7,5973 | 7,6573 | 0,7896 |

Fuente: Explorador de Amenazas Climáticas de ARClím [32].

2.3.6. Cambio en los grados-día bajo 0°C

En la comuna de Los Muermos, se observa una tendencia general de disminución de los grados-día bajo 0°C, con un promedio de -5,04 grados-día. Esta disminución sería más pronunciada en las zonas ubicadas al noroeste, con un rango de -7,35 grados-día a -14,30 grados-día, mientras que hacia el este y sur la reducción es algo menor y varía entre -1,99 grados-día a -2,98 grados-día.

Figura 15. Cambio en grados-día bajo 0°C en la comuna Los Muermos



Fuente: Elaboración propia a partir del Explorador de Amenazas Climáticas de ARClím [32].

A. Cambio anual en la comuna Los Muermos

La información presentada en esta sección fue obtenida a través del análisis de las estadísticas proporcionadas por ARClím, con el objetivo de comprender detalladamente el cambio en los grados-día bajo 0°C en la comuna Los Muermos. A continuación, se presenta un resumen de los datos principales de la proyección de grados-día bajo 0°C de la comuna.

Tabla 15. Proyección de los grados-día bajo 0° C en la comuna Los Muermos

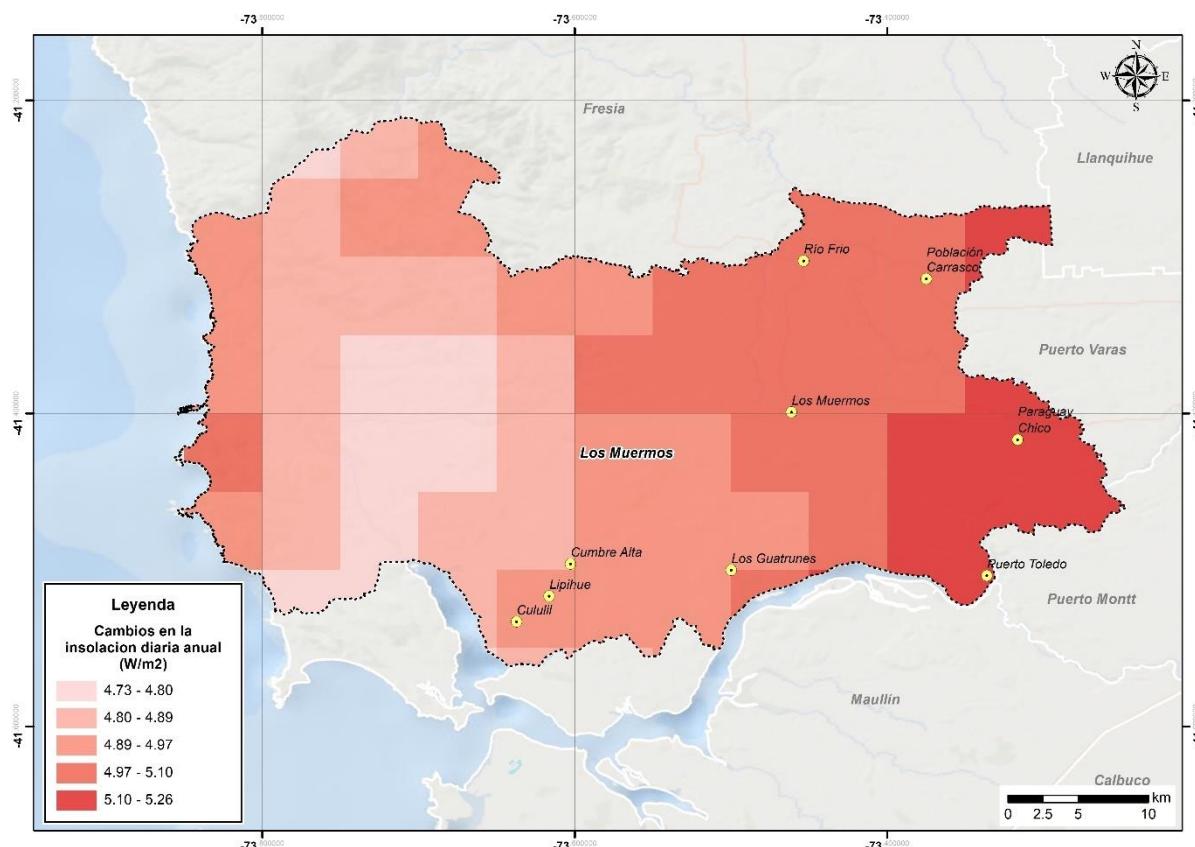
| Comuna | Presente (grados-días) | Futuro (grados-días) | Cambio (grados-días) |
|-------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Los Muermos | 7,5247 | 2,4983 | -5,0408 |

Fuente: Explorador de Amenazas Climáticas de ARClím [32].

2.3.7. Cambio en la insolación solar diaria anual

A lo largo de la comuna de Los Muermos, se observa una tendencia general de aumento en la insolación solar diaria anual, con un promedio de +4,95 W/m². Este aumento es más pronunciado en las zonas ubicadas al este cercanas a Puerto Montt y Puerto Varas, mientras que hacia el oeste la reducción es algo menor.

Figura 16. Cambio en la insolación solar diaria anual en la comuna Los Muermos



Fuente: Elaboración propia a partir del Explorador de Amenazas Climáticas de ARCLim [32].

2.4. Principales impactos del cambio climático

2.4.1. Impactos en los ecosistemas

Los bosques de la región de Los Lagos se ven beneficiados por las variables asociadas al cambio climático, donde se observa una **leve mejora en la productividad de los bosques de canelo y coihue**, impulsada por cambios en la temperatura media anual, la radiación solar y la precipitación anual. Para el año 2050, se proyecta un aumento acumulado en el crecimiento de estos bosques de 43,55 ha en la región y de 1.075 m³ para la comuna de Los Muermos [33].

La cobertura de bosque nativo podría verse afectada por incendios forestales, donde el incremento de sequías y vientos en el periodo estival favorecería la ocurrencia e intensidad de estos eventos. Según investigaciones de la Universidad Austral de Chile, existen múltiples factores que impulsan la ocurrencia de **incendios forestales** en la zona centro-sur del país. Estos factores incluyen elementos físicos, climáticos, bióticos y humanos. Sin embargo, el cambio climático está generando condiciones ambientales que favorecen la intensificación y rápida expansión de los incendios forestales [34].

Los datos proporcionados por CONAF muestran que, en el periodo 2020-2023, se afectaron 9,94 hectáreas por incendios forestales en la comuna por un total de 23 eventos, principalmente en áreas forestales (8,54 ha) de vegetación natural en matorrales con 85% del total afectado [35].

Los incendios forestales en la comuna de Los Muermos, aunque limitados y poco frecuentes, son impulsados por una combinación de factores naturales y humanos, los cuales son exacerbados por el cambio climático, creando un entorno propicio para la ocurrencia y expansión de estos eventos.

Por otro lado, los cambios en las condiciones climáticas impactan la **hidrología** de la región, afectando a ríos y cuerpos de agua que dependen de las precipitaciones. En la comuna de Los Muermos, se ha registrado una reducción en los caudales de ríos como el Llico durante los meses de verano, lo que tiene repercusiones en la disponibilidad de agua para uso agrícola, doméstico e industrial [36][37].

De acuerdo con las proyecciones del grupo de trabajo de biodiversidad de ARClím, todas las comunas de la región experimentarán **impactos en la biodiversidad, afectando tanto la fauna como la flora**, debido al incremento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones previstas. En la provincia de Llanquihue, el nivel de riesgo estimado oscila entre moderado y muy alto, con **impactos significativos en los humedales costeros**, donde el aumento en la cota de inundación permitirá la entrada de agua marina, provocando la degradación de estos ecosistemas, especialmente en comunas como Los Muermos, que tiene jurisdicción sobre el Santuario de Naturaleza del Río Maullín, con un nivel de riesgo moderado.

El **Mapa de Especies** presentado en ARClím revela que varias especies endémicas catalogadas como en peligro por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2020) están enfrentando graves amenazas debido a cambios en las variables climáticas. Para este análisis, se consideraron factores como la evapotranspiración promedio anual, la precipitación acumulada anual, la insolación solar diaria promedio anual, y las temperaturas mínimas y máximas diarias promedio anuales.

Se observa que especies de fauna notables en la comuna como el carpintero negro y el chucao presentan cambios negativos en el pronóstico de su presencia dentro del territorio en un rango del 10 al 15%, en contraste con especies como el cisne de cuello negro que se encuentra actualmente en estado de peligro y presenta un pronóstico positivo en su presencia del 20% en Los Muermos.

Para el caso de especies forestales, se destaca al alerce que se espera prolifere en un 2 al 8% dentro de la comuna, siendo positivo al ser una especie en peligro actualmente, de la misma forma que el canelo, el cual se espera aumente su presencia en un 12 al 15%.

2.4.2. Impactos en las comunidades y asentamientos

En la Región de Los Lagos, el cambio climático ha causado una disminución significativa en las precipitaciones, lo que ha convertido a esta región en una de las más afectadas por la sequía en Chile. Este fenómeno ha exacerbado la escasez de agua, un problema que se ha intensificado debido al aumento de las temperaturas. Estas condiciones han acelerado la evaporación de lagos, embalses y cultivos, reduciendo las fuentes de agua disponibles para las comunidades tanto urbanas como rurales en la región [38].

Desde 2016, la **disponibilidad de agua potable** ha sido una preocupación creciente en la región, con comunas como **Los Muermos** sufriendo efectos por consecuencia de la megasequía [38]. En estas áreas, la reducción de las precipitaciones ha afectado los cuerpos de agua y ha disminuido los niveles de los pozos superficiales. Ante esta situación, se han implementado medidas de emergencia como el uso de camiones aljibes para distribuir agua, aunque estas soluciones han demostrado ser insuficientes frente a la magnitud de la escasez hídrica [39].

Esta situación contrasta con lo levantado en la elaboración de la Política Regional para la Sostenibilidad Hídrica, elaborada por el Gobierno Regional de Los Lagos donde los habitantes de la comuna expresaron en encuesta su preocupación por el déficit hídrico generalizado en todo el territorio, el que además mantiene una baja eficiencia en la entrega de agua potable y que además se ve potenciado por la contaminación de cuerpos de agua por vertimientos industriales y el incremento de las parcelaciones [40].

En cuanto a los **riesgos de inundación**, el cambio climático ha incrementado la frecuencia y magnitud de lluvias torrenciales, sin embargo, esto no es muy común en la comuna. Dicho esto, la comuna de Los Muermos puede presentar mayor sensibilidad ante este tipo de eventos o aquellos relacionados a deslizamientos de tierra, especialmente en zonas de ladera como el sector Estaquillas [41].

2.4.3. Impactos en las actividades económicas

2.4.3.1. Afectación a la agricultura, ganadería y pesca

El cambio climático tiene efectos significativos sobre la agricultura de la Región de Los Lagos, especialmente en comunas con alta ruralidad como Los Muermos, ya que dependen de la agricultura y se ven especialmente afectadas por la variabilidad climática, la cual amenaza su seguridad alimentaria y económica.

La disminución en la disponibilidad hídrica para el riego, causada por la **reducción de las precipitaciones**, afecta la capacidad de producción agrícola, lo que se traduce en una disminución de los ingresos para las familias rurales, exacerbando las condiciones de pobreza [42]. Además, el aumento de la temperatura y los vientos, así como la ocurrencia de sequías, afecta directamente en la producción de leche dentro de la comuna que ha disminuido en un 5,8% en el periodo 2022-2023 [43].

La comuna de Los Muermos depende principalmente de la actividad agropecuaria en las zonas rurales, ubicadas en la sección oriental de su territorio, como se observa en la siguiente figura, las cuales coinciden con los puntos con mayor índice de sequía y cambios en las precipitaciones (ver Figura 11 y Figura 13) La comuna de Los Muermos depende principalmente de la actividad agropecuaria en las zonas rurales, ubicadas en la sección oriental de su territorio, como se observa en la siguiente figura, las cuales coinciden con los puntos con mayor índice de sequía y cambios en las precipitaciones (ver Figura 11 y Figura 13)

La escasez hídrica provocada por la reducción de precipitaciones tendría efectos negativos sobre estos atractivos, ya que la disminución en los niveles de agua afectaría directamente las actividades que dependen de estos recursos. La reducción del caudal no solo comprometería la seguridad y accesibilidad para la navegación, sino que también deterioraría el hábitat acuático, impactando la biodiversidad y la pesca. Como resultado, el atractivo turístico de la zona disminuiría, afectando tanto la estética del paisaje como la capacidad de generar ingresos a partir de estas actividades.

Adicionalmente, en la comuna de Los Muermos, playas como Huar Huar y Llico Bajo se verían afectadas por el incremento de la cota de inundación debido al cambio climático. Este aumento provocaría un retroceso en la línea costera, resultando en la pérdida de áreas actualmente aprovechadas para actividades turísticas como el turismo de sol y playa. Estas modificaciones podrían impactar negativamente la oferta turística, no solo reduciendo el espacio disponible para los visitantes, sino también afectando el atractivo visual y la infraestructura de las zonas costeras.

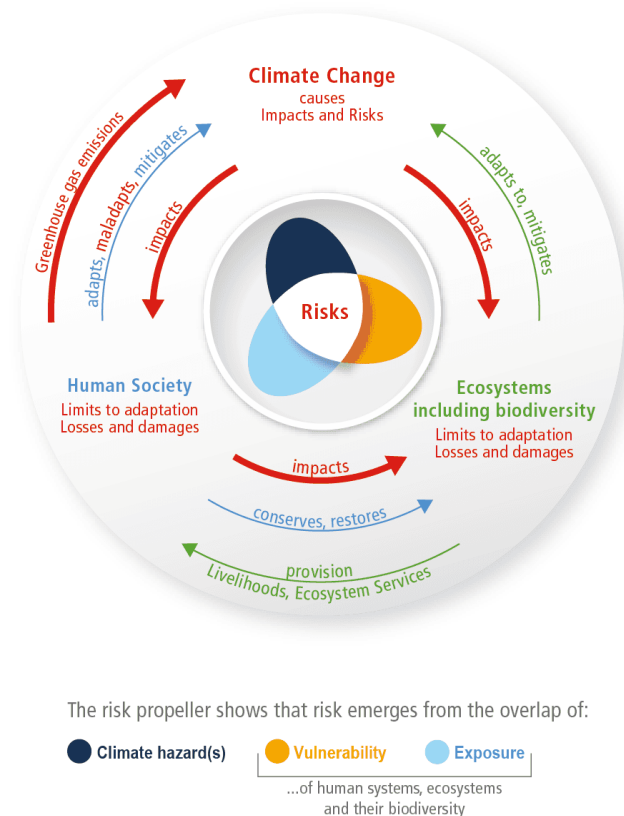
3. Caracterización de la vulnerabilidad y riesgo climático

3.1. Marco conceptual y metodológico

El riesgo climático, según lo mencionado por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), se refiere a la posibilidad de que los efectos del cambio climático tengan consecuencias perjudiciales en los sistemas tanto humanos como naturales. Esto abarca aspectos como la salud humana, la disponibilidad de alimentos, el acceso al agua, la economía y la biodiversidad. La falta de medidas para reducir las emisiones de GEI aumentará la frecuencia y la gravedad de eventos climáticos extremos, como olas de calor, sequías, inundaciones y tormentas, lo que incrementará el riesgo climático para las personas, las especies y los ecosistemas [45].

Como se evidencia en la Figura 18, el riesgo climático es resultante de la interacción entre la vulnerabilidad, la exposición y la amenaza, cuyos conceptos se detallan más adelante en la Figura 19.

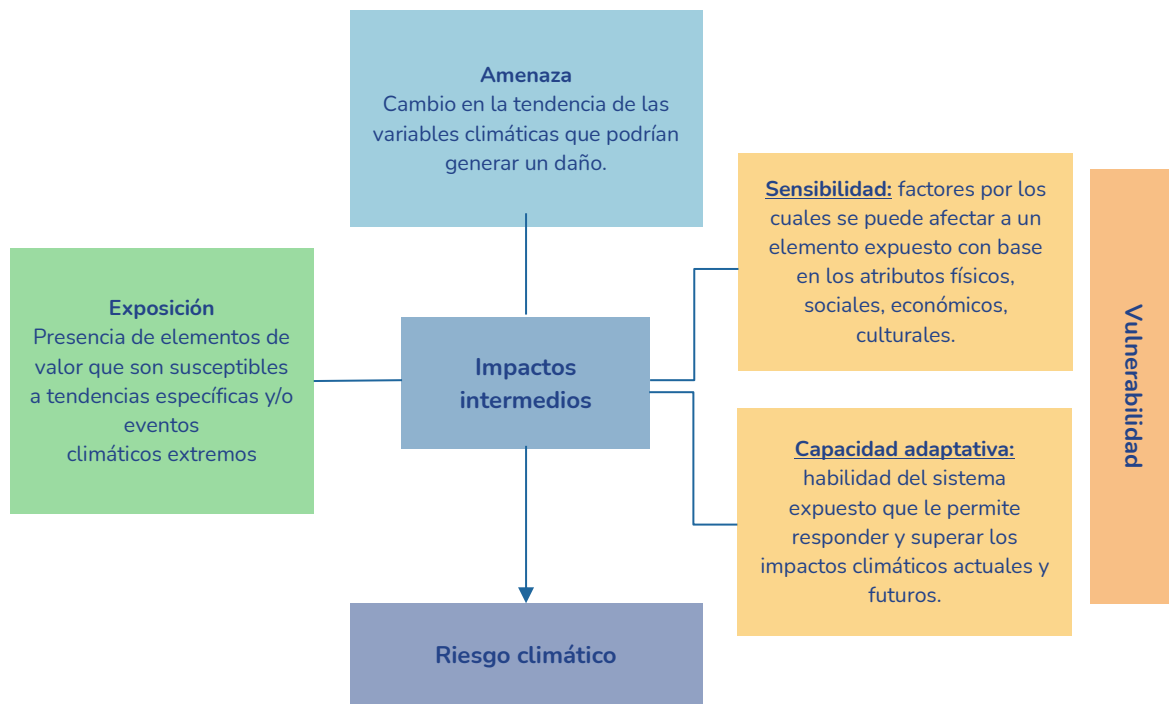
Figura 18. Conceptos clave del riesgo climático



Fuente: IPCC (2022) [45]

Para la cuantificación del riesgo climático, la Agencia Alemana para la Cooperación al Desarrollo en el exterior, por sus siglas en alemán GIZ, y el instituto de investigación EURAC [46], establecen como herramienta las cadenas impacto, instrumento que ayuda a comprender, sistematizar y ponderar los factores que llevan a un determinado nivel de riesgo, a través del análisis de los componentes en términos de amenaza o peligro, exposición y vulnerabilidad, definidos a continuación.

Figura 19. Definición de los componentes de una cadena de impacto

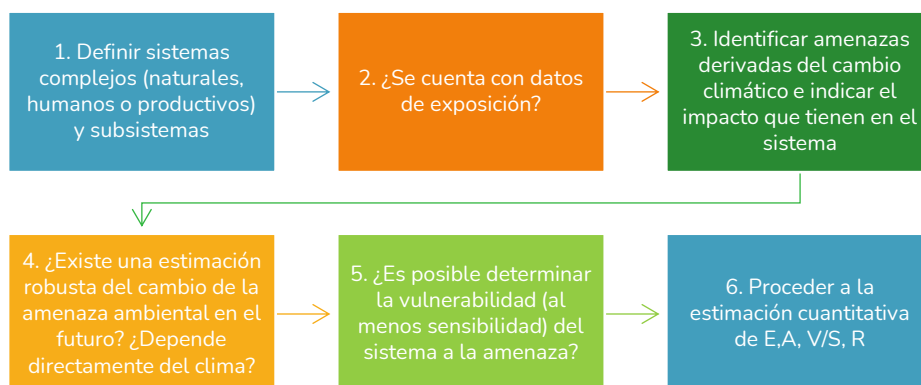


Fuente: Elaboración propia en base a GIZ y EURAC (2017) [46]

De acuerdo con lo evidenciado en la figura anterior, el componente de peligro incluye los factores relacionados con la señal climática (lluvia intensa) y el impacto físico directo (inundación). El componente de vulnerabilidad consiste en factores de sensibilidad y capacidad adaptativa y de respuesta. Mientras que el componente de exposición está compuesto por uno o más factores de exposición.

Considerando la aplicación de las cadenas de impacto para evaluar el riesgo climático, el Ministerio del Medio Ambiente ha establecido una metodología que considera 6 aspectos o pasos que son relevantes en el momento de definir cadenas de impacto.

Figura 20. Pasos claves para la construcción de una cadena de impacto viable



Fuente: Elaboración propia en base al Atlas de Riesgo Climático [32].

3.2. Riesgos climáticos en las comunas

3.2.1. Cadenas de impacto ARClím

Considerando el marco conceptual y metodológico previamente descrito, la plataforma ARClím ha calculado 62 cadenas de impacto para 12 sectores de análisis que incluyen: agricultura, salud y bienestar humano, bosques nativos, acuicultura, infraestructura costera, recursos hídricos, turismo, pesca artesanal, biodiversidad, plantaciones forestales, minería y energía eléctrica. Para la mayoría de las cadenas de impacto se brinda información con resolución comunal de los diferentes riesgos estimados.

Tomando como referencia el avance de ARClím en la estimación de riesgos climáticos a nivel comunal, a continuación, se presenta un resumen de los principales riesgos identificados para la comuna de Los Muermos.

Tabla 16. Riesgos climáticos identificados para la comuna de Los Muermos

| Sector ARClím | Cadenas de impacto | Provincia de Llanquihue |
|-------------------------|--|-------------------------|
| | | Los Muermos |
| Agricultura | Cambio de productividad Cultivo de Almendro | * |
| | Cambio en la capacidad de carga de Bovinos de Carne | |
| | Cambio en la capacidad de carga de Bovinos de Leche | |
| | Cambio de productividad Cultivo de Frejol | * |
| | Cambio en la Capacidad de carga de Ovinos | * |
| | Cambio de productividad Cultivo de Papa bajo Riego | * |
| | Cambio de productividad Cultivo de Papa en Secano | |
| | Cambio en la productividad de Praderas | |
| | Cambio de productividad Cultivo de Trigo bajo Riego | * |
| | Cambio de productividad Cultivo de Trigo en Secano | |
| | Cambio de productividad Cultivo de Cerezo | * |
| | Cambio de productividad Cultivo de Maíz | * |
| | Cambio de productividad Cultivo de Manzano rojo | * |
| | Cambio de productividad Cultivo de Nueces | * |
| Plantaciones Forestales | Incendio en Plantaciones Forestales | |
| | Verdor en Plantaciones Forestales | |
| Turismo | Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña | * |
| | Pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales | * |
| Pesca artesanal | Pérdida de desembarque pesquero artesanal | * |
| | Reducción de las praderas de algas | * |
| Bosques Nativos | Incendio en bosques nativos | |
| | Verdor en bosques nativos | |
| Biodiversidad | Pérdida de fauna por cambios de precipitación | |
| | Pérdida de fauna por cambios de temperatura | |
| | Pérdida de flora por cambios de precipitación | |

| | | |
|--------------------------|--|---|
| Salud y Bienestar Humano | Pérdida de flora por cambios de temperatura | |
| | Degradación de humedales costeros | |
| | Anegamientos de asentamientos costeros | * |
| | Seguridad hídrica domestica urbana | |
| | Seguridad hídrica domestica rural | |
| | Efecto olas de calor en salud humana | |
| | Pérdida de agua potable en los Servicios Sanitarios Rurales por déficit de precipitación | * |

| | | | | | | | |
|-----------------|-------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------|
| Riesgo muy bajo | Riesgo bajo | Riesgo medio | Riesgo alto | Riesgo muy alto | No hay riesgo | Oportunidad | Riesgo no estimado |
| | | | | | | | * |

Fuente: Elaboración propia.

En relación con las cadenas de riesgo evaluadas por ARClím para el **sector agrícola**, no se identifican riesgos en la productividad de los productos evaluados. Sin embargo, para los cultivos de papa en secano, se proyecta un aumento en la productividad bajo un escenario futuro en la comuna de Los Muermos.

La cadena de impacto considera variables climáticas como precipitación, temperatura, humedad relativa y radiación, y su efecto en el rendimiento de los cultivos de papa en secano, medido en kilogramos de materia seca por hectárea al año. En este contexto, se detecta una **baja amenaza** en la comuna, con un incremento de +30 kg MS/ha/año en los rendimientos.

En cuanto a la exposición, se identifican 1.227 ha en Los Muermos (**exposición muy alta**). Respecto a la sensibilidad, ARClím utiliza un índice compuesto por factores como ruralidad, balance riego-secano, diversificación, embalses y participación de pequeñas y medianas explotaciones. Según este índice, la comuna presenta una **sensibilidad alta** frente a la amenaza climática.

A pesar de la sensibilidad elevada, los resultados indican una **oportunidad de incremento en la productividad de la papa bajo secano** en esta comuna, destacando su potencial frente a las variables climáticas evaluadas.

En cuanto a los riesgos climáticos del **sector pesca artesanal**, se identifica que para Los Muermos, se estimó un nivel de riesgo medio en relación a la pérdida de desembarque pesquero artesanal y la reducción de las praderas de algas.

Para el caso de la cadena de impacto de pérdida de desembarque pesquero artesanal, como amenaza son consideradas las variables de variación de temperatura en el aire y la variación en la precipitación anual acumulada, encontrándose para las caletas de Los Muermos un **nivel alto de amenaza**. Por su parte, la exposición considera la cantidad de toneladas desembarcadas en cada caleta para los recursos de peces, invertebrados (moluscos, crustáceos y otros) y algas. Para estas variables, se identificó un nivel de **exposición moderada** para Los Muermos, indicando un nivel de productividad medio de estos recursos en comparación con otras caletas a nivel nacional.

En cuanto a la sensibilidad, fueron considerados indicadores de tendencia asociados a número de pescadores y de los recursos pesqueros (estatus, riqueza específica y concentración), los cuales permitieron indicar que para las caletas de Los Muermos, el nivel de **sensibilidad varía entre moderado y alto**, indicando la existencia de presiones sobre los recursos pesqueros considerados en

la cadena. Por otro lado, la capacidad adaptativa de las caletas se determinó en base a su capacidad de gestión y manejo de recursos (existencia de Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos AMERB) por un lado y, por otro, la existencia de obras de abrigo frente al oleaje, así, se identificó una **capacidad adaptativa moderada** para las caletas de la comuna.

Para el **sector biodiversidad**, las cadenas incluidas en ARClím evalúan el riesgo por **pérdida de especies de flora y fauna** por cuenta de los cambios proyectados en las precipitaciones y temperatura. En general para la comuna en análisis se identificó un **nivel de riesgo medio**.

Con respecto al **sector salud y bienestar humano**, se identifica de manera general un nivel de **riesgo medio** en la comuna para las cadenas de impacto de seguridad hídrica doméstica urbana y seguridad hídrica doméstica rural. En este caso como factor de amenaza, la cadena considera la variación en la incidencia de sequías, donde para Los Muermos se calificó un nivel bajo de amenaza debido al leve aumento de esta variable. Además, en cuanto a la exposición, componente que considera el indicador de población proyectada a vivir en la comuna y su densidad poblacional, se estimó para Los Muermos un nivel bajo de exposición. Por su parte, el componente de vulnerabilidad, el cual para la sensibilidad considera condiciones demográficas, socioeconómicas y de infraestructura hídrica que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos en su seguridad hídrica, permitió estimar para la comuna un nivel alto de vulnerabilidad de la población. Del mismo modo y para la misma componente, la existencia de equipamientos, infraestructuras y servicios que permitirían a la población adaptarse y ser resilientes frente a los impactos de las sequías, permitió estimar un nivel de capacidad adaptativa moderado para Los Muermos.

Por su parte, con respecto a la cadena de anegamientos en asentamientos costeros, que considera el impacto sobre estas comunidades por cuenta del incremento del nivel del mar y las marejadas, se identificó un nivel de riesgo medio para la comuna Los Muermos.

El análisis de riesgos climáticos presentado facilita la identificación de los sectores clave que requerirán atención prioritaria en la formulación de las medidas de adaptación dentro del anteproyecto de cada PACCC. Estas medidas serán fundamentales para fortalecer la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas, permitiendo una respuesta más efectiva frente a las amenazas climáticas identificadas. Además, este enfoque integrado contribuirá a mejorar la capacidad adaptativa local, promoviendo una planificación territorial que responda a las particularidades de cada comuna.

3.2.2. Nuevas cadenas de impacto

A partir de la caracterización de la comuna, el análisis de amenazas climática y la identificación de impactos a las diferentes componentes, se identificaron sistemas clave para la comuna que se encuentran expuestos a los impactos del cambio climático. Por esto, a continuación, se propone una serie de cadenas de impacto cuyo objetivo a futuro es permitir estimar el nivel de riesgo frente al que podrían verse afectados los sistemas expuestos claves de la comuna de Los Muermos.

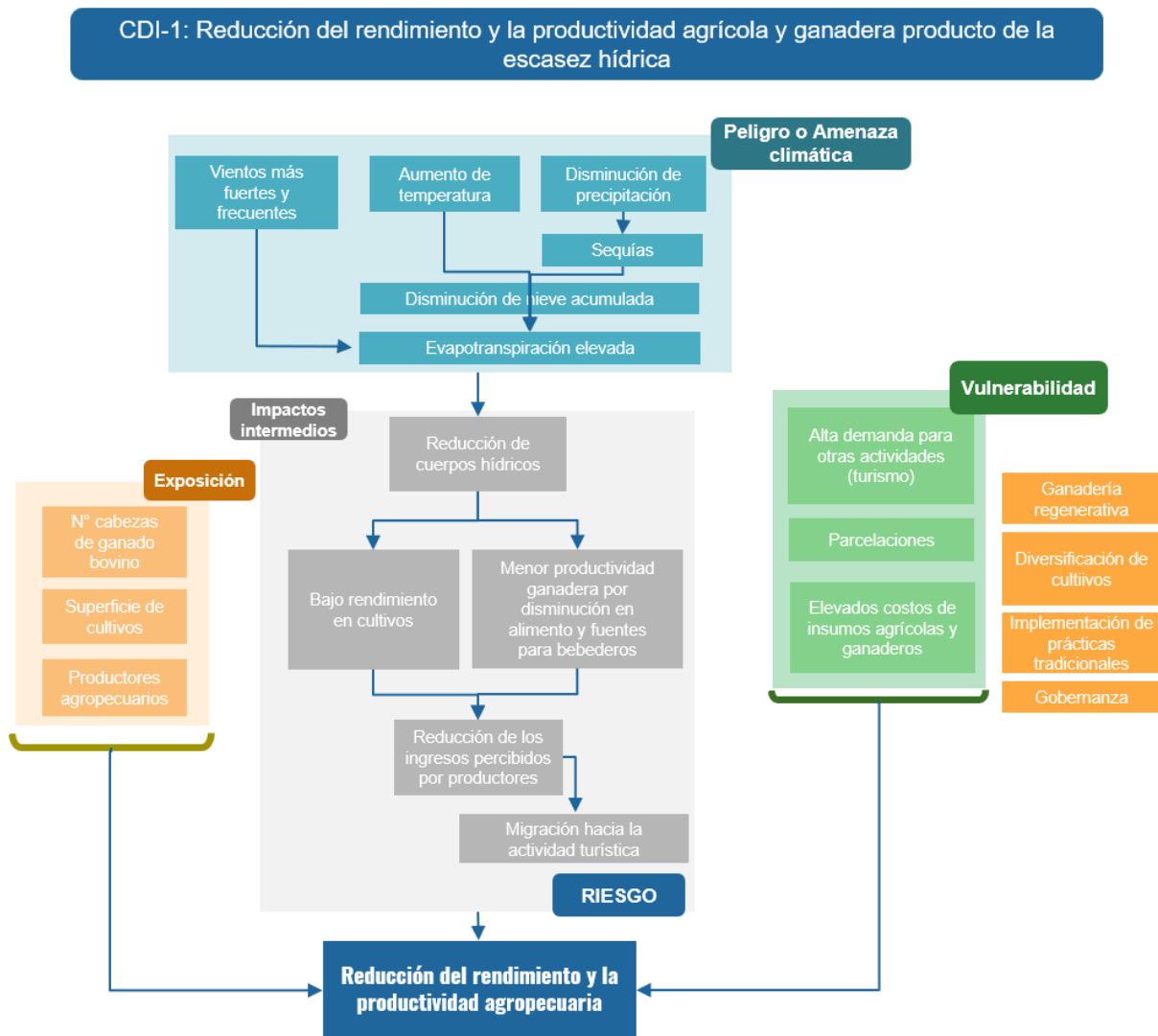
Es preciso mencionar que para el componente de vulnerabilidad, en los gráficos incluidos a continuación, se integran los conceptos de sensibilidad en verde, es decir, aquellas características que hacen que el sistema expuesto sea más susceptible a los impactos climáticos que podrían generarse, y la capacidad adaptativa en naranja, referida como la habilidad o capacidades del sistema expuesto para dar frente y/o recuperarse de los impactos climáticos.

3.2.2.1. CDI1 - Disminución del rendimiento y la productividad agrícola y ganadera por escasez hídrica

La reducción de la productividad agrícola y ganadera en Los Muermos, debido a la escasez hídrica y la disminución de precipitaciones asociadas al cambio climático, se verá agravada en los próximos años. El aumento de las temperaturas y los periodos prolongados de sequía afectarán tanto la disponibilidad de agua como la calidad de los suelos, impactando negativamente en la producción de cultivos y forrajes. Esto no solo reducirá la oferta de alimentos para el ganado, afectando su nutrición y rendimiento, sino que también disminuirá el rendimiento agrícola, reduciendo la producción de granos, hortalizas y otros cultivos clave para la economía local.

Dentro de los factores de sensibilidad, que exacerbarían los impactos de la amenaza climática sobre la agricultura y ganadería, se destaca la presión existente sobre el recurso hídrico por cuenta del aprovechamiento del recurso hídrico por otras actividades como el turismo, el abastecimiento de agua potable y el incremento de las parcelaciones en la comuna. Además, se identifican factores de capacidad adaptativa que serán clave para dar frente a los impactos generados sobre el sector incluyen la adopción de prácticas agrícolas y ganadera más sostenibles, como la agricultura y ganadería regenerativa, la diversificación de cultivo y la incorporación de sistemas silvopastoriles.

Figura 21. Reducción del rendimiento y la productividad agrícola y ganadera



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. CDI 2 - Pérdida de desembarque pesquero artesanal

La actividad pesquera en la comuna de Los Muermos se verá afectada por las variaciones en las condiciones oceánicas, producto del cambio climático, lo que impactará negativamente la pesca artesanal de especies bentónicas, como el loco (*Concholepas concholepas*). Según estudios, el aumento de la temperatura del mar y la acidificación oceánica están comprometiendo la capacidad de calcificación de este molusco, lo que afecta el crecimiento y la formación de su concha. Además, estas condiciones reducen su tolerancia térmica, lo que pone en riesgo su supervivencia en zonas costeras alteradas por el cambio climático.

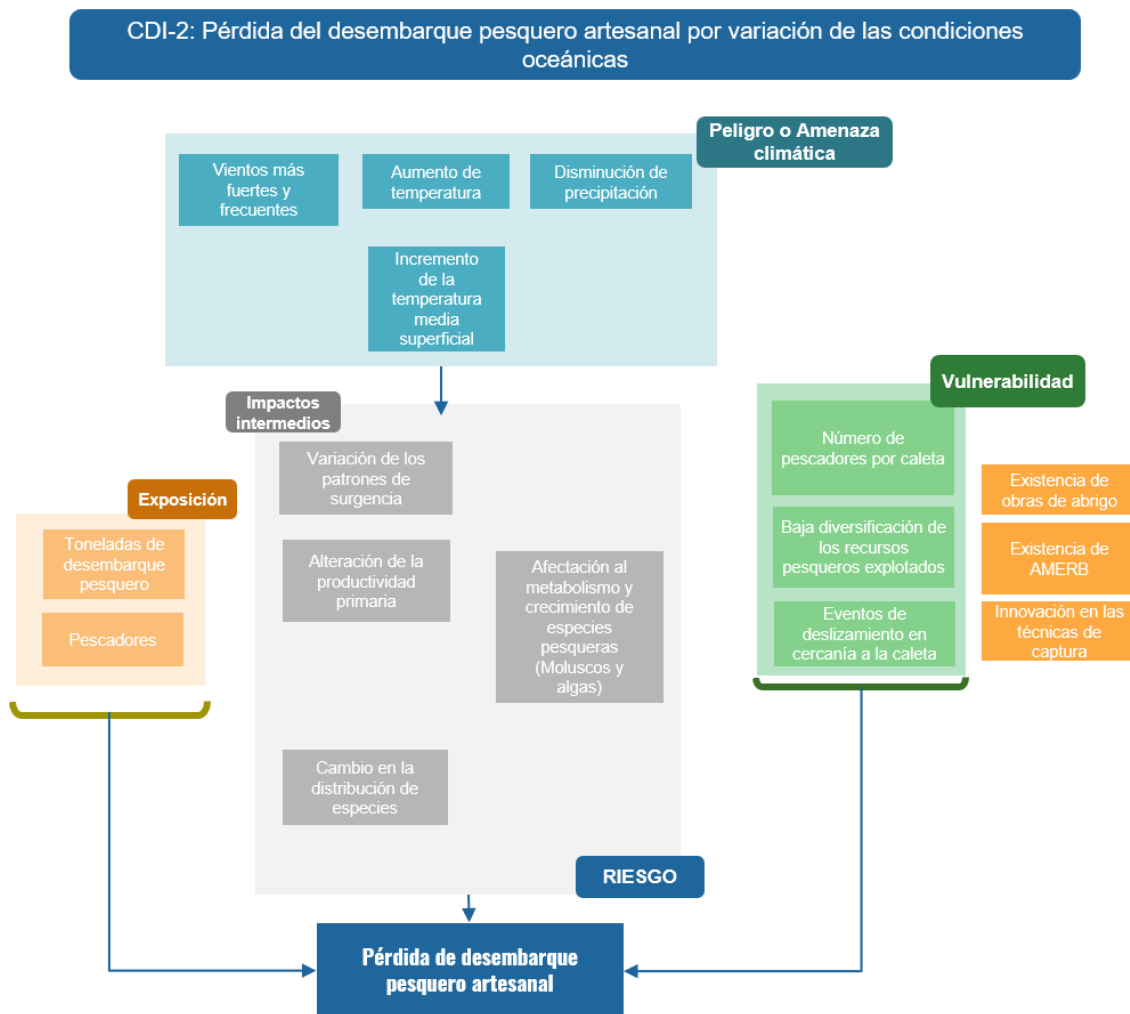
Los principales factores de sensibilidad identificados que exacerbaban los impactos del cambio climático en el sector pesca artesanal son la alta cantidad de pescadores que explotan el recurso en una misma caleta y la fuerte dependencia a un solo recurso.

La reducción de la productividad primaria y la afectación al metabolismo de especies como el loco generan un impacto intermedio que podría traducirse en cambios en la distribución de especies y una menor disponibilidad para la pesca. Esto tiene consecuencias directas sobre la economía local, dado

que el loco y otros recursos bentónicos son cruciales en el total de toneladas desembarcadas anualmente en la comuna.

Para mitigar estos efectos, será fundamental aumentar la capacidad adaptativa de los pescadores a través de la diversificación de los recursos explotados y la innovación en técnicas de captura, además de la implementación de medidas de protección como las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) y obras de abrigo. Estas acciones ayudarían a enfrentar los desafíos que plantea la disminución de desembarque pesquero artesanal debido a las alteraciones en las condiciones oceánicas.

Figura 22. CDI 2- Pérdida de desembarque pesquero artesanal



Fuente: Elaboración propia

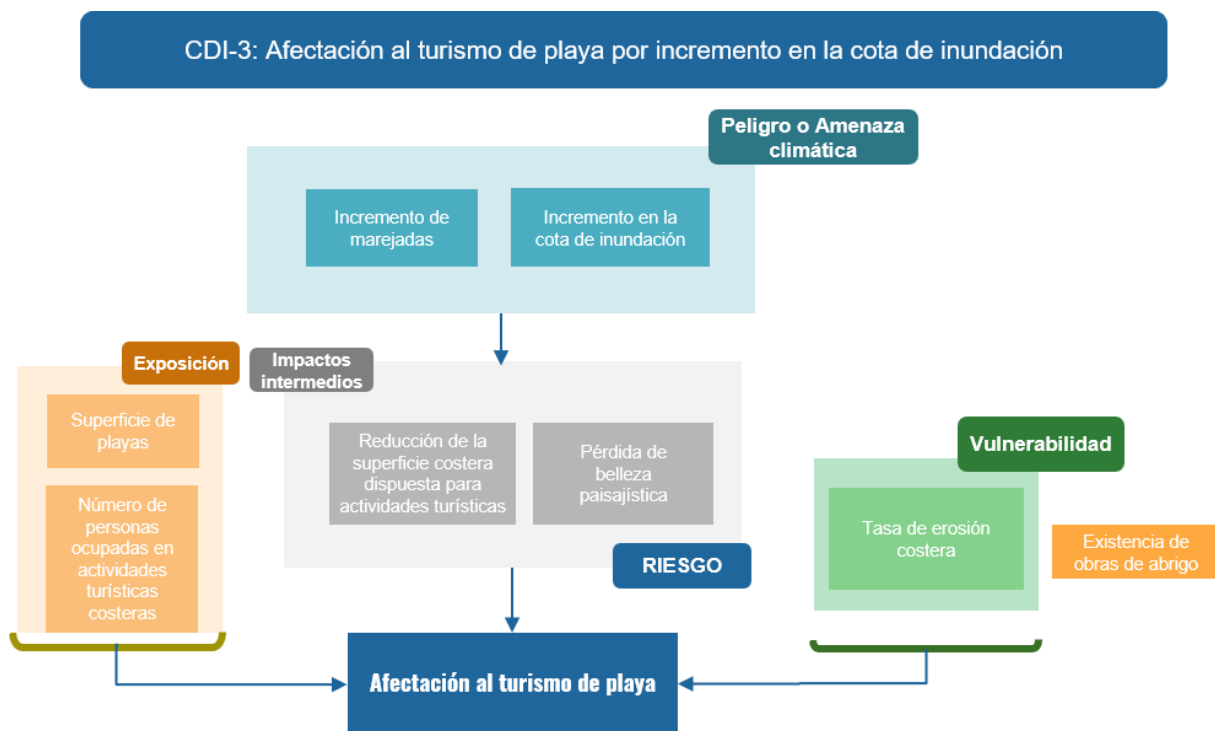
3.2.2.3. CDI 3 - Pérdida de atractivo turístico de sol y playa por aumento del nivel del mar

La afectación al turismo de playa en la comuna de Los Muermos, debido al incremento de la cota de inundación asociada al cambio climático, se verá agravada en los próximos años. El aumento de las marejadas y la cota de inundación causarán un retroceso en la línea costera, lo que reducirá la superficie dispuesta para actividades turísticas, afectando tanto la oferta como la infraestructura de las playas. Esto no solo limitará el espacio disponible para los visitantes, sino que también resultará en la pérdida

de atractivo paisajístico, impactando negativamente el desarrollo del turismo de sol y playa en lugares como Huar Huar y Llico Bajo.

Dentro de los factores de vulnerabilidad que exacerbaban los impactos se identifica la tasa de erosión costera y la no existencia de obras de abrigo. Para mitigar los impactos detallados en la cadena de impacto, será clave la implementación de obras de protección costera y medidas de adaptación, como la restauración de playas o el desarrollo de infraestructuras más resilientes. Estos esfuerzos podrían ayudar a mantener el atractivo turístico y proteger las zonas más expuestas a los efectos del cambio climático.

Figura 23. CDI3- Afectación al turismo de playa por incremento del nivel del mar



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.4. CDI-4: Reducción de la disponibilidad de agua para el abastecimiento de comunidades rurales

El aumento de la temperatura, los vientos fuertes, y la disminución de las precipitaciones conducen a una mayor frecuencia de sequías y un aumento en la evapotranspiración. Estos factores afectan las reservas hídricas en ríos, esteros y pozos, lo que genera una disminución del recurso hídrico disponible para las actividades cotidianas y el consumo doméstico especialmente en zonas rurales, donde la brecha de acceso a agua potable es mayor en la comuna de Los Muermos.

En este contexto, la población rural y los cuerpos de agua, como ríos incluidos el Llico, Negro, Quenuir y Palihue, esteros y pozos subterráneos son los sistemas expuestos. Además, la vulnerabilidad se ve incrementada por la alta demanda de recursos hídricos para otras actividades, como el turismo, la agricultura y la ganadería, así como por la falta de sensibilización y medidas para conservar el recurso. A pesar de estos desafíos, existen capacidades adaptativas, como la creación de embalses o guateros y la implementación de estrategias de sensibilización, que podrían mitigar los impactos.

Primer informe de avance

Asesoría para la formulación de los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático para cuatro comunas de la Provincia de Llanquihue

Figura 24. CDI4- Reducción de la disponibilidad hídrica para abastecimiento de comunidades



Fuente: Elaboración propia

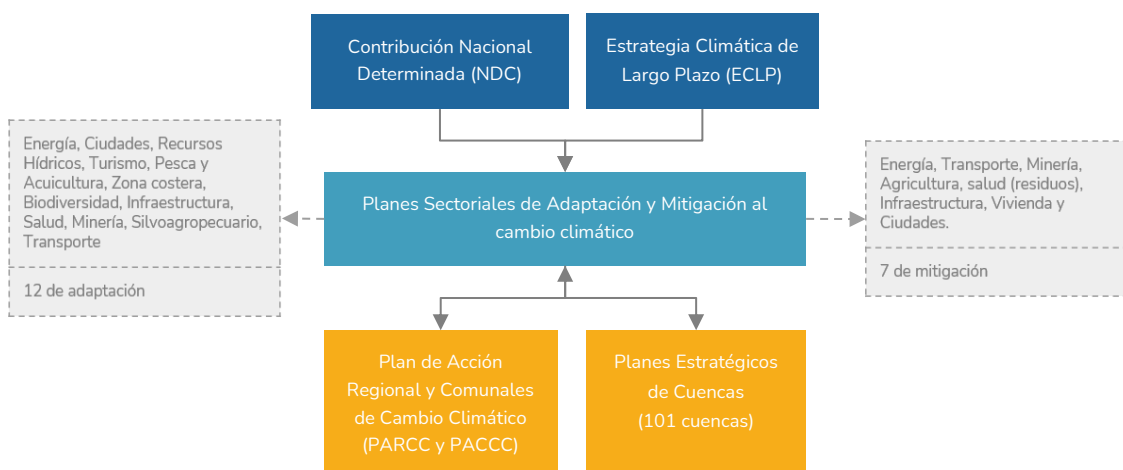
4. Vinculación y análisis de instrumentos

Esta sección comprende la revisión de los instrumentos nacionales de cambio climático e instrumentos de carácter regional y comunal. La revisión de estos instrumentos tiene como objeto identificar elementos pertinentes a considerar en el Anteproyecto de los PACCC y garantizar su alineación con los instrumentos nacionales, regionales y comunales vigentes.

4.1. Instrumentos nacionales

De acuerdo con lo establecido en la Ley Marco de Cambio Climático en la que se incluye el concepto de los PACCC, el contenido abarcado por estos instrumentos deberá ser coherente y complementario a otros instrumentos de gestión del cambio climático con el fin de potenciar sinergias y generar una mayor efectividad de las medidas de adaptación y mitigación que se adopten en cada uno de ellos. Además, establece que estos instrumentos de gestión del cambio climático (ver Figura 25) son la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), los planes sectoriales de adaptación y mitigación, los PARCC y los PACCC.

Figura 25. Instrumentos de gestión de cambio climático



Fuente: Elaboración propia en base al MMA.

Actualmente, se identifica que algunos de los planes de adaptación y mitigación del cambio climático existentes han sido publicados previo a la entrada en vigor de la Ley Marco de Cambio Climático y con fechas de aplicación de dichas acciones caduca. En ese sentido estos documentos no serán considerados como marco referencial para el análisis de sinergia, puesto que se encuentran en proceso de actualización como el plan energético, silvoagropecuaria y biodiversidad.

Tabla 17. Instrumentos de gestión de cambio climático publicados previo a la LMCC

| Instrumento de gestión de cambio climático | Temática | Año de publicación | Institución | Año de aplicación |
|--|-------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|
| Plan de adaptación al cambio climático para la infraestructura | Transversal | 2017 | MOP | 2017 - 2022 |
| Plan adaptación al cambio climático para la biodiversidad | Adaptación | 2014 | MMA | 2014 - 2020 |
| Plan adaptación al cambio climático sector Pesca y acuicultura | Adaptación | 2015 | Subsecretaría de Pesca y Acuicultura | No precisa. |
| Plan adaptación al cambio climático sector | Adaptación | 2016 | Ministerio de Salud | 2020 |

| Instrumento de gestión de cambio climático | Temática | Año de publicación | Institución | Año de aplicación |
|--|------------|--------------------|---------------------------|-------------------|
| salud | | | | |
| Plan adaptación al cambio climático para ciudades | Adaptación | 2018 | MINVU | 2018 - 2022 |
| Plan de adaptación al cambio climático del sector turismo en Chile | Adaptación | 2019 | SERNATUR | 2020 - 2024 |
| Plan adaptación al cambio climático sector silvoagropecuario | Adaptación | En actualización | Ministerio de Agricultura | - |
| Plan de adaptación al cambio climático para el sector energía | Mitigación | 2017 | Ministerio de Energía | 2018 - 2023 |
| Plan de mitigación de gases de efecto invernadero para el sector energía | Mitigación | 2017 | Ministerio de Energía | 2013 -2030 |

Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, la revisión se realizó en torno a la aplicabilidad de las líneas de acción, metas, lineamientos o acciones específicas en las comunas de los documentos vigentes y actualizados en el marco de la Ley Marco, detallados a continuación.

Tabla 18. Metas o acciones de los IGCC con aplicación regional - Transversal

| Documentos | Componente de mitigación | Componente de adaptación |
|---|---|---|
| Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) de Chile – Actualización 2020 [47] Ministerio del Medio Ambiente | Transporte <ul style="list-style-type: none"> • Electromovilidad en transporte público urbano. • Electromovilidad en vehículos particulares. • Electromovilidad en vehículos comerciales. Industria sostenible <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de gestión de energía. Edificación sostenible <ul style="list-style-type: none"> • Fomento a renovación energética de viviendas. • Sistemas Solares Térmicos -residencial y público. • Generación distribuida. | Gestión del recurso hídrico <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de Planes Estratégicos de Cuenca para la Gestión de Recurso Hídrico. • Asegurar los estándares de calidad de los servicios de agua potable rural. Gestión ante desastres climáticos <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar acciones de adaptación en los Planes Regionales de Reducción del Riesgo de Desastres. |
| Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile (ECLP) [48] Ministerio del Medio Ambiente | Energía <ul style="list-style-type: none"> • 100% del transporte público urbano incorporado es cero emisiones al 2040. • Al menos el 60% de vehículos particulares y comerciales son cero emisiones al 2050. • 100% de hogares con acceso a electricidad de forma permanente. Silvoagropecuario <ul style="list-style-type: none"> • Contar con un programa de desarrollo de capacidades para productores en mitigación de emisiones del sector al 2025. • Incorporar prácticas que aporten a mitigar los impactos del cambio climático en programas para el mejoramiento agroambiental de suelos. Residuos | Energía <ul style="list-style-type: none"> • 100% de las comunas disponen de planes implementados de reducción de riesgos y emergencias del sector energético. Silvoagropecuario <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un programa de desarrollo de capacidades en adaptación al cambio climático para productores al 2025. • Actualizar los programas de desarrollo de capacidades en adaptación del cambio climático. • Desarrollar pilotos de mercados campesinos locales con consideraciones de acción climática. Pesca y acuicultura <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer capacidades sobre adaptación al cambio climático de la pesca y acuicultura en autoridades municipales y |

| | | |
|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la generación de residuos sólidos municipales. • Aumentar la tasa de reciclaje de residuos sólidos municipales. • Aumentar la tasa de valorización de los residuos orgánicos gestionados a nivel municipal. • Implementar composteras y/o vermicomposteras en las viviendas. <p>Transportes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir la partición modal del transporte privado propulsado por combustibles fósiles en todas las regiones. • Avanzar con la electromovilidad en vehículos particulares y comerciales. <p>Turismo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medir la huella de carbono del sector al 2030. • Ser un sector carbono neutral al 2050. | <p>locales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar investigación en aspectos claves para la adaptación del sector. • Capacitar a los pescadores y acuicultores de pequeña escala de las caletas más vulnerables sobre cambio climático. <p>Salud y Bienestar Humano</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar una estrategia de educación sanitaria para el consumo seguro y responsable de agua en hogares. • Implementar un sistema que permita mantener actualizadas las matrices de riesgo regionales considerando los riesgos a la salud asociados al cambio climático. • Contar con mapas dinámicos de los grupos de población vulnerables a las olas de calor. <p>Turismo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en temas de sustentabilidad y cambio climático en el sector. • Desarrollo e implementación de Planes Comunales de Desarrollo Turístico. • Identificación de destinos turísticos vulnerables al cambio climático. • Desarrollo de proyectos bajo el Plan Maestro de Infraestructura para el Turismo con enfoque de adaptación. <p>Biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contar con Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies para especies clasificadas como amenazadas. • Se habrán reconocido humedales como infraestructura ecológica en los instrumentos de planificación territorial. • Contar con mecanismos oficiales para fortalecer, promover y asegurar la protección de la biodiversidad en el marco de las compensaciones ambientales. <p>Recurso Hídrico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de los Planes Estratégicos de Gestión Hídrico en todas las cuencas. • Realizar estudios que analicen la implementación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) como alternativa de manejo del agua en las cuencas. |
|--|--|---|

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se consideran otros documentos sectoriales a nivel nacional vigentes y cuyos objetivos y metas se enmarcan en los desafíos climáticos existentes. Entre estos documentos se encuentra la Política Energética de Chile al 2050 la cual responde a acciones de mitigación y adaptación en el sector energético, la Ley y Plan de Eficiencia Energética 2022 – 2026 que incluye medidas de mitigación relacionadas al consumo energético y la Estrategia de Electromovilidad relaciona al sector transporte. Por otro lado, se incluye la Estrategia Nacional de Cambio Climático y

Recursos Vegetacionales (ENCCRV) que presenta acciones transversales al sector silvoagropecuario y la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) la cual responde a los desafíos de mitigación relacionada al sector residuos.

Tabla 19. Metas o acciones de planes y estrategias nacionales vigentes

| Documentos | Componente de mitigación / adaptación con enfoque regional |
|--|--|
| <p>Política Energética de Chile al 2050 – Actualización 2022 [49] Ministerio de Energía</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Los proyectos energéticos cuentan con mecanismos de asociatividad comunidad / empresa, que contribuyen al desarrollo local y un mejor desempeño del proyecto. • Al menos el 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables. • Asegurar acceso universal y equitativo a servicios energéticos modernos, confiables y asequibles a toda la población. • Los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial regional y comunal incorporar los lineamientos de la Política energética. • Mejorar la eficiencia energética de los vehículos y de su operación. • La cultura energética está instalada en todos los niveles de la sociedad, incluyendo los productores, comercializadores, consumidores y usuarios. |
| <p>Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026 [50] Ministerio de Energía</p> | <p>Sector productivo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la gestión de energía en empresas de menor tamaño. <p>Sector transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomento a un uso eficiente del transporte. <p>Sector edificaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomento del reacondicionamiento térmico de viviendas existentes. • Calificación energética de viviendas. <p>Sector ciudadanía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento del programa educativo en energía y sostenibilidad. • Difusión de información ciudadana sobre la relevancia del buen uso de la energía para la ciudadanía. |
| <p>Estrategia Nacional de Electromovilidad [51] Ministerio de Energía</p> | <p>Eje 1: Medios de transporte sustentable y financiamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se trabajará en la búsqueda y aplicación de incentivos indirectos tales como ajuste al permiso de circulación, revisión de los gastos rechazados a empresas, estacionamientos preferentes, zonas exclusivas de circulación, rebaja del arancel aduanero para vehículos eléctricos, entre otros a estudiar en profundidad. También se trabajará en el desarrollo de desincentivos a la compra y uso de vehículos contaminantes. • Se trabajará en la revisión de instrumentos económicos de fomento a tecnologías limpias y eficientes, tales como el impuesto “verde” de vehículos, tal que grave adecuadamente las externalidades negativas de los vehículos afectos a él. • Se impulsará la transición de la electromovilidad en el Estado a través de herramientas que nos ayuden a generar la línea base de consumos de la flota vehicular del Estado e identificar las flotas de uso intensivo para promover la transición a vehículos más eficientes, cero emisiones y cuya operación sea más económica. <p>Eje 2: Infraestructura de carga y regulación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se trabajará en establecer procedimientos para simplificar y unificar el procedimiento de conseguir autorización para usar el Bien Nacional de Uso Público para la instalación de infraestructura de recarga para vehículos eléctricos, velando por la seguridad de las personas y la infraestructura de carga. <p>Eje 3: Investigación y capital humano</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se fomentará realizar capacitaciones a nivel nacional con el fin de lograr mayor equidad en regiones en la formación de capacidades de la electromovilidad. |

| | |
|--|---|
| <p>Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales – Chile 2017-2025 [52] CONAF – Ministerio de Agricultura</p> | <p>Metas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimación de emisiones de GEI y análisis y severidad de incendios. <p>Metas de adaptación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de silvicultura preventiva con énfasis en la interfaz urbana rural. • Programa de restauración de ecosistemas post incendios forestales. • Fortalecimiento del programa Comunidades Preparadas frente a los incendios forestales. • Programa de adaptación para la gestión de los recursos vegetacionales en el marco del cambio climático, desertificación, degradación de las tierras y sequías. |
| <p>Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos - Chile 2040 [53] Ministerio de Medio Ambiente</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar plataformas a nivel domiciliario para compartir excedentes de comida. • Fomentar plataformas que incorporen puntos de venta de alimentos (supermercados, restaurantes, cafés, pequeños comercios, etc.) a vender excedentes de comida a precios rebajados. • Evaluar la factibilidad de aplicar un impuesto u otro incentivo económico para disuadir la disposición de residuos en rellenos sanitarios. • Adaptar los sistemas de recolección tradicionales, incorporando la recolección selectiva de residuos orgánicos y reduciendo la frecuencia de recolección de los residuos descartable. |

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Instrumentos territoriales

Del mismo modo que la revisión de instrumentos nacionales, se realizó una revisión de los instrumentos que rigen a nivel regional y comunal que son claves para su inclusión y alineamiento al PACCC.

Aunque los instrumentos de planificación territorial pueden tener un objetivo principal diferente, como los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO), también tratan cuestiones relacionadas con la gestión del cambio climático. Por lo tanto, al tener en cuenta estos instrumentos, no solo se garantiza la coherencia del sistema de gestión del cambio climático, sino que también se mejora la gestión de los recursos, ya que es posible aprovechar evaluaciones previamente realizadas y aplicarlas en el territorio, lo que ahorra tiempo y recursos en la realización de diagnósticos.

A continuación, se detallan las acciones prioritarias establecidas en instrumentos regionales y locales, que son relevantes para la propuesta de medidas.

4.2.1. Alcance regional

Entre los documentos con alcance regional se destaca la revisión de la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) la cual se encuentra vigente hasta el 2030. También destaca el Plan de Acción Regional de Cambio Climático de la región Los Lagos y el Plan Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres.

Tabla 20. Acciones prioritarias de instrumentos regionales

| Documentos | Componente de mitigación | Componente de adaptación |
|--|--|--|
| <p>Estrategia Regional de Desarrollo – Los Lagos 2030 [54]</p> <p>Gobierno Regional de Los Lagos</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar medidas de mitigación del Cambio Climático para fortalecer su resiliencia del territorio regional. • Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de las actividades humanas que se desarrollan en el territorio regional. <p>Bienestar Socio territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir el volumen de generación de residuos y potenciar su valorización en la región. • Incrementar el porcentaje de hogares con conexión fija a internet en los territorios rurales de la Región. • Reducir el número de viviendas desconectadas de un sistema de suministro de agua en las áreas rurales de la Región. <p>Competitividad Regional Sustentable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el desarrollo de energías renovables no convencionales. • Mayor uso de infraestructura compartida para un menor impacto ambiental y mayor eficiencia de uso. | <ul style="list-style-type: none"> • Integrar a la ciudadanía en la toma de decisiones que impactan sobre el medio ambiente y el territorio regional. • Desarrollar medidas de adaptación del Cambio Climático para fortalecer su resiliencia del territorio regional. • Adaptar las zonas más vulnerables de la región ante eventos extremos derivados del cambio climático. <p>Bienestar Socio territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ampliar la red de alcantarillado para dar soluciones sustentables a la población en la región. <p>Competitividad Regional Sustentable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer el sector acuicultura y pesca que permita generación y consolidación de encadenamientos y clústers regionales bajo un enfoque de sustentabilidad. <p>Ordenamiento territorial sustentable y resiliente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar programas de educación para la reducción del riesgo de desastres, según lo establecido en la Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres. |
| <p>Plan de Acción Regional de Cambio Climático de la región Los Lagos [55]</p> <p>Comité Regional de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente</p> | <p>Línea de acción 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomento de la movilidad sostenible y reducción del uso de transporte motorizado privado en zonas urbanas y en traslados interurbanos. • Aumentar la eficiencia y reducir las emisiones de los sistemas de calefacción en el sector residencial, con foco en las áreas urbanas. • Promover la eficiencia energética, en viviendas nuevas y existentes, en el sector urbano y rural de la región. <p>Línea de acción 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilitar el tránsito hacia un manejo sustentable y recuperación del bosque nativo en la región, favoreciendo las soluciones basadas en la naturaleza. | <p>Línea de acción 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomento al turismo sustentable en Zonas de Interés Turístico de la región de Los Lagos. • Asegurar el abastecimiento de agua potable y saneamiento para zonas concentradas, semiconcentradas y aisladas de la región, a través de la protección de los recursos naturales que garantizan su disponibilidad. <p>Línea de acción 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la resiliencia hacia la actividad pesquera artesanal junto a la administración y manejo de las pesquerías, producto del efecto del cambio climático. <p>Línea de acción 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de capacitación y difusión público-comunitario. • Fortalecimiento de los Programas de educación ambiental en establecimientos educacionales de nivel escolar y superior. |
| <p>Plan Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres Los Lagos 2019-2022 [56]</p> <p>Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior</p> | | <ul style="list-style-type: none"> • Formular y actualizar planes de GRD a nivel comunal. • Desarrollo Proyecto Sistema Integral de Monitoreo y Coordinación de Emergencias. • Implementación de Programas Preventivos. • Programa Comunidades Resilientes. |

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Alcance comunal

En relación con los instrumentos de alcance comunal se considera la revisión de los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) y los Planes Reguladores Comunales. Además, se consideran otros documentos como ordenanzas municipales con el fin de identificar sinergias en la normativa local.

La Tabla 21 detalla el PLADECO revisado de la comuna, la cual se encuentra actualmente vigente.

Tabla 21. Plan de Desarrollo Comunal

| Comuna | Año de publicación | Año de aplicación | Estado |
|---------------------|--------------------|-------------------|---------|
| PLADECO Los Muermos | 2021 | 2021-2025 | Vigente |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 22 muestra las líneas de acción, acciones y/o metas del instrumento local revisado de acuerdo con su vinculación con los componentes de mitigación o adaptación. A manera general se destacan acciones de educación ambiental, planes de emergencia para la gestión del riesgo, cuidado del ecosistema y programas de reciclaje.

Tabla 22. Acciones prioritarias del instrumento local

| Documentos | Componente de mitigación | Componente de adaptación |
|---|--|---|
| Plan de Desarrollo Comunal 2021-2025 [1] Los Muermos | <p>Medio Ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> Promover el cuidado del medio ambiente a través de proyectos y programas de reciclaje en la comuna. | <p>Turismo</p> <ul style="list-style-type: none"> Crear conciencia ciudadana sobre la importancia económica y social del turismo para el desarrollo comunal, contribuyendo al mejoramiento en la calidad de los servicios ofrecidos en la actualidad. <p>Medio Ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar planes de contingencia con respecto a posibles catástrofes naturales. Implementar en forma urgente estrategias que aborden el problema de la sequía en la comuna. Zonificación de riesgos. |

Fuente: Elaboración propia.

Referencias bibliográficas

- [1] Municipalidad de Los Muermos, “Plan de Desarrollo Comunal 2021-2025”, Los Muermos, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.muermos.cl/transparencia2.0/images/A.TRASPARENCIA_2020/ilovepdf_merged.pdf
- [2] Instituto Nacional de Estadística, “Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos”, Chile, mar. 2019. [En línea]. Disponible en: https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/Cd_Pb_AL-Cs_2019.pdf
- [3] Dirección de Vialidad, “Red Vial Nacional - Dimensionamiento y características”, Chile, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://vialidad.mop.gob.cl/areasdevialidad/gestionvial/Documents/Red%20Vial%20Nacional%20Dimensionamiento%20y%20Caracter%3%ADsticas%20A%3%B1o%202023.pdf>
- [4] Ministerio de Desarrollo Social y Familia, “Registro Social de Hogares (RSH)”, Banco Integrado de Datos. [En línea]. Disponible en: <https://bidat.midesof.cl>
- [5] Observatorio de ciudades UC, “Análisis de brechas para la disposición de agua potable y sistema de alcantarillado rural”, Región Los Lagos, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://observatoriodeciudades.com/portfolio/analisis-de-brechas-para-la-disposicion-de-agua-potable/>
- [6] Municipalidad de Maullín, “Plan de Desarrollo Comunal 2024-2030”, Maullín, 2024.
- [7] Ministerio de Educación, “Establecimientos educativos - MIME”, Ministerio de Educación. [En línea]. Disponible en: https://mi.mineduc.cl/mime-web/mvc/mime/busqueda_avanzada
- [8] Municipalidad de Los Muermos, “Plan Municipal de Cultura 2021-2025”, Los Muermos, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.cultura.gob.cl/redcultura/wp-content/uploads/sites/69/2023/06/pmc-los-muermos-2021-2025.pdf>
- [9] Servicio de Impuestos Internos, “Estadísticas de Empresas”. [En línea]. Disponible en: https://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_de_empresas.html
- [10] Instituto Nacional de Estadística, “Censo Agropecuario”, INE. [En línea]. Disponible en: <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios>
- [11] Departamento de estudios laborales, “Mujeres en Chile y mercado del trabajo: Participación laboral femenina y brechas de trabajo”, ene. 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/ocupacion-y-desocupacion/publicaciones-y-anuarios/publicaciones/mujeres-en-chile-y-mercado-del-trabajo---participaci%C3%B3n-laboral-femenina-y-brechas-salarialesa.pdf?sfvrsn=ade344d4_3

- [12] Mundo Acuícola, “Sindicatos de caleta Estaquilla constituyen corporación para administrar la infraestructura portuaria”, 16 de marzo de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.mundoacuicola.cl/new/sindicatos-de-caleta-estaquilla-constituyen-corporacion-para-administrar-la-infraestructura-portuaria/>
- [13] Ministerio de Agricultura, Centro de Información de Recursos Naturales, y Sistema de Información Rural Territorial, “Atractivos turísticos - Comuna de Los Muermos”, Los Muermos, nov. 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2022/12/LosMuermos_turismo.pdf
- [14] Oficina de Estudios y Políticas Agrarias y Universidad Nacional de Temuco, “Atlas Rural de Chile”, Chile, feb. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/handle/20.500.12650/71509>
- [15] Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos (SIMEF), “Capacidad de Uso del Suelo”, CIREN. [En línea]. Disponible en: <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/6fcff22e50744a2f8b2120b1b41f4e3f>
- [16] C. C. Alarcón Araya, J. Cabrera Perramón, y D. C. Corti González, *Los suelos ñadis en la X Región. Programa Ñadis para forestación de las provincias de Osorno y Llanquihue y de la comuna de Ancud*. Los Lagos: INFOR, 1999. doi: 10.52904/20.500.12220/4077.
- [17] Corporación Nacional Forestal (CONAF), “Catastro de uso del suelo y vegetación”, Ministerio de Agricultura. [En línea]. Disponible en: <https://sit.conaf.cl/>
- [18] Dirección General de Aguas (DGA), “Cuenca del río Maullín”, Chile, dic. 2004. [En línea]. Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Maullin.pdf>
- [19] G. Quintana Susperreguy, “Interacción de los acuíferos de las cuencas de los ríos Bueno y Maullín modelado mediante Software”, “Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad del Bío Bío, Concepción, 2017. [En línea]. Disponible en: http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/3142/1/Quintana_Susperreguy_Gustavo_Ignacio.pdf
- [20] Ministerio del Medio Ambiente, “Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO)”. [En línea]. Disponible en: <https://simbio.mma.gob.cl/>
- [21] Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, “Mapas vectoriales”. [En línea]. Disponible en: https://www.bcn.cl/siit/mapas_vectoriales
- [22] Dirección General de Aguas, “Inventario Público de Cuencas Hidrográficas y Lagos”, DGA, MOP. [En línea]. Disponible en: https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursos_hidricos/inventario_cuencas_lagos/Paginas/default.aspx

- [23] Dirección General de Aguas, “Inventario Nacional de Acuíferos”, Santiago, dic. 2017. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/5c705214-8f97-4b8d-9b14-35f0fc3c1362>
- [24] Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos (SIMEF), “Bosques de Chile - Región Los Lagos”, INE, INFOR, CONAF, MMA. [En línea]. Disponible en: <https://simef.minagri.gob.cl/herramientas/informacion-de-bosques-de-chile/ver/10#bosques-nativos>
- [25] C. Delgado, J. Cursach, A. Peifer, J. Cárdenas, y L. Espinosa, “Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín: Valor ecológico y patrimonial”, Maullín, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.fcmarina.cl/wp-content/uploads/2024/07/santuario-de-la-naturaleza-humedales-del-rio-maullin-valor-ecologico-y-patrimonial.pdf>
- [26] GBIF, “Sistema Global de Información sobre Biodiversidad”. [En línea]. Disponible en: <https://www.gbif.org/es/>
- [27] F. Luebert y P. Pliscoff, “Clasificación de Pisos de Vegetación y análisis de representatividad ecológica de áreas propuestas para la protección en la Ecorregión Valdiviana”, Valdivia, dic. 2004. [En línea]. Disponible en: https://awsassets.panda.org/downloads/informe_ecorregion_valdiviana_luebert_pliscoff.pdf
- [28] Infraestructura de Datos Geoespaciales, “Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger escala 1:1.500.000”. [En línea]. Disponible en: <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/35414/Zonas%20clim%C3%A1ticas%20de%20Chile%20seg%C3%BAAn%20K%C3%B6ppen-Geiger%20escala%201:1.500.000>
- [29] Ministerio de Agricultura, Centro de Información de Recursos Naturales, y Sistema de Información Territorial Rural, “Recursos naturales - Comuna de Los Muermos”, Los Muermos, oct. 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2022/10/LosMuermos_rrnn.pdf
- [30] Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, “Red Agrometeorológica”. [En línea]. Disponible en: <https://agrometeorologia.cl/>
- [31] Dirección Meteorológica de Chile (DMC), “Estaciones Meteorológicas”. [En línea]. Disponible en: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historico/mapaIndicesClimaticos/1>
- [32] Ministerio de Medio Ambiente, “Atlas de Riesgos Climáticos (ARClím)”, CR2, CCG - Universidad Católica de Chile. [En línea]. Disponible en: <https://arclim.mma.gob.cl/>

- [33] Instituto Forestal, “Vulnerabilidad al cambio climático del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue de la Región de Los Lagos”, Los Lagos, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/32684>
- [34] M. E. González, A. Lara, R. Urrutia, y J. Bosnich, “Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33° - 42° S)”, *Bosque (Valdivia)*, vol. 32, n° 3, pp. 215–219, 2011, doi: 10.4067/S0717-92002011000300002.
- [35] Cooperación Nacional Forestal (CONAF), “Incendios Forestales: Resumen de ocurrencia y daño por comuna, 1985 – 2023”, Ministerio de Agricultura. [En línea]. Disponible en: <https://www.conaf.cl/centro-documentals/estadisticas-historicas/>
- [36] M. Vera, “Desafíos hídricos en la cuenca del río Maullín”, *Diario de Puerto Montt*, 1 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.diariodepuertomontt.cl/noticia/actualidad/2023/12/desafios-hidricos-en-la-cuenca-del-rio-maullin>
- [37] P. Barria, “Lago Llanquihue retrocede 20 metros por efecto del déficit hídrico en la X Región”, *La Tercera*, 3 de junio de 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.latercera.com/noticia/lago-llanquihue-retrocede-20-metros-por-efecto-del-deficit-hidrico-en-la-x-region/#>
- [38] Delegación Presidencial Regional de Los Lagos, “Declaran zonas de escasez hídrica a Chiloé y 8 comunas de Llanquihue”, *Ministerio del Interior y Seguridad Pública*, Los Lagos, 14 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dprloslagos.dpr.gob.cl/2024/05/14/declaran-zonas-de-escasez-hidrica-a-la-provincia-de-chiloe-y-8-comunas-de-la-provincia-de-llanquihue/>
- [39] E. Cabrera Cortés, “Cinco miradas sobre las causas y la forma de enfrentar la severa crisis hídrica en la Región de Los Lagos”, *País Circular*, 11 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.paiscircular.cl/agua/cinco-miradas-sobre-las-causas-y-las-posibles-soluciones-a-la-severa-crisis-hidrica-en-la-region-de-los-lagos/>
- [40] Gobierno Regional Los Lagos y Comisión Regional de Los Lagos, “Política Regional para la Sostenibilidad Hídrica - Comuna Los Muermos”, Los Muermos, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://politicahidrica.goreloslagos.cl/wp-content/uploads/2023/11/Ficha-Dialogos-Comunales-Los-Muermos.pdf>
- [41] N. Briones, “Evacuan a familias de 7 viviendas por riesgo de derrumbe en Los Muermos”, *Biobío Chile*, Los Muermos, 26 de agosto de 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-los-lagos/2017/08/26/evacuan-a-familias-de-7-viviendas-por-riesgo-de-derrumbe-en-los-muermos.shtml#google_vignette
- [42] Gobierno Regional de Los Lagos, “Política Regional para la Sostenibilidad Hídrica 2024-2034”, Puerto Montt, 2024. [En línea]. Disponible en:

- <https://politicahidrica.goreloslagos.cl/wp-content/uploads/2024/04/PRSH-LOS-LAGOS.pdf>
- [43] Consorcio Lechero, ExpoLac Chile, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, y Federación Nacional de Productores de Leche, “Indicadores del Sector Lácteo”, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://consorciolechero.cl/wp-content/uploads/2024/08/20-de-agosto-indicadores-.pdf>
- [44] C. Albers, “Atlas de las regiones, provincias y comunas de Chile”, Rumalahue. [En línea]. Disponible en: <https://www.rulamahue.cl/>
- [45] IPCC, “Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 1. Point of Departure and Key Concepts.”, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_Chapter01.pdf
- [46] GIZ y EURCA, “Suplemento de Riesgo del Libro de la Vulnerabilidad. Guía sobre cómo aplicar el enfoque del Libro de la Vulnerabilidad con el nuevo concepto de riesgo climático del IE5 del IPCC”, 2016. [En línea]. Disponible en: adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2019/02/GIZ_Risk-Supplement_Spanish.pdf
- [47] Ministerio del Medio Ambiente, “Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile - Actualización 2020”, Chile, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/contribucion-determinada-ndc/descripcion-del-instrumento/>
- [48] Ministerio del Medio Ambiente, “Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile”, Chile, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>
- [49] Ministerio de Energía, “Política Energética de Chile al 2050 - Actualización 2022”, Chile, mar. 2022. [En línea]. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pen_2050_-_actualizado_marzo_2022_0.pdf
- [50] Ministerio de Energía, “Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022-2026”, Santiago, feb. 2022. [En línea]. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/17_plan_nacional_de_eficiencia_energetica_2022-2026.pdf
- [51] Ministerio de Energía, “Estrategia Nacional de Electromovilidad”, Santiago, oct. 2021. [En línea]. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia-nacional-electromovilidad_ministerio-de-energia.pdf

- [52] Corporación Nacional Forestal y Ministerio de Agricultura, “Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) 2017 - 2025”, Santiago, may 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.enccrv.cl/libro-enccrv2017-2025>
- [53] Ministerio de Medio Ambiente, “Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos - Chile 2040”, Chile, ene. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/03/Estrategia-Nacional-de-Residuos-Organicos-Chile-2040.pdf>
- [54] Gobierno Regional de Los Lagos, “Estrategia Regional de Desarrollo - Los Lagos 2030”, Los Lagos, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.goreloslagos.cl/resources/descargas/erd_2030/ERD_LosLagos_2030.pdf
- [55] Comité Regional de Cambio Climático y Ministerio de Medio Ambiente, “Plan de Acción Regional de Cambio Climático de la Región Los Lagos”, Puerto Montt, 2023. [En línea]. Disponible en: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/05/Resolucion-aprobacion-PARCC-Los-Lagos-2023_.pdf
- [56] Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, “Plan Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres Los Lagos 2019-2022”, Puerto Montt, oct. 2018. [En línea]. Disponible en: https://bibliogrdsenapred.gob.cl/web/bitstream/handle/2012/1877/P-PRRD-PO-ARD-04_X_31.10.2018.pdf?sequence=5

Anexos

Anexo 1. Especies - Especímenes

Tabla 23. Especies y especímenes de la comuna Los Muermos

| Reino | Clase | Nombre científico | Nombre común | Estado de conservación |
|----------|----------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Animalia | Amphibia | Batrachyla taeniata | Rana de ceja | Casi amenazada (NT) |
| Animalia | Aves | Fulica armillata | Focha de ligas | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Fulica leucoptera | Focha aliblanca | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Pardirallus sanguinolentus | Rascon plumizo | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Megaceryle torquata | Martín pescador grande | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Sephanoides sephaniodes | Picaflor chico | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Nothoprocta perdicaria | Tinamú chileno | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Colaptes pitius | Carpintero pitío | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Campephilus magellanicus | Carpintero negro | En Peligro (EN) |
| Animalia | Aves | Haematopus ater | Ostrero negruzco | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Haematopus palliatus | Ostrero americano | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Charadrius modestus | Chorlito chileno | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Elanus leucurus | Elanio coliblanca | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Parabuteo unicinctus | Aguilla rojinegra | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Buteo ventralis | Aguilucho de cola rojiza | Vulnerable (VU) |
| Animalia | Aves | Theristicus melanopis | Bandurria | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Bubulcus ibis | Garza boyera | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Nycticorax nycticorax | Garza nocturna | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Egretta thula | Garceta nívea | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Ardea cocoi | Garza cuca | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Sula variegata | Piquero | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Caracara plancus | Caracara quebrantahuesos | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Falco femoralis | Halcón perdiguero | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Falco peregrinus | Halcón peregrino | Vulnerable (VU) |
| Animalia | Aves | Phoenicopterus chilensis | Flamenco chileno | Vulnerable (VU) |
| Animalia | Aves | Larus dominicanus | Gaviota dominicana | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Rynchops niger | Rayador negro | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Thalassarche melanophris | Albatros de ceja negra | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Macronectes giganteus | Abanto marino antártico | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Stercorarius chilensis | Págalo chileno | |
| Animalia | Aves | Tringa melanoleuca | Patiamarillo mayor | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Tringa flavipes | Pitotoy chico | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Numenius phaeopus | Zarapito común | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Cathartes aura | Aura gallipavo | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Coragyps atratus | Gallinazo negro | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Podiceps major | Somormujo macachón | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Podilymbus podiceps | Zambullidor piquipinto | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Tachuris rubrigastra | Siete Colores | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Anairetes parulus | Cachudito piquinegro | Preocupación menor (LC) |

Primer informe de avance

Asesoría para la formulación de los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático para cuatro comunas de la Provincia de Llanquihue

| Reino | Clase | Nombre científico | Nombre común | Estado de conservación |
|----------|-------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Animalia | Aves | Muscisaxicola maclovianus | Dormilona carinegra | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Colorhamphus parvirostris | Peutrén | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Hymenops perspicillatus | Viudita picoplata | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Agelasticus thilius | Varillero aliamarillo | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Molothrus bonariensis | Mirlo | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Curaeus curaeus | Tordo patagón | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Aphrastura spinicauda | Rayadito común | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Cinclodes oustaleti | Remolinera chica | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Cinclodes patagonicus | Remolinera araucana | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Leptasthenura aegithaloides | Tijeral colinegro | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Pygarrhichas albogularis | Pícolezna comesebo | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Phleocryptes melanops | Junquero | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Phytotoma rara | Cortarramas chileno | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Turdus falcklandii | Zorzal patagón | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Eugralla paradoxa | Churrín grande | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Scelorchilus rubecula | Chucazo | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Scytalopus magellanicus | Churrín magallánico | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Pteroptochos tarnii | Hued-hued | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Diuca diuca | Diuca común | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Sicalis luteola | Chirigue sabanero | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Cistothorus platensis | Chivirín sabanero | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Patagioenas araucana | Torcaza | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Zenaida auriculata | Tórtola orejuda | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Columba livia | Paloma domestica | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Asio flammeus | Nuco | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Strix rufipes | Concón | Casi amenazada (NT) |
| Animalia | Aves | Tyto alba | Lechuza campanaria | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Anas flavirostris | Pato jergón chico | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Anas georgica | Pato jergón grande | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Tachyeres pteneres | Quetru no volador | Casi amenazada (NT) |
| Animalia | Aves | Coscoroba coscoroba | Cisne coscoroba | En Peligro (EN) |
| Animalia | Aves | Cygnus melancoryphus | Cisne de cuello negro | En Peligro (EN) |
| Animalia | Aves | Leucocarbo atriceps | Cormorán imperial | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Enicognathus ferrugineus | Cotorra cacheaña | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Enicognathus leptorhynchus | Choroy | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Vanellus chilensis | Avefría sureña | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Pelecanus thagus | Pelicano peruano | Casi amenazada (NT) |
| Animalia | Aves | Circus cinereus | Aguilucho cinéreo | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Sterna hirundinacea | Charrán suramericano | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Spheniscus magellanicus | Pingüino de Magallanes | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Spheniscus humboldti | Pingüino de Humboldt | Vulnerable (VU) |
| Animalia | Aves | Oceanites oceanicus | Paño de Wilson | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Elaenia albiceps | Elenia crestiblanca | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Lessonia rufa | Negrito austral | Preocupación menor (LC) |

Primer informe de avance

Asesoría para la formulación de los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático para cuatro comunas de la Provincia de Llanquihue

| Reino | Clase | Nombre científico | Nombre común | Estado de conservación |
|----------|----------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Animalia | Aves | Phrygilus patagonicus | Yal patagón | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Zonotrichia capensis | Chincol | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Passer domesticus | Gorrión | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Troglodytes aedon | Chivirín saltapared | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Mimus thenca | Sinsonte tenca | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Glaucidium nana | Mochuelo patagón | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Spinus barbatus | Jilguero golinegro | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Anthus correndera | Bisbita correndera | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Plegadis chihi | Cuervo de pantano | En Peligro (EN) |
| Animalia | Aves | Hirundo rustica | Golondrina tijereta | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Aves | Falco sparverius | Cernícalo americano | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Insecta | Bombus dahlbomii | Abejorro nativo | En Peligro (EN) |
| Animalia | Mammalia | Otaria byronia | Lobo marino común | Preocupación menor (LC) |
| Animalia | Mollusca | Concholepas concholepas | Loco | |
| Animalia | Reptilia | Liolaemus pictus | Lagartija manchada | Preocupación menor (LC) |
| Plantae | Magnoliopsida | Berberis darwinii | | |
| Plantae | Magnoliopsida | Tanacetum parthenium | Hierba de Santa Maria | |
| Plantae | Magnoliopsida | Amomyrtus meli | Meli | Preocupación menor (LC) |
| Plantae | Magnoliopsida | Latua pubiflora | Palo de brujo | |
| Plantae | Magnoliopsida | Eucryphia cordifolia | Ulmo | Casi amenazada (NT) |
| Plantae | Magnoliopsida | Drimys winteri | Canelo | En Peligro (EN) |
| Plantae | Magnoliopsida | Aextoxicon punctatum | Olivillo | Vulnerable (VU) |
| Plantae | Magnoliopsida | Acaena ovalifolia | Cadillo | |
| Plantae | Magnoliopsida | Lobelia tupa | Tupa | |
| Plantae | Magnoliopsida | Luma apiculata | Arrayán | Preocupación menor (LC) |
| Plantae | Magnoliopsida | Mitraria coccinea | Botellita | |
| Plantae | Magnoliopsida | Lomatia ferruginea | Fuinque | Preocupación menor (LC) |
| Plantae | Magnoliopsida | Fuchsia magellanica | Chilco | |
| Plantae | Magnoliopsida | Rhaphithamnus spinosus | Arrayán macho | Preocupación menor (LC) |
| Plantae | Magnoliopsida | Gaultheria phillyreifolia | | |
| Plantae | Pinopsida | Pilgerodendron uviferum | Ciprés de las Guaitecas | Vulnerable (VU) |
| Plantae | Pinopsida | Fitzroya cupressoides | Alerce | En Peligro (EN) |
| Plantae | Polypodiopsida | Lophosoria quadripinnata | Palmita | Casi amenazada (NT) |

Fuente: SIMBIO y GBIF [20][26].



DEUMAN

www.deuman.com