

## MINUTA

### ATLAS DE RIESGO CLIMÁTICO A NIVEL COMUNAL (ARCLIM)

#### Contenido

<b>1. Motivación</b>	1
<b>2. Antecedentes</b>	2
<b>3. Financiamiento</b>	3
<b>4. Metodología</b>	3
4.1 Determinación del Riesgo	3
4.2 Cadenas de impacto	4
<b>5. Visualización Plataforma</b>	6
5.1 Visualización general	6
5.2 Resultados amenazas	6
5.3 Resultados riesgos	7
<b>6. Resultados por Sistema</b>	7
ENERGÍA ELÉCTRICA	7
INFRAESTRUCTURA COSTERA	9
PESCA ARTESANAL Y ACUICULTURA	11
AGRICULTURA	14
BOSQUE NATIVO Y PLANTACIONES FORESTALES	16
TURISMO	18
BIODIVERSIDAD	21
RECURSOS HÍDRICOS	23
CIUDADES Y ASENTAMIENTOS HUMANOS	28



## **1. Objetivo General**

Diseñar e implementar una plataforma web integrada, dinámica y accesible con cobertura nacional y resolución comunal, que presente el riesgo territorial relativo frente al cambio climático de acuerdo con las proyecciones climáticas futuras para Chile.

## **2. Antecedentes**

ARCLIM fue solicitado por el Presidente de la República en el contexto de la presidencia de la COP25 y en línea con las políticas impulsadas por el Gobierno de Chile, dado que la preocupación por el cambio climático se ha incrementado sostenidamente, a la par de las tendencias internacionales, desde la aprobación del primer Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2008-2012, que por primera vez articuló la acción del sector público para enfrentar este fenómeno, estableciendo las líneas de acción principales para la adaptación, mitigación y creación y fomento de capacidades del país.

La política de Estado frente al Cambio Climático se consolida y fortalece en el proyecto de ley marco de cambio climático presentado en Enero del 2020 al Congreso y aprobado en Agosto 2020 en general por unanimidad en la sala del Senado, actualmente en discusión en particular. Este proyecto de ley permitirá que Chile cuente con una institucionalidad clara que permita hacerse cargo de manera transversal y multidisciplinaria de este desafío, con políticas e instrumentos de largo plazo, que trasciendan a los gobiernos de turno y que orienten la acción del Estado y de los actores no estatales con instrumentos de gestión del cambio climático vinculantes y con una meta clara alcanzar y mantener la carbono neutralidad y resiliencia al 2050.

Dentro de los sistemas de información que establece el proyecto de ley respecto a la adaptación destaca la creación de una plataforma de vulnerabilidad que contempla el Atlas de Riesgo Climático a nivel comunal. Esta plataforma entrega información clave para el desarrollo, seguimiento y aumento de la ambición de la adaptación en los instrumentos que establece el proyecto de ley como son: la Estrategia Climática de largo plazo, la NDC, los planes de adaptación para los sectores: silvoagropecuario, biodiversidad, pesca y acuicultura; salud, ciudades, infraestructura, energía, turismo, recursos hídricos, minería y costas, los planes estratégicos de recursos hídricos y los planes de acción regional de cambio climático.

### 3. Financiamiento

El financiamiento de este proyecto fue levantado en el contexto de la Presidencia de la COP25 como un aporte de 1,1 millones de USD del Gobierno Alemán. Estos fondos se ejecutan en Chile a través de la agencia alemana GIZ, que contrata al Centro de Resiliencia del Clima (CR2) de la Universidad de Chile y el Centro de Cambio Global de la Universidad Católica. Ambos centros coordinaron el trabajo con 17 centros de estudios a nivel regional:



### 4. Metodología

#### 4.1 Determinación del Riesgo

Los elementos básicos que deben evaluarse para estimar el riesgo climático son la exposición, amenaza y vulnerabilidad y amenaza, cuyas definiciones se presentan a continuación (tomadas de GIZ 2017 & IPCC 2015):

- **Exposición:** La presencia de personas, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales, en lugares que podrían verse afectados negativamente.
- **Amenaza:** Corresponde a una condición climática cuya potencial ocurrencia de que puede resultar en pérdidas de vidas, accidentes y otros impactos en salud, como también en pérdidas de propiedad, infraestructura, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y recursos medio ambientales.
- **Vulnerabilidad:** La propensión o predisposición a verse afectado negativamente. La vulnerabilidad se compone de una variedad de conceptos y elementos, entre ellos la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para responder y adaptarse.
  - **Sensibilidad:** La sensibilidad es determinada por todos los factores no climáticos que afectan directamente las consecuencias de un evento climático. Lo anterior incluye atributos físicos (como por ejemplo el material de construcción de las viviendas, el tipo de suelo agrícola), sociales, económicos y culturales (como la estructura demográfica) del sistema.

- Capacidad adaptativa: la capacidad de las personas, instituciones, organizaciones y sistemas para enfrentar, gestionar y superar condiciones adversas en el corto y mediano plazo, utilizando las habilidades, valores, creencias, recursos y oportunidades disponibles.

**Riesgo climático** es la probabilidad e intensidad esperada de impactos negativos sobre un territorio, los sistemas sociales y comunidades humanas que lo habitan, que resulta de sucesos o tendencias de naturaleza climática. El riesgo se determina de manera relativa a los territorios de manera de poder compara entre uno y otro.

Se presenta el índice de riesgo en una escala relativa que toma valores entre 0 y 1, en donde el 0 representa un Muy Bajo riesgo y el 1 representa un Muy Alto riesgo.

Los periodos de tiempo contemplados corresponden a:

- Presente (1980 a 2010)
- Futuro (2035 a 2065)
- Cambio (diferencia entre el presente futuro)

#### 4.2 Cadenas de impacto

Considerando lo anterior, el riesgo se determina analizando cadenas de impacto para cada sistema. Para lo cual se contempla:

- i. Definición de Sistemas (naturales, humanos o productivos)
- ii. Identificación y análisis de los diversos impactos adversos que una perturbación en el clima podría producir en el sistema.
- iii. Para cada combinación de sistema e impacto/sistema se identifica la amenaza climática específica, es decir, los elementos del clima cuyo cambio puede resultar en la concreción del impacto. En algunos casos la amenaza es producto de un solo elemento, como la disminución de la precipitación, y en otros casos es combinado (por ejemplo, en agricultura influye tanto los cambios de precipitación como de temperatura)



## 5. Visualización Plataforma

### 5.1 Visualización general

Los resultados se podrán ver y descargar desde una Plataforma web de libre acceso (disponible desde Octubre):



### 5.2 Visualización amenazas

Esta plataforma permite visualizar y descargar índices climáticos sobre el territorio nacional para el periodo de referencia (1980-2010) y periodo futuro (2035-2065), bajo el escenario RCP8.5, como su diferencia. Estos índices cuantifican la ocurrencia de ciertas condiciones meteorológicas -potencialmente adversas- en base a la distribución diaria de variables atmosféricas. [Leer más](#)

**Visualización de mapas de las amenazas climáticas en unidades territoriales:** Comunas, ciudades, cuencas, sitios snaspe, entre otros.

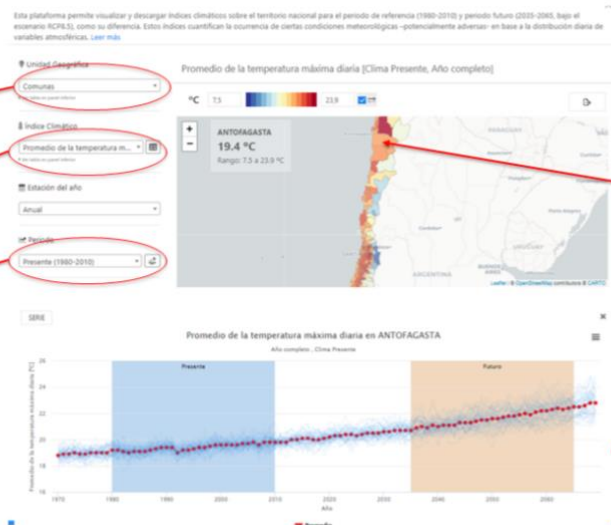
**Selección de índice climático**

**Selección de período de tiempo:**

- Presente (1980-2010)
- Futuro (2035-2065)
- Cambio

**Descarga de datos en distintos formatos:** shapefile, Excel, geotiff.

Al hacer "click" en una unidad territorial, se despliegan los detalles del índice a través del tiempo



Promedio de la temperatura máxima diaria [Clima Presente, Año completo]

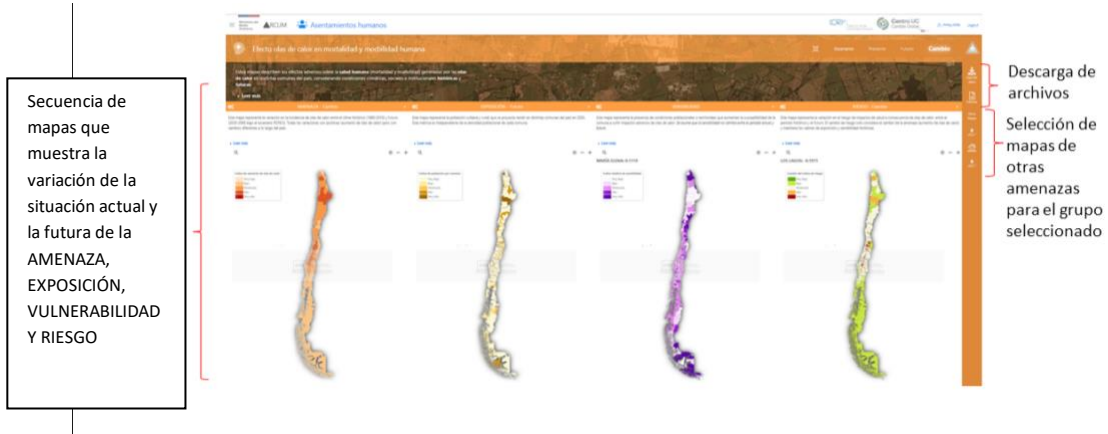
ANTOFAGASTA  
19.4 °C  
Rango: 7.0 a 23.9 °C

Promedio de la temperatura máxima diaria en ANTOFAGASTA

Año completo - Clima Presente

Presente Futuro

### 5.3 Visualización riesgos



## 6. Resultados por Sistema

### ENERGÍA ELÉCTRICA

#### Definición cadenas de impacto

Se consideraron 4 de cadenas de impacto a analizar en este sistema las que se resumen en la tabla. A continuación, se explica brevemente la justificación de la inclusión de estas cadenas de impacto.

Primero, para la cadena de impacto representada por la amenaza de una disminución en la generación de energía hidroeléctrica, su inclusión está relacionada a los impactos que se están viendo en el día de hoy en Chile en términos hídricos. En segundo lugar, un efecto conocido del cambio climático es el cambio en las temperaturas y aumento de días con temperaturas extremas. Este factor puede tener un impacto en la transmisión eléctrica, asociado a un cambio físico en las líneas.

Finalmente, las energías renovables han ido cobrando más relevancia en los últimos años, tanto en Chile como en el resto del mundo, especialmente las tecnologías de generación solar y eólica. A su vez, son dependientes de recursos naturales que tendrán variaciones a futuro según las proyecciones climáticas, como son la radiación solar y la velocidad del viento, lo que es analizado por separado para cada cadena de impacto.

Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Generación Eléctrica	Disminución de la energía generada en centrales hidroeléctricas.	Demanda eléctrica comunal a la red.	Cambios en los costos de la electricidad.	Multiplicación de los índices de Exposición y Sensibilidad.
Transmisión Eléctrica	Disminución de la capacidad de transmisión eléctrica y aumento de la demanda eléctrica por aumento de la temperatura.	Demanda eléctrica comunal a la red.	Cambios en los costos de la electricidad.	Multiplicación de los índices de Exposición y Sensibilidad.
Generación Eléctrica	Cambio en la radiación solar.	Demanda eléctrica comunal a la red.	Cambios en los costos de la electricidad.	Multiplicación de los índices de Exposición y Sensibilidad.
Generación Eléctrica	Cambio en la velocidad del viento.	Demanda eléctrica comunal a la red.	Cambios en los costos de la electricidad.	Multiplicación de los índices de Exposición y Sensibilidad.

### Principales conclusiones de los resultados:

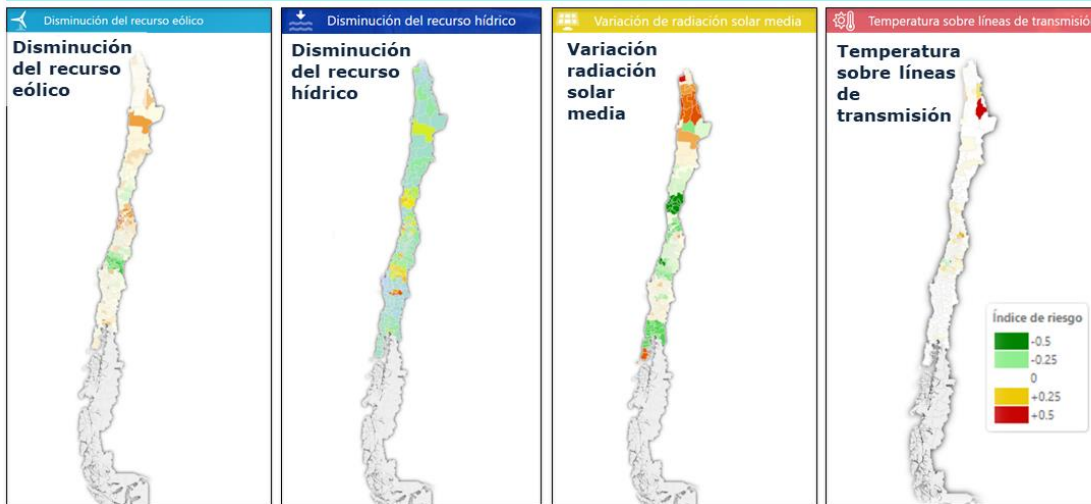
Sobre los resultados del índice de riesgo para la cadena de Aumento de temperaturas sobre Líneas de Transmisión, destaca la comuna de Calama, con un valor del índice de 1, siendo la comuna con el riesgo relativo más alto del SEN, lo que se puede interpretar como la que sufrirá el mayor impacto combinado entre el aumento de los costos marginales y la cantidad de demanda de la comuna con respecto al resto de las comunas que consumen energía del SEN. En la zona norte también destaca la comuna de Iquique con un riesgo relativo alto. En la zona central destacan varias comunas de la Región Metropolitana como Las Condes, Santiago, Maipú y Quilicura, con índices de riesgo relativo alto.

Finalmente, las comunas de Talca, Pencahue, Maule, San Javier, y Constitución presentan índices con valores de riesgo relativo negativos es decir como una oportunidad. Esto se debe a que verán una disminución de sus costos marginales por los cambios de temperatura, sufriendo una disminución del riesgo relativo comunal.

El cambio climático puede tener diversos efectos en el SEN, tanto en el sistema de generación como en el de transmisión. La disminución del recurso hídrico tiene el mayor impacto sobre la red eléctrica, generando un aumento promedio en los costos marginales de un 25,6% (Lorca et al., 2020). A su vez, las cadenas de impacto tanto de cambio en la radiación solar, como la disponibilidad del recurso eólico muestran una disminución de los costos marginales promedio. Esta información puede ser útil por ejemplo en la toma de decisiones sobre nuevos proyectos eléctricos en el futuro cercano.



## Visualización de resultados preliminares: **Energía**



## INFRAESTRUCTURA COSTERA

### Definición cadenas de impacto

Considerando los antecedentes expuestos en la introducción, para este estudio se identificaron dos cadenas de impacto: 1) Aumento de downtime en caletas de pescadores y 2) Aumento de downtime en puertos estatales. Tal como se puede ver en la siguiente tabla.

Subsistema	Amenazas	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Aumento de downtime en caletas de pescadores	Aumento de frecuencia de oleaje	Índice compuesto de exposición	Índice compuesto de sensibilidad	Aumento de riesgo de downtime operacional
Aumento de downtime en puertos estatales	Cambio en frecuencia de marejadas	Índice compuesto de exposición	Índice compuesto de sensibilidad	Cambio de riesgo de downtime operacional

### Principales conclusiones de los resultados

Considerando los resultados para este sistema, el riesgo de las caletas de pescadores es más alto en la zona central de Chile, por la fuerte influencia de la amenaza en esa zona. A modo de ejemplo, la caleta Bahía Cumberland en la isla de Robinson Crusoe tiene un aumento de riesgo relativo alto.

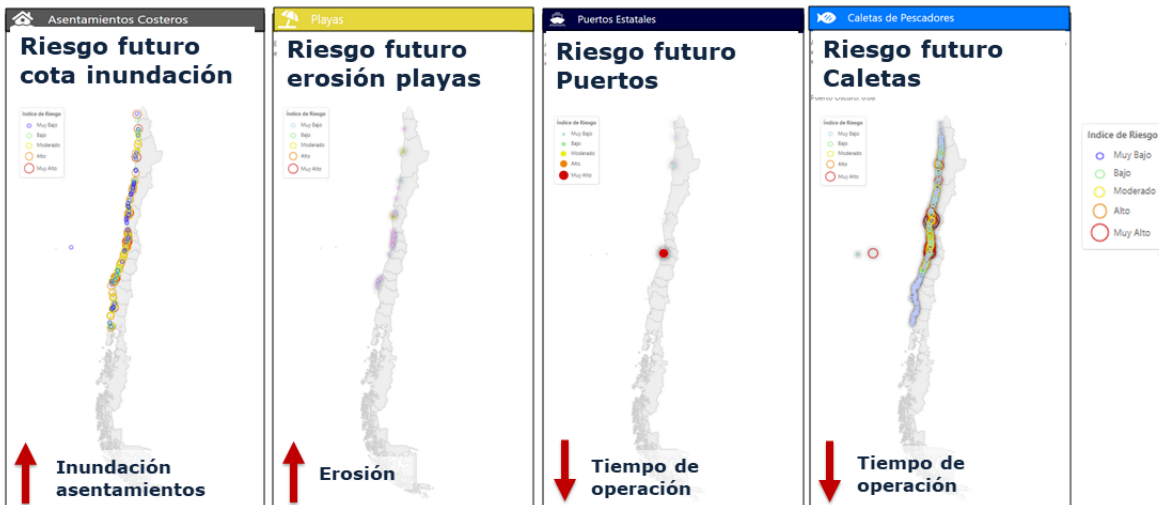
Las amenazas de ambas cadenas de impacto provienen del cese de sus actividades por presencia de marejadas o downtime. Los resultados de la amenaza son más concluyentes sobre las caletas

pesqueras que sobre los puertos, pues estos últimos poseen poca densidad de puntos sobre la misma área de estudio (costas de Chile). La amenaza sobre las caletas de pesca artesanal es mayor en el centro y norte del país, mientras que los puertos tienen su máximo riesgo relativo en el Puerto de San Antonio.

El puerto de San Antonio también es aquel que posee la máxima exposición, en conjunto con el Puerto de Valparaíso. Los puertos del Norte (Iquique y Arica) muestran la exposición más baja. Las caletas de pesca artesanal muestran en general poca exposición con la excepción de algunas caletas que se encuentran altamente expuestas, ubicadas principalmente en la Región del Bio-Bio y en el Mar interior de Chiloé.

La sensibilidad en ambas cadenas de impacto se observa relativamente homogénea a lo largo de la línea costera del País. Finalmente, el riesgo relativo de las caletas de pesca artesanal es mayor en la zona centro y norte del país, por influencia de la amenaza en el cálculo. En los puertos los resultados son diferentes para cada caso, sin mostrar un patrón espacial por la poca cantidad de puntos considerados.

## Visualización de resultados preliminares



## PESCA ARTESANAL Y ACUICULTURA

### Definición cadenas de impacto

Para estos sistemas se identificaron cadenas de impacto para Pesca artesanal y Acuicultura. Para Pesca Artesanal se identificó una cadena de impacto: Pérdida de desembarque pesquero artesanal. Para el sistema acuicultura se identificaron cinco cadenas de impacto: Salmonicultura en agua dulce: pérdida de producción por menor provisión de agua dulce; Salmonicultura costera: Pérdida de biomasa de salmones por FAN; Salmonicultura en costera: Pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos; Miticultura: Pérdida de biomasa semilla de mejillones por aumento de salinidad; Miticultura: Pérdida de masa de mejillones en fase engorda por FAN. En la tabla se observan los subsistemas abordados en este estudio, cuyo riesgo es obtenido a través de cadenas de impacto en función de tres factores determinantes: (i) amenaza, (ii) exposición, y (iii) sensibilidad.

Sistema	Subsistema	Amenazas	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Pesca Artesanal	Pérdida de desembarque pesquero artesanal	Aumento de la temperatura del aire y la precipitación	Desembarque de peces, invertebrados y algas	Índice de sensibilidad compuesto	Aumento del riesgo de pérdida de embarque
Acuicultura	Salmonicultura en agua dulce: pérdida de producción por menor provisión de agua dulce	Índice de aumento de amenaza climática	Índice de exposición de salmonicultura en agua dulce	Índice de sensibilidad de salmonicultura en agua dulce	Índice de riesgo debido al aumento de la amenaza climática
	Salmonicultura costera: Pérdida de biomasa de salmones por FAN	Índice de reducción de precipitaciones	Índice de cosecha que se puede perder	Índice de sensibilidad compuesta	Índice de riesgo debido al aumento de la amenaza climática
	Salmonicultura en costera: Pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos	Índice de reducción de precipitaciones	Índice de cosecha que se puede perder	Índice de sensibilidad compuesta	Índice de riesgo debido al aumento de la amenaza climática
	Miticultura: Pérdida de biomasa semilla de mejillones por aumento de salinidad	Índice de reducción de precipitaciones	Índice de biomasa para cosecha que se puede perder	Índice de sensibilidad compuesta	Índice de riesgo debido al aumento de la amenaza climática
	Miticultura: Pérdida de masa de mejillones en fase engorda por FAN	Índice de reducción de precipitaciones	Índice de biomasa de semilla que se puede perder	Índice de sensibilidad compuesta	Índice de riesgo debido al aumento de la amenaza climática

## Principales conclusiones de los resultados

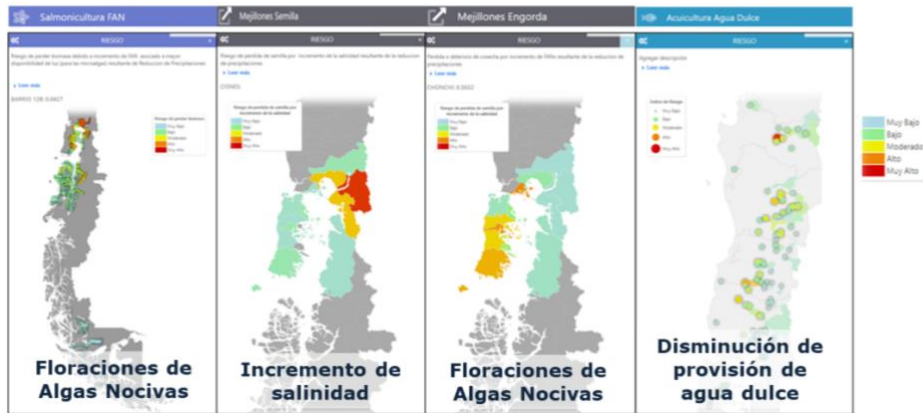
Los resultados para el sistema pesca artesanal muestran que las amenazas poseen una distribución espacial en forma de gradiente que aumenta de norte a sur, que es modulada principalmente por los cambios de precipitación que ocurrirán en un futuro. La exposición por su parte posee un gradiente espacial opuesto al de la amenaza, con valores máximos en la zona norte del país. La sensibilidad mostró valores relativamente homogéneos, aunque con algunos máximos en las regiones de Los Ríos y los lagos en el Sur de Chile.

Finalmente, el patrón de riesgo relativo posee una distribución espacial que se encuentra influenciada principalmente por el aporte de algas al desembarque en el índice de exposición y por algunos valores altos de amenaza en la zona de la región de Los Ríos. Las caletas del Norte Grande (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) y Norte Chico (Atacama-Coquimbo) presentan mayores riesgos relativos. Dentro de las caletas con riesgo relativo alto, 10 pertenecen a Los Lagos y 5 caletas a la región de Los Ríos.

Por otro lado, los resultados para el sistema acuicultura muestran que los niveles más altos de amenazas sobre las pisciculturas se encuentran en la región de la Araucanía, cuyo origen radica en que el pronóstico de disminución de precipitaciones es mayor allí y también en que la proporción de bosques forestales es baja. Las cuencas que conservan mejor su patrimonio natural poseen una mejor resiliencia para la producción de ovas y juveniles de salmón, elemento clave para la capacidad adaptativa del sector. Finalmente, para la producción de salmones en fase engorda y cosecha se observó que las ACS con mayor riesgo relativo de perder biomasa por incremento de parasitismo y/o incremento por FAN son aquellas ubicadas en la Región de Los Lagos.

La miticultura por otra parte mostró los mayores riesgos relativos de perder la producción de semilla de mejillones en las comunas de Cochamó y Hualaihué. La engorda de mejillones por su parte mostró los mayores niveles de riesgo relativo en las comunas de Castro y Quellón, los que se encuentran influenciados principalmente por la alta concentración de producción y por la preexistencia de FAN en los lugares. Por lo tanto, los niveles de riesgo relativo podrían reducirse si es que se repartiera la producción en forma más equitativa con otras comunas. Finalmente, al igual que en la salmonicultura, se recomienda para trabajos a futuro considerar la conexión entre ambos subsistemas o fases de cultivo, pues ambas son extremadamente dependientes entre sí.

Visualización de resultados preliminares: **Acuicultura region de Los Lagos**



Visualización de resultados preliminares: **Pesca artesanal**



## AGRICULTURA

### Definición cadenas de impacto

Se analizó el riesgo en la productividad de diversos sistemas agrícolas dada la variación climática producto del cambio climático. Las variables climáticas consideradas relevantes para el análisis corresponden a temperatura, precipitación, radiación, humedad relativa y velocidad del viento.

Para este estudio se identificaron cadenas de impacto para a) cultivos anuales representativos del sistema productivo nacional: Trigo, Maíz, Frejol, Papa; b) Frutales Almendro, Nogal, Cerezo, Manzano; c) Praderas naturales y capacidad de carga animal, resumidos en la Tabla 5 2.

Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Pérdida de productividad Trigo de secano	Variación de la productividad de trigo	Superficie de cultivo por comuna entre la región de Coquimbo y de Los Lagos (excluyendo Provincia de Palena)	Índice de Sensibilidad general	Riesgo u oportunidad en la producción, en función de las condiciones de exposición, amenaza y sensibilidad existentes
Pérdida de productividad Trigo bajo riego	Variación de la productividad de trigo			
Pérdida de productividad Papa secano	Variación de la productividad de papa			
Pérdida de productividad Papa bajo riego	Variación de la productividad de papa			
Pérdida de productividad Frejol bajo riego	Variación de la productividad de frejol			
Pérdida de productividad Maíz bajo riego	Variación de la productividad de maíz			
Pérdida de productividad Almendro	Variación de la productividad de almendro	Superficie de cultivo por comuna entre la región Atacama y de Aysén		
Pérdida de productividad Cerezo	Variación de la productividad de cerezo			
Pérdida de productividad Manzano	Variación de la productividad de manzano			
Pérdida de productividad Nogal	Variación de la productividad de nogal			
Cambio en productividad Praderas y capacidad de carga animal	Variación de la productividad de praderas	Superficie de cultivo por comuna entre la región de La Araucanía y de Los Lagos		

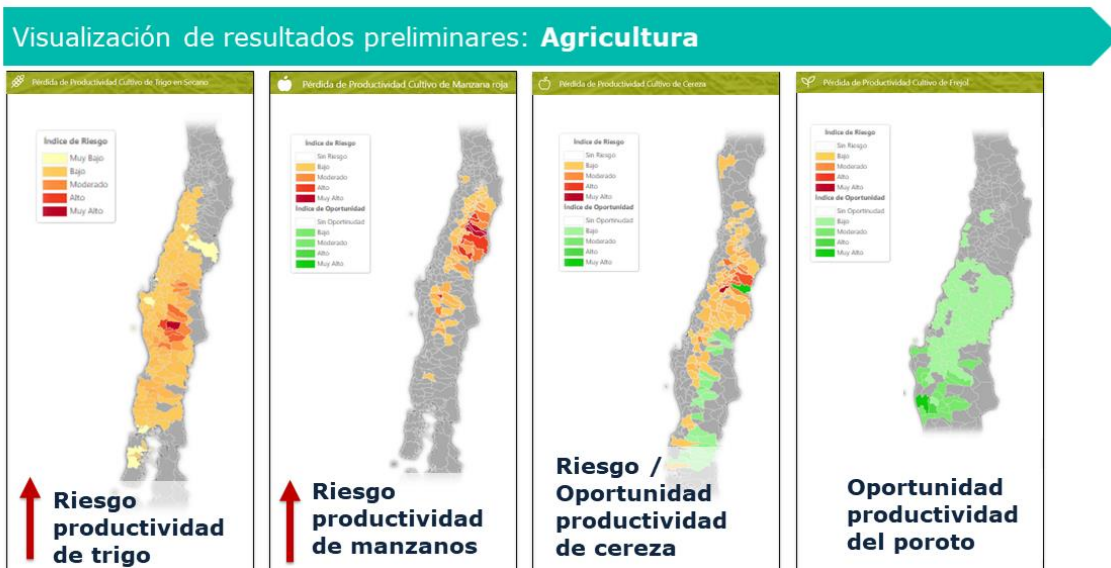
## Principales conclusiones de los resultados

Se estima que todas las cadenas de impacto analizadas en este proyecto presentarán algún grado de riesgo en los rendimientos asociados al cambio climático. Sin embargo, existen cultivos que en determinadas zonas presentan una oportunidad dado que los rendimientos futuros son mayores a los presentados en el tiempo presente (frejol, praderas, bovinos de carne y leche, ovino, nueces, almendro y cerezo).

Los resultados obtenidos de este estudio varían entre un subsistema y otro. Para cultivos anuales, se estima que todos presentarán un nivel de riesgo debido al cambio climático. En general, si el cultivo se produce bajo riego, el mayor riesgo relativo se ve en zonas costeras y del centro-norte del país, mientras que, si es en seco, el mayor riesgo relativo se encuentra en el sector cordillerano de la zona sur (Meza et al., 2020).

Con respecto a praderas y capacidad de carga animal, los resultados no muestran un riesgo relativo significativo en la productividad asociado al cambio climático. Es más, se estima que la productividad a causa del cambio climático aumente en las zonas estudiadas (Meza et al., 2020).

Finalmente, a partir de los resultados de frutales, se estima que la tendencia posiciona la zona costera y la depresión intermedia como las áreas de mayor riesgo relativo a consecuencia del cambio climático entre las regiones de Coquimbo y el Bío-Bío. Por otro lado, se estima un aumento en el rendimiento en la zona precordillerana desde la región de La Araucanía hacia el sur (Meza et al., 2020). En cuanto a los aspectos que no se abordaron en este sistema y que son consideradas como brechas se encuentra la incorporación de eventos climáticos extremos (olas de calor, sequías, heladas e inundaciones), cambios de uso de suelo y deforestación y factores culturales en las proyecciones futuras.



### Oportunidades (riesgo negativo)

En esta sección se especifican algunas de las oportunidades territoriales que presentan cada uno de los sistemas agrícolas analizados en el proyecto ARClím:

a) **Cultivos anuales** (*Trigo, Maíz, Frejol, Papa*): En cuanto a los cultivos anuales se aprecian oportunidades relativamente acotadas a territorios de la costa de la región de Biobío y Araucanía. Se destaca el Frejol como el cultivo con más oportunidades en dicha zona.

b) **Frutales** (*Almendro, Nogal, Cerezo, Manzano*): Las oportunidades para los frutales son más relevantes. Se aprecia que cultivos como nogal y cerezos tiene una oportunidad en la zona centro sur destacando las regiones de Los Ríos y Los Lagos.

c) **Praderas naturales y capacidad de carga animal**: en cuanto a las praderas se aprecia que un territorio relevante de la zona centro sur de Chile presenta oportunidades para el cultivo de praderas y carga de pastoreo.

### BOSQUE NATIVO Y PLANTACIONES FORESTALES

#### Definición cadenas de impacto

Se identificaron dos cadenas de impacto para el sistema bosque nativo: 1) Efecto directo: Verdor en bosques nativos; y 2) Efecto directo: Incendios forestales en bosques nativos. Por otro lado, se identificaron dos cadenas de impacto para plantaciones forestales: 1) Efecto directo: Verdor en plantaciones forestales; 2) Efecto directo: Incendios forestales en plantaciones forestales

Sistema	Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Bosque Nativo	Efecto directo: Verdor en bosques nativos	Aumento conjunto de olas de calor y sequías	Proporción de bosques nativos en todo el territorio nacional	Índice de sensibilidad compuesto.	Riesgo de incendios forestales
	Efecto directo: Incendios forestales en bosques nativos	Aumento de frecuencia de olas de calor	Proporción de bosques nativos en todo el territorio nacional	Probabilidad de ocurrencia de incendios forestales	Riesgo de pérdida de verdor
Plantaciones Forestales	Efecto directo: Verdor en plantaciones forestales	Aumento conjunto de olas de calor y sequías	Proporción de plantaciones forestales en todo el territorio nacional	Índice de sensibilidad compuesto	Riesgo de incendios forestales
	Efecto directo: Incendios	Aumento de frecuencia de olas	Proporción de plantaciones	Probabilidad de ocurrencia de	Riesgo de pérdida de



Sistema	Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
	forestales en plantaciones forestales	de calor	forestales en todo el territorio nacional	incendios forestales	verdor

### Principales conclusiones de los resultados

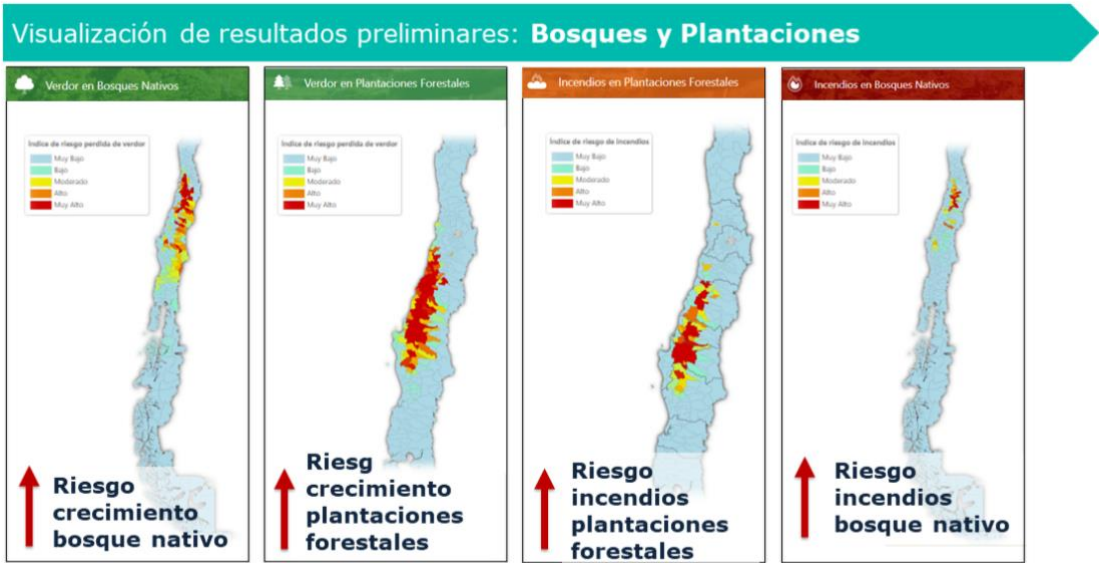
Respecto al análisis del riesgo se observó que los bosques nativos entre las regiones de Los Lagos y Magallanes se encuentran en un régimen de riesgo relativo bajo en comparación a las otras zonas del país. Sin embargo, las zonas de los bosques nativos más expuestos a riesgos climáticos relativos son coincidentes con aquellas que contienen a los bosques de mayor valor de conservación para el país. Por otro lado, estos bosques, particularmente ubicados la cordillera de la costa y la depresión intermedia entre la región de Coquimbo y Los Lagos, se encuentran en áreas sensibles ante incendios forestales, pues coinciden con las áreas de mayor densidad demográfica.

Los bosques entre Coquimbo y O'Higgins se encuentran bajo un alto riesgo relativo por la disminución de la precipitación y los bosques ubicados entre el Maule y la Araucanía por el efecto de las olas de calor en la propagación de incendios forestales. Sin embargo, ambos efectos interactúan, pudiendo la disminución de la productividad fotosintética ser un precursor de incendios forestales. Además, estas regiones poseen una alta proporción del paisaje destinado a plantaciones forestales, lo que facilita la ignición y la propagación de incendios hacia bosques nativos aledaños a las plantaciones.

Con respecto a las plantaciones forestales, se han visto evidencias de que la distribución de plantaciones forestales coincide con la zona de mayor riesgo relativo de incendios, esto debido a que las zonas donde se encuentran las plantaciones forestales son a su vez zonas donde existe un alto riesgo de generación de incendios por olas de calor, particularmente en la cordillera de la costa entre el Maule y la Araucanía. De manera indirecta, los bosques nativos de mayor valor de conservación adquieren mayor sensibilidad ante incendios forestales debido a la alta proporción del paisaje destinado a plantaciones forestales con fines industriales. En línea con lo anterior, queda claro que la alta concentración de plantaciones genera un riesgo para sí mismo y otras especies, pues la mezcla entre incidencia de olas de calor y conectividad del combustible (densidad de especies forestales) generan un alto riesgo relativo de producción de incendios.

Con respecto a los efectos directos del cambio climático, los cambios de temperatura y precipitación en la productividad fotosintética de las plantaciones forestales requieren de un estudio más profundizado que realice una buena distinción entre bosques nativos y plantaciones, considerando principalmente los ciclos de cosecha de las plantaciones. Por otro lado, según la evidencia actual no se observa un efecto de los cambios de temperatura y precipitación en la

productividad fotosintética de las plantaciones forestales de las últimas décadas. Sin embargo, de mantenerse las condiciones actuales en relación con las tendencias de precipitación y temperatura, las plantaciones forestales podrían sufrir consecuencias a futuro. Seguir estudiando con mayor profundidad este efecto es uno de los desafíos que se propone en esta sección.



### Oportunidad (riesgo bajo)

De acuerdo con los resultados que pueden ser visualizados mediante la plataforma ARCLim, los bosques nativos de Chile se encuentran con un bajo riesgo de pérdida de verdor e incendios forestales en la zona sur del país (sobre todo desde la región de la Araucanía al sur). Esto presenta una oportunidad relevante para fomentar la conservación del bosque nativo en lugares en donde estos ecosistemas aún no manifiestan signos de degradación debido al cambio climático. Tener esto en consideración es relevante para la toma de decisiones sobre todo considerando que las plantaciones forestales compiten por establecerse en territorios más al sur debido a las amenazas de incendios forestales y pérdida de rendimiento que están teniendo en las regiones como las del Bío-bío.

## TURISMO

### Definición cadenas de impacto

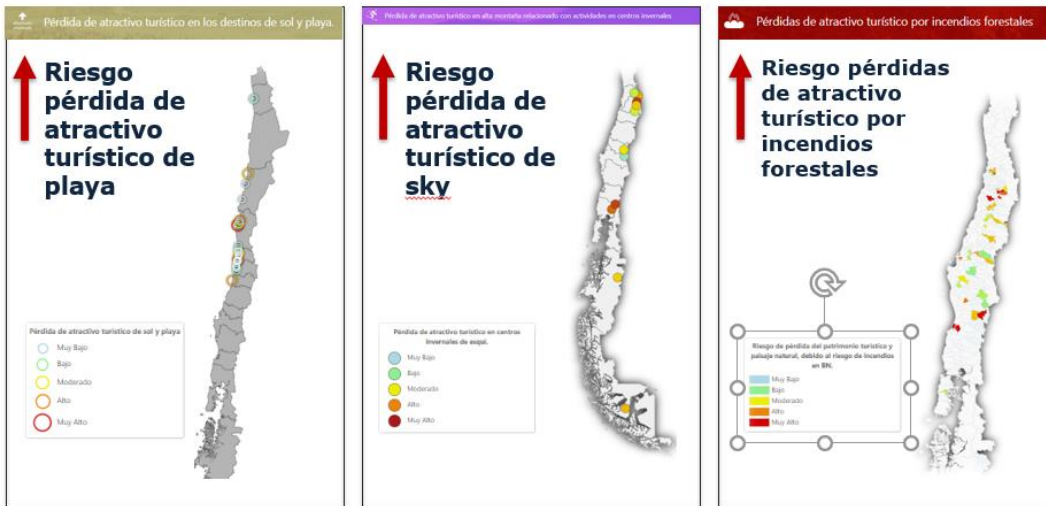
Considerando los antecedentes expuestos en la introducción, en particular la diversidad de territorios y los diferentes atractivos turísticos naturales que existen en Chile, en este estudio se analizarán cuatro cadenas de impacto: Pérdida de atractivo turístico por incendios forestales, Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña; Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa; Erosión de playas. La elección se realizó a partir de un análisis en donde se identificaron varios subsistemas del sector turismo, pero que finalmente, por representatividad y por disponibilidad de datos se seleccionaron tres. Este sistema considera además un subsistema del grupo de Zonas Costeras (Informe Sectorial de Zonas Costeras, Winckler et al., (2020)).

Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Pérdida de atractivo turístico por incendios forestales	Aumento de riesgo de incendios de bosque nativo	Desarrollo del turismo en comunas con atractivos de riqueza natural	Índice de dependencia del desarrollo comunal con los atractivos de riqueza natural	Pérdida de patrimonio turístico y paisaje natural debido al riesgo de incendios en Bosques Nativos
Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña	Disminución de la nieve acumulada	Demanda turística en centros de esquí en temporada alta.	Diversidad turística en torno a centros de esquí en temporada baja	Pérdida de atractivo turístico en centros invernales de esquí
Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa	Riesgo de erosión de playas	Demanda turística en temporada alta de sol y plata	Diversidad de oferta turística de sol y playa en temporada baja	Pérdida de atractivo turístico de sol y playa
Erosión de playas	Probabilidad de aumento de cambio en la cota de inundación	Área de superficie de las playas estudiadas,	Índice de sensibilidad compuesto.	Erosión de la línea de costa

### Principales conclusiones de los resultados

Se ha observado una inmensa variedad de destinos y atractivos turísticos en Chile, donde cada uno de ellos se encuentra amenazado por diferentes potenciales impactos del cambio climático. Las consecuencias de un clima cambiante podrían significar una redistribución espacial y temporal de los visitantes, lo que conlleva impactos socioeconómicos que afectan principalmente a los trabajadores, empresas e ingresos del sector turismo

## Visualización de resultados preliminares: Turismo



### Oportunidades (riesgo negativo/bajo):

El sector turismo presenta oportunidades moderadas de acuerdo con las diferentes cadenas de impacto analizadas. En el caso de la Pérdida de atractivo turístico por incendios forestales se aprecia que regiones como Los Ríos y Los Lagos presentan un bajo riesgo de perder sus atractivos debido a esta amenaza. En cuanto al subsistema Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña, se aprecia que la gran mayoría de los centros de ski están amenazadas por el cambio climático, pero existen regiones como la Araucanía presentan un riesgo bajo de que sus centros de ski se vean perjudicados por el cambio climático. Por último, se aprecia que la región de Atacama tiene bajo riesgo de Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa.

## BIODIVERSIDAD

### Definición cadenas de impacto

Para este sistema se analizaron cuatro cadenas de impacto. La primera corresponde a la pérdida de fauna por cambios de precipitación, donde se estudia la tolerancia de las distintas especies en cuadrantes de 5km<sup>2</sup> a la precipitación anual histórica y se compara con la proyección futura de esta variable climática. La segunda corresponde a la pérdida de fauna por cambios de temperatura, tomando nuevamente en consideración la tolerancia de las distintas especies de fauna, esta vez a la temperatura media anual. De manera análoga se analizaron las cadenas de impacto de Pérdida de flora por cambios de precipitación, y pérdida de flora por cambios de temperatura.

Adicionalmente se estudió el impacto específicamente en la distribución geográfica de ciertas especies de flora y fauna, analizando su movimiento espacial a futuro esperado, a partir de la distribución actual y de la proyección de las variables climáticas. Sin embargo, esto no se encuentra reflejado en los mapas de la plataforma.

Subsistema	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad	Riesgo
Fauna	Cambios en precipitación anual en el futuro con respecto a la histórica	Grado de pérdida de la vegetación natural que ha experimentado la comuna en los últimos 30 años	Multiplicación entre el margen de seguridad (sensibilidad) y la capacidad adaptativa de las especies.	Riesgo a la pérdida de la diversidad de especies animales por el cambio en la precipitación promedio anual.
Fauna	Cambios en la temperatura media anual en el futuro con respecto a la histórica	Grado de pérdida de la vegetación natural que ha experimentado la comuna en los últimos 30 años	Multiplicación entre el margen de seguridad (sensibilidad) y la capacidad adaptativa de las especies.	Riesgo a la pérdida de la diversidad de especies animales producto del cambio futuro en la temperatura promedio anual.
Flora	Cambios en precipitación anual entre el clima actual y el futuro	Grado de pérdida de la vegetación natural que ha experimentado la comuna en los últimos 30 años	Multiplicación entre el margen de seguridad (sensibilidad) y la capacidad adaptativa de las especies.	Riesgo a la pérdida de la diversidad de especies vegetales por el cambio en la precipitación promedio anual.
Flora	Cambios en la temperatura media anual en el futuro con respecto a la	Grado de pérdida de la vegetación natural que ha experimentado la comuna en los	Multiplicación entre el margen de seguridad (sensibilidad) y la capacidad	Riesgo a la pérdida de la diversidad de especies vegetales por el cambio en la temperatura

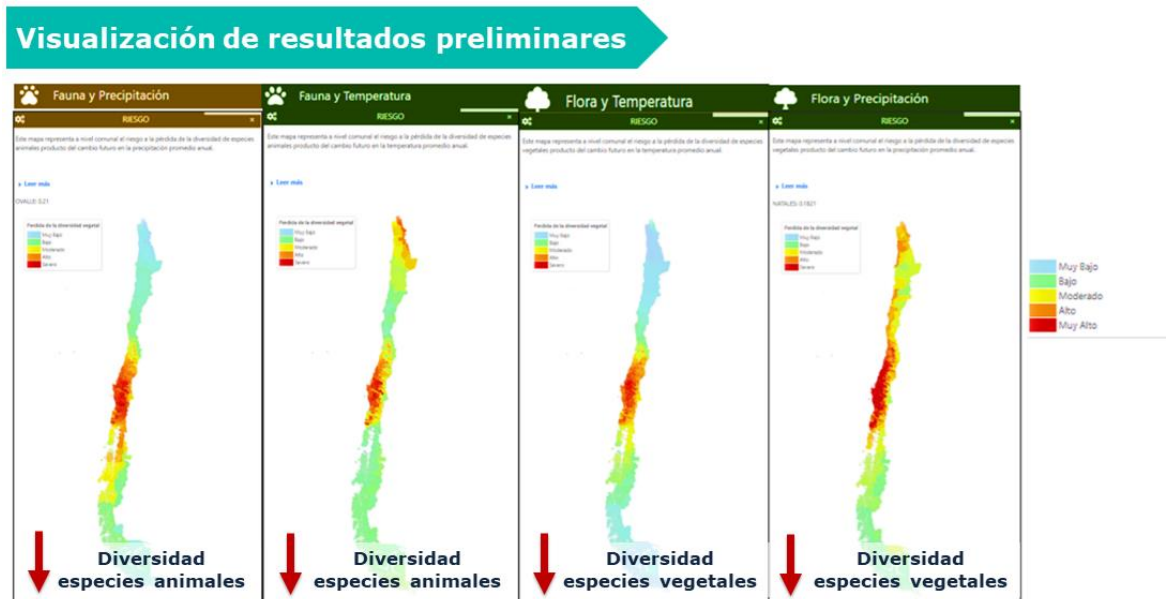
Subsistema	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad	Riesgo
	histórica	últimos 30 años	adaptativa de las especies.	promedio anual.

### Principales conclusiones de los resultados

Se puede ver que el riesgo más alto a nivel comparativo está concentrado en las comunas entre la Región del Ñuble y la Región de Los Ríos. Destacan las comunas de Quilaco en Biobío y Villarrica en La Araucanía con índices de riesgo relativo alto.

La zona centro sur de Chile continental se identifica como la zona con un mayor riesgo relativo al cambio climático, el cual se interpreta como una menor capacidad de las especies de flora y fauna para persistir en las zonas de su actual distribución. Así, las especies que actualmente se encuentran en la zona centro sur serían las más afectadas negativamente por el cambio climático (Pliscoff & Uribe, 2020).

Este trabajo se realizó sobre un nivel de organización de la biodiversidad (especies), dos grupos taxonómicos (flora vascular y animales vertebrados), y solo para especies terrestres. Así, como desafío a futuro se espera poder incluir el nivel genético y grupos taxonómicos como flora no vascular e invertebrados, además de especies marinas o dulceacuícolas.



### Oportunidades (riesgo negativo/bajo):

Los resultados para el sistema biodiversidad son preocupantes en referencia al alto riesgo que presentan las comunas de la zona centro sur de Chile. Sin embargo, esto plantea la oportunidad de agilizar la preservación de ecosistemas en esta zona y de evitar mayores presiones antrópicas sobre los mismos. Por otro lado, los resultados muestran que el extremo sur del país muestra un riesgo bajo de pérdida de flora y fauna.

## RECURSOS HÍDRICOS

### Definición cadenas de impacto

Los riesgos climáticos identificados por este sistema de trabajo se relacionan con precipitaciones extremas y sequía. Para ello, se identificaron las siguientes cadenas de impacto a) Inundaciones urbanas; b) Inundaciones por desborde de ríos; c) fenómeno de sequía

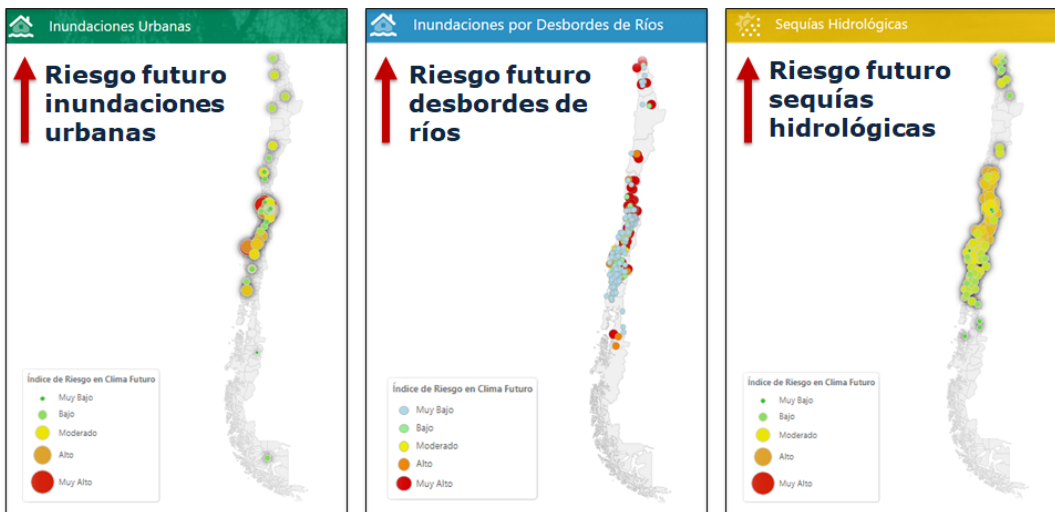
Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Inundaciones por desbordes de ríos	Variación de caudales extremos	Cantidad de infraestructura hidráulica dentro de potenciales áreas inundadas	Falla de la infraestructura hidráulica en caso de que los caudales de diseño sean sobrepasados	Susceptibilidad de la infraestructura hidráulica crítica cercana al cauce principal que describe la zona urbana a sufrir los impactos frente a un desborde de río
Inundaciones en zonas urbanas	Impacto de precipitación extrema sobre asentamientos urbanos	Presencia de población y servicios críticos en cada comuna	Susceptibilidad de la población y servicios críticos a sufrir impactos	Susceptibilidad de ciudades de sufrir un impacto adverso frente a eventos extremos y sus consecuencias
Riego superficial	Variación porcentual de la precipitación media en las cuencas hidrológicas	Zonas de riego en función del requerimiento medio de agua (en m <sup>3</sup> /s) de estas	Sensibilidad climática del sistema y la capacidad de ejercer la extracción deseada de recursos hídricos superficiales.	Cambios en la vulnerabilidad extrema para las zonas de riego expuestas.
Sequías hidrológicas	Aumento de eventos de sequía, en magnitud y frecuencia	Grado de impacto en la comuna ante eventos de sequía	Susceptibilidad de las comunas a sufrir impactos producto de bajas condiciones de resiliencia	Susceptibilidad de los servicios dependientes del agua a sufrir un impacto adverso frente a variaciones de los caudales medios anuales.

## Principales conclusiones de los resultados

En el caso de la cadena Inundaciones por desbordes de ríos, este índice se encuentra influenciado principalmente por el índice de amenaza y seguido por el índice de vulnerabilidad. Entre la región de Atacama y Valparaíso, se ven los mayores niveles de riesgo relativo, debido a la precariedad y falta de infraestructura crítica para mitigar efectos de crecida. Entre la región del Maule y Bío-Bío, los niveles altos de riesgo de debe principalmente a las magnitudes de las crecidas.

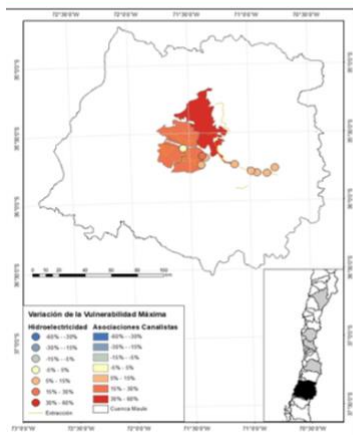
Los principales resultados derivados de este estudio indican que la magnitud de eventos de precipitación extrema aumentará en el futuro, y que los sectores con mayor riesgo serán aquellos que poseen una precaria o nula infraestructura capacitada para portear el agua a los cauces receptores o mitigar los efectos de una crecida. En el caso de presentar desbordes de ríos, se debe resguardar la ciudad, implementar obras de defensa fluvial y diseñar infraestructura crítica para periodos de retorno altos, esto junto con la evaluación de planes reguladores con el fin de limitar cualquier edificación cercana a los ríos (Vargas et al., 2020b).

De los resultados obtenidos en sequía hidrológica, a modo general se observa que la zona centro-norte del país es la que presenta mayor riesgo, en donde se ven proyecciones de aumento tanto en la frecuencia de sequías como en la severidad de estas (Vargas et al., 2020b).





## Visualización de resultados preliminares: Recursos hídricos



**Representación espacial de los cambios en la vulnerabilidad extrema en la extracción de recursos hídricos** para distintos usos en la Cuenca del Río Maule tomando en cuenta el promedio de los escenarios climáticos (entre el periodo futuro y de control).

### Comunidades y género:

Para la determinación de la sensibilidad de la cadena de impacto “sequías hidrológicas” se utilizaron indicadores que consideran temas de comunidades vulnerables y género:

Condiciones de sensibilidad poblacional-socioeconómica: con indicadores como incidencia de pobreza por ingreso, incidencia de pobreza multidimensional, proporción de población con reducida educación y fuente principal de suministro de agua por camión aljibe.

Condiciones de sensibilidad poblacional – etaria y de salud: con indicadores como proporción de la población en la categoría de adulto mayor, proporción de población infantil y prevalencia de condiciones de riesgo por desnutrición.

Condiciones de sensibilidad demográficas: con indicadores como proporción de hogares liderados por una mujer, proporción de habitantes pertenecientes a pueblos originarios, proporción de población inmigrante y número promedio de habitantes por vivienda.

## MINERIA

### Definición cadenas de impacto

Los eventos climáticos relevantes que identificó este sistema corresponden a los eventos de precipitación extrema y la sequía o escasez de suministro de agua. Con esto identificado, se desarrollaron tres cadenas de impacto: a) Inundaciones locales y deslizamientos de tierra en faenas mineras; b) Inundaciones locales y deslizamientos de tierra en relaves mineros; c) Impacto de Sequía en faenas mineras

Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Inundaciones locales y deslizamientos de tierra en faenas mineras	Cambio en los eventos de precipitación extrema entre mediados de siglo (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5) y el clima histórico (1980-2010).	Número de faenas mineras en cada cuadrícula de 5 x 5 km <sup>2</sup>	Combinación de pendiente del terreno circundante; falta de preparación o adecuación de la infraestructura; y tamaño de mina considerando horas de trabajo equivalentes.	Riesgo de aumento de inundaciones locales y deslizamiento de tierra en función de la amenaza, exposición y sensibilidad
Inundaciones locales y deslizamientos de tierra en relaves mineros	Cambio en los eventos de precipitación extrema entre mediados de siglo (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5) y el clima histórico (1980-2010).	Número de tranques de relave en cada cuadrícula de 5 x 5 km <sup>2</sup>	Combinación de pendiente del terreno circundante, no-preparación o adecuación de la infraestructura, y la condición del relave (activo, inactivo, abandonado, etc.)	Riesgo de aumento de inundaciones locales y deslizamiento de tierra en función de la amenaza, exposición y sensibilidad
Impacto de Sequía en faenas mineras	Sequía o escasez de suministro de agua para las operaciones es representada por la baja precipitación anual	Número de faenas mineras en cada cuadrícula de 5 x 5 km <sup>2</sup>	Combinación de no-preparación o falta de adecuación de la infraestructura considerando las diferencias entre los percentiles de precipitación extremos y el promedio, y viabilidad fuente de agua alternativa, expresada en función de la energía necesaria para bombear agua desalinizada desde la costa	Riesgo de una disminución de la seguridad hídrica en función de la amenaza, exposición y sensibilidad

## Principales conclusiones de los resultados

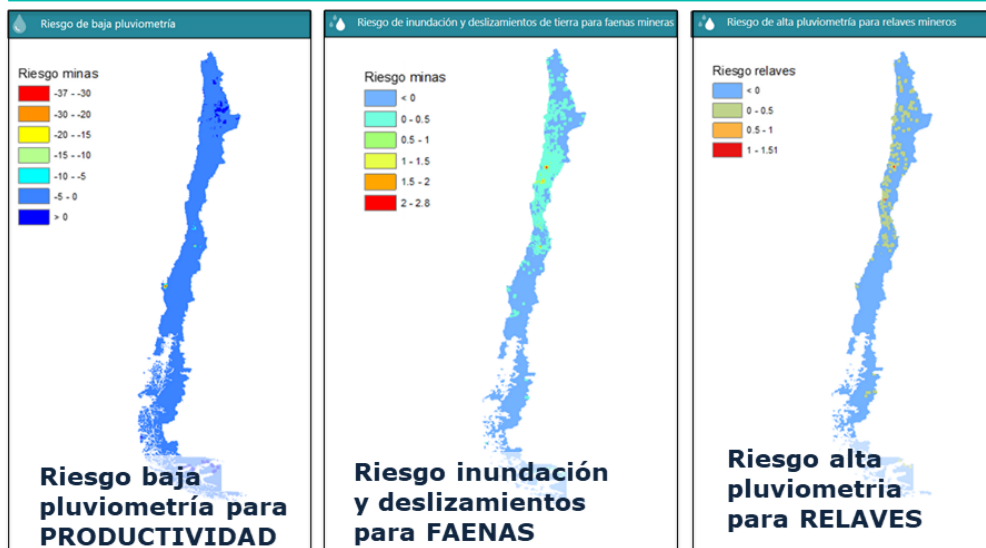
Se presenta el índice de riesgo como la multiplicación entre la amenaza, sensibilidad y exposición tanto en condiciones de alta pluviometría (para analizar inundaciones locales y deslizamientos de tierra) como de baja pluviometría (para analizar sequía en faenas mineras). La escala va desde un riesgo Muy Bajo a un riesgo Muy Alto. Cuando se analiza la condición de alta pluviometría, el sector con mayor riesgo se ubica en la zona centro norte del país hacia la depresión intermedia (región de Atacama). Por otro lado, si se analiza la condición de baja pluviometría, el sector con mayor riesgo se ubica en la zona centro sur del país hacia el sector costero (región de Bío-Bío).

La metodología propuesta considera tanto las condiciones actuales como futuras de clima (periodo 2035-2065 bajo condiciones de cambio climático), permitiendo estimar el riesgo de las mineras debido al cambio climático (Rivera et al., 2020).

De lo analizado en este trabajo, se puede desprender que la sensibilidad de las operaciones mineras está influenciada fuertemente por las condiciones locales y de operación de cada minera, de tal modo que el nivel de sensibilidad dependerá de la infraestructura propia de la operación (Rivera et al., 2020).

La falta de preparación en la industria minera puede tener como consecuencia en una disminución de la productividad y riesgos en la salud, por lo que se requiere de mayor investigación para precisar las dinámicas a escalas espaciales menores, además de un esfuerzo concertado y colaborativo entre la industria, comunidades aledañas y otros sectores productivos (Rivera et al., 2020).

## Visualización de resultados preliminares: Minería



## CIUDADES Y ASENTAMIENTOS HUMANOS

### Definición cadenas de impacto

Con respecto a las cadenas de impacto identificadas para el sistema salud y bienestar humano se identificaron diez subsistemas los cuales se identifican en la tabla a continuación.

Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Eventos climáticos extremos: Anegamiento de asentamientos costeros	Cambio en la cota de inundación por una combinación de aumento del nivel de mar y aumento de intensidad de las marejadas.	Tamaño de los emplazamientos con zonas litorales bajas, medido por el número de viviendas.	Promedio normalizado entre densidad poblacional, densidad de vivienda, fracción de tipos de vivienda (casa, departamento en edificio o precaria).	Riesgo de mayor anegación de asentamientos costeros, calculado como la multiplicación de la amenaza, la sensibilidad y la exposición.
Eventos climáticos extremos: inundaciones	Variación en la incidencia de inundaciones por desborde de colectores entre el clima presente y futuro.	Población urbana que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035.	Presencia de condiciones poblacionales o territoriales que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos de inundaciones.	Variación en la disposición a registrar impactos de salud a consecuencia de inundaciones por desborde de colectores, entre el periodo presente y el futuro.
Temperaturas y bienestar humano: Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura	Cambio en el promedio anual de la temperatura máxima diaria entre el clima histórico y futuro.	Población urbana que se proyecta para el año 2050.	Cantidad de muertes por causas no accidentales esperadas al año 2050, sin considerar un aumento de la temperatura producto del cambio climático.	Cantidad de muertes netas por causas no accidentales esperadas al año 2050, considerando un aumento de temperatura por efecto del cambio climático.
Temperaturas y bienestar humano: Mortalidad prematura por calor	Cambio en el promedio anual de la temperatura máxima diaria durante el periodo con respecto al promedio de la temperatura máxima observada en el pasado, para los meses con aumento de mortalidad.	Población comunal proyectada al año 2050.	Cantidad de muertes por causas no accidentales esperadas al año 2050, sin considerar un aumento de la temperatura producto del cambio climático.	Corresponde a la cantidad de muertes por causas no accidentales esperadas al año 2050, considerando un aumento de temperatura por efecto del cambio climático.
Temperaturas y bienestar humano:	Variación en la incidencia de olas	Población (urbana y rural) que se	Presencia de condiciones	Variación en el riesgo de impactos de salud a

Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Efecto olas de calor en salud humana	de calor entre el clima histórico y futuro.	proyecta residir en distintas comunas del país en 2035.	poblacionales o territoriales que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos de olas de calor.	consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y el futuro.
Temperaturas y bienestar humano: Discomfort térmico ambiental	Índice <i>Humidex</i> , que integra la temperatura y la humedad relativa del aire, para el mes más cálido del año (enero), durante el periodo nocturno.	Porcentaje de población infantil (0-5 años) y adulta mayor (sobre los 65 años), respecto del total de la población de cada ciudad de Chile.	Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI) construido en base a factores socioeconómicos y demográficos de la población urbana.	Aumento de riesgo de las diversas ciudades de experimentar Discomfort Térmico Ambiental, debido al calor y la humedad en los meses de verano.
Temperaturas y bienestar humano: Efectos de las heladas en ciudades	Índice de Heladas (FDO), que corresponde al promedio de días en que la temperatura mínima es igual o inferior a 0°C, considerando en este caso la estación de invierno (junio, julio y agosto).	Población urbana total para cada ciudad de Chile.	Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI) construido en base a factores socioeconómicos y demográficos de la población urbana.	Cambio del riesgo de las diversas ciudades de Chile a experimentar los efectos adversos de las heladas, entre el periodo histórico y futuro.
Temperaturas y bienestar humano: Efectos de la isla de calor urbana	Intensidad máxima del efecto de isla de calor urbana (ICU).	Población urbana total para cada ciudad de Chile.	Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI) construido en base a factores socioeconómicos y demográficos de la población urbana.	Aumento de riesgo asociado al impacto de la intensidad del fenómeno de Isla de Calor Urbana (ICU) para las diferentes ciudades de Chile.
Seguridad Hídrica: Seguridad hídrica doméstica urbana	Variación en la incidencia de sequías meteorológicas entre el clima histórico y futuro.	Población urbana que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035.	Presencia de condiciones demográficas, socioeconómicas y de infraestructura hídrica que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos en su seguridad hídrica doméstica urbana.	Variación en impactos negativos en la salud de la población urbana de cada comuna, entre el periodo histórico y el futuro debido al cambio de incidencia de sequías meteorológicas y la evapotranspiración potencial.
Seguridad Hídrica: Seguridad hídrica doméstica rural	Variación en la incidencia de sequías meteorológicas entre el clima	Población rural que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035.	Presencia de condiciones demográficas, socioeconómicas y de infraestructura	Variación en impactos negativos en la salud de la población rural de cada comuna, entre el periodo histórico y el futuro

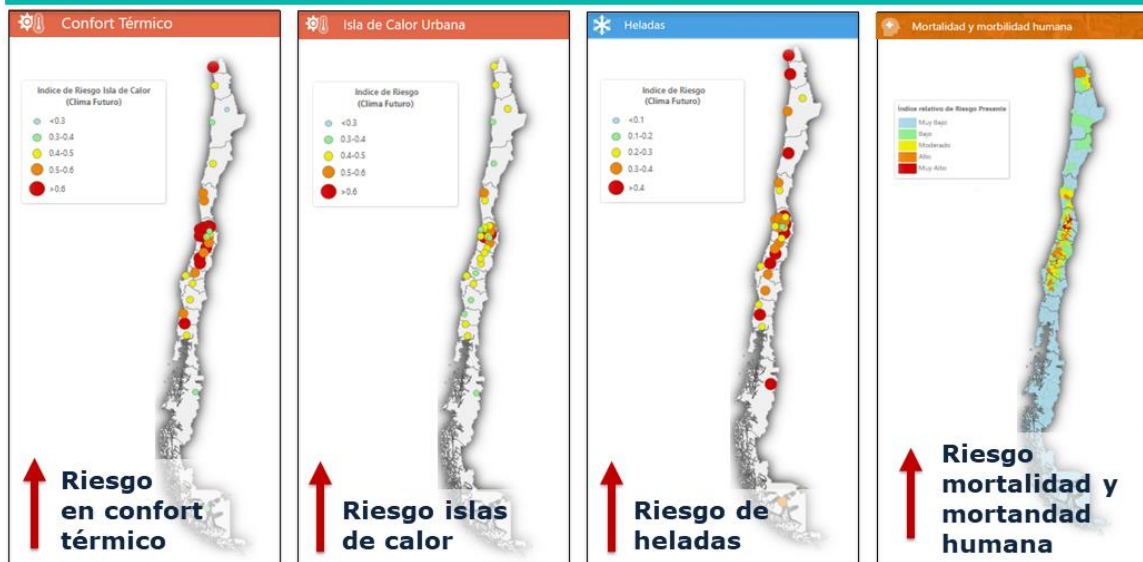
Subsistema	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
	histórico y futuro.		hídrica que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos en su seguridad hídrica doméstica rural.	debido al cambio de incidencia de sequías meteorológicas y la evapotranspiración potencial.

### Principales conclusiones de los resultados

El análisis de este sistema es un aporte para entender los efectos del cambio climático en el componente humano, dejando en evidencia la gran variedad de amenazas y su heterogeneidad del efecto sobre el riesgo en las distintas zonas geográficas de Chile.

Esta heterogeneidad de los resultados a nivel nacional resalta la importancia del análisis a nivel zonal. Por ejemplo, para la cadena de impacto Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura, se observa como en el norte del país hay una tendencia a contar con un mayor número de muertes causadas por el cambio climático durante todo el año, mientras que en la zona centro y centro sur del país, se observa un efecto estacional en que en la temporada fría el aumento de las temperaturas permitiría evitar una fracción de las muertes (Cifuentes et al., 2020).

### Visualización de resultados preliminares: Ciudades y asentamientos humanos



### **Comunidades y género:**

Para determinar la sensibilidad de las comunas con respecto a cada una de las cadenas de impacto identificadas para este sistema, se utilizaron indicadores relevantes que tienen que ver con comunidades vulnerables y género. Por ejemplo, para la cadena de impacto inundaciones se utilizaron, entre otros, dos indicadores referentes a comunidades vulnerables: presencia de grupos vulnerables, condiciones de la vivienda, condiciones territoriales. Dentro de la cadena de impacto Seguridad hídrica doméstica rural, se utilizaron indicadores de género y de comunidades vulnerables tales como: condiciones socioeconómicas (pobreza, educación y acceso a la red de agua potable), condiciones de sensibilidad poblacional en términos etarios y de salud, y otras condiciones demográficas (hogares con mujeres jefas de hogar, población migrante, población de pueblos originarios, hacinamiento).

Otro ejemplo es la cadena de impacto Disconfort térmico ambiental, Efectos de las heladas en ciudades, y Efectos de la isla de calor urbana en donde se utilizaron 31 indicadores para determinar la sensibilidad de cada comuna. Dentro de estos indicadores, se incluyen indicadores de género y nivel socioeconómico.