



ATLAS DE RIESGOS CLIMÁTICOS

Atlas de Riesgo Climático

Documentación del Atlas

Octubre 2020



Documentación Atlas de Riesgos
Octubre 2020

meteodata

Tabla de contenidos

1.	Introducción	3
2.	Aspectos generales sobre la evaluación de Riesgo Climático	4
3.	Descripción de cadenas de Impacto según sector	6
	Sector Salud y Bienestar Humano	6
	Sector Energía Eléctrica	8
	Sector Infraestructura Costera	9
	Sector Recursos Hídricos	9
	Sector Bosques Nativos	10
	Sector Minería	10
	Sector Agricultura	11
	Sector Turismo	13
	Sector Pesca Artesanal	14
	Sector Acuicultura	14
	Sector Biodiversidad	15
4.	Herramienta en-línea Atlas de Riesgo Climático	16
	4.1. Estructura del Atlas de Riesgo Climático	16
	4.2. Ejemplo de cadena de Impacto	19
5.	Consideraciones para la interpretación de resultados del Atlas de Riesgo Climático	21

Tablas

Tabla 1 Cadenas de Impacto del Sector Salud y Bienestar Humano	7
Tabla 2 Cadenas de Impacto del Sector Energía Eléctrica.....	8
Tabla 3 Cadenas de Impacto del Sector Infraestructura Costera	9
Tabla 4 Cadenas de Impacto del Sector Recursos Hídricos	9
Tabla 5 Cadenas de Impacto del Sector Bosques Nativos.....	10
Tabla 6 Cadenas de Impacto del Sector Minería.....	10
Tabla 7 Cadenas de Impacto del Sector Agricultura	12
Tabla 8 Cadenas de Impacto del Sector Turismo	13
Tabla 9 Cadenas de Impacto del Sector Pesca Artesanal	14
Tabla 10 Cadenas de Impacto del Sector Acuicultura	15
Tabla 11 Cadenas de Impacto del Sector Biodiversidad	15
Tabla 12 muestra una descripción de las secciones del Atlas de Riesgo representadas en el esquema de la Figura 3	18

Figuras

Figura 1 Conceptualización del Riesgo Climático según GIZ (2017) e IPCC (2015.).....	4
Figura 2 Dimensión espacial y temporal de la evaluación de riesgo climático.	5
Figura 3 muestra esquemáticamente la manera en que se estructura el contenido en la herramienta en-línea Atlas de Riesgo.	17
Figura 4 ejemplo de cadena de impacto ‘Cambio de productividad de praderas’.....	19
Figura 5 muestra detalles sobre la metodología utilizada obtenidos desde la sección leer más (general).	20
Figura 6 muestra el reporte que se genera a) con un clic sobre la comuna de Traiguén, o b) con el buscador de lugares. Ofrece información de factores involucrados en la evaluación de riesgo climático. En la tabla de arriba, las magnitudes de los índices de Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Riesgo. En la tabla de abajo, índices de capacidad adaptativa, margen de seguridad, riquezas de especies y superficie protegida.	20

1. Introducción

La plataforma de información Atlas de Riesgo Climático¹ es un proyecto del Ministerio del Medio Ambiente² apoyado por el Programa Mundial de Evaluación y Gestión de Riesgos para la Adaptación al Cambio Climático (Pérdidas y Daños) por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania³. ARClim fue desarrollado por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR²)⁴ y el Centro UC de Cambio Global⁵ junto a la colaboración diversas instituciones nacionales e internacionales.

Uno de los resultados más importantes de la iniciativa consistió en el desarrollo de una plataforma de información en-línea (implementada por la empresa METEODATA⁶) destinada a facilitar el acceso, visualización y análisis de las Evaluaciones de Riesgo Climático generadas por 14 grupos de trabajo de diversas universidades y centros de investigación nacionales e internacionales.

El presente documento tiene por objetivo describir las principales características de la Plataforma de Información. En la sección 2 se presentan aspectos generales sobre la evaluación de Riesgo Climático. Seguidamente, en la sección 3 se presenta una descripción de cadenas de Impacto según sector. Luego, en la sección 4 se describe la herramienta en-línea Atlas de Riesgo Climático. Finalmente, la 5 se ofrece algunas consideraciones para la correcta interpretación de las evaluaciones de Riesgo Climático.

¹<https://arclim.mma.gob.cl/>

² <https://mma.gob.cl/>

³ <http://www.bmz.de/en/index.html>

⁴ <http://www.cr2.cl/>

⁵ <https://cambioglobal.uc.cl/>

⁶ <https://www.meteodata.cl/>

2. Aspectos generales sobre la evaluación de Riesgo Climático

El 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.

Las evaluaciones se llevan a cabo según el enfoque metodológico de ‘Cadena de Impacto’ desarrollado por GIZ (2017)⁷ y IPCC (2015)⁸ mediante el cual se analizan de manera combinada los siguientes factores de riesgo: Amenaza Climática, Exposición y Sensibilidad (en algunos casos, este último factor es definido como Vulnerabilidad).



Figura 1 Conceptualización del Riesgo Climático según GIZ (2017) e IPCC (2015.)

El cálculo se obtiene de la multiplicación de los tres factores de riesgo:

$$\text{Riesgo Climático} = \text{Amenaza Climática} \times \text{Exposición} \times \text{Sensibilidad}$$

En donde,

Amenaza Climática:

Corresponde a una condición climática cuya potencial ocurrencia 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.

Exposición:

Corresponde a 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.

⁷ GIZ, 2017. [Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook](#).

⁸ IPCC, 2015. [Cambio Climático 2014. Informe de síntesis](#).

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.

Dado que el riesgo climático se evalúa sobre un contexto geográfico y temporal es posible graficar la variabilidad del fenómeno sobre mapas representativos de distintos horizontes temporales (ver Figura 2).

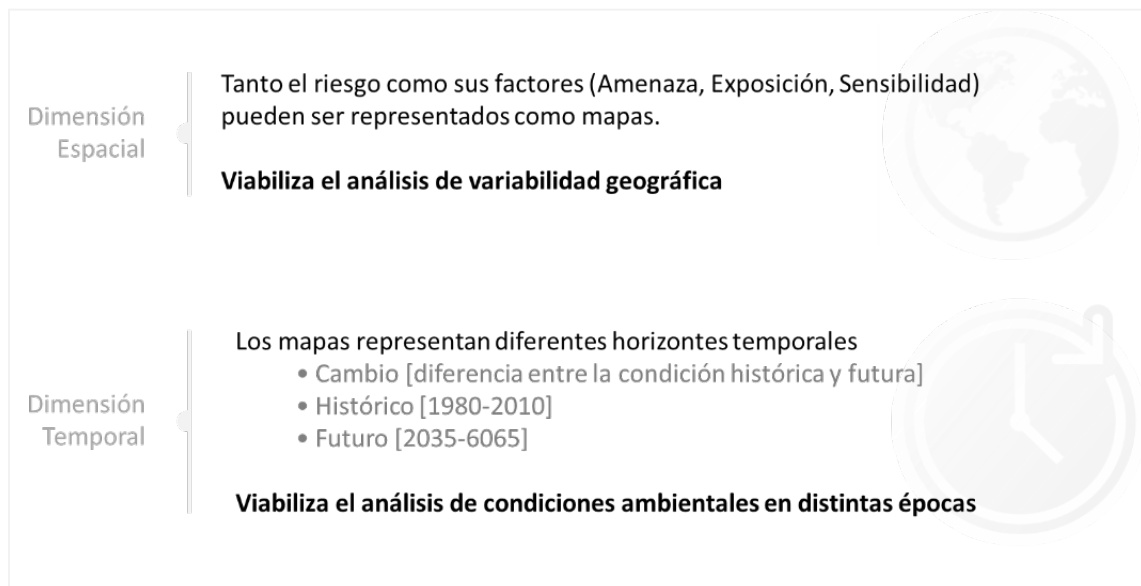


Figura 2 Dimensión espacial y temporal de la evaluación de riesgo climático.

3. Descripción de cadenas de Impacto según sector

A continuación, se presenta el listado y la descripción de cada una de las Cadenas de Impactos de cada sector contenidas en ARClím.

Sector Salud y Bienestar Humano

Cadena de Impacto	Descripción
Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura	Los mapas representan la cadena de impacto y el riesgo asociado al cambio neto de la mortalidad para todas las causas no accidentales debido a cambios en la temperatura y al aumento en la frecuencia de olas de calor por efecto del cambio climático. La mortalidad neta incluye tanto el aumento de muertes por calor, como la disminución de muertes debido al aumento de temperatura en zonas donde estas son típicamente bajas.
Disconfort Térmico Ambiental	Los mapas representan la cadena de impacto y el riesgo de Disconfort Térmico Ambiental debido al calor y humedad en los meses de verano, en condiciones históricas y futuras junto a su cambio, para 34 ciudades a lo largo de Chile, incluyendo la capital regional de Coyhaique y la localidad insular de Hanga Roa en Isla de Pascua. El Disconfort Térmico Ambiental representa el grado de satisfacción de la población en los espacios abiertos, especialmente en parques, plazas y calles. El análisis se presenta para las ciudades principales, sobre 50.000 habitantes, por su relevancia en la modificación del clima local e importancia en el sistema urbano nacional. De forma adicional, se incluye la capital regional de Coyhaique y la localidad insular de Hanga Roa en Isla de Pascua, para completar la representatividad de cada región del país. El riesgo se calcula a partir de datos de: porcentaje de población infantil y adulta mayor, Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI) y las amenazas expresadas en índice Humidex.
Seguridad hídrica doméstica urbana	Estos mapas describen los efectos adversos sobre la seguridad hídrica urbana a nivel doméstico generados por la sequía meteorológica en distintas comunas del país, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.
Anegamientos de asentamientos costeros	Los mapas representan la cadena de impacto y el riesgo de mayor anegamiento de asentamientos costeros por efectos del cambio climático. El riesgo se analiza como una combinación del impacto asociado al aumento del nivel del mar y al aumento de la intensidad de las marejadas.
Inundaciones	Los mapas representan la cadena de impacto y el riesgo sobre las condiciones de las viviendas y servicios críticos asociados a inundaciones

	por desborde de colectores de aguas lluvia, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.
Mortalidad prematura por calor	Los mapas representan la cadena de impacto y el riesgo asociado al cambio de la mortalidad para todas las causas no accidentales debido al aumento de la temperatura y la frecuencia de olas de calor por efecto del cambio climático. Estos mapas excluyen la disminución de muertes debido al aumento de temperatura en zonas donde estas son típicamente bajas.
Efectos de la Isla de Calor Urbana	Los mapas muestran la cadena de impacto y el riesgo asociado al impacto de la intensidad del fenómeno de isla de calor urbana (ICU) para condiciones históricas y futuras junto a su cambio, para 34 ciudades a lo largo de Chile, incluyendo la capital regional de Coyhaique y la localidad insular de Hanga Roa en Isla de Pascua. La ICU es la principal característica del clima urbano y se define como la diferencia entre la temperatura urbana y la temperatura rural (Oke, 1987). El análisis se presenta para las ciudades principales, sobre 50.000 habitantes, por su relevancia en la modificación del clima local e importancia en el sistema urbano nacional. De forma adicional, se incluye la capital regional de Coyhaique y la localidad insular de Hanga Roa en Isla de Pascua, para completar la representatividad de cada región del país.
Seguridad hídrica doméstica rural	Estos mapas describen los efectos adversos sobre la seguridad hídrica doméstica rural generadas por la sequía meteorológica en distintas comunas del país, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.
Efectos de las Heladas en Ciudades	Los mapas representan la cadena de impacto y el riesgo de Heladas en Ciudades, para 34 ciudades a lo largo de Chile. Las heladas (temperatura igual o inferior a 0°C) afectan negativamente la salud de las personas, especialmente de la población más vulnerable, como niños, adultos mayores, personas con problemas respiratorios y personas en situación de calle. Muchas veces los episodios de frío extremo ocurren en conjunto a una mala calidad del aire en invierno. El análisis se presenta para las ciudades principales, sobre 50.000 habitantes, por su relevancia en la modificación del clima local e importancia en el sistema urbano nacional. De forma adicional, se incluye la capital regional de Coyhaique y la localidad insular de Hanga Roa en Isla de Pascua, para completar la representatividad de cada región del país.
Efecto olas de calor en salud humana	Estos mapas describen los efectos adversos sobre la salud humana (mortalidad y morbilidad) generados por las olas de calor en distintas comunas del país, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.

Tabla 1 Cadenas de Impacto del Sector Salud y Bienestar Humano

Sector Energía Eléctrica

Cadena de Impacto	Descripción
Impacto del Cambio en Radiación Solar	Los mapas representan la cadena de impacto del cambio de los costos marginales del sistema eléctrico asociado a la variación de radiación media percibida por las centrales de generación solar de nuestro país por el efecto del cambio climático. El índice toma valores altos en comunas con alto consumo eléctrico conectadas donde su suministro eléctrico se encuentre en la necesidad de compensar la generación eléctrica utilizando otros recursos más costosos.
Impacto de Disminución del Recurso Eólico	Esta cadena de impacto representa los efectos sobre los costos marginales del sistema eléctrico asociado a la variación de la velocidad del viento percibida por los parques de generación eólica de nuestro país. El índice toma valores altos en comunas con alto consumo eléctrico conectadas donde su suministro eléctrico se encuentra en la necesidad de compensar la generación eléctrica utilizando otros recursos más costosos.
Impacto de Aumento de Temperatura sobre Líneas de Transmisión	Los mapas representan la cadena de impacto del cambio de los costos marginales del sistema eléctrico asociado al aumento de temperaturas sobre las líneas de transmisión eléctrica por el efecto del cambio climático. El índice toma valores altos en comunas con alto consumo eléctrico conectadas con líneas donde la variación de la capacidad de flujo limita la operación del sistema.
Impactos de Disminución del Recurso Hídrico	Los mapas representan la cadena de impacto y el riesgo de aumento de los costos marginales del sistema eléctrico asociado a la disminución del recurso hídrico de las principales plantas de generación hidroeléctrica del país por los efectos del cambio climático. El índice toma valores altos en comunas con alto consumo eléctrico conectadas donde su suministro eléctrico se encuentra en la necesidad de compensar la generación eléctrica utilizando otros recursos más costosos.

Tabla 2 Cadenas de Impacto del Sector Energía Eléctrica

Sector Infraestructura Costera

Cadena de Impacto	Descripción
Aumento de downtime en puertos estatales	Durante los episodios de mal tiempo, los puertos se cierran para garantizar la seguridad de las naves, carga y operadores, incluyendo la suspensión total o parcial del tránsito o actividades marítimas, de remolcadores y de los botes salvavidas, resultando en pérdidas económicas del orden de millones de dólares a los actores de la cadena logística. En esta cadena se analiza el impacto asociado a la pérdida de disponibilidad de sitios de atraque debido a oleaje en los puertos chilenos estatales en aguas expuestas, en el contexto del cambio climático.
Aumento de downtime en caletas de pescadores	Durante los episodios de mal tiempo, con fuerte oleaje y marejadas, las actividades de la pesca artesanal se detienen. Estas horas o días en que la actividad extractiva no se desarrolla puede significar pérdidas importantes en el ingreso de los pescadores. El riesgo se analiza como el impacto asociado a la pérdida de desembarque de las caletas de pescadores a lo largo de Chile debido a las marejadas.

Tabla 3 Cadenas de Impacto del Sector Infraestructura Costera

Sector Recursos Hídricos

Cadena de Impacto	Descripción
Inundaciones en zonas urbanas	Estos mapas muestran los efectos de inundaciones generadas por precipitaciones extremas de distinto período de retorno en zonas urbanas de diferentes comunas del país, considerando aspectos sociales y existencia de servicios básicos junto a las condiciones climáticas presentes y futuras.
Inundaciones por Desbordes de Ríos	Estos mapas muestran los efectos de inundaciones generadas por precipitaciones extremas de período de retorno de 100 años, las cuales aumentan los caudales en esteros y ríos, incrementando la altura de escurrimiento. Dependiendo de las condiciones del río, este aumento podría generar desbordes en los cauces, lo que comúnmente define áreas inundadas en los centros poblados que colindan con los ríos.
Sequías Hidrológicas	Estos mapas muestran los efectos adversos de sequías hidrológicas en distintas comunas del país, considerando puntos específicos a lo largo del principal cause dentro de la comuna. La sequía hidrológica contempla un aumento de la frecuencia de los caudales bajos y la disminución en la magnitud de los caudales extremos bajos.

Tabla 4 Cadenas de Impacto del Sector Recursos Hídricos

Sector Bosques Nativos

Cadena de Impacto	Descripción
Incendios en Bosques Nativos	Los mapas representan la cadena de impacto y el riesgo a incendios en los bosques nativos a nivel comunal y cobertura nacional, para condiciones históricas y futuras junto a su cambio. Los incendios forestales ocurren con mayor frecuencia en el periodo estival y en particular en los periodos de más calor. El riesgo se calcula a partir de datos de: la cobertura de bosques nativos, la probabilidad de ocurrencia de incendios y las amenazas expresadas en las olas de calor.
Verdor en Bosques Nativos	Los mapas representan el efecto potencial de los cambios en el clima sobre el vigor o verdor de los bosques nativos a nivel comunal. El vigor o verdor representa la abundancia de clorofila en las hojas, lo que es una aproximación de la capacidad fotosintética y potencial de crecimiento de las plantas. Su disminución puede representar disminución del crecimiento, defoliación y muerte de partes de la copa o de los individuos. El riesgo es calculado a partir de datos de: la cobertura de bosques nativos, la condición topográfica y de suelos donde se encuentran los bosques y las amenazas expresadas en los cambios de temperatura y precipitación.

Tabla 5 Cadenas de Impacto del Sector Bosques Nativos

Sector Minería

Cadena de Impacto	Descripción
Impacto de sequía en faenas mineras	Los mapas muestran la cadena de impacto de riesgo por condiciones de baja pluviometría en faenas mineras localizadas a través del territorio nacional. Tales impactos pueden provocar escasez en el suministro de agua para las operaciones, impactando negativamente en la productividad.
Inundaciones locales y deslizamientos de tierra en faenas mineras	Los mapas muestran la cadena de impacto de riesgo vinculada a las inundaciones locales y los deslizamientos de tierra por condiciones de alta pluviometría en faenas mineras localizadas en todo el territorio nacional. Tales impactos afectan la continuidad de la operación, producción y acceso a las faenas mineras.
Inundaciones locales y deslizamientos de tierra en relaves mineros	Los mapas muestran la cadena de impacto de riesgo vinculada con las inundaciones locales y los deslizamientos de tierra por condiciones de alta pluviometría en los tranques de relave mineros localizados a través del territorio nacional. Tales impactos pueden afectar la estabilidad de los tranques, pudiendo desencadenar el fallo de los mismos.

Tabla 6 Cadenas de Impacto del Sector Minería

Sector Agricultura

Cadena de Impacto	Descripción
Cambio de Productividad Cultivo de Maíz	Este mapa representa los efectos sobre la productividad de cultivos de maíz asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la productividad del maíz disminuye en el escenario futuro
Cambio de Productividad Cultivo de Trigo bajo Riego	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de trigo bajo riego asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la producción del trigo bajo riego disminuye en el escenario futuro.
Cambio en la Capacidad de Carga de Ovinos	Estos mapas representan el efecto del cambio climático sobre la capacidad sustentadora de ovinos de las praderas en distintas comunas al sur de país. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la productividad disminuye en el escenario futuro, y el de oportunidad toma valores altos cuando se pronostica un alza productiva en el mismo periodo.
Cambio de Productividad Cultivo de Papa en Secano	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de papa en secano asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la producción de la papa en secano disminuye en el escenario futuro.
Cambio de Productividad Cultivo de Nueces	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de nueces asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la producción de nueces disminuye en el escenario climático futuro.
Cambio de Productividad Cultivo de Almendro	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de almendras asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la producción de almendras disminuye en el escenario climático futuro.
Cambio de Productividad Cultivo de Trigo en Secano	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de trigo en secano asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la producción del trigo en secano disminuye en el escenario futuro.
Cambio en la Capacidad de Carga de Bovinos de Leche	Estos mapas representan el efecto del cambio climático sobre la capacidad sustentadora de bovinos de leche de las praderas en distintas comunas al sur de país. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la productividad disminuye en el escenario futuro, y el de oportunidad toma valores altos cuando se pronostica un alza productiva en el mismo periodo.
Cambio de Productividad	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de papa bajo riego asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo

Cultivo de Papa bajo Riego	toma valores altos en comunas donde la producción de la papa bajo riego disminuye en el escenario futuro.
Cambio en la Productividad de Praderas	Estos mapas representan el efecto del cambio climático sobre la productividad de las praderas en distintas comunas al sur de país. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la productividad disminuye en el escenario futuro, y el de oportunidad toma valores altos cuando se pronostica un alza productiva en el mismo periodo.
Cambio de Productividad Cultivo de Frejol	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de frejol asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la producción del frejol disminuye en el escenario futuro.
Cambio de Productividad Cultivo de Manzano rojo	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de manzana roja asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la producción de manzana roja disminuye en el escenario climático futuro.
Cambio en la Capacidad de Carga de Bovinos de Carne	Estos mapas representan el efecto del cambio climático sobre la capacidad sustentadora de bovinos de carne de las praderas en distintas comunas al sur de país. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la productividad disminuye en el escenario futuro, y el de oportunidad toma valores altos cuando se pronostica un alza productiva en el mismo periodo.
Cambio de Productividad Cultivo de Cerezo	Este mapa representa los efectos sobre la producción de cultivos de cereza asociado a los efectos del cambio climático. El índice de riesgo toma valores altos en comunas donde la producción de cereza disminuye en el escenario climático futuro.

Tabla 7 Cadenas de Impacto del Sector Agricultura

Cadena de Impacto	Descripción
Pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales	El riesgo evaluado es la pérdida del patrimonio turístico y paisaje natural por aumento de incendios forestales, específicamente en bosque nativo, evaluado a escala comunal. El aumento de las condiciones que favorecen la ocurrencia de incendios forestales, como altas temperaturas, sequía, patrones de viento, etc., ponen en riesgo el patrimonio turístico asociado con el paisaje natural y ecosistemas presentes en las distintas unidades territoriales, con la consecuente pérdida del atractivo y desmedro de la condición económica del sector.
Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa.	El riesgo evaluado en la presente cadena corresponde a la pérdida de atractivo turístico de sol y playa en los destinos de tipología litoral. El aumento de eventos de marejadas afectará las playas del litoral, provocando erosión costera, pérdida de playas, eventuales cierres de caletas y puertos. Todo ello con la consecuente pérdida del atractivo turístico de sol y playa.
Erosión de playas	Las playas actúan como un sistema de protección natural, donde la acción conjunta del oleaje, la marea astronómica y otros fenómenos climáticos actúa erosionando y/o depositando el sedimento disponible. El potencial erosivo de estos procesos puede causar consecuencias dramáticas tanto para playas como para la infraestructura costera, lo cual ha sido evidenciado en los últimos años en diversas zonas costeras del territorio nacional. En esta cadena se cuantifica el aumento del potencial erosivo debido a los cambios de la cota de inundación en el clima del futuro.
Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña	El riesgo evaluado en la presente cadena es la pérdida de atractivo turístico de alta montaña, específicamente en aquel relacionado con actividades en centros de esquí. Las condiciones climáticas proyectan un aumento de temperaturas, disminución de precipitación, elevación de la isoterma cero, y disminución de acumulación de nieve, entre otros que afectarán el almacenamiento de nieve en las cuencas de cabecera. Afectando con ello las condiciones para las actividades de montaña en la temporada de invierno.

Tabla 8 Cadenas de Impacto del Sector Turismo

Sector Pesca Artesanal

Cadena de Impacto	Descripción
Pérdida de desembarque pesquero artesanal	El mapa representa la cadena de impacto y el riesgo de pérdida de desembarques de recursos hidrobiológicos (peces, algas e invertebrados) asociado al cambio climático, en 377 caletas de pescadores artesanales con registros de desembarque de especies comerciales entre los años 2007 y 2017, a lo largo del territorio nacional.

Tabla 9 Cadenas de Impacto del Sector Pesca Artesanal

Sector Acuicultura

Cadena de Impacto	Descripción
Perdida de biomasa de mejillones en fase engorda por FAN	Estos mapas representan la cadena de impacto asociada al riesgo de perder biomasa de mejillones en fase de engorda (cosecha) debido al incremento de Florecimientos Algales Nocivos (FAN) como consecuencia de la disminución de precipitaciones. El análisis es realizado en las comunas de la Región de los Lagos donde existe cosecha de mejillones.
Pérdida de biomasa de salmones por FAN	El mapa representa la cadena de riesgo de perder biomasa de salmones en la fase de engorda (en agua salada) debido al potencial incremento de Florecimiento de Algas Nocivas (FAN) debido a la disminución de precipitaciones. El análisis es realizado para cada Agrupación de Concesiones de Salmones (ACS) o barrios en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes
Pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos	El mapa representa la cadena de riesgo de perder biomasa de salmones en la fase de engorda (en agua salada) debido al potencial incremento de parasitismo debido a la disminución de precipitaciones y aumento de salinidad. El análisis es realizado para cada Agrupación de Concesiones de Salmones (ACS) o barrios en las regiones de Los Lagos, Aysen y Magallanes
Salmonicultura: Pérdida de producción por menor provisión de agua dulce	Los mapas describen el riesgo frente al cambio climático para la producción de huevos y juveniles de salmones en pisciculturas de agua dulce. El riesgo es una función que depende de las futuras tendencias hidro-climáticas (amenazas), la producción reportada en estas unidades de cultivo (exposición) y el tipo de cobertura de suelo presente en las cuencas que abastecen a las pisciculturas (sensibilidad).
Pérdida de biomasa semilla de mejillones por	El mapa representa la cadena de riesgo de perder biomasa de semilla de mejillones debido al efecto adverso del incremento de salinidad del agua de mar como consecuencia de la disminución de precipitaciones. El análisis

aumento de salinidad	es realizado en las comunas de la Región de los Lagos donde existe producción de semillas.
-----------------------------	--

Tabla 10 Cadenas de Impacto del Sector Acuicultura

Sector Biodiversidad

Cadena de Impacto	Descripción
Perdida de fauna por cambios de precipitación	Estos mapas describen los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies animales producto del cambio futuro de las condiciones de precipitación promedio anual en Chile continental. La información se presenta a nivel comunal
Perdida de flora por cambios de temperatura	Estos mapas describen los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies vegetales producto del cambio futuro de las condiciones de temperatura media anual en Chile continental. La información se presenta a nivel comunal
Perdida de flora por cambios de precipitación	Estos mapas describen los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies vegetales producto del cambio futuro de las condiciones de precipitación promedio anual en Chile continental. La información se presenta a nivel comunal
Perdida de fauna por cambios de temperatura	Estos mapas describen los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies animales producto del cambio futuro de las condiciones de temperatura media anual en Chile continental. La información se presenta a nivel comunal

Tabla 11 Cadenas de Impacto del Sector Biodiversidad

4. Herramienta en-línea Atlas de Riesgo Climático

4.1. Estructura del Atlas de Riesgo Climático

El 'Atlas de Riesgo' es una herramienta en-línea interactiva que pone a disposición del usuario un conjunto de evaluaciones de Riesgo Climático. Para cada evaluación de Riesgo el Atlas despliega mapas de Amenaza Climática, Exposición y Sensibilidad o Vulnerabilidad.

Los mapas tienen una cobertura nacional. Dependiendo de las características del área de interés de la evaluación de Riesgo Climático el Atlas ofrece diversos niveles de resolución espacial (por ejemplo, resultados agregados en polígonos que delimitan Comunas o Parques Nacionales o puntos representativos del lugar de emplazamiento de caletas de pescadores o asentamientos costeros).

Todas las evaluaciones de riesgo presentan resultados para el horizonte temporal de cambio climático. Dicho horizonte temporal refleja la diferencia de los factores de riesgo entre las condiciones del clima presente (1980-2010) y clima futuro (2035-2065). Adicionalmente, algunas de las evaluaciones de riesgo ofrecen evaluaciones de riesgo complementarias representativas de horizontes temporales representativas del clima presente y futuro.

A la fecha, el contenido consiste en 54 evaluaciones que se organiza en 11 sectores (Agricultura, Salud y Bienestar Humano, Bosques Nativos, Acuicultura, Minería, Turismo, Pesca Artesanal, Biodiversidad, Silvicultura, Infraestructura Energía, Recursos Hídricos, Infraestructura Costera).

La Figura 3 muestra esquemáticamente la manera en que se estructura el contenido en la herramienta en-línea Atlas de Riesgo. Tabla 12 muestra una descripción de las secciones del Atlas de Riesgo



Figura 3 muestra esquemáticamente la manera en que se estructura el contenido en la herramienta en-línea Atlas de Riesgo.

○	Sección	Descripción
1	Título de Cadena de Impacto	Título que resume cuál es el objetivo de la evaluación de riesgo
2	Descripción de Cadena de Impacto	Describe de manera general: <ul style="list-style-type: none"> • qué muestran los mapas, • cómo se leen los mapas, • cómo se desarrollaron los análisis, • quién desarrolló la evaluación de riesgo, y • referencias bibliográficas.
3	Mapas Cadena de Impacto	Sección en la que se agrupan los mapas de factores y resultados de la evaluación de riesgo.
4	Identificador de mapas de la Cadena de Impacto	Permite identificar: <ul style="list-style-type: none"> • los mapas que conforman la cadena de impacto • horizonte temporal representado en cada mapa
5	Descripción de mapas de la Cadena de Impacto	Describe de manera específica: <ul style="list-style-type: none"> • metodologías utilizadas en la generación de cada mapa, y • análisis de los resultados que se muestran en el mapa.
6	Área de visualización de mapas y herramientas complementarias	Sección en la que se despliegan los mapas de la cadena de impacto. Entre los principales componentes y capacidades se encuentra: <ul style="list-style-type: none"> • Capa geográfica que describe la variabilidad espacial de cada componente de la cadena de impacto. • Leyenda de mapa para cada componente de la cadena de impacto • Mapa base con la delimitación político-administrativa del territorio (nacional/regional/comunal, entre otras posibles alternativas). • Herramientas de navegación. <ul style="list-style-type: none"> - Botones de vista general y zoom (in/out). - Respuesta al control del ratón (mediante clic y zoom con rueda de mouse [requiere complemento con tecla shift]). • Valor instantáneo de la variable al posicionar el mouse sobre el mapa. • Reportes con información de los factores involucrados en la valuación de riesgo climático e información complementaria. El reporte se despliega con un clic en la entidad de interés. • Buscador de lugares, permite realizar búsquedas de zonas o puntos geográficos específicos y desplegar reportes para el lugar seleccionado. La búsqueda se ajusta automáticamente mientras se ingresan caracteres.
7	Selector de horizontes temporales	Posibilita explorar la dimensión temporal de evaluación de riesgo. Los botones permiten revisar mapas para los horizontes temporales presente (1980-2010), futuro (2035-2065) y cambio (diferencia entre horizontes presente y futuro).
8	Barra Lateral	Permite la descarga de datos asociados a la evaluación de riesgo en formatos de tabla (Excel) y de capa geográfica (GeoJSON). Conjuntamente, ofrece acceso directo a otras evaluaciones de riesgo.
9	Compactador de vista	Con un clic esta herramienta optimiza el uso de la pantalla para el despliegue de mapas. Para ello, oculta la visualización los textos que describen la Cadena de Impacto y sus componentes. Tocando nuevamente el botón es posible revertir la compactación de la visualización.

Tabla 12 muestra una descripción de las secciones del Atlas de Riesgo representadas en el esquema de la Figura 3

4.2. Ejemplo de cadena de Impacto.

Estos mapas describen los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies vegetales producto del cambio futuro de las condiciones de precipitación promedio anual en Chile continental. La información se presenta a nivel comunal.



Figura 4 ejemplo de cadena de impacto 'Cambio de productividad de praderas'.

La sección leer más muestra ofrece información detallada sobre la metodología utilizada (ver Figura 5). La Figura 6 muestra el reporte que se genera a) con un clic sobre la comuna de Traiguén, o b) con el buscador de lugares. Ofrece información de factores involucrados en la evaluación de riesgo climático. En la tabla de arriba, las magnitudes de los índices de Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Riesgo. En la tabla de abajo, índices de capacidad adaptativa, margen de seguridad, riquezas de especies y superficie protegida.

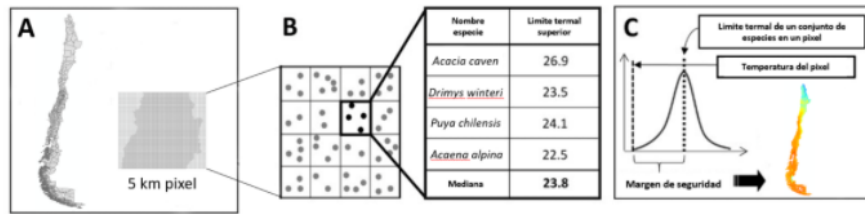


Figura 2. A) Ejemplo de las unidades de análisis (píxeles) en Chile Continental. B) Cálculo del límite superior de las variables climáticas por especie y para el conjunto presente en un píxel. C) Determinación del margen de seguridad.



Figura 3. Cálculo del riesgo al cambio climático para el componente biodiversidad. **Amenaza:** Es estimada desde la proyección de clima futuro, utilizando dos variables; temperatura promedio anual (°C) y precipitación media anual (mm). **Exposición:** Superficie de vegetación natural disponible, definida a partir de la categoría de conservación en la Lista roja de ecosistemas de Chile (Pliscoff 2015), o de las especies que se distribuirían en el mismo píxel en el futuro. **Vulnerabilidad:** Sensibilidad dividida por la capacidad adaptativa. **Capacidad adaptativa:** La amplitud de nicho de cada especie de flora/fauna. **Sensibilidad:** Cuan cerca están las condiciones climáticas en un píxel respecto al límite superior esperado.

Figura 5 muestra detalles sobre la metodología utilizada obtenidos desde la sección leer más (general).

Nombre de Comuna: TRAIGUÉN	
Índice de Riesgo : 0.9521	
Índice	Valor
Índice de amenaza	0.4517
Índice de exposición	0.9768
Índice de sensibilidad	0.9529
Índice de riesgo	0.9521
Otros Índices	Valor
Capacidad adaptativa	0.9654
Margen de seguridad	0.9875
Riqueza especies	12
Superficie protegida	0

Figura 6 muestra el reporte que se genera a) con un clic sobre la comuna de Traiguén, o b) con el buscador de lugares. Ofrece información de factores involucrados en la evaluación de riesgo climático. En la tabla de arriba, las magnitudes de los índices de Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Riesgo. En la tabla de abajo, índices de capacidad adaptativa, margen de seguridad, riquezas de especies y superficie protegida.

5. Consideraciones para la interpretación de resultados del Atlas de Riesgo Climático.

Al interpretar correctamente los resultados del Atlas de Riesgo Climático tenga presente las siguientes consideraciones:

- Dos lugares con igual amenaza pueden tener niveles de riesgo muy distinto dependiendo de su exposición (tamaño del sistema afectado) y sensibilidad (factores no climáticos, como estructuras sociales, que influyen en la respuesta frente al clima)
- Los valores y colores desplegados en los mapas de riesgo representan un ordenamiento de lugares en que el sistema en cuestión enfrenta un mayor o menor riesgo. Se trata entonces de una medida riesgo relativo del sistema frente al cambio climático.
- Dado el carácter relativo del riesgo que se presenta en ARClím, no es posible agregar los resultados de las diferentes cadenas de impacto
- Las amenazas son obtenidas a partir del cambio que experimentara las variables climáticas entre el pasado reciente (1980-2010) y el futuro mediano (2035-2065). El clima en ambos periodos es obtenido de simulaciones climáticas. En el pasado reciente se ha verificado que estas simulaciones reproduzcan el clima observado. El clima futuro no es una predicción sino una proyección basada en un escenario de intensas emisiones de gases con efecto invernadero (RCP8.5).