

MANUAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA CUENCA DEL RÍO BAKER



LABORATORIO ECO-CLIMÁTICO

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS
DE LA PATAGONIA (CIEP)



Este Manual fue realizado en el marco del proyecto RECCA, “Red Comunitaria para el Seguimiento del Cambio Climático en la cuenca del río Baker”, código R19F10004 financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, ANID.

Desarrollado por el Laboratorio Eco-climático CIEP - UACH, y colaboradores y colaboradoras del proyecto RECCA.

Año 2022

1. Introducción

El cambio climático al que hace referencia este texto, corresponde a una variación del clima del planeta generada por la acción del ser humano. En particular, se debe a que la humanidad ha emitido grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, principalmente debido a la quema excesiva de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) a partir de la era industrial, es decir desde 1850 en adelante aproximadamente. Estos gases, como el dióxido de carbono y el metano, retienen parte de la energía emitida por el planeta y provocan que este aumente su temperatura, produciendo un efecto similar al que ocurre en un invernadero. Este fenómeno, conocido justamente como “efecto invernadero”, es necesario para mantener la vida en la Tierra, pero en exceso trae consecuencias muy negativas como el cambio climático.

En el presente, el cambio climático está provocando impactos sociales, económicos y ambientales con distintas intensidades a lo largo de todo el globo. De acuerdo con la Organización de Naciones Unidas (ONU), corresponde al principal desafío que atraviesa la humanidad actualmente y requiere la máxima atención de los gobiernos y los habitantes de todo el planeta para mitigar y adaptarse a sus impactos. Este contexto dio origen al proyecto “Red Comunitaria para el Seguimiento del Cambio Climático en la Cuenca del Río Baker” (RECCA), el cual surgió con el objetivo de incrementar las capacidades de adaptación y resiliencia¹ de las comunidades rurales de la cuenca del río Baker a los impactos locales que pueda tener el cambio climático sobre estas.

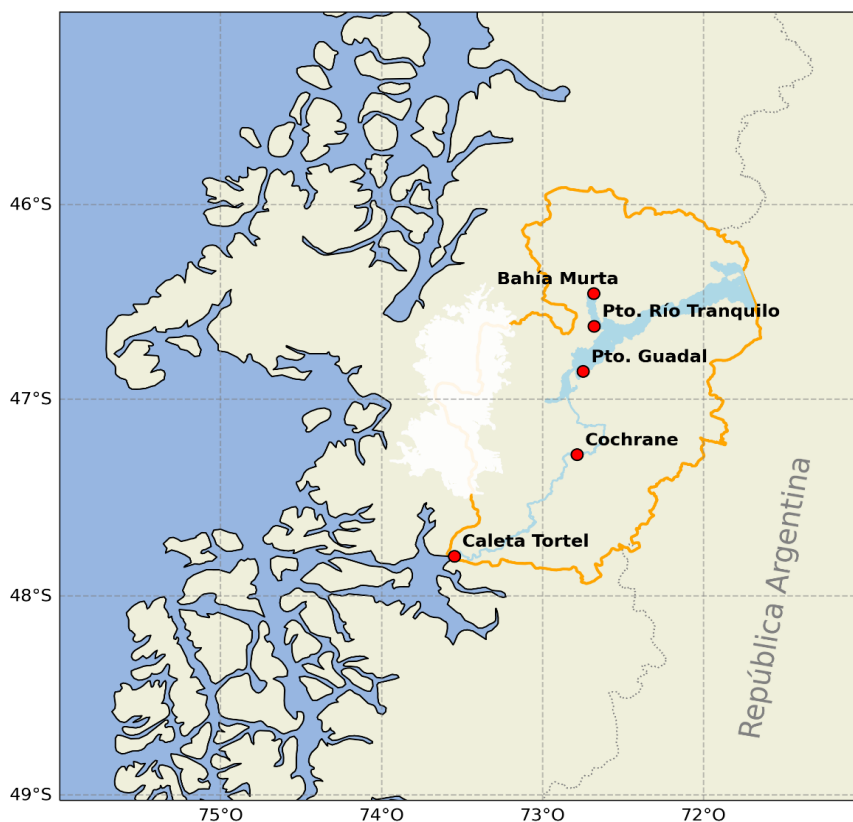
La cuenca del río Baker, lugar donde se ejecutó el proyecto RECCA, se ubica en la parte sur de la región de Aysén. Este territorio tiene una superficie aproximada de 26.726 km², con morfología compleja, ya que se emplaza sobre la cordillera de los Andes o cordillera Patagónica. Un tercio de su superficie corresponde a áreas silvestres protegidas, con importantes bosques nativos y reservas de agua dulce continental como lo es Campo de Hielo Norte, el Lago General Carrera y el mismo río Baker. Esta cuenca es de régimen mixto, lo que quiere decir que su agua proviene del hielo, nieve y lluvia. Políticamente, la cuenca es compartida entre Chile y Argentina, y sobre él se encuentran las comunas de Río Ibáñez, Chile Chico, Cochrane y Tortel.

La creación del presente “Manual de Adaptación al Cambio Climático para la Cuenca del Río Baker” fue uno de los objetivos principales del proyecto RECCA y busca, en palabras simples, recopilar lo que ha sucedido en el territorio con respecto a las principales

¹ La adaptación al cambio climático corresponde a las modificaciones o ajustes en los sistemas sociales, económicos o ecológicos, en respuesta a los impactos actuales o esperados del cambio climático. Por otro lado, la resiliencia es la capacidad de un sistema para soportar y recuperarse de los efectos de este fenómeno.

amenazas climáticas. Basándonos en la experiencia local, se proponen medidas para hacer frente a los futuros impactos que puedan tener, por ejemplo, los eventos meteorológicos extremos en la cuenca del Baker. El diagnóstico fue realizado en gran parte gracias a la comunidad y complementado con la evidencia científica disponible, que en algunos casos era nula o insuficiente. A pesar de aquello, fue posible construir medidas de adaptación acordes a las características y necesidades de la población y su entorno. Este manual comparte los resultados de un trabajo donde el conocimiento científico, sobre los efectos del cambio climático en el territorio, dialoga con los relatos de las y los pobladores de la cuenca. En otras palabras, se trata de una propuesta que comparte la coherencia entre el saber local y las investigaciones técnicas y académicas.

Figura 1. Ubicación geográfica del área chilena de la cuenca del río Baker (contornos color naranja). Los círculos rojos indican la ubicación de las localidades donde se realizaron entrevistas a sus habitantes.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los límites y fronteras en el presente mapa son a modo referencial y no comprometen, en modo alguno, al Estado de Chile.

El manual comenzó su desarrollo con una recopilación de relatos, obtenidos a partir de entrevistas efectuadas a personas habitantes del territorio. Estas entrevistas fueron realizadas a cerca de cincuenta habitantes, específicamente de las localidades de Bahía

Murta, Puerto Río Tranquilo, Puerto Guadal, Cochrane y Caleta Tortel (Figura 1). Nos basamos, por ejemplo, en sus experiencias y percepciones asociadas a cambios en el clima, el paisaje y en la frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos. A partir de esto, complementamos la información con datos científicos, por ejemplo, con el análisis climatológico de las principales variables hidrometeorológicas que tienen relación directa con los impactos percibidos por las personas. Por ejemplo, tendencias de temperatura y precipitación, fueron contrastadas con los relatos de sequías u olas de calor. Los datos de carácter más técnico, provinieron principalmente de las estaciones meteorológicas existentes en el territorio. También se analizaron estudios científicos que permitieron apoyar la información relacionada con el retroceso de glaciares, análisis de incendios, entre otros fenómenos². Por último, para validar lo observado y estimar las condiciones futuras, se contrastaron los resultados con las proyecciones de cambio climático entregadas por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) para la zona de estudio.

En base al diagnóstico, se determinó que la cuenca del río Baker es una de las zonas del país que está sufriendo numerosos impactos asociados a amenazas o peligros climáticos, atribuibles en algún grado al cambio climático antropogénico³. Dentro de las amenazas climáticas más relevantes encontramos una disminución de las precipitaciones acumuladas durante cada año, el incremento en la intensidad promedio de las precipitaciones, el aumento de la temperatura media y una mayor frecuencia de olas de calor. Los relatos de sus habitantes, nos cuentan en detalle lo vivido, y cómo ha impactado sobre su infraestructura y en los ecosistemas. Por ejemplo, se destaca la disminución en la disponibilidad y calidad de agua en las localidades, ecosistemas y sectores rurales, afectando a sus procesos productivos. También nos hablan del cambio del paisaje asociado al retroceso de glaciares y como las inundaciones y procesos de remoción en masa, han impactado sobre sus formas de vida, su infraestructura y su entorno. Estos antecedentes nos entregan información esencial, permitiéndonos estimar de manera cualitativa el nivel de vulnerabilidad y exposición de la comunidad a los peligros climáticos que los afectan. De igual manera, sus recomendaciones, análisis y reflexiones nos hablan de sus aprendizajes y capacidades para adaptarse a tales amenazas. Esto fue un insumo fundamental para la construcción de medidas de adaptación, con las cuales se pretende enfrentar de mejor forma los nuevos escenarios en donde se intensifiquen las amenazas asociadas al cambio climático.

El presente documento se organiza en dos secciones. La primera corresponde al diagnóstico de las principales manifestaciones del cambio climático en la cuenca del río

² También se analizaron estudios científicos que permitieron apoyar la información relacionada con el retroceso de glaciares, análisis de incendios, entre otros fenómenos (Dussailant et al., 2019; CONAF, 2021; IPCC, 2021)

³ De origen humano o resultado de la actividad humana.

Baker, basado en el relato de pobladores y la evidencia científica. La segunda parte, corresponde a las propuestas de medidas de adaptación a los impactos del cambio climático, que compilan este trabajo sistemático realizado con la comunidad y que también contiene las principales medidas levantadas de una serie de talleres de discusión realizados durante el Proyecto RECCA, así como de antecedentes aportados por las y los científicos y profesionales del proyecto.

2. Principales manifestaciones del cambio climático en la cuenca del río Baker

Al inicio del proyecto, se planteó la pregunta acerca de cómo los habitantes de la cuenca del río Baker percibían los efectos del cambio climático. Esta pregunta se hizo con el objetivo de determinar, en primer lugar, si existía conocimiento en relación al concepto y de cómo este se definía desde el territorio. Se consideró que la percepción local era un factor clave en la comprensión del impacto del cambio climático en la zona, por lo cual se realizaron entrevistas a miembros de diferentes edades, géneros y niveles educativos en las cinco localidades estudiadas. Entre las personas entrevistadas se incluyó a agricultores, pescadores, operadores turísticos, líderes comunitarios, entre otros actores relevantes de cada zona.

A través de las entrevistas, se encontraron respuestas como "el clima ha cambiado mucho en los últimos años", que forman parte del reconocimiento empírico de la existencia del cambio climático acelerado y dan cuenta de la percepción local de este fenómeno. A partir de esta sencilla reflexión, los investigadores e investigadoras del proyecto reconocen el incremento en la velocidad en la que ocurren los cambios del clima en esta zona, los cuales actualmente son fácilmente percibidos durante periodos de 15 a 20 años. Por otro lado, fue posible obtener una lista de impactos que las personas han percibido a lo largo del tiempo y que parte de su magnitud es posible atribuir al cambio climático. Algunas personas reconocen estos cambios como si fueran algo "ajeno al ciclo natural". También surgió a lo largo del territorio la sensación de la alteración de las estaciones del año. Esto fue descrito como la impresión de que el clima estuviera "desordenado". Por ejemplo, primavera en invierno o invierno en verano, nevazones en octubre y noviembre, incendios y olas de calor en junio o julio (incendios comuna de Ibáñez y Cochrane en invierno de 2021).

A continuación, se presentan en diferentes apartados las principales manifestaciones del cambio climático identificadas en este diagnóstico. Estas corresponden al aumento de la temperatura, el desarrollo de megaincendios, la disminución de las precipitaciones, cobertura de nieve y caudales, retroceso y pérdida de glaciares, inundaciones por deshielos y lluvias, impactos emergentes en salud mental y potenciales impactos en la calidad del aire. Al realizar el cruce de los relatos con la información de carácter científico, esta última muy escasa en el territorio, se observó que ambas fuentes de información son coherentes entre sí, complementándose y validándose mutuamente.

Para revisar la siguiente sección, y en los casos que se encuentre disponible puede escanear los códigos QR para escuchar los audios que aparecen presentados en el texto.

2.1 Aumento de la temperatura

Una de las amenazas más conocidas del cambio climático corresponde al calentamiento generalizado del planeta, también conocido como calentamiento global, donde el territorio de la cuenca del río Baker no ha sido una excepción a esta preocupante tendencia. Las y los pobladores de la zona han percibido un aumento de la temperatura a lo largo de los años y han identificado que actualmente se tienen inviernos más benignos o "menos crudos" en comparación al pasado. Por otro lado, la sensación de tener una mayor exposición al sol es un relato común entre los habitantes del lugar. Algunos de los relatos destacados que dan cuenta de esta percepción son los siguientes:



“Teníamos temperaturas altas antes, pero nunca así como ahora (...) Y cuando hay calor, se nota mucho, se nota que uno se quema. Incluso cuando hay nubes, sientes que los rayos del sol traspasan la piel. Y eso no sucedía antes”. (Pobladora, Bahía Murta)

“Nosotros antiguamente, como desde el (año) 80, hasta el 2000, más o menos, teníamos un verano caluroso (de) 15 °C y de ahí empezó a subir la temperatura, 20 °C, 25 °C, el otro día cerca de 30 °C... en el verdor de los campos te das cuenta”. (Poblador, operador turístico, Puerto Río Tranquilo)



La facilidad con la que se seca la vegetación y otros cultivos de la zona, tanto en huertos caseros como en campos más extensos, destinados a la siembra para autoconsumo, también dan cuenta del aumento de la temperatura. Ejemplos hay varios, como los siguientes de Puerto Guadal y Cochrane:



“Tengo hartos usuarios a los que sí se les ha secado los cultivos... papas, por ejemplo, habas, arvejas, que es lo más común... He escuchado hartos usuarios que abandonaron los cultivos, de esta temporada, porque se secó todo”. (Poblador, funcionario, programa PRODESAL Puerto Guadal)”.

“La temperatura del suelo es sorprendente en enero, febrero, sobre todo, uno escarba, hace una zanja para colocar un poste o una cuneta, y la temperatura que tiene bajo medio metro, un metro, es mucha, está demasiado caliente la tierra, da la impresión de que de repente va a arder”. (Pobladora, horticultora, Cochrane)

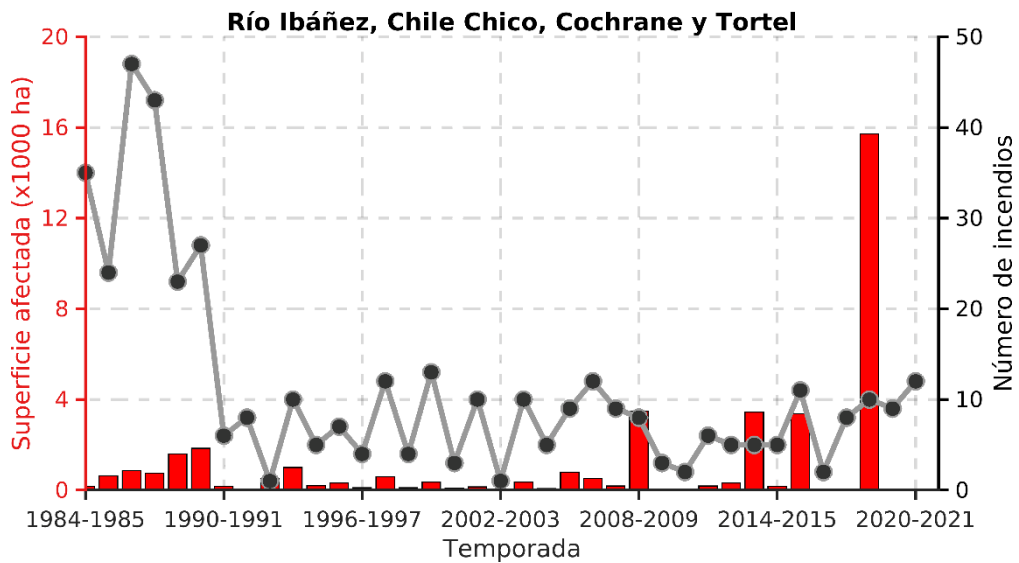


“Por ejemplo (en) octubre, noviembre, que antes hacía un calor parejo, ahora no, ahora un calor como si fuera diciembre o enero. Y eso no es bueno, yo pienso que hasta para los mismos pastos no es bueno, porque los arrebató. No es como natural”. (Poblador, campesino, Cochrane)”

Particularmente en Cochrane, una de las pocas zonas del territorio con registros meteorológicos antiguos, la temperatura promedio del aire ha estado aumentando progresivamente desde el año 1970, como se puede observar en la Figura 2. Este calentamiento ha sido de 0,19 °C por década, lo que se puede interpretar como que actualmente la temperatura promedio del aire en el año, es cerca de 1°C mayor que a principios de los años setenta.

En el futuro se espera que la temperatura continúe aumentando en el territorio (IPCC, 2021). Se espera que el incremento sea aproximadamente de 1,1°C a 1,5°C en promedio para mediados de siglo (2041-2060), respecto al valor promedio del clima actual (1981-2010). Este panorama podría implicar olas de calor -períodos de al menos tres días consecutivos muy cálidos- hasta tres veces más frecuentes que lo que son actualmente, con temperaturas que podrían superar típicamente los 30 °C.

Figura 2. Temperatura promedio anual del aire en Cochrane, años 1970 a 2020

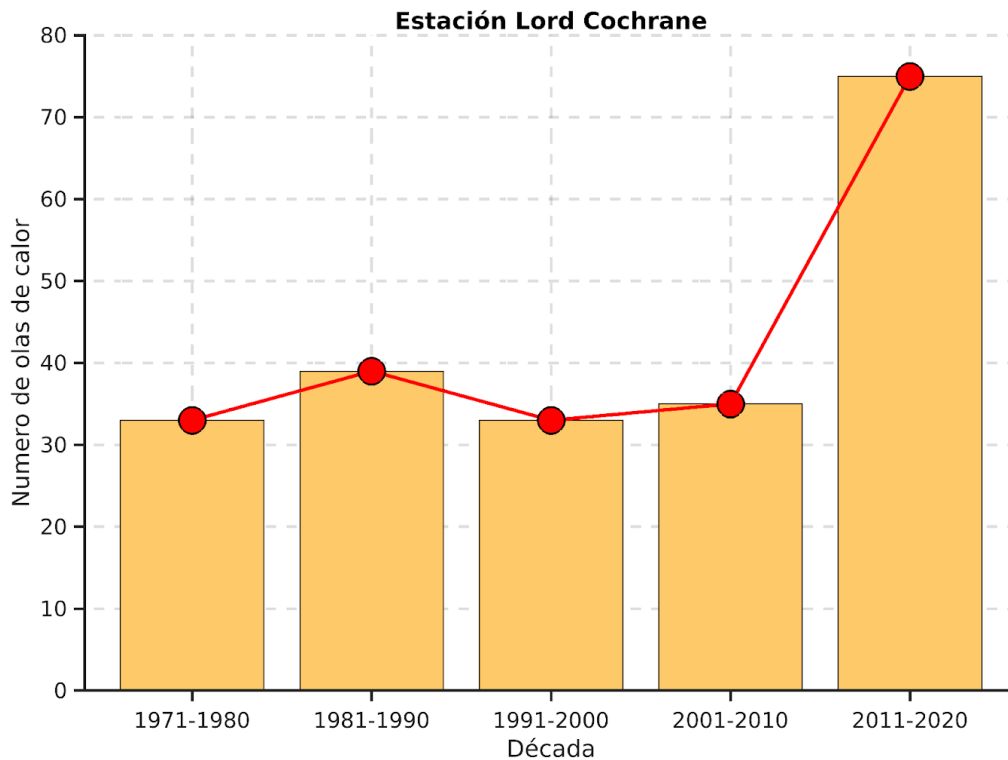


Nota: La línea roja representa la tendencia lineal de los datos.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Sin embargo, esto no es algo que se espere solo para el futuro, si no que se ha comenzado a evidenciar claramente durante la última década, como indica la Figura 3. Entre el 2011 y el 2020, la cantidad de olas de calor registradas en Cochrane fue aproximadamente dos veces mayor, comparada a la cantidad de olas que ocurría típicamente por década entre los años 1971 y 2000. Por otro lado, la temperatura máxima más alta (ola más calurosa) también fue considerablemente intensa durante la última década, alcanzando los 36,1°C en esta localidad (el 04 de febrero de 2019).

Figura 3. Número de olas de calor por década en Cochrane, años 1971 a 2020



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

No obstante, a pesar de lo mencionado anteriormente, algunas personas también reconocen aspectos positivos y oportunidades relacionadas con este aumento de la temperatura, asociado a la posibilidad de cultivar algunos productos nuevos, como frutas y tubérculos, que no era posible en el pasado por tener un clima demasiado frío.



"Hacía mucho frío y yo como te digo trabajaba en el campo en esos años y tú hacías un hoyo y 70 cm de escarcha pa' abajo, no se podía sembrar (...). En cierta forma, el cambio climático, ha favorecido a la gente del campo de la Patagonia porque ahora pueden sembrar, cosechar pasto, antes no se hacía porque no se podía. Pero ahora la gente ha podido trabajar sus campos, usar las semillas que son más delicadas que antes no se daban". (Botero, Puerto Río Tranquilo)

2.2 Megaincendios

Los incendios en la cuenca del río Baker también se han vuelto un tema más relevante, sobre todo durante la última década. Si bien el número de incendios ha disminuido desde 1984 (Figura 4), la superficie total afectada se ha incrementado. Esto se debe básicamente al megaincendio del año 2019 en Cochrane, donde se quemaron casi 16.000 hectáreas de

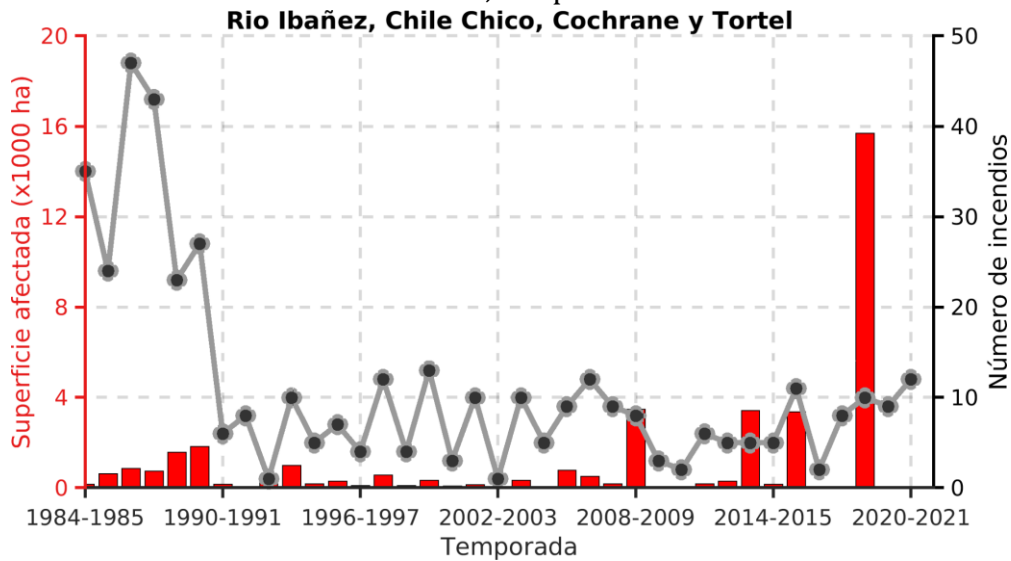
vegetación, lo cual no tiene comparación alguna en los registros. Es importante mencionar que en Chile los incendios son producidos casi en su totalidad por los humanos, donde el cambio climático y otras presiones como el cambio de uso de suelo (plantaciones exóticas), han generado condiciones favorables para su rápida propagación. Como ya se mencionó, las proyecciones indican un aumento de la temperatura, olas de calor más frecuentes, junto con una disminución de las precipitaciones (ver más adelante), todos factores que se suman para favorecer la generación de incendios de gran magnitud. Sin duda, estos megaincendios tienen impactos devastadores para el territorio y además emiten una gran cantidad de gases de efecto invernadero a la atmósfera, formando un círculo vicioso que contribuye aún más al cambio climático.

En particular, el megaincendio de Cochrane fue producto de una quema que estaba llevando a cabo un poblador del sector y que se salió de control. Las condiciones atmosféricas y el mal manejo de las plantaciones forestales tuvieron también un papel importante para que se extendiera. Esto levantó de modo general una alerta entre la población. Sobre todo, en lo que se refiere a las políticas preventivas y educativas sobre las quemas y las condiciones climáticas, como dan cuenta los siguientes relatos.

“Uno se pregunta por qué siguen permitiendo que se queme... Para el incendio quedó claro de que es algo muy muy riesgoso, ha habido incendios antes, quizás no tan grandes como este, pero si ha habido incendios siempre producto de eso. No porque alguien tiró una colilla, o que la botella, es porque la gente está quemando para limpiar generando una tremenda deforestación”. (Poblador, dirigente, grupo Descubriendo, Cochrane).



Figura 4. Número de incendios y superficie afectada (en miles de hectáreas) en comunas de la cuenca del río Baker, temporadas 1984-1985 a 2020-2021.



Nota: Cada temporada va desde el 1 de julio de un año, hasta el 30 de junio del año siguiente. La línea negra indica el número de incendios (eje a la derecha). Las barras rojas indican la superficie afectada por estos (en miles de hectáreas, eje a la izquierda).

Fuente: Elaboración propia con datos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

“El incendio del Colonia (...) Las condiciones climáticas que se dieron esa vez fueron únicas, no habían pasado nunca. Entonces cuál es el mensaje que se da al pequeño propietario, es que claro la quema que tú hacías antes de basura, en realidad se te podía escapar y afectar un par de hectáreas. Ahora no, esa afectación no es tan localizada, si no que ya estás hablando de catástrofe”. (CONAF Cochrane)



2.3 Disminución de las precipitaciones, cobertura de nieve y caudales

Uno de los aspectos más relevantes en la vida de las comunidades del territorio es el uso y manejo del agua. La región de Aysén se ha caracterizado típicamente por ser una región con agua en “abundancia”. No obstante, en los últimos años se han generado situaciones de escasez en varias localidades del territorio, y aquellos arroyos que normalmente tenían agua durante todo el año se han empezado a secar durante el verano. Todas las personas entrevistadas en las cinco localidades analizadas, Bahía Murta, Puerto Río Tranquilo, Puerto Guadal, Cochrane y Caleta Tortel, reconocieron como uno de los grandes problemas asociados al cambio climático una posible escasez de agua aún mayor a futuro. Algunos relatos destacados de cada localidad, que hablan sobre una disminución en las precipitaciones, se presentan a continuación.

"Este sector era muy llovedor, lluvia, nieve. Quizás las escarchas no me acuerdo tanto si eran como ahora. Pero si lluvia y nieve. Y ahora ya hay años que acá no neva, muy re poco, y la lluvia ha mermado también, ya no llueve tanto." (Poblador, Bahía Murta)



"Yo creo que, bueno de partida llueve mucho menos. Lo que yo he notado, que es variable el clima, no es como era antes, que por ejemplo uno tenía hasta un mes de lluvia, y después el tiempo bueno; en cambio ahora no, ahora puede tener 2 días buenos y después se viene un poco de agua... está más variable en ese aspecto." (Botero, Puerto Río Tranquilo)

"Yo creo que hace unos 5 a 10 años más o menos que los veranos han ido siendo más secos. Y yo creo que tiene que ver con lo mismo porque estas lluvias más cálidas, como que el agua sigue corriendo, no se mantiene. Creo que tiene mucho que ver con el tema de la isoterma alta, o sea que esté siempre más caluroso. Y también con que se ha ido corriendo la estacionalidad, o sea, ahora, el año pasado nevó en septiembre, la nevazón más grande entonces esa nieve no dura mucho, es una nieve que pasa un tiempo en la montaña y se va" (Poblador, operador turístico, Puerto Guadal)".



"(...) Antes solía llover hasta una semana, abril y mayo, llovía. Hoy día ya ni llueve (...) Pero acá por ejemplo en los potreros no tenemos agua pa' las ovejas, tuvimos que bajarlas al río. Las vacas arriba tienen agua si, pero acá en los potreros no tenemos agua (Poblador, Cochrane)."
"Si antes podía pasar un mes lloviendo, y ahora llueve un día, dos días y ya estamos asustados. Nos empezamos a acostumbrar al tiempo bueno, al sol, ya la gente no quiere salir a trabajar porque está lloviendo."

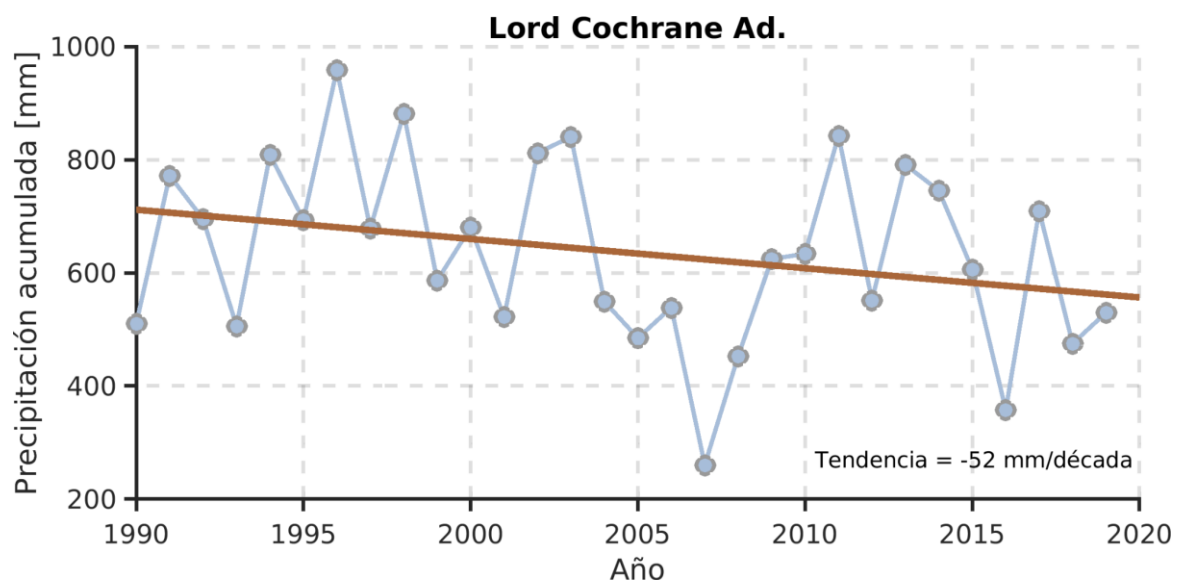
(Poblador, Caleta Tortel)

Las mediciones de largo plazo son consistentes con los relatos de los pobladores del Baker. Por ejemplo, en Cochrane, la disminución de la precipitación ha ocurrido a una tasa de 52 milímetros por década desde el año 1990 (Figura 5). Esto es equivalente a decir que en 30 años ha disminuido casi un 20 % de lo que precipitaba normalmente a principios de los noventa. De igual forma, se observa una importante disminución en el número de días con precipitación (días donde precipita más de 1 mm). Desde 1990 se registra una disminución de 15 días menos de lluvia por década (Figura 6). De hecho, esto

la convierte en la estación del país donde está la mayor tasa de disminución en el número de días con precipitación (DMC, 2021).

Sin embargo, a pesar de que en Cochrane se observa una tendencia a la disminución de la precipitación acumulada durante el año, los eventos de precipitación diaria son ligeramente más intensos en promedio. La cantidad de agua que cae típicamente en un día de lluvia está aumentando cerca de 1 milímetro por década. Sin embargo, aún falta mucho que investigar, en cuanto a la relación del cambio climático y los eventos de precipitación extremos en el territorio.

Figura 5. Precipitación acumulada anual en Cochrane, años 1990 a 2019



Notas: La línea café representa la tendencia lineal de los datos.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

En Caleta Tortel, se percibe la disminución de la precipitación a otro nivel, puesto que tanto el sistema de energía eléctrica como el de agua potable, dependen de una laguna que se alimenta principalmente a través de agua de lluvia. De acuerdo con los habitantes de la localidad, cada año llueve menos en Tortel y esto acarrea un problema de abastecimiento eléctrico, como se evidencia en los siguientes relatos:

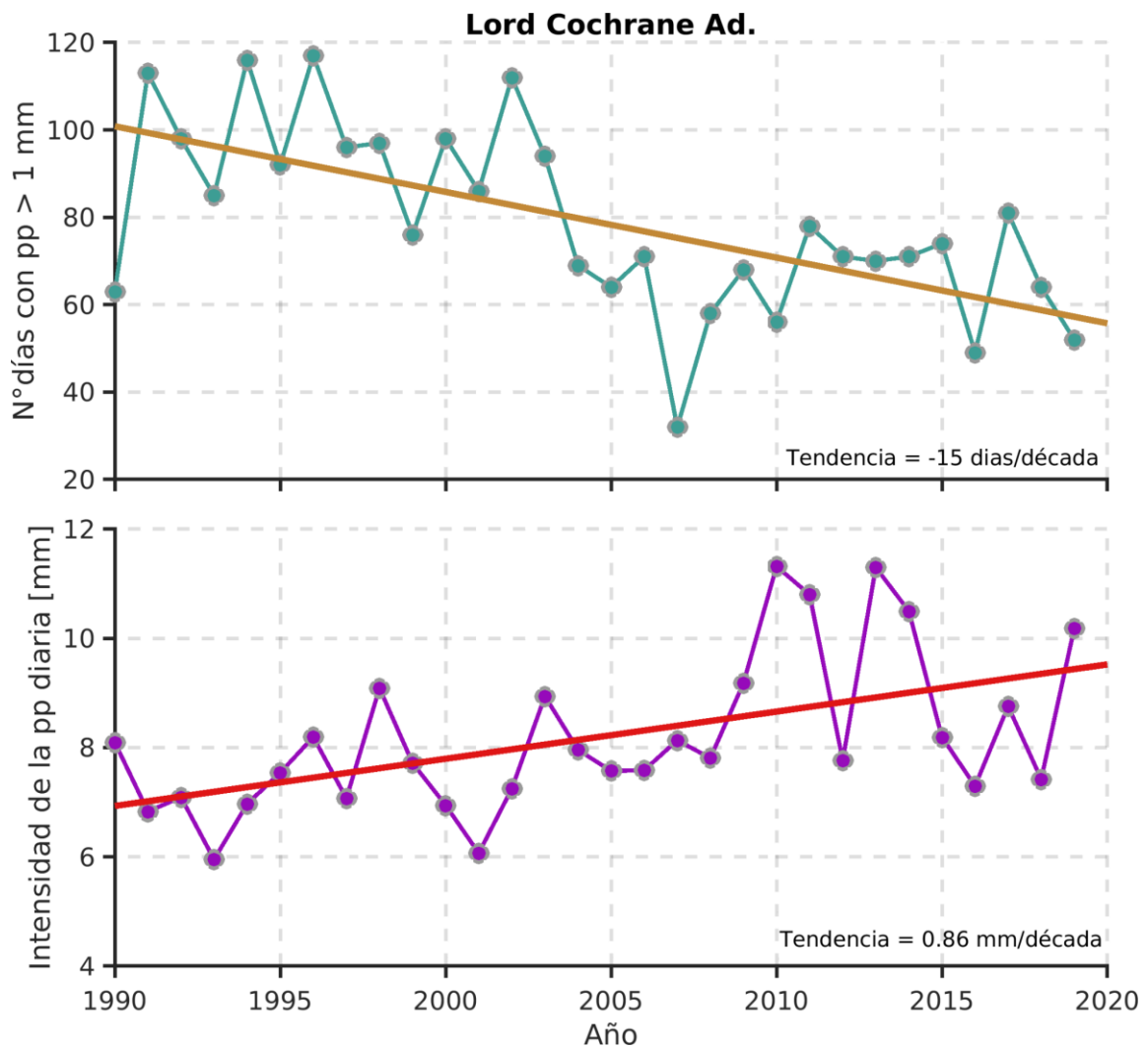
“Si no llueve no hay energía eléctrica, tenemos que entrar en un sistema de racionamiento, lo cual redundo en el concepto que se conoce ahora como pobreza energética”. (Dirigente Comité Eléctrico, Caleta Tortel)





“Antes había mucha, mucha lluvia y justamente por eso se hizo el sistema de turbina que tenemos porque tenemos mucha agua lluvia... y eso hace 4 o 5 años que nos ha perjudicado cualquier cantidad el que no llueva como antes. Nosotros no hay ningún verano, sin cortes de luz como tú puedes ver”. (Dirigente, AG de turismo, Caleta Tortel).

Figura 6. Número de días con precipitación e intensidad de la precipitación en Cochrane, años 1990 a 2019



Nota: En el panel superior se presenta la serie del número de días con precipitación (curva verde) y su tendencia lineal (línea café). El panel inferior indica la intensidad de la precipitación diaria (curva morada) y su respectiva tendencia lineal (línea roja).

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica de Chile.

Como consecuencia conjunta de la disminución de las precipitaciones en general y del aumento de temperatura, la nieve se vuelve cada vez menos frecuente en la cuenca del río Baker, de acuerdo al relato de sus habitantes. Por otro lado, se percibe también que las reservas de nieve se han ido derritiendo a lo largo de los años a partir del aumento de temperatura. En otras palabras, la percepción es que la nieve se derrite y la que cae no alcanza a ser suficiente como para generar una reserva considerable que permita asegurar un abastecimiento de agua para la población local.

"Yo creo que unos 7 años más o menos que ha estado cambiando el clima hartito. Si uno se fija ahora en los veranos en diciembre ya no hay nieve en las cordilleras. Antes nunca se iba la nieve, siempre quedaba".
(Poblador, Bahía Murta)



"Estos cerros como te decía antes, yo traía gente en los buses y estos cerros estaban con nieve invierno y verano, todos esos cerros que se ven al frente al otro lado, y ahora 8, 10 años que no tienen nada, un par de pintitas, pero nada más". (Botero, Puerto Río Tranquilo)

"Antes quedaba siempre nieve compactada que le costaba mucho derretirse. Ahora eso no hay, no existe, la gente le dice bardones. Siempre quedaban en las partes con sombra, debajo del bosque, de los árboles, ahora no hay. Yo lo alcancé a conocer, así que en pocos años ha cambiado". (Poblador, funcionario, programa PRODESAL, Puerto Guadal)



"Ves ese cerro que está ahí, nunca había estado sin nieve, y ahora no lo alcanza a cubrir. No hay nieve, no hay deshielo y entonces no tenemos agua. Eso siempre estaba blanco, blanco antes, son detalles que uno va observando". (Dirigente AG de Turismo, Caleta Tortel)

Con menos nieve también hay menos caudal de agua en los arroyos y ríos en la cuenca del Baker, y esto se ha notado particularmente durante la última década. Desde el año 2010 la tasa de disminución del caudal del río Baker es preocupantemente de 325 m³/s (metros cúbicos por segundo) por década (Figura 7). Considerando que 1 m³ corresponde a 1000 litros, esto es una merma del orden de varios billones (1 billón = un

millón de millones) de litros de agua durante la década anterior. Los operadores turísticos de Tortel, específicamente lancheros, identificaron la disminución del caudal del río Baker teniendo como referencia la observación de rocas que afloran desde el río, nuevos bancos de arena al medio del caudal o islas que antiguamente se inundaban y que ahora ya no.

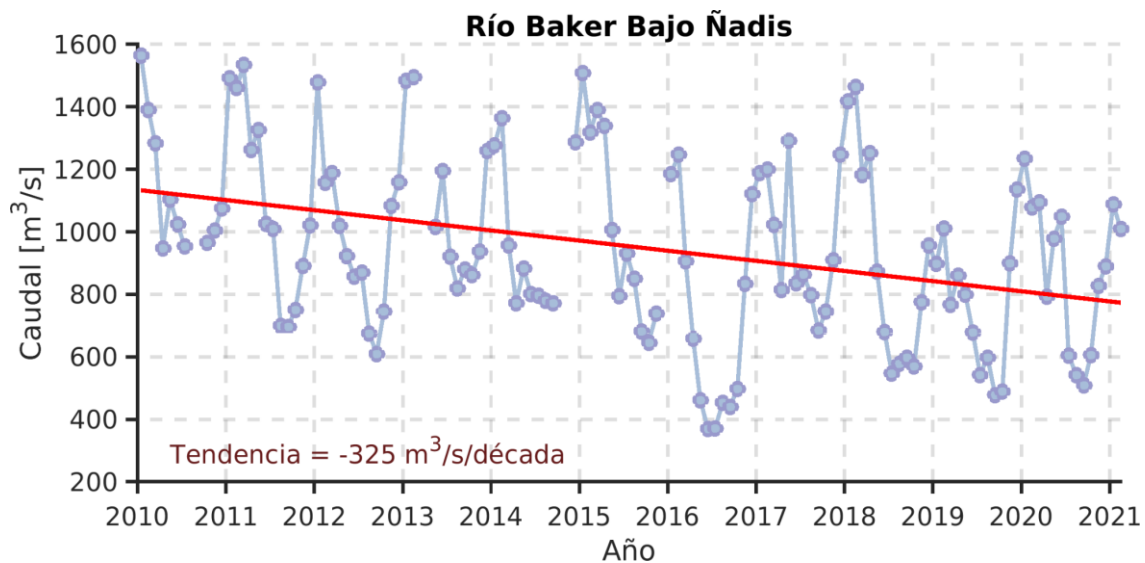
“Imagínate el Baker, yo lo llevo navegando del 2005 hasta Puerto Vagabundo, y el río nunca bajaba al nivel que tiene ahora en algunas partes. Ahora en algunas partes tiene hasta 50 centímetros, 60 centímetros de profundidad, en la mitad del Baker imagínate (...) Antes el Baker era un tremendo río, ni a la par de lo que es ahora”. (Poblador, operador turístico, Caleta Tortel)

Un poco más al norte del territorio, en el sector de Puerto Río Tranquilo, también surgieron observaciones en relación con el nivel del agua del lago General Carrera. Los boteros de esta localidad han podido observar que a lo largo de los últimos 10 años el lago no ha vuelto a subir de nivel como antes. Por ejemplo, ellos lo describen a través de la posibilidad de pasar por debajo de la catedral de mármol, una de las formaciones más conocidas del sector y de gran atractivo turístico.



“Cuando yo empecé a traer gente en enero usted no podía entrar a las cavernas porque estaban llenas de agua, entonces eso me decía que el agua subía 5 metros, por lo menos en verano. Si el agua llegaba casi hasta el baño municipal en el verano. Pero este año, con suerte subió 1 metro. Y en los últimos 7, 8 años hemos entrado durante todo el año a la caverna”. (Poblador. Botero, Puerto Río Tranquilo)

Figura 7. Caudales medios mensuales (en m³/s) en río Baker, años 2010 a 2021



Notas: La línea roja representa la tendencia lineal de los datos. La estación utilizada corresponde a río Baker Bajo Ñadis, ubicada a unos 40 km al suroeste de Cochran.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Aguas (DGA).

“Bueno, antiguamente este lago tenía muchísima más agua de lo que tiene. Imagínate que cuando yo empecé a navegar esa playa donde están las casetas. Eso no era playa, el lago lo tenía tapado, llegaba casi al borde del camino cuando crecía por ejemplo en el verano”. (Poblador, operador turístico, Puerto Río Tranquilo)



La percepción desde el mundo ganadero en las diferentes localidades tiende a ser muy negativa en relación con el cambio climático, y se visualiza un futuro cada vez más complejo. En Puerto Guadal, por ejemplo, se mencionaba que, en el invierno, cuando estaba lloviendo en el pueblo, estaba nevando en la cordillera y esta nieve era la que alimentaba las veranadas y permitía el desarrollo del pasto que los ganaderos daban a sus animales en el verano. Pero hoy en día han disminuido considerablemente estas reservas, entonces el pasto que servía a los ganaderos ya no está asegurado en las veranadas y, por lo tanto, el campesino debe recurrir a comprar forraje o implementar nuevas técnicas para poder abastecer a sus animales.



“Yo creo que va a ir cambiando para mal cada vez. Cada vez va a ser veranos más secos, mermas de los caudales, y sobre todo aquí que estamos como en un sistema muy frágil que es muy susceptible a cualquier cambio. Hubiéramos preferido que el cambio climático hubiera sido lo contrario, por lo menos en lo de la precipitación por lo menos”. (Poblador, Puerto Guadal)

“El problema que se nos van a terminar los animales. Porque si no hay agua, no hay vida. Entonces ya se está complicando cuando la gente baja de las veranadas que arriba hay agua en este tiempo, pero marzo tienen que bajar porque arriba nieva después y tienen que bajar a las costas y en las costas no tienen agua”. (Poblador, Puerto Guadal)



Esto presenta un escenario complejo, sobre todo por la planificación territorial, no existen planes reguladores en estas localidades que permitan visualizar el uso del agua o la protección, en este caso de los arroyos y ríos que existen en los campos. Cuando no existe un buen manejo del agua y además no hay una buena planificación en torno al mismo, es que pasan situaciones como las descritas a continuación en Cochrane.



“El Tamanguito, casi nunca se había secado y hace 4 años comenzó a secarse en época de verano. También dentro de los afluentes en los cuales se saca la alimentación hídrica al sector chacras, ya va más de tres años donde se ha tenido que abastecer con camiones aljibe a todo el sector chacras, el sector tamango, el sector pasaje puebla, por lo tanto, son efectos directos del cambio climático que años anteriores no los teníamos. El tema también de la, en el sector rural, Neff, Maitén, también se han visto afectados y se ha tenido que apoyar a los pequeños agricultores tanto para el riego agrícola, tanto para el consumo humano, con apoyo de camiones aljibe, con bomberos, con vialidad para que puedan tener agua en sus predios, cosa que hace un par de años atrás no los teníamos”. (Funcionario gobernación, Cochrane)

Esta cita se refiere a un grupo específico de habitantes en el sector de las Chacras en la comuna de Cochrane que quedó sin abastecimiento de agua durante el verano del 2021. Esto se debió a una fuerte baja del caudal del arroyo, pero también a un aumento considerable de usuarios del mismo. Este arroyo está administrado por el Comité de Regantes del Tamanguito que había logrado hacer un tranque hace varios años para la acumulación de agua. No obstante, ese año no dio abasto.

Las proyecciones del IPCC indican que la precipitación acumulada seguirá disminuyendo en el futuro en la cuenca del Baker, indicando en promedio entre un 2 % a un 5 % menos

de precipitación para mediados de siglo, con respecto al clima actual (1891-2010). De todas formas, estos valores parecen estar subestimando la disminución a futuro si los comparamos con la tendencia actual observada (Figura 5). Lo anterior parece no ser extraño, ya que los modelos climáticos ocupados aún tienen dificultades para representar correctamente la precipitación en esta zona del planeta. Otras estimaciones indican, para mediados del presente siglo, una disminución de la cantidad de nieve acumulada en la cuenca del Baker, de hasta un 35 % respecto al presente (MMA, 2020). Esto evidentemente implica una disminución aún mayor del caudal en los ríos y arroyos del territorio a futuro, que todavía no ha sido evaluada en cifras, pero que sin duda afectará considerablemente la disponibilidad de agua en el territorio.

2.4 Retroceso y pérdida de glaciares

Las personas que habitan el territorio del Baker se desenvuelven en diferentes ámbitos que recorren sus variados ambientes naturales. En este sentido, tanto campesinos como operadores turísticos, tienen contacto permanente con la montaña y los glaciares, siendo observadores directos de cómo estos ambientes han ido cambiando a lo largo del tiempo. Los parámetros para medir estos cambios en muchos casos son marcas naturales o artificiales como, por ejemplo: rocas, palos, la presencia o ausencia de vegetación, la comparación de fotos que tomaron anteriormente, entre otras señales. Son elementos cotidianos que permiten medir los cambios en el paisaje. Al preguntar a las personas por estos efectos observados, en general las respuestas impresionan al mencionar la pérdida de las masas de hielo.

“Distintos glaciares que ya no existen. Hay uno que me marcó mucho que nosotros le llamamos El Tronador y le pusimos como nombre Glaciar Escondido porque está bien metido al fondo de un valle. Era una laguna que normalmente caían trozos de hielo, que tenía una lengua de Glaciar que subía unos 500 metros por entre los cerros y ahora ni siquiera tiene glaciar colgante, o sea, ahora se ve el glaciar encima del cerro, entonces hay por lo menos 500 metros atrás de la laguna que desapareció el hielo. Ese yo creo que es el evento que más me ha marcado porque dejé de ir a ese lugar como en 10 años y cuando volví a ir ya no había hielo. Increíble”. (Poblador, operador turístico, Puerto Guadal)



“Todos los ventisqueros que hoy día ya no está quedando nada, se derritieron todos, yo me acuerdo, tenía una pasada para entrar para Argentina, me acuerdo la última vez que fui el año 79, pasé por ahí, uno pasaba por el ladito de los témpanos de nieve. Y ahora uno mira para arriba y ya están quedando solo las copas, pero con muy poca nieve”. (Poblador, campesino, Cochrane)

Los efectos del aumento de la temperatura en este caso van siendo evidentes con la desaparición de masas de hielo, como es descrito en la cita anterior. A partir del relato se puede deducir que el cambio en el paisaje ha impactado de manera significativa en su vida. Las personas entrevistadas reconocen que, si bien estos cambios se han observado en 20 o 30 años, estos se han agudizado en los últimos 10 o 15 años. Esta observación por parte de los pobladores es precisa y consistente con estudios científicos recientes. De hecho, en general, las mayores tasas de pérdida de masa glaciaria durante las últimas décadas, a lo largo de Los Andes, se dan en los glaciares del sur de Chile cercanos a 50°S (Dussailant et al., 2019). Como se ilustra en la Figura 8, los glaciares del territorio con mayor superficie (en torno al Parque Nacional Laguna San Rafael) están perdiendo masa a tasas muy elevadas durante las últimas décadas, cercanas a 1 metro de agua equivalente por año. Esto significa que, en promedio, cada año estos glaciares están perdiendo una capa de hielo del largo y ancho de todo el glaciar y de aproximadamente 1,1 metros de altura.

La pérdida de masa de los glaciares trae consecuencias para el ámbito turístico, al amenazar la seguridad de las actividades realizadas. Por ejemplo, se tiene la necesidad de cambiar las rutas por ausencia de hielo o la pérdida del atractivo de un sector, porque el paisaje presenta una menor superficie de masas glaciares que embellecían el lugar. El siguiente relato es de un operador turístico que realiza caminatas sobre hielo en el glaciar Cayuqueo, que se ubica a 55 km al sur de la ciudad de Cochrane en las faldas del monte San Lorenzo.

“(…) Yo me he ido fijando en el proceso de deshielo que son unos 600 metros que se ha deshielado el glaciar entre la punta que estaba la primera vez que yo lo conocí hasta dónde está ahora y más encima lo que ha bajado en grosor en lo alto han sido como 60 metros más o menos. Tenía la marca y cuando yo entré al glaciar, empezamos a caminar en el hielo limpio, pasaba la lengua de hielo al lado de una cascada que caía y ahí había una roca grande. Ahora llegas ahí y la roca grande está arriba y el hielo está como 30 metros para abajo y si no es más”. (Poblador, operador turístico, Cochrane)



Estas personas han observado un retroceso de los glaciares más rápido de lo que se puede ver en otras zonas del país. Se debe considerar que la actividad turística en este lugar comenzó hace aproximadamente 5 años, por lo tanto, que se observen cambios en tan poco tiempo nos habla de una zona muy vulnerable e impactada por el cambio climático.

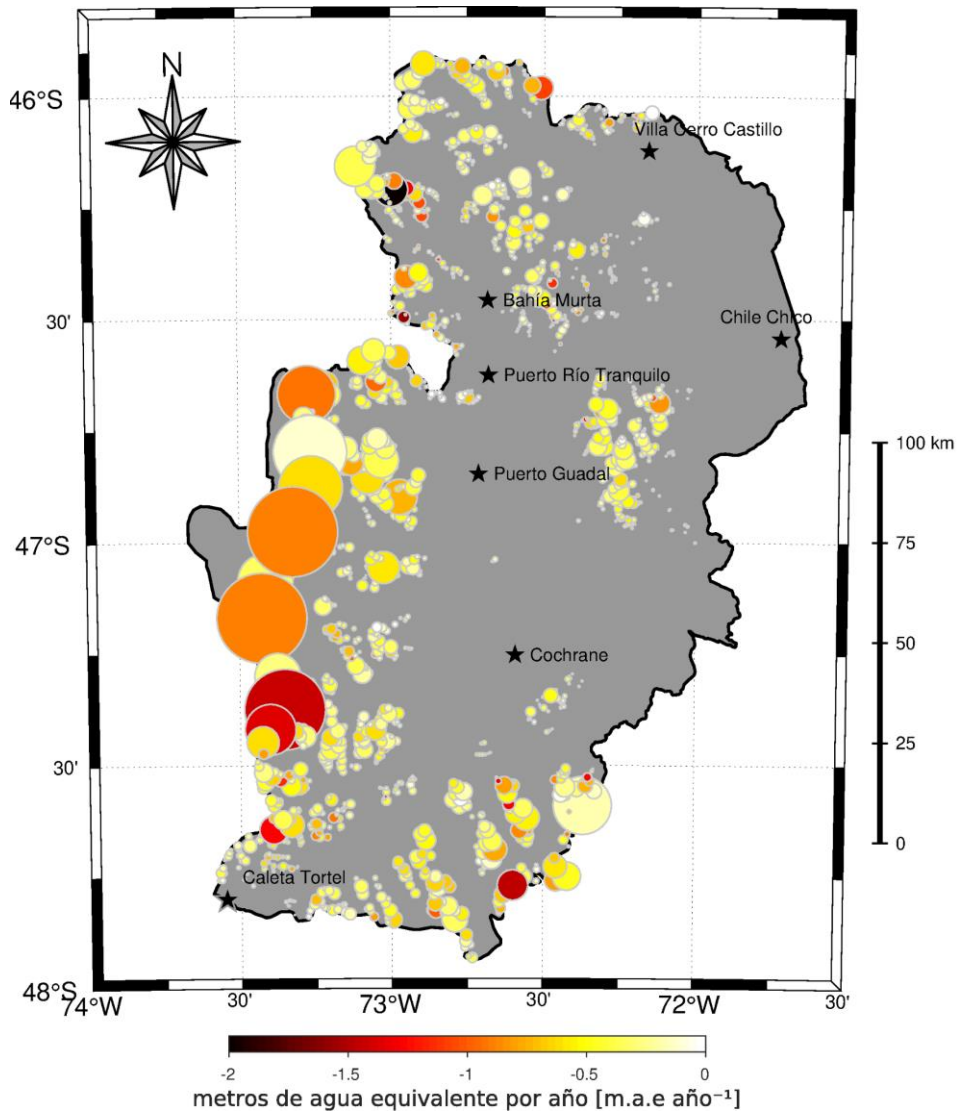
En el caso de Tortel, encontramos dos glaciares cercanos: el Ventisquero Jorge Montt, perteneciente a Campo de Hielo Sur y el Steffens, perteneciente a Campo de Hielo Norte. Ambos son un atractivo turístico y han presentado un significativo retroceso en los

últimos años. Específicamente en el caso de Ventisquero Jorge Montt, según los registros de los operadores turísticos, imágenes satelitales históricas y de datos suministrados por entidades como Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Copas Sur Austral, Dirección General de Agua de Chile (DGA), indican que este glaciar estaría retrocediendo al menos un kilómetro al año.

“Cuando uno lo mira a futuro es complicado, afecta al turismo, porque ya los campos de hielo que tenemos acá van a dejar de ser tan imponentes como son ahora. Yo converso con mis clientes de los 30 años que yo conocí el Montt, era mucho más alta la pared que tenía. Era mucho más fácil el acceso para llegar (...) Antes no tenías esa montaña de témpanos flotando y podías llegar cerca de la pared. Hoy en día se ha ido retrocediendo mucho y metiéndose más para adentro donde es más angosto. Y todas esas cosas van afectando el turismo, no rápidamente, pero paulatinamente sí”. (Operador turístico, lanchero, Caleta Tortel)

El panorama no es alentador. Se estima que para finales de este siglo los glaciares de Los Andes del Sur perderán al menos entre un 20% y 45% de su masa actual respecto al año 2015 (Hock et al., 2019). Debido a lo anterior, existe la probabilidad de que la pérdida de masa de los glaciares siga incrementando el riesgo de inundaciones por estallido de lago Glaciar (GLOFs, por sus siglas en inglés) ya que las morrenas -colina alargada- o hielos que represan los lagos glaciares pueden colapsar con el derretimiento.

Figura 8. Pérdida de masa de glaciares en la cuenca del río Baker, años 2000 a 2018



Nota: Los colores indican la tasa promedio de pérdida de masa de los glaciares. El tamaño de los círculos es una referencia al tamaño de la superficie glaciar (mayor tamaño, mayor superficie glaciar). Un valor de -1,0 metro de agua equivalente por año, representa una pérdida de 1000 kg por m² de capa de hielo, o una pérdida anual de espesor de hielo en todo el glaciar de aproximadamente 1,1 m por año (es mayor porque la densidad del hielo es 0,9 veces la densidad del agua).

Fuente: Elaboración propia con datos de Dussaillant et al., (2019).

Por otro lado, los glaciares actúan como reservas de agua, que acumulan este recurso en periodos fríos y húmedos y la proporcionan en periodos secos y cálidos, por lo que su pérdida será otro factor que afectará directamente la disponibilidad de agua en la cuenca del río Baker. La menor disponibilidad de agua ya está ocurriendo actualmente en el caso de Puerto Río Tranquilo, donde los glaciares que abastecen de agua potable a la

comunidad, están experimentando cambios que han afectado la calidad y cantidad de agua que trae el río Chirifo. El siguiente relato evidencia lo mencionado anteriormente.

“Los hielos de arriba se derritieron muy rápido. Porque se suponía que íbamos a tener agua para mucho tiempo de la laguna del Chirifo y ahora se han hecho estudios de que la laguna está muy pequeña”. (Pobladora, dirigente APR, Puerto Río Tranquilo)



2.5 Inundaciones por deshielos y lluvias

En el territorio del Baker, existen varios antecedentes sobre inundaciones generadas por deshielos y por lluvias, o bien por una combinación de ambos factores. Han ocurrido eventos de gran magnitud que han quedado grabados en la memoria de las generaciones actuales, como por ejemplo la inundación de Murta Viejo y la crecida del río Colonia, que fueron registrados en los años setenta del siglo pasado. En los últimos años, se ha hecho cada vez más común leer y registrar eventos tipo GLOF, que generan grandes estragos para la población local (Dussaillant et al., 2010) y ponen la alerta de las comunidades al retroceso glaciar. Por otro lado, están los ríos atmosféricos⁴, que hoy en día combinados con altas temperaturas pueden ser realmente catastróficos (Viale et al., 2018; Valenzuela & Garreaud, 2019).

“El tema del vaciamiento de los glaciares (...) Antes no eran tan seguidos, pero eran más grandes (...) Como el del Colonia. Porque se acumulaba y como nadie lo veía, porque está muy escondido ese lago hacia la montaña, era un fenómeno “natural” pero hoy en día ya está monitoreado, sabemos cómo se produce, por qué se produce, y ahora está apareciendo otro por Steffen (...) Uno se va dando cuenta que ya es mucho calor que está haciendo. En el mundo, en nuestro país”. (Poblador, operador turístico y lancharo, Caleta Tortel)

En Tortel existen recuerdos en los pobladores de grandes crecientes que ha tenido el río Baker. Por ejemplo, los pobladores que viven a las orillas del Baker anunciaban por radio HF (“High Frequency”) que el río venía “crecido”, es decir, con más agua que lo normal. Esto por lo general pasaba cuando había muchos días de lluvia y probablemente deshielos. Por ejemplo, en el año 2008, un poblador recuerda que hubo una de las crecidas más grandes del río donde el nivel del agua casi llegó a las pasarelas en Tortel. Este fue uno de los desagües del Lago Cachet 2, cuyo monitoreo comenzó de forma sistemática a partir de ese evento.

⁴ Los ríos atmosféricos son largos y angostos corredores que transportan vapor de agua a través de la atmósfera. Es posible imaginárselos como un río en el aire, que en vez de transportar agua en estado líquido, lo hacen con agua en estado gaseoso.

“Porque a mí me tocó conseguir el bote del CIEP, el calafate e ir para arriba. Y ahí yo me acuerdo que llegue hasta la casa de Don Tato, estaba hasta la misma casa de Don Tato el agua. Él decía que nunca había llegado tanto el agua. Y donde la señora Elisa llegó hasta el nivel de la estufa. Esa fue la más grande”. (Pobladora, lanchera y operadora turística, Caleta Tortel)

“Ese es el año que yo he visto que más ha crecido el Baker con la creciente del Colonia. Después ha habido crecientes pero más normal. Si yo llegué hasta la casa de don Tato en el bote. Y duró harto porque nosotros salimos temprano en la mañana para arriba y cuando volvimos en la tarde el río todavía estaba creciendo. Y al otro día volvimos a ir y el río se mantenía, no había bajado nada”. (Poblador, operador turístico y lancharo, Caleta Tortel)

Este último testimonio corresponde a un lancharo que tuvo que navegar río arriba durante ese evento para evaluar cómo estaban los pobladores y los riesgos que se podían observar en el terreno dónde había crecido el río. Si bien no hubo pérdidas de vidas humanas, sí hubo pérdidas de animales y algunas personas debieron ser evacuadas, puesto que se inundaron sus casas o bien el riesgo de que esto sucediera era muy grande.

En otras comunidades del territorio existen antecedentes de inundaciones y aluviones provocados por eventos de colapso de lagunas proglaciares⁵ y episodios de fuertes lluvias los días previos. Por ejemplo, en el año 2018 se registraron dos eventos de gran magnitud en el Glaciar Exploradores, que generaron cortes de ruta y aislamiento de los pobladores del sector. El primer evento ocurrió en el mes de abril, donde se generó una nueva laguna que se desaguó generando la inundación. El segundo evento ocurrió a finales de octubre, en el kilómetro 26 del camino a Valle Exploradores, comuna de Río Ibáñez, donde después de dos días de lluvias intensas colapsó una laguna proglaciar. Esto generó un gran deslizamiento de tierra que cortó el camino a Exploradores y bloqueó el río Norte, creando una represa natural. Esta nueva laguna tenía entre dos a tres metros de profundidad. Este evento derivó en la interrupción total de las actividades turísticas de Glaciar Exploradores y Laguna San Rafael, y generó el aislamiento de los habitantes del sector de Bahía Exploradores.

La consecuencia fue una pérdida económica considerable para todas las empresas del sector, como también para los otros servicios asociados como alimentación y alojamiento en Puerto Río Tranquilo, ya que durante todo ese mes se estuvo evaluando cuál sería la mejor forma de abordar la situación. Finalmente, fueron los operadores turísticos, los pobladores y el municipio de Río Ibáñez quienes encontraron una solución a partir de un trasbordo que comenzó a funcionar en la laguna. Se cruzaron vehículos hacia el otro lado

⁵ Un lago proglacial corresponde a un lago formado por la acción de represamiento de una morrena debido al derretimiento y retroceso de un glaciar.

y se coordinó de tal modo que cuando se pudo trasladar turistas a hacer las actividades, estos llegaban desde Puerto Río Tranquilo hasta la nueva laguna, después cruzaban en bote hacia el otro lado y desde ahí seguían en otro vehículo hacia Bahía Exploradores. En el mes de marzo de 2019, Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas logró rellenar parte de lo que era el camino, desaguar mejor la laguna y volver a generar la conexión entre ambas partes. Sin embargo, sigue siendo un paso complejo, ya que es muy probable que pueda volver a pasar una situación del mismo tipo en el camino a Exploradores. No obstante, la población en su conjunto quedó con el aprendizaje fundamental del proceso, de los riesgos que existen en el camino a Exploradores, y de que cada año aumentan más las posibilidades de que este tipo de situaciones se repitan.

2.6 Potenciales impactos en la calidad del aire

Desde que se comenzó a medir Material Particulado Fino Respirable (MP2,5) en el 2013, en la ciudad de Coyhaique, se han detectado intensos episodios de contaminación atmosférica que ponen en peligro la salud de sus habitantes. Los estudios indican que la principal fuente de emisión asociada a las concentraciones de MP2,5 es la combustión de la leña ocupada para la calefacción. La mayor parte de las viviendas de la región de Aysén utilizan la leña para calefaccionar y para cocinar. Este uso cotidiano es indispensable y afecta la calidad del aire, particularmente en los centros más poblados de la región.

Por su tamaño y ubicación, Cochrane está considerada por la autoridad ambiental como una zona susceptible a sufrir problemas de calidad del aire. Por esto, la localidad ha iniciado un proceso de medición de la contaminación que consiste en la instalación de monitores de material particulado. Además, los propios pobladores dan cuenta, a través de sus relatos, de la contaminación atmosférica, la cual se ha vuelto más perceptible principalmente en los períodos invernales.

“Creo que es una mezcla de factores, pero claramente el cambio en el clima se nota mucho (...) evidentemente la contaminación es muy notoria [en Cochrane], pero igual insisto, yo creo que estos temas ahora se están haciendo más visibles. Quizás hace cinco años era lo mismo. Probablemente, ahora que se está hablando harto de material particulado, planes de descontaminación o aparece en los medios que Coyhaique es una ciudad muy contaminada. Está dentro de las ciudades más contaminadas del mundo. Uno empieza ahí ver su realidad. Y empieza, en base a compararse con otro, a reconocer cuáles son sus problemas ambientales”. (Poblador, Cochrane).

Si bien las concentraciones de MP2,5 son altas durante todo el periodo invernal, existen días en los cuales los niveles de este contaminante se vuelven extremadamente críticos. Esto ocurre típicamente en días más fríos y de muy baja velocidad de viento. Normalmente, estas condiciones están asociados a sistemas meteorológicos de alta

presión atmosférica que atraviesan el territorio de Patagonia (Gómez 2022, Huneus et al. 2021). A esto se le suma, un escaso desarrollo de la altura de capa de mezcla, producto de una intensa inversión térmica. Estos factores dificultan la dilución de los contaminantes en las ciudades. Por lo tanto, debido a la gran influencia que tienen las condiciones atmosféricas sobre los episodios de contaminación, es natural considerar la importancia que podría tener el cambio climático con relación a la calidad del aire.

Futuros escenarios de cambio climático, indican para Aysén un incremento en el número de días al año con baja velocidad de viento (Horton et al. 2012-2014). Estas condiciones podrían incrementar el número anual de días críticos por MP2,5. No obstante, un incremento de la temperatura media podría bajar la demanda por calefacción, lo que reduciría el uso de leña y por ende menos emisiones de material particulado emitido a la atmósfera. Por esto, el futuro para la calidad del aire no es tan claro, sin embargo, el sentido precautorio indica que las políticas públicas se deben abocar a medidas que reemplacen la utilización de la leña como combustible para calefacción y mejoren la eficiencia térmica de las viviendas. De igual forma, esta relación entre cambio climático y contaminación atmosférica debería seguirse estudiando, ya que a futuro nuevos escenarios de emisiones locales podrían favorecer la aparición de otras formas de contaminación atmosférica.

Por último, las emisiones producto de la combustión de la leña están también asociadas a las emisiones de carbono negro, un contaminante atmosférico de vida corta que contribuye al calentamiento global. El carbono negro al ser transportado por el viento tiene el potencial de depositarse sobre la nieve y el hielo, acelerando los procesos de derretimiento de los glaciares cercanos.

2.7 Emergencia de nuevas patologías en salud mental, eco-depresión, eco-ansiedad y crisis de identidad territorial.

A través de los encuentros y el análisis de los relatos se pudo constatar de manera sostenida la emergencia de factores psicoemocionales cargados de valoración y elementos conductuales íntimamente relacionados con los efectos del cambio climático. De ahí la constante evocación de lo pasado, con recuerdos de alta carga emotiva. Estos relatos están marcados por un tono melancólico y manifiestan, en determinadas ocasiones, ideas de olvidos e injusticias.

Todos son elementos psicoemocionales que van configurando “campo fértil” para el surgimiento de conceptos relacionados con la salud mental y sus manifestaciones psicopatológicas. A continuación, se revisan algunos de estos conceptos que han surgido durante los últimos años en el campo de las ciencias sociales y de la salud mental.

Eco-ansiedad

Este trastorno psicológico es caracterizado como la vivencia de una sensación de tristeza en la persona, profunda preocupación y desolación frente a los cambios que está experimentando el planeta⁶. Esta afección consistiría en una especie de sentimiento de desesperanza particular, principalmente entre las generaciones más jóvenes⁷, lo que en definitiva hace que haya una vivencia de la crisis medioambiental como un camino sin salida, sin retorno. Este tipo de padecimiento por el deterioro del planeta se puede experimentar por diferentes razones, ya sea porque se ha vivido directamente o porque hay una sobreexposición de un mensaje catastrófico (Sapiains, 2021).

A modo de ejemplificar lo anterior, podemos tomar relatos como el siguiente, obtenido de las mesas desarrolladas por el equipo junto a las comunidades, en este caso particular con la temática del agua: *“Acá está la laguna La Manga y río Maquis y la conexión de nosotros es con el Lago General Carrera... y la comunidad se va ampliando y el lago no es suficiente para poder abastecer”*. Aquí una descripción de lo que queremos caracterizar a modo de una eco-ansiedad presente; *“Los campesinos que viven cerca del agua están vendiendo sus terrenos y esas personas viven en media hectárea y hacen sus casas y el derecho a servidumbre debe ser documentado, es algo que nosotros no estábamos acostumbrados. Lo hemos hecho a lo compadre y todo eso hoy es preocupante”*. El relato además agrega que, con el aumento de la población, la costumbre de funcionar “a lo compadre” se ha vuelto una situación compleja, porque los nuevos inquilinos muchas veces no tienen interés directo en proteger esa agua, “porque se alimentan más arriba”. Son nuevas formas de organización para que los nuevos vecinos cumplan “ciertas reglas en el territorio y en eso la planificación es muy importante”. Esto a largo plazo terminará no únicamente por afectar una sensación particular, sino que creemos que sostiene un cambio a modo de huella en toda la comunidad en su conjunto.

En otra mesa de trabajo, en este caso con la temática de turismo, una participante señala algo relacionado con lo anterior, y hasta identifica un hecho a modo de concepto. A partir de este relato es posible poder comprender el sentimiento de ansiedad asociado a lo incierto del futuro a mediano y largo plazo respecto al comportamiento humano, íntimamente relacionado con los cambios climáticos que se vayan generando y sosteniendo en el tiempo.

“Se me ocurre que uno de los impactos que quizás no se ha considerado, bueno yo primera vez que participo en uno de estos talleres y no sé si es que se había hablado antes de las

⁶ Parte de la descripción hecha por Maisa Rojas, académica del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, y parte del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 en entrevista del diario chileno “La Tercera”, Stgo. 2021.

⁷ Aunque sobre este punto cabe señalar que, en las entrevistas de terreno ejecutadas durante el presente proyecto, también se visibilizó la presencia de estas características descritas en personas adultas y adultos-mayores.

“migraciones climáticas”. En el fondo que muchas personas vienen buscando lugares con más agua, más calidad de vida, más naturaleza y que de alguna forma también el territorio se comienza a multiplicar mucho la actividad turística como emprendimientos y los lugares también van perdiendo su identidad. Se genera este fenómeno de detritificación de los pueblos, de los lugares y bueno, para eso el tema es planificar bien el territorio y tener planes reguladores” (Operadora turística, Puerto Río Tranquilo).

Eco-depresión

Comprenderemos la eco-depresión como la vivencia de “un duelo ecológico” y que sostiene la sensación de un sufrimiento sostenido por las personas a partir de las experiencias directas que sostengan estas y que tengan que ver con el deterioro del medio ambiente en el que viven. Esto hace que finalmente la persona tenga una reacción emocional, de pena, de tristeza, de preocupación. Respecto a este particular sentir descrito, podemos encontrar observaciones como la siguiente hecha en la citada mesa de turismo.

“Es muy difícil, porque desde un principio hablamos de adaptación y si hablamos de adaptación, esto significa para mí, que no hay cambio. O sea, es como que ya no hay nada que hacer. O sea, de aquí al 2050, igual va a suceder todo lo que tenga que suceder, en definitiva, tenemos que adaptarnos a lo que está sucediendo. Entonces es re complicado poder, para mi decir, oye podríamos hacer esto y lo otro si en definitiva sabemos que no va a tener mayor repercusión. Cuando hablamos de adaptarnos a una situación porque no va a tener una consecuencia de cambio en el tiempo.”

De lo anterior podemos analizar elementos de detrimento en la sensación de identidad que sostienen las personas no solo en lo que respecta a su individualidad, sino que, a partir de constatar su interacción con el medio, dan cuenta de la necesidad de saber sobrellevar un proceso de cambio que no tiene punto de retorno. A partir de esto, los relatos nos indican, la emergencia del concepto de “Crisis de identidad territorial”. (Participante Mesa Turismo, Puerto Río Tranquilo)

Crisis de identidad territorial

Este es un concepto que proponemos de forma inédita y que creemos enmarca un sentir de indefensión relacionado directamente con el deterioro del planeta. Hay una toma de consciencia acerca de la inevitabilidad de frenar los efectos no solamente para sí, sino que a su vez comprendiendo los cambios que emergen en su contexto bioclimático en el cual se desenvuelve y que lo re-caracterizan. Esto genera una particular vivencia de extrañeza, de desconexión con el lugar en el cual se está(ba) habitando. A modo de poder configurar una crisis identitaria como concepto, será necesario que se reconozca el mencionado cambio en la comprensión de identidad que sostiene determinada comunidad, producto

del impacto directo que provoca el cambio climático. Emerge de este contexto sociocultural la observación de un cambio en la identidad local que será irrevocable a través del tiempo.

Es importante comprender la diversidad y ambigüedad de las identidades de los individuos y grupos, que son cambiantes y se expresan en diferentes unidades espaciales territoriales, como unidades locales, regionales, nacionales e internacionales. Las identidades territoriales se forman a partir de diversos factores ambientales, naturales, económicos, demográficos, históricos, sociales, políticos y culturales. La proximidad geográfica puede favorecer el fortalecimiento de las identidades territoriales y permite la expresión de intereses en diferentes instancias. La globalización y la fragmentación crean retos de identidad, inseguridad, ansiedad e incertidumbre. Para enfrentar estos retos en el pueblo Patagón, es necesario desarrollar habilidades para administrar la diversidad.

Profundizando sobre la mencionada crisis de identidad, en visita de terreno se pudo sostener conversación junto a personas de mucha historia en el territorio, gente que, como dicen los patagones, fueron “NyC (nacidos y criados)” lo que les da un particular sentimiento de pertenencia y arraigo. Esta situación fue registrada en la conversación con una autoridad de Caleta Tortel, quien nos relata:

“Hace 40 años atrás, no era difícil tener 80 centímetros de nieve caída aquí en el sector... Con ello contábamos con la suficiente fuente de agua dulce y además de interminables horas de diversión infantil durante los meses de invierno...”. Ahora dice extrañar y ver más como una añoranza todo aquello; “hay que acostumbrarse a que ya no veremos eso más ni lo podrán conocer nuestros nietos, ahora inclusive, tenemos amenazas constantes de sequía para todos los habitantes de la caleta, irónico ¿cierto?”.

Resumiendo un poco, lo importante de todo esto es que se vuelve necesario poder identificar o diagnosticar detalladamente los sentimientos y valoraciones que emergen en las comunidades, para poder hacerse cargo de lo que podríamos plantear como la vivencia de distintos procesos de duelo. Estos procesos, en la medida que sean visibilizados primeramente, podrán ser posteriormente abarcados por el estado en conjunto con la propia comunidad de forma sana, en los ritmos adecuados, evitándose de esta manera la potencial patologización y la emergencia de los consecuentes sentimientos de miedo, ira, culpa, vergüenza, el dolor, entre otros que ya han sido mencionados.

3. Medidas de adaptación al cambio climático para la cuenca del río Baker

Como se analizó anteriormente, dentro de las principales manifestaciones del cambio climático que se observan en el territorio se encuentran: un aumento de la temperatura media, una disminución de las precipitaciones promedio, una disminución en la frecuencia de la precipitación diaria y a la vez un aumento de su intensidad, una disminución de la cobertura de nieve y de caudales, la pérdida de masa glaciar, entre otros. De acuerdo a lo planteado por el IPCC en su último informe, efectos como el aumento de temperatura y el retroceso de los glaciares son prácticamente irreversibles, incluso bajo escenarios optimistas de cambio climático. Por esta razón, es imperativo desarrollar medidas que permitan reducir la vulnerabilidad de las comunidades del Baker frente a los impactos inminentes que genera el cambio climático, permitiendo prepararse, anticiparse o adaptarse a sus efectos. Basándonos en el diagnóstico expuesto, que contiene el relato de las y los pobladores del territorio de la cuenca, así como algunos antecedentes aportados del análisis de datos meteorológicos y las proyecciones climáticas, se puede establecer que los impactos más relevantes asociados al cambio climático para sus habitantes son:

- 1) Disminución en la disponibilidad y calidad de agua en las localidades, ecosistemas y sectores rurales productivos.
- 2) Nuevas condiciones climáticas que afectan el desarrollo del sector silvoagropecuario y a los ecosistemas naturales.
- 3) Incertidumbre en el sector turismo por cambios en el paisaje como la desaparición e inestabilidad de glaciares.
- 4) Incremento del riesgo de megaincendios.
- 5) Alteración de la conectividad vial, problemas de acceso a servicios básicos y daño a infraestructura en comunidades, inundaciones y procesos de remoción en masa.
- 6) Incremento de la percepción de la contaminación atmosférica urbana.
- 7) Impactos emergentes en salud mental asociados al cambio climático.

A continuación, se entrega una serie de tablas (ver Tablas 3.1 a 3.7) para cada uno de los impactos identificados, que contienen necesidades de adaptación, medidas de adaptación (que responden a cada necesidad), posibles actores relevantes para cada una de las medidas y una priorización relativa para cada localidad. Las necesidades de adaptación corresponden a los problemas, vacíos o soluciones que se vuelven necesarias por las y los habitantes, identificadas para cada impacto. Las denominamos necesidades de adaptación, ya que consideramos que la palabra "necesidad" refleja de mejor medida el sentimiento de los pobladores frente a los impactos observados (que literalmente piden

algunas de las soluciones), así como la urgencia y lo imperativo de adaptarse a estos mismos. Esta priorización es cualitativa y está basada en la opinión de los especialistas y la población que desarrollaron este trabajo. Las categorías de priorización de medidas fueron: imprescindible (3), muy necesario (2) y necesario (1). Las siglas de cada localidad es M= Murta, PT= Puerto Río Tranquilo, G= Guadal, C = Cochrane y CT= Caleta Tortel. La construcción de medidas fue basándose en las propuestas de los habitantes del territorio del Baker, recomendaciones de organismos gubernamentales y aportes de especialistas en materia de cambio climático. Estas buscan ser una propuesta inicial para la discusión sobre cómo enfrentarse y adaptarse al cambio climático en el territorio del Baker.

3.1 Disminución en la disponibilidad y calidad de agua en las localidades, ecosistemas y sectores rurales productivos.

| Impactos observados | Necesidades de adaptación | Medidas que abordan las necesidades de adaptación | Actores involucrados en las medidas | Priorización de medidas | | | | |
|--|---|--|---|-------------------------|----|---|---|----|
| | | | | M | PT | G | C | CT |
| Disminución en la disponibilidad y calidad de agua en las localidades, ecosistemas y sectores rurales productivos. | Búsqueda de nuevas fuentes de recurso hídrico que sean menos susceptibles a ser afectadas por periodos de baja precipitación. | Conservación y restauración del bosque nativo en cuencas para aumentar la disponibilidad y calidad del agua. | SEREMI de Medio Ambiente, CONAF, oficinas de Medio Ambiente municipales, ONG's, organizaciones de la sociedad civil, Universidades y Centro de Investigación. | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| | | Diseñar un sistema de acumulación de aguas lluvias que permita una correcta irrigación de la veranada. | Dirección de Obras Hidráulicas, INDAP, Municipios, organizaciones de la sociedad civil, Universidades y Centro de Investigación. | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | | Prospección de nuevas fuentes de agua como napas subterráneas y aguas superficiales. | Dirección General de Aguas. | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| | Fortalecimiento del sistema de agua potable frente a eventos extremos que puedan afectar la | Aumentar la capacidad de almacenamiento de agua en localidades y sectores rurales en depósitos como estanques. | Dirección Obras Hidráulicas, Dirección General de Aguas, Gobierno Regional. | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|---|---|---|---|---|---|
| | calidad y la disponibilidad del recurso. | Reducir la erosión en taludes de las cuencas que alimentan a los sistemas de agua potable. | CONAF, Bienes Nacionales, Ministerio del Medio Ambiente. | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| | | Proyectar instalaciones de agua potable en lugares o cuencas que no sean vulnerables a eventos extremos. | Comités de Agua Potable Rural (APR), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Dirección General de Aguas, Gobierno Regional. | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| | Optimización del uso del agua en el sector silvoagropecuario. | Diseño o implementación de tecnologías que permitan la reducción en la utilización del recurso hídrico en los productos agropecuarios. | INDAP, SAG. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | | Reutilización de las aguas residuales para riego, luego de un tratamiento previo. | SEREMI de Agricultura, Comisión Nacional de Riego. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Implementar sistemas de acumulación de agua y bebederos para animales. | SEREMI de Agricultura, INDAP. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Tener conocimiento de la disponibilidad presente y futura de agua. | Monitoreo constante de la disponibilidad (oferta) de aguas. Por ejemplo, aguas subterráneas en la cuenca del río Baker. | Dirección General de Aguas. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Estimar sistemáticamente la | Dirección General de Aguas, | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cobertura de nieve en el territorio. | Universidades y Centros de Investigación. | | | | | |
| | | Desarrollar un sistema de pronóstico de caudales a corto, mediano y largo plazo para la zona. | Dirección General de Aguas. Universidades y Centros de Investigación. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Contar con un marco legal que privilegie el recurso hídrico para la protección y desarrollo de las comunidades y ecosistemas. | Regular el tipo de actividades que se pueden realizar en las cuencas que abastecen de agua potable para que sean compatibles. | SAG, Dirección General de Aguas, Gobierno Regional. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Declarar las zonas y cuencas que alimentan el agua potable, como zonas de protección para este recurso básico. | Gobierno Regional, Municipios. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Difundir en las comunidades un registro público que muestre la propiedad del recurso hídrico. | Dirección General de Aguas. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Priorizar legalmente la disponibilidad de agua para el desarrollo sostenible de las comunidades locales. | Municipios, comunidades locales, Gobierno Regional, Parlamento. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Generar el concepto legal de propiedad comunitaria del | Asamblea constituyente, Parlamentarios, Presidencia. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|
| | | agua potable. | | | | | | |
| | | Privilegiar el uso público del agua potable por sobre el privado. | Parlamento, Dirección General de Aguas. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Garantizar la disponibilidad de agua para los ecosistemas. | Dirección General de Aguas, SEREMI de Medio Ambiente, Universidades y centros de investigación. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

3.2 Nuevas condiciones climáticas que afectan el desarrollo del sector silvoagropecuario y a los ecosistemas naturales.

| Impactos observados | Necesidades de adaptación | Medidas que abordan las necesidades de adaptación | Actores involucrados en las medidas | Priorización de medidas | | | | |
|---|--|--|---|-------------------------|----|---|---|----|
| | | | | M | PT | G | C | CT |
| Nuevas condiciones climáticas afectan el desarrollo del sector silvoagropecuario y a los ecosistemas naturales. | Fomentar el empleo de sistemas de cultivo que reduzcan el estrés térmico e hídrico de las plantas. | Investigación acerca de especies que tengan una mayor resistencia a las altas temperaturas y periodos secos. | INDAP, INIA, Universidades, centros de investigación. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | | Mejora de las prácticas agrícolas para que los cultivos se vean menos afectados por periodos secos o altas temperaturas. | SAG, INDAP, A.Gs agrícolas, Universidades y centros de investigación. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | | Impulsar el cambio en los calendarios de siembra para minimizar el riesgo climático de la producción agrícola. | SAG, INDAP, A.Gs agrícolas, Universidades y centros de investigación. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | | Equipar con sistema de sombra y mayor riego en zonas de alta exposición al sol. | SAG, INDAP, A.Gs agrícolas. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | Desarrollo y fortalecimiento del | Generar una red de monitoreo meteorológico público para | Seremi de agricultura, INDAP, Universidades y centros de | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|---|---|---|---|
| | conocimiento que permita mejorar las prácticas productivas del sector agrícola. | medir condiciones agrometeorológicas y eventos extremos. | investigación. | | | | | |
| | | Implementar sistemas de producción automatizada, como por ejemplo invernaderos o sistemas de riego, para hacer frente a condiciones meteorológicas extremas (e.g. heladas, olas de calor, granizo, etc.) | SEREMI de Agricultura, INDAP, AGs agrícolas. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | Diversificación de cultivos | Investigar, probar e implementar nuevas especies hortícolas con mayor resistencia a fluctuaciones extremas de temperatura y riego. | SEREMI de Agricultura, INDAP, INIA. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | | Plantación de especies arbóreas que permitan generar sombra, mejorar la infiltración y retención del agua en los suelos. | CONAF, INDAP, SAG. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |

3.3 Incertidumbre en el sector turismo por cambios en el paisaje como la desaparición e inestabilidad de glaciares.

| Impactos observados | Necesidades de adaptación | Medidas que abordan las necesidades de adaptación | Actores involucrados en las medidas | Priorización de medidas | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------|----|---|---|----|
| | | | | M | PT | G | C | CT |
| Incertidumbre en el sector turismo por cambios en el paisaje, como la desaparición e inestabilidad de glaciares. | Identificación de zonas de riesgos para el desarrollo de actividades turísticas. | Sistematizar en una sola fuente y de carácter público toda la información disponible sobre amenazas en el territorio. | SENAPRED (ex ONEMI), universidades, centros de investigación, Gobierno Regional. | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | Diversificación del desarrollo turístico. | Disminuir los riesgos asociados al cambio climático mediante la generación de alternativas de destinos turísticos. | Municipios, Sernatur, Cámara de Turismo, AGs de turismo, organizaciones de la sociedad civil. | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| | | Construcción de miradores en sitios estratégicos que permitan la observación de glaciares sin | Sernatur, MOP, Gobierno Regional, Municipios, Nodos de turismo, organizaciones de la sociedad civil. | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|---|---|---|
| | | intervenirlos. | | | | | | |
| | | Implementar turismo "virtual", con drones y realidad virtual para la observación de atracciones turísticas. | Sernatur, agencias de turismo. | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | | Experimentar nuevas tecnologías, por ejemplo, la realidad aumentada, para el desarrollo de turismo científico. | Sernatur, Municipios, agencias de turismo | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | Fortalecimiento de sistemas de gobernanza territorial (p. ej. las ZOIT). | Formación de dirigentes y funcionarios relacionados con el ámbito turístico en temas de cambio climático y sus impactos. | Municipios, Universidades, centros de investigación, División de Organizaciones Sociales, organizaciones de la sociedad civil. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Fortalecimiento de segmentos más vulnerables al cambio climático como lo son pobladores rurales próximos a zonas de riesgo. Como mejorar comunicación (radios), generación de planes de rescate, etc. | Ministerio de Desarrollo Social, CONADI, SERNAMEG, municipios. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Elaboración de presupuestos participativos comunales que contengan medidas orientadas a la adaptación y mitigación del cambio climático. Con valoración positiva para su aprobación y con apoyo técnico para su diseño y ejecución. | Municipios, juntas de vecinos. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|---|---|---|
| | | Implementación y evaluación periódica de Planes de Adaptación Comunales que permitan la planificación y coordinación en temas de adaptación y mitigación del cambio climático. Generar fondos permanentes para su generación y actualización. | Gobierno Regional, Delegación Presidencial, Seremis. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Generar fondo concursable regional para la implementación de medidas comunitarias de adaptación y mitigación al cambio climático. | Gobierno Regional, Delegación presidencial, Corfo, Ministerio de Medio Ambiente. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

3.4 Incremento del riesgo de megaincendios.

| Impactos observados | Necesidades de adaptación | Medidas que abordan las necesidades de adaptación | Actores involucrados en las medidas | Priorización de medidas | | | | |
|---|--|--|--|-------------------------|----|---|---|----|
| | | | | M | PT | G | C | CT |
| Incremento del riesgo de megaincendios. | Incrementar el conocimiento e investigación en torno a los incendios forestales. | Generar campañas de información sobre el uso de fuego y la prevención de incendios forestales. Con especial énfasis a turistas y pobladores de sectores turísticos. | CONAF, medios de comunicación locales. | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| | | Incentivar la investigación en restauración de ecosistemas afectados por incendios forestales. | Ministerio de CTCI, universidades, centros de investigación. | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| | | Estudiar los factores de corto y mediano plazo asociados a la generación de incendios. Con especial énfasis a poder pronosticar situaciones de riesgo con una debida antelación. | Ministerio de CTCI, universidades, centros de investigación. | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| | Mejorar la Gobernanza | Promover la creación de una red de emergencia local que agrupa a | SENAPRED (ex ONEMI), CONAF, universidades, centros de investigación, | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|---|---|---|---|---|---|
| | relacionada con los incendios forestales. | diferentes actores relevantes de la comunidad. | bomberos, organizaciones locales. | | | | | |
| | Generar herramientas para el pronóstico y control de incendios forestales. | Manejo de plantaciones y reservas forestales con sistemas de control de incendios como monitores, cortafuegos y manejo de sotobosque. | CONAF. | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | | Fortalecer las unidades de control de incendios forestales con equipamiento y personal en cada una de las localidades. Capacitar a una parte de la población local para su apoyo voluntario. | CONAF. | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | | Contar con un sistema de pronóstico del índice de riesgo de incendios forestales que sea público y con amplia difusión en los territorios. | CONAF, Centros de Investigación, Universidades, radios locales, medios de difusión. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

3.5 Alteración de la conectividad vial, problemas de acceso a servicios básicos y daño a infraestructura en comunidades, por inundaciones y procesos de remoción en masa.

| Impactos observados | Necesidades de adaptación | Medidas que abordan las necesidades de adaptación | Actores involucrados en las medidas | Priorización de medidas | | | | |
|--|--|--|--|-------------------------|----|---|---|----|
| | | | | M | PT | G | C | CT |
| Alteración de la conectividad vial, problemas de acceso a servicios básicos y daño a infraestructura en comunidades. | Robustecer el sistema de conectividad general. | Identificar puntos críticos en rutas de la región, sobre infraestructura vial, muelles, etc. | Ministerio de Obras Públicas, Municipios. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Implementar zonas de seguridad en las rutas y zonas críticas. | Ministerio de Obras Públicas, Municipios. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Diversificar las opciones de conectividad terrestre, marítima y aérea ante cortes de camino. | Dirección de Vialidad, Municipios. | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| | | Mejorar la infraestructura que permita resistir frente a un incremento medio probable de la intensidad de eventos extremos como crecidas de ríos, remoción en masa, etc. | Ministerio de Obras Públicas, Municipios. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Fortalecer la infraestructura existente con sistemas de monitoreo automático de infraestructura. Por ejemplo, | Ministerio de Obras Públicas, Municipios, Gobierno Regional, Centros Universitarios y de | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |

| | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|
| | | sensoramiento de puentes y sectores de alto riesgo. | Investigación. | | | | | |
| Respuesta efectiva frente a emergencias de conectividad vial. | | Contar con fondos de emergencia que permita responder a situaciones de pérdida de conectividad, situaciones de riesgo, daños en infraestructura crítica. | Dirección de Vialidad, Municipios. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Contar con maquinaria permanente que permita responder a las emergencias meteorológicas, por ejemplo, despeje de caminos por nieve, remociones en masa, etc. | Dirección de Vialidad, Gobierno Regional, Municipios. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Considerar en los comités de emergencia la participación de organizaciones locales. | SENAPRED (ex ONEMI), municipios, bomberos, centros de salud, comercio, organizaciones civiles locales. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Mantener reservas de combustibles, suministros de salud y alimentarias necesarias para abordar una desconexión de suministros. | Municipios, SENAPRED (ex ONEMI), Energía, SEREMI de Salud, SEREMI de Agricultura, Gobernaciones. | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | | Implementar un sistema de salud descentralizado y con facilidades de atención remota en localidades, con el objetivo que se puedan abordar periodos de pérdida de conectividad. | Ministerio de Salud, Universidades, Centros de Investigación, Gobierno Regional, Corfo. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Incrementar el conocimiento y | Contar con registros históricos públicos con experiencias locales en torno a | SENAPRED (ex ONEMI), Universidades, Centros de | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|---|---|---|
| | educación en torno a emergencias climáticas. | eventos meteorológicos extremos. Se espera que el conocimiento empírico contribuirá a la búsqueda de soluciones frente a emergencias (documentales, textos, etc.). | Investigación, Gobierno Regional. | | | | | |
| | | Capacitar a la población y operadores turísticos acerca de los potenciales riesgos climáticos que existen en la zona y cómo hacer frente a una emergencia. | SENAPRED (ex ONEMI), universidades, centros de investigación. | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| | | Dar a conocer los planes de emergencia que actualmente tiene la SENAPRED (ex ONEMI) para que las comunidades puedan informarse sobre la forma de operar frente a emergencias de este tipo. | SENAPRED (ex ONEMI), municipios, medios de comunicación locales. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Contar con programas de difusión permanente mediante medios masivos (radio, televisión, internet, etc.), que genere una cultura en torno a los riesgos asociados al cambio climático, con especial énfasis en sectores de riesgo. | Universidades, centros de investigación, medios de comunicación. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

3.6 Incremento de la percepción de la contaminación atmosférica urbana

| Impactos observados | Necesidades de adaptación | Medidas que abordan las necesidades de adaptación | Actores involucrados en las medidas | Priorización de medidas | | | | |
|---|---|--|---|-------------------------|----|---|---|----|
| | | | | M | PT | G | C | CT |
| Incremento de la percepción de la contaminación atmosférica urbana. | Corroborar el potencial impacto del cambio climático sobre la calidad del aire de las ciudades y glaciares. | Generar y mejorar inventario de emisiones en localidades de material particulado, carbono negro y gases con efecto invernadero. | SEREMI Medio Ambiente, SEREMI de Salud, Universidades y centros de investigación. | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | | Realizar estudios que corroboren la relación del cambio climático y contaminación atmosférica urbana. | SEREMI de Salud, universidades, centros de investigación. | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | | Implementar modelos de dispersión que permitan corroborar el impacto de carbono negro sobre territorios sensibles como glaciares. | Universidades, Centros de investigación. Ministerio del Medio Ambiente. Ministerio de CTCL. | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| | Necesidad de generar una cultura sobre los riesgos e impactos de la calidad del aire para las | Contar con programas permanentes que incrementen el conocimiento del impacto que genera la contaminación atmosférica para la salud de la población y el medioambiente. | SEREMI de Salud. | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|---|---|---|---|---|---|
| | personas y el medioambiente. | Implementar un índice de emergencia de la calidad del aire durante periodos críticos. | SEREMI de Salud, SEREMI de Medio Ambiente. | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | Mejorar la calidad del aire de las localidades afectadas por problemas de contaminación atmosférica. | Mejorar la calidad de combustibles y calefactores que se utilizan en los hogares. Propendiendo por aquellos que tienen bajas o nulas emisiones de material particulado y gases con efecto invernadero. | SEREMI de Energía, CORFO, SEREMI de Medio Ambiente. | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | | Mejorar la aislación térmica de las viviendas para reducir los requerimientos de calefacción. | SEREMI de Vivienda y Urbanismo, SEREMI de Medio Ambiente. | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | | Disminuir el número de fuentes emisoras de material particulado, carbono negro, dióxido de carbono y metano. Proponiendo sistemas centralizados para la fijación de gases y contaminantes con efectos sobre el cambio climático. | SEREMI de Medio Ambiente, SEREMI de energía. | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| | | Implementar sistemas de transporte alternativo, como: bicicletas, vehículos eléctricos y trolés, que no sean emisiones de gases con efecto invernadero. | Municipalidad, Transporte, SEREMI de energía. | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|---|---|---|
| | | Generar Planes de Descontaminación en ciudades afectadas por material particulado fino (MP2,5) y carbono negro, sin generar nuevas fuentes de gases con efecto invernadero. | SEREMI de Medio Ambiente, SEREMI de energía. | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
|--|--|---|--|---|---|---|---|---|

3.7 Impactos emergentes en salud mental asociados al cambio climático.

| Impactos observados | Necesidades de adaptación | Medidas que abordan las necesidades de adaptación | Actores involucrados en las medidas | Priorización de medidas | | | | |
|--|---|---|---|-------------------------|----|---|---|----|
| | | | | M | PT | G | C | CT |
| Impactos emergentes en salud mental asociados al cambio climático. | Creación e implementación de un plan de acción diagnóstica en salud mental, priorizando impactos asociados al cambio climático. | Construcción y aplicación de instrumentos que logren diagnosticar el estado psicoemocional en las comunidades en torno al cambio climático. | SEREMI de Salud, SEREMI de Educación, Municipios, INJUV, Universidades y casas de estudio e investigación. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Rescate, recopilación y visibilización de antecedentes e información referida a salud mental y su relación con el cambio climático. | SEREMI de salud, Gobierno Regional, Universidades y casas de estudio e investigación. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Implementar Plan de Intervención Integral derivado del proceso diagnóstico. | SEREMI de Salud, SEREMI de Educación, SEREMI de Agricultura, SERNAMEG, Municipios, INJUV, Universidades y casas de estudio e investigación. | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |

4. Referencias

Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2021. Estadísticas históricas. Estadísticas - Ocurrencia y Daño por Comuna 1985 a 2021.

Dirección Meteorológica de Chile, 2021. Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile.

Dussailant, A., Benito, G., Buytaert, W., Carling, P., Meier, C., & Espinoza, F., 2010. Repeated glacial-lake outburst floods in Patagonia: an increasing hazard?. *Natural hazards*, 54(2), 469-481.

Dussailant, I., Berthier, E., Brun, F., Masiokas, M., Hugonnet, R., Favier, V., ... & Ruiz, L., 2019. Two decades of glacier mass loss along the Andes. *Nature Geoscience*, 12(10), 802-808.

Hock, R., Bliss, A., Marzeion, B. E. N., Giesen, R. H., Hirabayashi, Y., Huss, M., ... & Slangen, A. B., 2019. GlacierMIP—A model intercomparison of global-scale glacier mass-balance models and projections. *Journal of Glaciology*, 65(251), 453-467.

Horton, D. E., Harshvardhan, & Dienbaugh, N. S., 2012. Response of air stagnation frequency to anthropogenically enhanced radiative forcing. *Environmental Research Letters*, 7(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044034>

Horton, D. E., Skinner, C. B., Singh, D., & Dienbaugh, N. S., 2014. Occurrence y persistence of future atmospheric stagnation events. *Nature Climate Change*, 4(8), 698-703. <https://doi.org/10.1038/nclimate2272>

Huneus, N., Urquiza A., Gayó, E., Osses, M., Arriagada, R., Valdés, M., Álamos, N., Amigo, C., Arrieta, D., Basoa, K., Billi, M., Blanco, G., Boisier, J.P., Calvo, R., Casielles, I., Castro, M., Chahuán, J., Christie, D., Cordero, L., Correa, V., Cortés, J., Fleming, Z., Gajardo, N., Gallardo, L., Gómez, L., Insunza, X., Iriarte, P., Labraña, J., Lambert, F., Muñoz, A., Opazo, M., O’Ryan, R., Osses, A., Plass, M., Rivas, M., Salinas, S., Santander, S., Seguel, R., Smith, P., Tolvet, S., 2020. El aire que respiramos: pasado, presente y futuro - Contaminación atmosférica por MP2,5 en el centro y sur de Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, (ANID/FONDAP/15110009), 102 pp. Disponible en www.cr2.cl/contaminacion/

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Salgado, I., 2016. Percepción sobre cambio climático y sus principales impactos en habitantes del Valle de Aconcagua. Proyecto presentado para optar al grado de Magister en gestión y Planificación Ambiental. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Sapiains, R. 2021. Eco ansiedad: Especialistas de la U. de Chile explican en qué consiste este nuevo trastorno psicológico. Universidad de Chile. <https://uchile.cl/noticias/178704/eco-ansiedad-otra-consecuencia-del-cambio-climatico>.

Valenzuela, R. A., & Garreaud, R. D., 2019. Extreme daily rainfall in central-southern Chile and its relationship with low-level horizontal water vapor fluxes. *Journal of Hydrometeorology*, 20(9), 1829-1850.

Viale, M., Valenzuela, R., Garreaud, R. D., & Ralph, F. M., 2018. Impacts of atmospheric rivers on precipitation in southern South America. *Journal of Hydrometeorology*, 19(10), 1671-1687.



Facebook
Redclimatica



Twitter
@redclimatica



Instagram
Redclimatica



Youtube
*Laboratorio
ecoclimático
CIEP*