

CORFO


ESCENARIOS
HÍDRICOS
2030

FCh
FUNDACIÓN CHILE®

FUTURO HÍDRICO EN MAGALLANES

HOJAS DE RUTA PARA LA RESILIENCIA
DE PUERTO NATALES Y PORVENIR

Financista:



Mandante:



Ejecutor:



FUTURO HÍDRICO EN MAGALLANES HOJAS DE RUTA PARA LA RESILIENCIA DE PUERTO NATALES Y PORVENIR

Magallanes, Chile, Octubre 2025.

ISBN: 978-956-8200-70-1

Equipo desarrollo y edición de contenidos:

Paola Matus, Fundación Chile

Valentina Cárdenas, Fundación Chile

Ulrike Broschek, Fundación Chile

Gerardo Díaz, Fundación Chile

Adriana López, Fundación Chile

Claudia Galleguillos, Fundación Chile

Ignacio Santelices, Fundación Chile

Hernán Araneda, Fundación Chile

Expertos que apoyaron el desarrollo de los distintos componentes de Magallanes, Radiografía del Agua:

Manuel Contreras, Centro de Ecología Aplicada, Chile.

Alejandro Aguado, Centro de Ecología Aplicada, Chile.

Pablo Sanhueza, Centro de Ecología Aplicada, Chile.

Javiera Cáceres, Centro de Ecología Aplicada, Chile.

Patricio Pliscoff, Universidad de los Andes.

Joao Nascimento, WaterWays, Portugal.

Nuno Barreiras, WaterWays, Portugal.

Diseño y Diagramación:

Verónica Zurita V.

Impreso en Alerce Talleres Gráficos S.A.

Publicación sin fines comerciales. Reservados todos los derechos. Queda autorizada su reproducción y distribución con previa autorización y citando como fuente: Escenarios Hídricos 2030 - EH2030. (2025). Futuro Hídrico en Magallanes: Hojas de Ruta para la Resiliencia de Puerto Natales y Porvenir. Fundación Chile, Magallanes, Chile.

Fotografía: Región de Magallanes, Valentina Cárdenas V.

GOBERNANZA MAGALLANES, RADIOGRAFÍA DEL AGUA

COMITÉ ESTRATÉGICO



GOBIERNO REGIONAL
DE MAGALLANES Y DE LA ANTARTICA CHILENA
Por la región que queremos

COMITÉ TÉCNICO



GRUPO DE CONSTRUCCIÓN



GRUPO CONSTRUCCIÓN PORVENIR

Sector Público	Sector Productivo	ONGs, Academia y comunidades
Comisión Nacional de Riego (CNR)	Llaquedona Green Hydrogen	Centro de Formación Técnica de Magallanes
Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Transitional Energy Group (TEG)	Cuerpo de Bomberos de Porvenir
Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena	Freepower Group	Programa Servicio País
Ilustre Municipalidad de Porvenir	Agrupacion Horticola Tierra, Agua y Sol	Wildlife Conservation Society (WCS)
Dirección General de Aguas (DGA)	Aguas Magallanes	Presidente Junta de Vecinos #3
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	H2V Magallanes	Victor Fugellie (Sociedad Civil)
Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)	Novaustral S.A	
Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)		

GRUPO CONSTRUCCIÓN PUERTO NATALES

Sector Público	Sector Productivo	ONGs, Academia y comunidades
Comisión Nacional de Riego (CNR)	Cooperativa Campos de Hielo	Wildlife Conservation Society (WCS)
Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Cámara de Turismo de Última Esperanza	Compost Coirón
Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena	Aguas Magallanes	Planeta Agua
Ilustre Municipalidad de Puerto Natales	Cámara de comercio y turismo puerto natales	Fundación Bio Patagonia
Dirección General de Aguas (DGA)	Agrupación de Ganaderos de Torres del Paine	
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Cooperativa Ñuke Mapu Ltda	
Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)		
Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)		
Ministerio de Obras Públicas (MOP)		
Delegación Presidencial Provincial de Última Esperanza		
Ministerio de Medio Ambiente (MMA)		
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)		
PTI Agroalimentos (INDAP)		
Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)		

PRÓLOGO	8
INTRODUCCIÓN	10
UN TERRITORIO QUE AÚN PUEDE ANTICIPARSE AL RIESGO HÍDRICO	
1. PROCESO DE CO-CONSTRUCCIÓN	16
2. METODOLOGÍA	22
2.1. METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO HÍDRICO REGIONAL	24
2.2. METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS HÍDRICAS URBANAS	27
3. DIAGNÓSTICO REGIONAL	30
3.1. ESTADO ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES: ALERTAS POR PÉRDIDA Y FRAGMENTACIÓN	31
3.2. ESTIMACIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS	36
3.3. SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: ACCIONES PARA CONSERVAR Y RESTAURAR EL CICLO DEL AGUA	39
3.4. ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD HÍDRICA EN TRES CUENCAS	44
4. HOJAS DE RUTA	70
4.1 PUERTO Natales	72
1. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL	73
2. PROCESOS CRÍTICOS	76
3. ÁRBOL DE PROBLEMAS	78
4. ESCENARIO TENDENCIAL	79
5. ESCENARIO SUSTENTABLE	82
6. INDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA	85
7. PRIORIZACION DE SOLUCIONES	87
8. IMPACTO DE LAS MEDIDAS, ACCIONES Y SOLUCIONES	90
9. CURVA DE ABATIMIENTO	92
10. HOJA DE RUTA	94
4.2. PORVENIR	103
1. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL	104
2. PROCESOS CRÍTICOS	108
3. ÁRBOL DE PROBLEMAS	110
4. ESCENARIO TENDENCIAL	111
5. ESCENARIO SUSTENTABLE	114



Fuente: Fotografía Región de Magallanes desde Google Earth

6. INDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA	117
7. PRIORIZACION DE SOLUCIONES	119
8. IMPACTO DE LAS MEDIDAS, ACCIONES Y SOLUCIONES	122
9. CURVA DE ABATIMIENTO	124
10. HOJA DE RUTA	126

5. ASPECTOS COMUNES Y DIFERENCIADORES DE PUERTO NATALES Y PORVENIR	137
REFLEXIONES FINALES	146

GLOSARIO	150
BIBLIOGRAFÍA	152
SIGLAS Y ABREVIATURAS	156
AGRADECIMIENTOS	157

PRÓLOGO

Magallanes se sostiene prácticamente solo de fuentes de aguas superficiales, teniendo una importante dependencia de las precipitaciones anuales. La región presenta tasas de recarga de acuíferos 10 veces menores en comparación con otras cuencas, como Maipo y Maule (Waterways, 2024) lo que incide en la escasa capacidad de reserva subterránea de agua.

CONSTRUIR UN FUTURO HÍDRICO EN MAGALLANES

A partir de nuestra primera publicación **Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile**, publicada en el 2018, entendimos que la escasez hídrica tenía un alcance nacional. El análisis y trabajo sobre varias cuencas hidrográficas ha dado cuenta de una situación preocupante, donde la magnitud del problema y las soluciones requerirán de un esfuerzo importante. Una de las regiones con menos información en los primeros estudios del 2018 fue la zona austral, donde Magallanes, tradicionalmente percibida como una región abundante en agua, tuvo pocos años después las primeras señales de alerta. En el 2022, la precipitación acumulada registró déficits del 50% respecto a promedios históricos (Dirección Meteorológica de Chile, 2022), razón que motivó el trabajo en la región. Dos años después, el diagnóstico documentado en **Magallanes: Radiografía del Agua** fue claro: la región, al igual que otras del país, se encuentra sufriendo estrés hídrico, con una proporción significativa de las subcuencas analizadas en un desbalance entre oferta y demanda de agua, tanto histórico como proyectado al 2060 (EH2030, 2024).

Sin embargo, algunas características distintivas de la región dan cuenta de

vulnerabilidades diferentes a las de otras cuencas, como, por ejemplo, que Magallanes se sostiene prácticamente solo de fuentes de aguas superficiales, teniendo una importante dependencia de las precipitaciones anuales. La región presenta tasas de recarga de acuíferos 10 veces menores en comparación con otras cuencas, como Maipo y Maule (Waterways, 2024) lo que incide en la escasa capacidad de reserva subterránea de agua. Por otro lado, el desbalance hídrico se presenta incluso en zonas sin actividad antrópica, indicador de procesos de degradación progresiva y sostenida de ecosistemas dependientes de una disponibilidad decreciente de aguas continentales por claro efecto del cambio climático.

Frente a este panorama, surgen interrogantes inevitables: *¿Las actividades económicas de la región podrán sostenerse a futuro?, ¿qué ocurrirá con los glaciares, bosques nativos, turberas, humedales, matorrales y fiordos que conforman el corazón ecológico de la región? ¿Existe una combinación de soluciones que asegure el acceso al agua para las personas, las actividades productivas y la biodiversidad?*

Con el diagnóstico y estas preguntas como punto de partida, EH2030 emprendió un nuevo trabajo en el extremo sur, esta vez para co- construir, con los actores locales como protagonistas, una estrategia hídrica capaz de abordar sus desafíos. Gracias al apoyo y financiamiento de Corfo Magallanes y del Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena como entidad mandante, el equipo inició en 2023 un proceso de trabajo territorial, colaborativo y de co- construcción en la región, con foco en la zona urbana y periurbana de Puerto Natales y Porvenir, en alianza con sus municipios,

servicios públicos, sectores productivos, academia, ONGs y comunidades locales.

Más de cien personas participaron en instancias territoriales (mesas de trabajo y talleres) **que permitieron complementar la información regional, identificar las áreas críticas y construir una visión común de futuro, facilitando construir una estrategia.**

Los resultados de este trabajo muestran que, en Puerto Natales, el 63% del aporte volumétrico sería de la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), seguido por un 28% de nuevas fuentes de agua y 9% de soluciones de eficiencia hídrica; mientras que, en Porvenir, el 60% del agua provendría de soluciones de nuevas fuentes de agua, 20% de SbN y 19% de soluciones de eficiencia hídrica.

La combinación de estas soluciones propuestas en el presente documento ofrece una hoja de ruta costo-eficiente y climáticamente resiliente para la región, la cual sistematiza los hallazgos, aprendizajes y propuestas generadas en este proceso, con un mosaico de soluciones adaptadas a la realidad local, que potencie la movilización de inversiones hacia la seguridad hídrica regional, orientando tanto recursos públicos como privados.

El trabajo colaborativo público-privado, el análisis de información territorial, la consolidación de una gobernanza amplia y el sentido de urgencia compartido para las inversiones en soluciones serán las claves para avanzar en un camino que logre abordar el cambio climático y construir un Futuro Hídrico en Magallanes.

Equipo de Escenarios Hídricos 2030

Introducción

LA OPORTUNIDAD DE AVANZAR HACIA LA SEGURIDAD HÍDRICA EN MAGALLANES

En el extremo sur de Chile, la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena alberga una diversidad de glaciares, turberas, fiordos y humedales que sustentan sus paisajes y comunidades. En los últimos años, sin embargo, se han observado señales tempranas de presión sobre los recursos hídricos. Las estadísticas oficiales indican que durante el 2024 la región registró un déficit promedio de precipitaciones cercano al 11 % respecto de su media histórica, con valores extremos que llegaron al 59 % en la comuna de Primavera (DGA, 2024). Este déficit se suma a una alta variabilidad interanual y a la presión sobre ecosistemas que actúan a modo de esponjas naturales, como es el caso de vegas y turberas. Estos humedales son extremadamente frágiles: dependen del agua, son sensibles al cambio climático y vulnerables a la alteración

humana (Habit, y otros., 2019). Por otro lado, su vulnerabilidad aumenta por la invasión de especies exóticas y los cambios históricos en el uso del suelo (Habit, y otros., 2019).

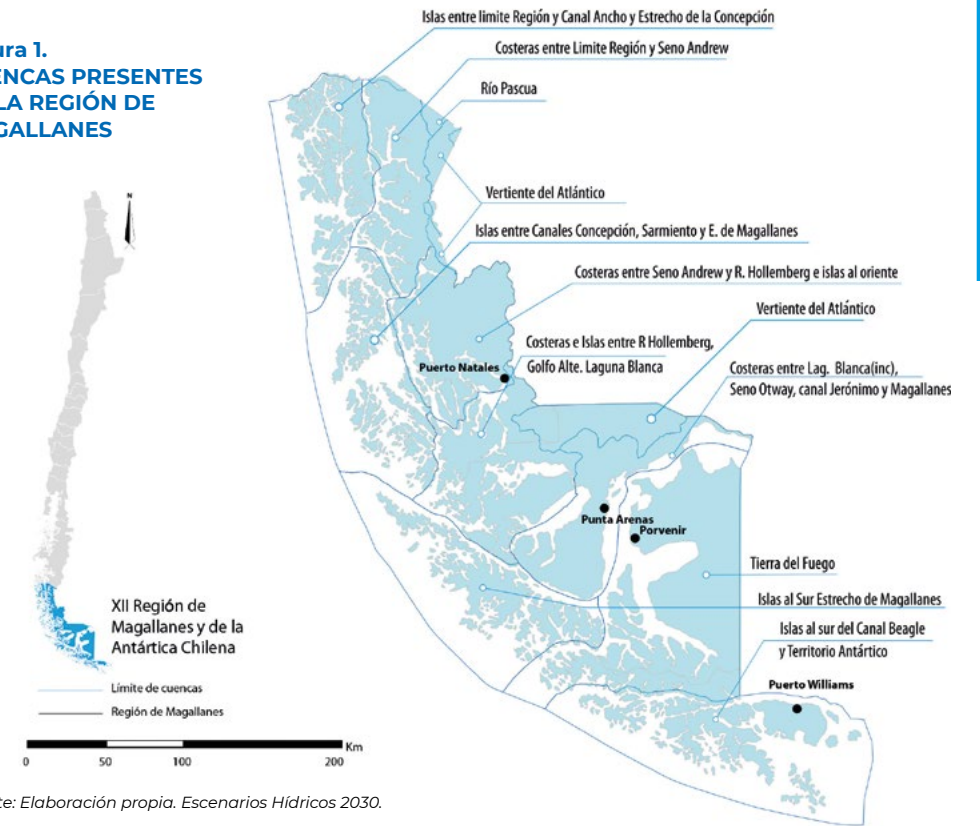
La reducción del nivel de algunos cuerpos de agua, como la Laguna Blanca, evidencia la fragilidad de los sistemas superficiales. En el verano de 2024, perdió un 90 % de su espejo de agua debido a la disminución de precipitaciones (El Pingüino, 2024).

En un territorio que depende fuertemente de sus ecosistemas para sostener su equilibrio hídrico, avanzar en una planificación de intervenciones oportuna que incida en un ordenamiento territorial con enfoque ecosistémico, puede ser la vía efectiva para la adaptación y la resiliencia al nuevo escenario hídrico.

ESCENARIOS CLIMÁTICOS Y DISPONIBILIDAD DE AGUA

Los escenarios del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) para América del Sur señalan que la subregión

Figura 1. CUENCAS PRESENTES EN LA REGIÓN DE MAGALLANES



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

suroccidental, que incluye a Magallanes, experimentará un aumento de la temperatura media a un ritmo mayor que el promedio mundial (IPCC, 2021). Esto es consistente con lo indicado a nivel local, en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Magallanes (PARCC) que proyecta un aumento de la temperatura media anual en torno a 1,3°C en promedio, hacia mediados del siglo XXI (periodo 2035–2065), con

alzas máximas de hasta 1,36°C en comunas como Natales y Laguna Blanca (Proyectos Ambientales S.A., 2023).

Durante el invierno, más de la mitad del territorio podría experimentar incrementos superiores a 1,4°C, alcanzando máximos de 2,05°C (Proyectos Ambientales S.A., 2023). Este calentamiento desplaza la isoterma cero y favorece que precipitaciones, que hoy

59%

Déficit de precipitaciones registradas el año 2024.

90%

De pérdida del espejo de agua en Laguna Blanca por la disminución de precipitaciones en el verano del 2024.

Magallanes está a tiempo de planificar sustentablemente su territorio, aprendiendo de las lecciones que ha dejado el manejo tardío del agua en otras regiones.

Magallanes tiene hoy una ventana de oportunidad para anticiparse y fortalecer su gestión hídrica desde el territorio.

caen como nieve, pasen a caer como lluvia, modificando la dinámica de almacenamiento y recarga de aguas.

Junto con lo anterior, se proyecta que la reducción del manto nival y el retroceso glaciar en la Patagonia –que ya se evidencia– siga aumentando (IPCC, 2021). El PARCC estima que la nieve acumulada anual podría disminuir entre 30% y más del 60% en la mayor parte de las comunas hacia 2035 2065 (Proyectos Ambientales S.A., 2023), con pérdidas mayores en los fiordos de Natales y las estepas de Laguna Blanca y San Gregorio, y descensos menores en las zonas altas del campo de hielo (Proyectos Ambientales

S.A., 2023). La disminución de días de hielo y de nieve implicará un menor aporte de deshielos en verano, afectando la regulación natural de los caudales, lo que en esta región es especialmente relevante porque la principal oferta de agua proviene de fuentes superficiales (Aguas Magallanes, 2021).

Por otra parte, en cuanto a las precipitaciones, el análisis regional del PARCC (2023) muestra que todas las comunas de Magallanes podrían experimentar un ligero incremento de la precipitación anual acumulada (entre 0,9 % y 7,9 %), con mayores aumentos relativos en las zonas actualmente más secas, como San Gregorio, Primavera y Porvenir (Proyectos Ambientales S.A., 2023). Este incremento se concentraría en el invierno, mientras que el verano podría presentar disminuciones en el extremo norte regional (Proyectos Ambientales S.A., 2023). Por consiguiente, a pesar de este aumento anual, la distribución estacional de la lluvia podría agravar los déficits durante la época estival (Proyectos Ambientales S.A., 2023).



Foto: Puerto Natales / Valentina Cárdenas

Señales territoriales de la situación actual

Disminución de oferta hídrica proyectada (CEA, 2025)

- Demanda proyectada al alza (20–30%), aumentando la presión sobre la disponibilidad (CEA, 2025)



Débil articulación institucional

- Falta de articulación en los mecanismos de gobernanza hídrica existentes
- Insuficiente coordinación intersectorial y multinivel



Red piezométrica reciente y en desarrollo (desde 2023)

- Datos fragmentados y desactualizados



Presión sobre ecosistemas hídricos

- Pérdida de cobertura en vegas y humedales
- Pérdida de funciones ecológicas claves



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

Por lo tanto, debido a los antecedentes antes señalados, la disponibilidad de agua ya se ha convertido en una restricción para actividades productivas y para el abastecimiento humano en algunas localidades. En enero del 2023, el Ministerio de Agricultura declaró, por primera vez, la situación de emergencia agrícola por déficit hídrico en la Región de Magallanes (MINAGRI, 2023); en tanto, un mes después, el Ministerio de Obras Públicas declaró zona de escasez hídrica en las comunas de Timaukel, Porvenir, Torres del Paine, Laguna Blanca, Río Verde y San Gregorio (MOP, 2023). Este decreto, vigente por un año, buscó reducir los daños derivados de la sequía y garantizar el consumo humano y doméstico. La declaración de emergencia agrícola se mantuvo activa en 2024 y 2025 (MINAGRI, 2024; 2025), lo que evidencia que la sequía continúa generando daños productivos y obliga al Estado a mantener mecanismos de apoyo a la agricultura regional.

Además de estas declaratorias, en áreas periurbanas de Puerto Natales y alrededores, ganaderos han advertido dificultades en

el riego y el suministro de agua para el ganado durante periodos secos, afectando su operatividad (País Circular, 2023; Aguas Magallanes, 2021). Durante el desarrollo de este trabajo de co- construcción, en Puerto Natales, actores locales reportaron una disminución en la cantidad de agua disponible asociada al crecimiento de la demanda y la presión sobre fuentes locales, sobre todo en época estival. En Porvenir, en tanto, se identificaron limitaciones para el abastecimiento de agua potable que podrían condicionar la expansión urbana y productiva.

Antecedentes y evidencias muestran que la sequía podría tornarse un problema estructural en Magallanes y que es necesario tomar acciones, tanto en el corto como en el largo plazo, que sean de impacto y que tengan sentido territorial.

Introducción

Este conjunto de antecedentes y evidencias muestran que la sequía podría tornarse un problema estructural en Magallanes y que es necesario tomar acciones, tanto en el corto como en el largo plazo, que sean de impacto y que tengan sentido territorial.

La gobernanza de los recursos hídricos es crítica para la sostenibilidad del recurso y, en esto, el país tiene desafíos identificados a nivel nacional para avanzar hacia modelos de gobernanza integrados, con participación activa de actores públicos, privados y comunitarios (EH2030, 2021). A pesar de diversas propuestas e iniciativas piloto, Chile aún no cuenta con organismos de cuenca formales para la gestión integrada de recursos hídricos. En esta línea, en los últimos años, la Dirección General de Aguas (DGA) ha impulsado el desarrollo de Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos (MERH) para elaborar Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas (PERHC); de hecho, Puerto Natales cuenta con una MERH que podría ampliarse a otras cuencas y consolidarse como espacio

permanente en la región. En esa línea, la Estrategia Regional de Desarrollo 2023–2030 reconoce la gestión del agua como una condición habilitante para el desarrollo sostenible.

A nivel nacional, informes de la OCDE (2022) ya habían advertido la necesidad de consolidar sistemas integrados de información, mejorar la asignación del agua y reforzar la participación de actores locales en la gestión de cuencas. Su más reciente Evaluación del Desempeño Ambiental de Chile (2024) profundiza estas recomendaciones, indicando que Chile tiene uno de los panoramas institucionales más fragmentados en la OCDE y de ahí la relevancia de avanzar en la creación de organismos piloto para la gobernanza de las cuencas fluviales y el valor de los avances en planificación de cuencas hidrográficas (OCDE, 2024).

Desde 2023, la DGA ha realizado esfuerzos para poder contar a la fecha con una red

piezométrica en operación, que cuenta con 13 estaciones en la región, dos de ellas en Última Esperanza, las que entregan reportes en línea.

En cuanto a las acciones a implementar, la OCDE destaca que Chile afronta una crisis hídrica grave y cada vez más profunda, con creciente presión sobre el agua dulce y conflictos sociales asociados (OCDE, 2024); advierte que las medidas de emergencia (como la ampliación de fuentes mediante desalinización o reutilización) no son suficientes y recomienda introducir medidas de gestión de la demanda, mejorar la eficiencia en el uso del agua y garantizar un sistema de asignación robusto y flexible, para responder a los efectos del cambio climático (Proyectos Ambientales S.A., 2023).

HACIA UNA HOJA DE RUTA PARA LA RESILIENCIA HÍDRICA

Magallanes tiene hoy la oportunidad de diseñar políticas de gestión hídrica basadas

en evidencia, ancladas en sus particularidades territoriales y con visión de largo plazo. El trabajo presentado a continuación pretende aportar una base técnica y estratégica que permita fortalecer la gestión del agua en la región, articulando la escala regional con las acciones locales. Este documento da cuenta de un proceso de co-construcción inédito en Magallanes, que permitió levantar una línea base hídrica regional, identificar brechas y desafíos, y desarrollar de forma conjunta una hoja de ruta que integra una combinación de soluciones orientadas a fortalecer la seguridad hídrica de los territorios, promoviendo un desarrollo más resiliente, sustentable y equitativo.

Su valor reside no solo en los datos y el diagnóstico, sino en la propuesta de ruta hídrica futura co-construida con los actores del territorio. Hoy, Magallanes tiene la oportunidad de demostrar que es posible avanzar hacia un desarrollo basado en la sustentabilidad hídrica.



Foto: Puerto Natales / Valentina Cárdenas V.

+200
Participantes

+60
Instituciones

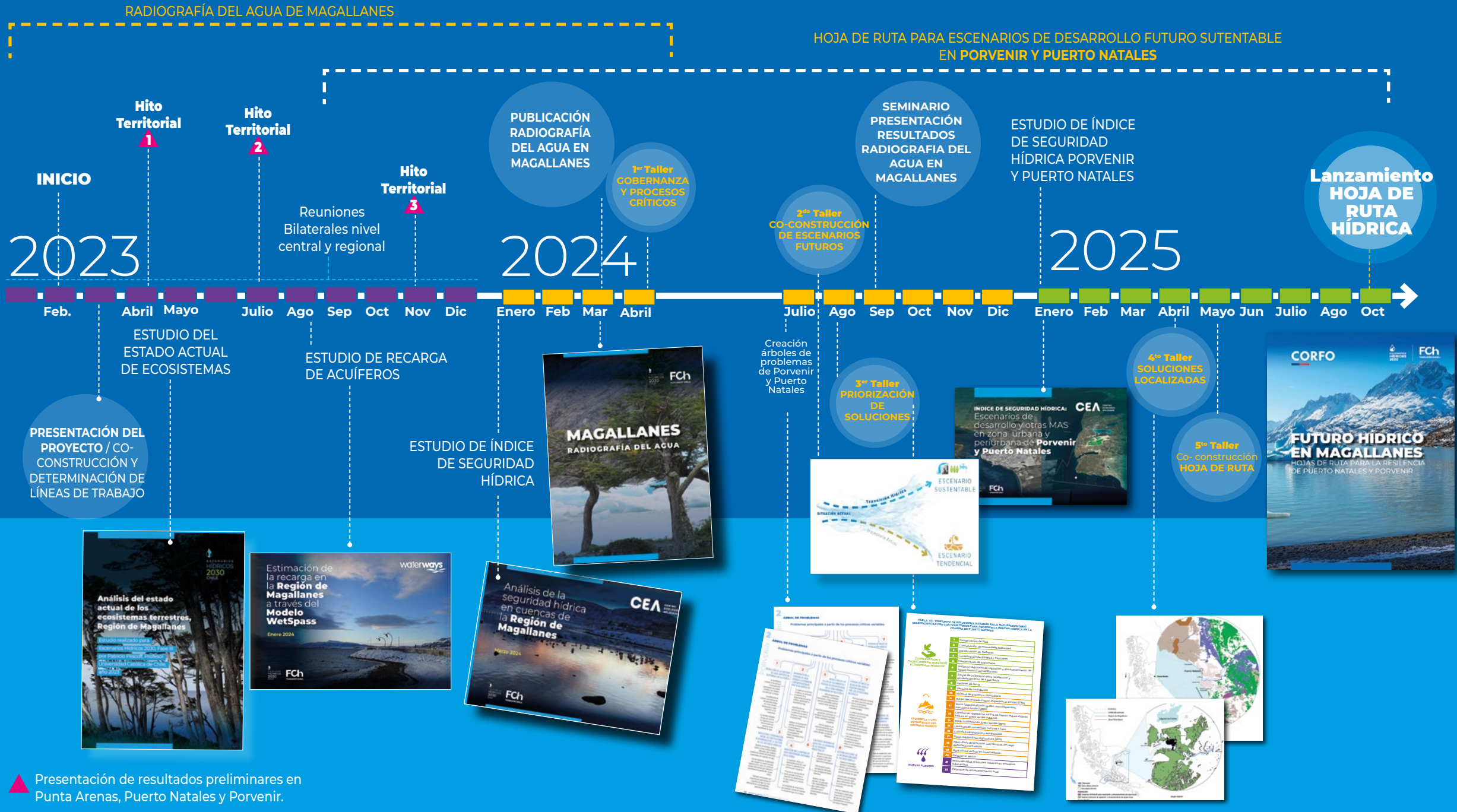
+15
Mesas de trabajo

+15
Reuniones
territoriales

+20
Reuniones
Bilaterales

Proceso de co-construcción

TRAVESIA HÍDRICA EN MAGALLANES



▲ Presentación de resultados preliminares en Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN





2

METODOLOGÍA

2.1 METODOLOGÍA DIAGNÓSTICO HÍDRICO REGIONAL

El diagnóstico hídrico de la Región de Magallanes correspondió a la primera fase del trabajo presentado **Magallanes: Radiografía del Agua** (EH2030, 2024), cuyo objetivo fue caracterizar el estado actual de los ecosistemas hídricos y establecer una base de información robusta para orientar la gestión y planificación del recurso. Para ello, se combinó el análisis técnico

especializado con un trabajo participativo en el territorio, integrando evidencia científica y conocimiento local.

El proceso se estructuró en cuatro etapas secuenciales, articuladas mediante hitos territoriales y reuniones técnicas, que permitieron validar hallazgos y asegurar la pertinencia del diagnóstico.



1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y CARACTERIZACIÓN INICIAL

Se recopiló y sistematizó información existente sobre hidrología, clima, ecosistemas y usos del agua en la región, incluyendo estudios previos, datos oficiales y modelaciones hidrológicas.

Se desarrollaron tres estudios principales:

- **Estado actual de los ecosistemas hídricos.**
- **Estimación de la recarga de acuíferos mediante el modelo WetSpass.**
- **Cálculo del Índice de Seguridad Hídrica para 3 cuencas de la región.**

Estos insumos permitieron comprender el territorio, su dinamismo, vulnerabilidad y evolución en el tiempo.



2. TRABAJO PARTICIPATIVO Y VALIDACIÓN TERRITORIAL

En paralelo al análisis técnico del territorio, se realizaron talleres y reuniones con actores locales de Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir. Estas instancias permitieron:

- **Socializar resultados preliminares.**
- **Recoger información e identificar iniciativas regionales sobre el recurso hídrico, además de la articulación con actores clave.**
- **Identificar problemáticas emergentes y brecha de información.**

La retroalimentación obtenida fue incorporada a los análisis para reflejar de forma precisa la realidad territorial.



3. ANÁLISIS INTEGRADO Y SÍNTESIS DE HALLAZGOS

Se integraron los resultados técnicos y participativos en un análisis regional que permitió identificar patrones y diferencias entre comunas y cuencas. El análisis abordó la disponibilidad de agua superficial y subterránea, la presión sobre ecosistemas, la gobernanza y la infraestructura habilitante, priorizando las problemáticas con mayor riesgo para la seguridad hídrica.

Este diagnóstico no solo aportó una base técnica sólida, sino que también fortaleció la colaboración entre actores, sentando las bases para el diseño de las hojas de ruta urbanas y periurbanas desarrolladas en la siguiente fase del proceso.



4. PUBLICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA RADIOGRAFÍA DEL AGUA EN MAGALLANES

El proceso concluyó con la elaboración del documento **Magallanes: Radiografía del Agua**, que sistematiza los estudios y presenta el diagnóstico regional, además de los informes técnicos referidos a cada uno de los estudios realizados, todos ellos disponibles en el sitio web www.escenarioshidricos.cl.

Este diagnóstico constituyó el punto de partida para la fase siguiente: la construcción participativa de hojas de ruta urbanas y periurbanas para las comunas de Porvenir y Puerto Natales. Sobre la base de los hallazgos y brechas identificadas, se diseñó un proceso metodológico específico para cada comuna, orientado a proyectar escenarios futuros, priorizar soluciones y elaborar hojas de ruta que fortalezcan el desarrollo sostenible de ambas ciudades.



2.2 METODOLOGÍA CONSTRUCCIÓN DE LAS HOJAS DE RUTA URBANAS Y PERIURBANAS

La elaboración de las hojas de ruta para las zonas urbanas y periurbanas de Porvenir y Puerto Natales consistió en un proceso metodológico técnico-participativo, orientado a diagnosticar las brechas locales, proyectar escenarios de desarrollo hídrico y construir para dichos escenarios una hoja de ruta adaptada a las condiciones y capacidades

de cada territorio. El proceso se estructuró en cuatro etapas secuenciales, articuladas a través de instancias presenciales de trabajo en cada comuna, las que permitieron validar los análisis, priorizar soluciones e incorporar el conocimiento técnico y local de los actores involucrados.



Foto: Puerto Williams/ bancoaudiovisual.sernatur.cl

1. DIAGNÓSTICO HÍDRICO Y ANÁLISIS CAUSAL

La primera etapa consistió en la caracterización inicial del sistema hídrico urbano, a partir del diagnóstico regional desarrollado en el documento Magallanes: Radiografía del Agua, con un foco específico en las realidades urbanas y periurbanas de Porvenir y Puerto Natales. Esta caracterización permitió identificar el origen y disponibilidad del recurso hídrico, las principales fuentes de abastecimiento, las presiones actuales sobre el sistema, los usos predominantes y las vulnerabilidades técnicas y ambientales que condicionan su gestión.

Sobre la base en esta información, se llevó a cabo un primer taller participativo en cada comuna, donde se aplicó la metodología de árbol de problemas. Este instrumento permitió identificar de forma estructurada las causas subyacentes y los efectos de la inseguridad hídrica urbana. El resultado fue una visualización compartida de los procesos críticos que afectan el acceso, la calidad, la gestión y la sustentabilidad del recurso, combinando datos técnicos con las percepciones y experiencias locales de los participantes.

2. CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DE ESCENARIOS HÍDRICOS

La segunda etapa consistió en la formulación de escenarios contrastantes que permitieran proyectar trayectorias posibles del sistema hídrico urbano a futuro. Para ello, se elaboraron dos escenarios base: uno tendencial, que considera un desenlace basado en la trayectoria y dinámica actual

del recurso hídrico, sin una intervención adicional intencionada (conocida en inglés como escenario BAU-business as usual) y uno sustentable, que estima un desenlace óptimo, producto de una intervención intencionada de los actores que logra dar seguridad hídrica y resiliencia frente al cambio climático y las presiones territoriales.

Los escenarios fueron desarrollados mediante talleres comunales con participación de representantes municipales, servicios públicos, organizaciones sociales y actores productivos. A través de mesas de trabajo, se identificaron variables clave, se discutieron riesgos y oportunidades, y se validaron colectivamente los supuestos que sustentan cada trayectoria. Esta etapa permitió no solo confirmar el diagnóstico inicial, sino también definir un marco estratégico para la selección posterior de soluciones.

3. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES

La tercera etapa se centró en la identificación, análisis y priorización de soluciones técnicas y naturales orientadas a mejorar la seguridad hídrica urbana. Se generó un portafolio amplio de medidas a partir de propuestas levantadas en talleres, buenas prácticas existentes y catálogos técnicos desarrollados en otros procesos a nivel nacional. Este conjunto de soluciones fue evaluado según criterios de impacto esperado, factibilidad técnica, pertinencia territorial, escalabilidad y condiciones habilitantes.

En un tercer taller comunal, se aplicó una metodología participativa de priorización, que permitió seleccionar las soluciones más relevantes para cada comuna.

Estas soluciones fueron posteriormente organizadas bajo tres ejes estratégicos de la transición hídrica:

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO



MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA



4. FORMULACIÓN DE HOJAS DE RUTA COMUNALES

La cuarta y última etapa consistió en la elaboración de hojas de ruta para las zonas urbana y periurbana de Porvenir y Puerto Natales. Estas hojas de ruta sistematizan las soluciones priorizadas en una propuesta de implementación secuencial, que establece acciones en tres horizontes temporales (corto, mediano y largo plazo), considerando la localización estimada de las intervenciones, los actores responsables, los recursos necesarios y los impactos proyectados.

Durante un cuarto taller en cada comuna, las hojas de ruta fueron revisadas, validadas y complementadas por los actores locales, lo que permitió fortalecer su pertinencia territorial y reforzar su viabilidad institucional. Estas hojas de ruta constituyen el principal instrumento de planificación generado por el proceso, que buscan orientar la toma de decisiones, alinear esfuerzos entre distintos niveles de gestión y avanzar hacia una gobernanza del agua más efectiva y sostenible en contextos urbanos.



3

Diagnóstico regional

3.1 ESTADO ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES: ALERTAS POR PÉRDIDA Y FRAGMENTACIÓN

El estudio **Análisis del estado actual de los ecosistemas terrestres, Región de Magallanes**, desarrollado por Patricio Pliscoff, de la Universidad de Los Andes para Escenarios Hídricos 2030, se enfoca en evaluar el estado de los ecosistemas terrestres en la Región de Magallanes. El estudio analiza la pérdida y fragmentación de hábitats naturales, cambios en el uso del suelo, y la vegetación ripariana. Además, se identifica áreas de alto valor ecológico para su conservación.

En la región se puede observar que las mayores pérdidas históricas se presentan en los ecosistemas de Estepas y Pastizales, con más de 20 mil hectáreas reemplazadas por usos de suelo antrópicos, en base a los dos periodos analizados (Figura 2). Al observar la pérdida reciente, se mantiene el mayor cambio en los ecosistemas de Estepas y Pastizales, seguido por el Matorral Caducifolio.



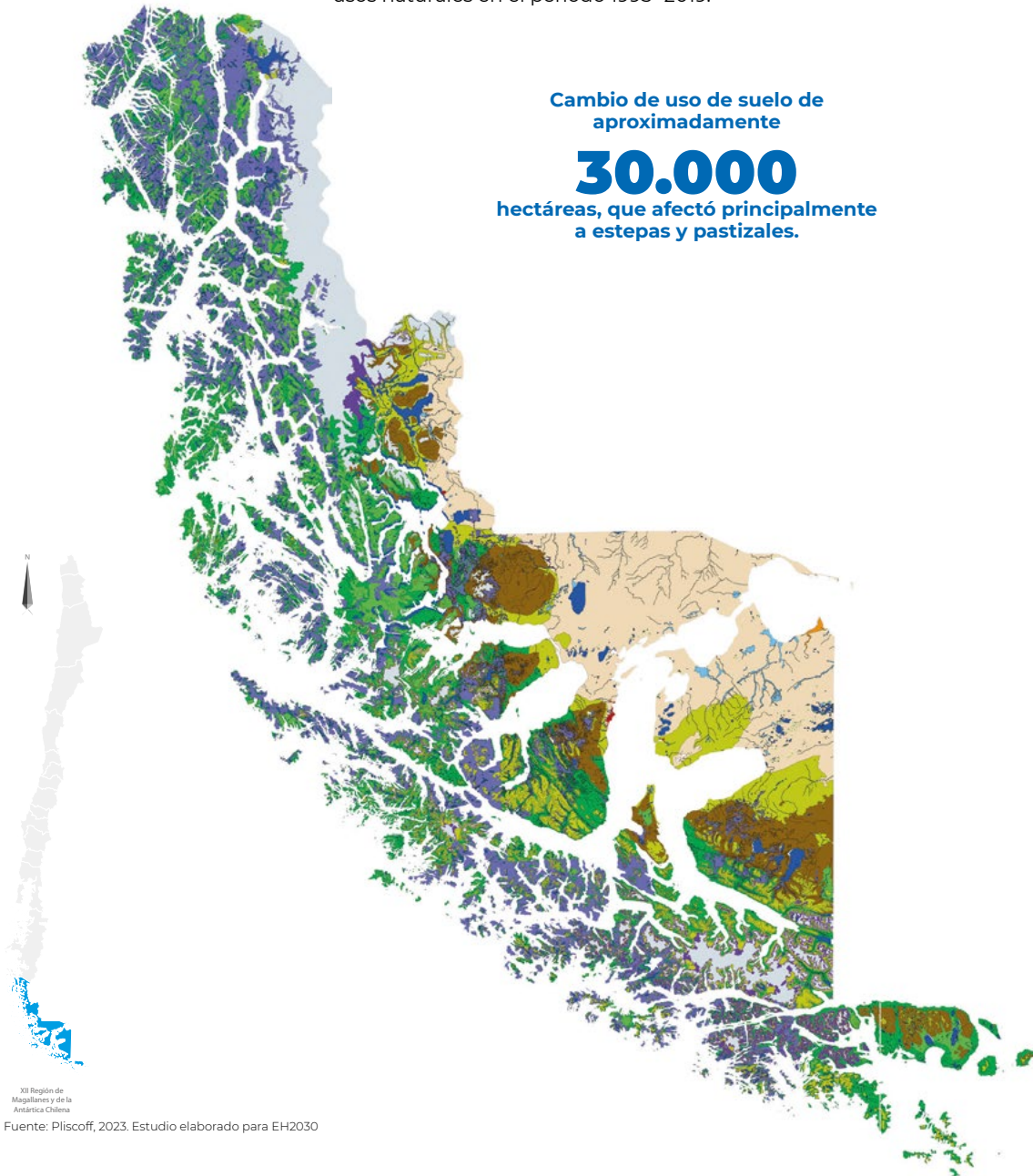
Fuente: Belén Muñoz Z, Región de Magallanes.

1995

Figura 2: USOS DE SUELO

Se refiere a la clasificación de la tierra según las diferentes formas que se utilizan, tales como áreas urbanas, agrícolas, forestales o usos naturales en el período 1995 -2019.

Cambio de uso de suelo de aproximadamente
30.000
hectáreas, que afectó principalmente a estepas y pastizales.

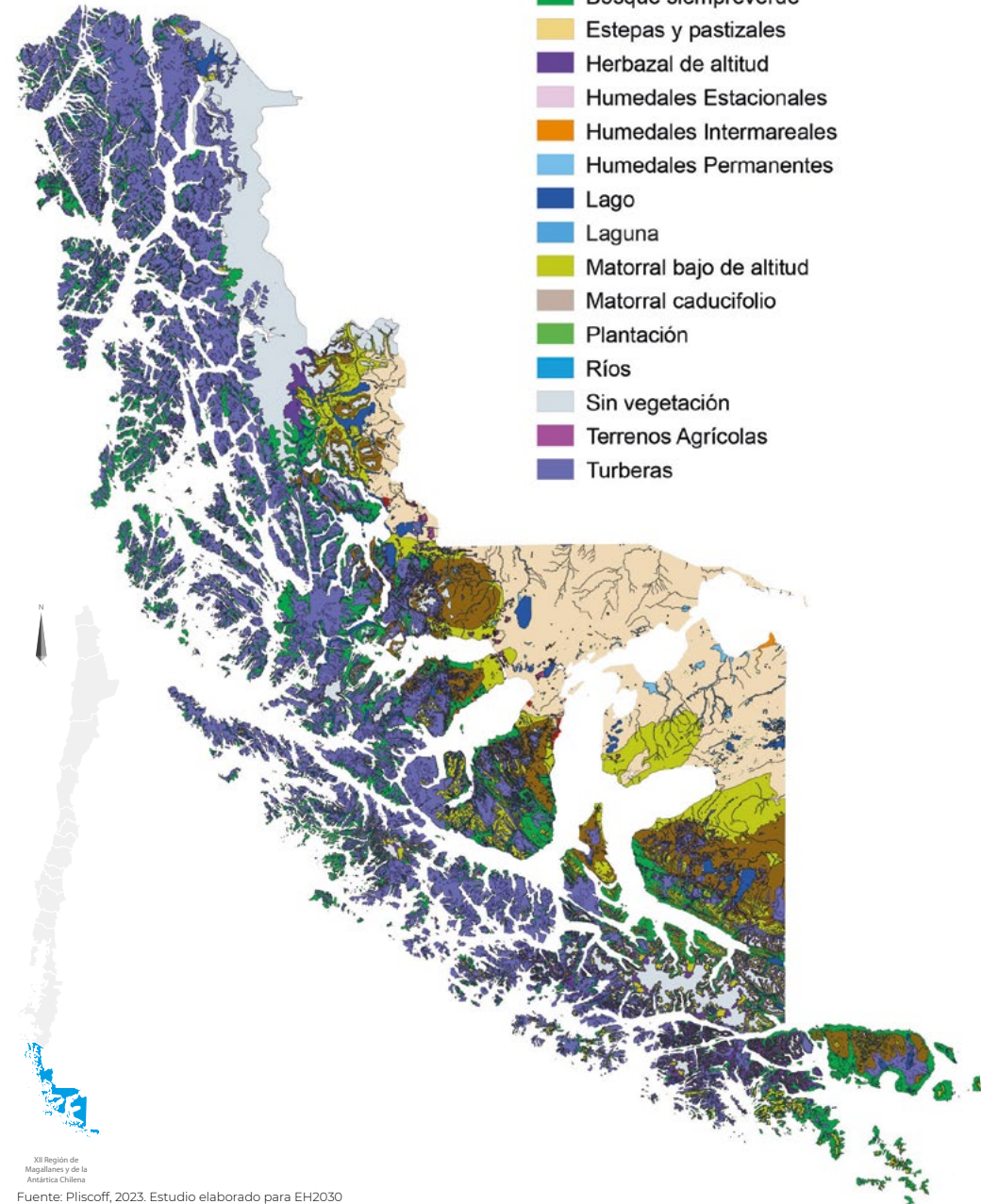


XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena

Fuente: Pliscoff, 2023. Estudio elaborado para EH2030

2019

- Áreas Urbanas-Industriales
- Bosque caducifolio
- Bosque siempreverde
- Estepas y pastizales
- Herbazal de altitud
- Humedales Estacionales
- Humedales Intermareales
- Humedales Permanentes
- Lago
- Laguna
- Matorral bajo de altitud
- Matorral caducifolio
- Plantación
- Ríos
- Sin vegetación
- Terrenos Agrícolas
- Turberas



XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena

Fuente: Pliscoff, 2023. Estudio elaborado para EH2030

Las áreas de mayor valor ecológico identificadas según la valoración centrada en la importancia intrínseca de los ecosistemas presentes en la Región de Magallanes, basada en 6 criterios: riesgo de ecosistemas, protección, diversidad de ecosistemas azonales, diversidad de flora, diversidad de fauna, erosión actual, además de, la incorporación los ecosistemas riparianos y humedales como prioridad para la mantención del ciclo hídrico, se encuentran asociadas al Ecosistema de Estepas y Pastizales, Matorral Caducifolio,

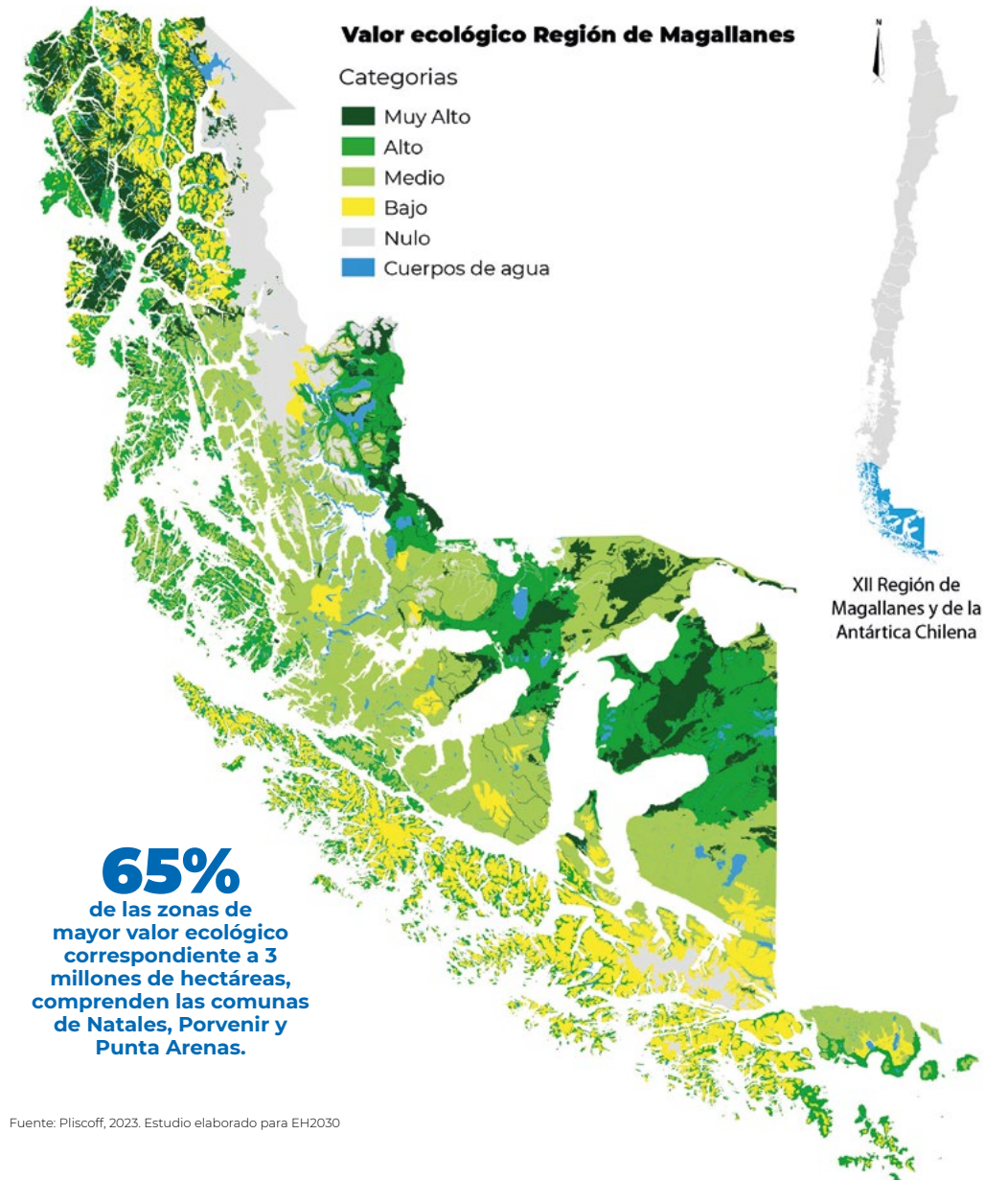
zonas de vegetación ripariana y humedales. Además de una zona de Turberas y Bosques Siempreverdes en la zona norte de archipiélagos de la región. Las áreas de valor ecológico medio y bajo se distribuyen preferentemente asociados a ecosistemas boscosos y de turberas que tienen una amplia superficie y que han tenido menos perturbación por la acción humana.



Figura 3: VALOR ECOLÓGICO (2019)

Categorización del valor ecológico en la Región de Magallanes. Zonas con muy alto valor se presentan en color verde oscuro y bajo valor ecológico en amarillo.

Las zonas de mayor valor ecológico se distribuyen principalmente asociadas a ecosistemas de Estepas y Pastizales, Matorral caducifolio y Turberas

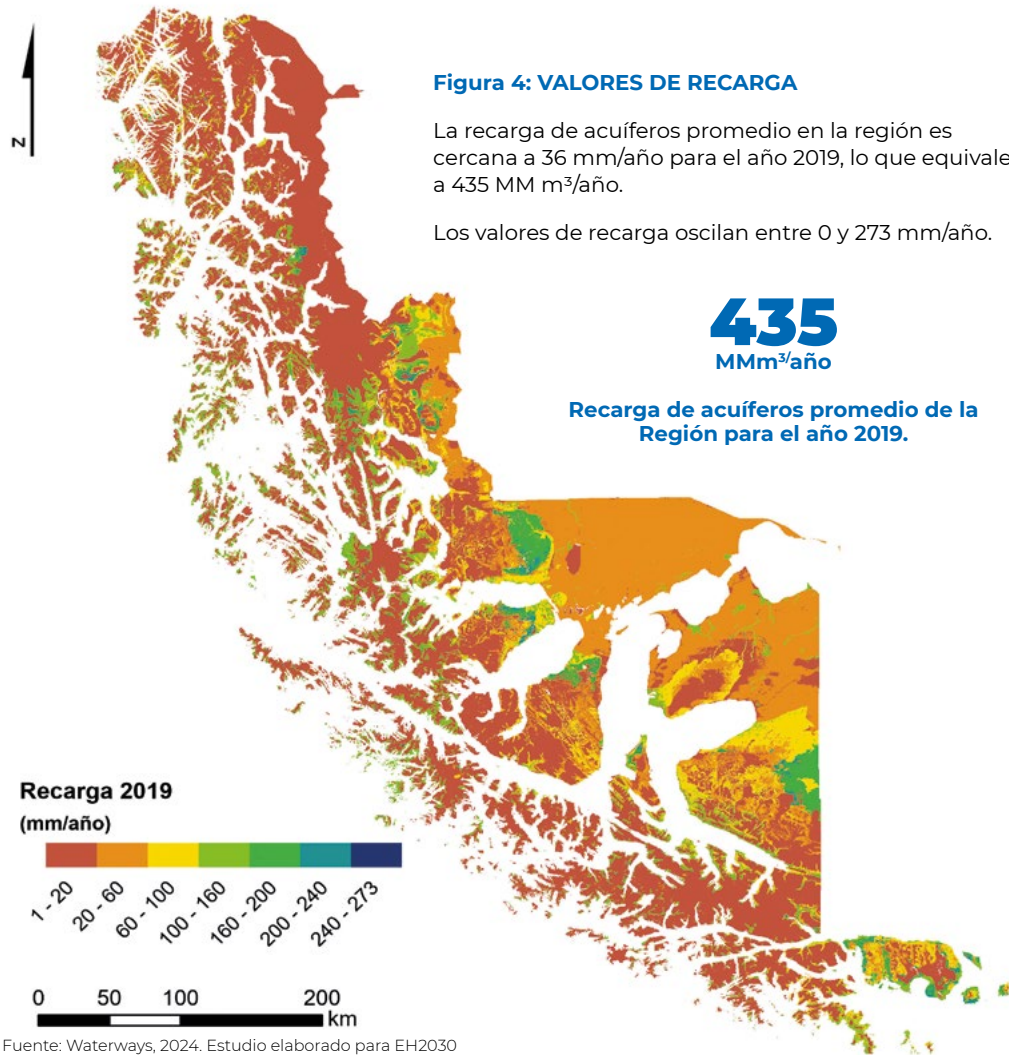


Fuente: Pliscoff, 2023. Estudio elaborado para EH2030

3.2. ESTIMACIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS

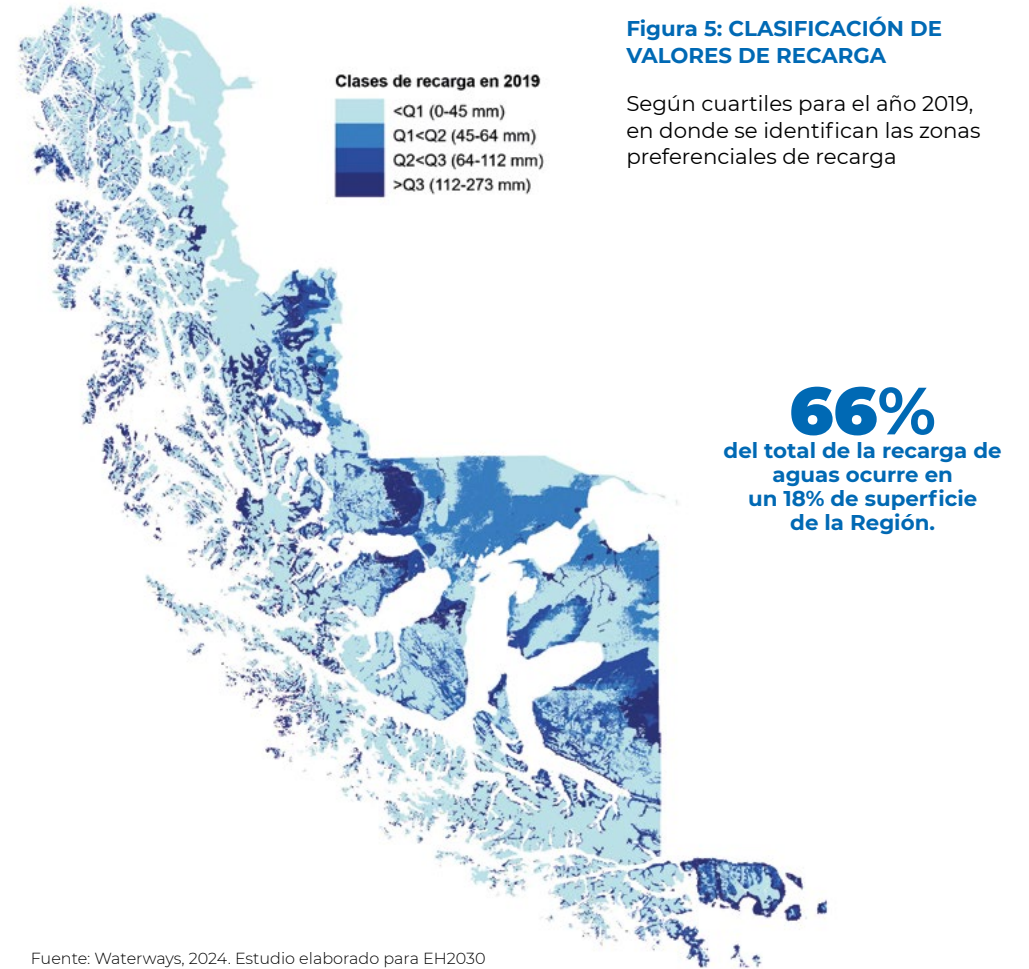
El estudio **Estimación de la Recarga en la Región de Magallanes a través del Modelo WetSpass¹** una investigación realizada por

João Palma Nascimento, Nuno Barreiras, y Francisco Peixoto para Escenarios Hídricos 2030, se enfoca en la evaluación de las áreas



Fuente: Waterways, 2024. Estudio elaborado para EH2030

1. Wetspass: Water and Energy Transfer between Soil, Plants and Atmosphere Model. Corresponde a un Modelo de balance de agua distribuido espacialmente para simular promedios anuales o estacionales de recarga de agua subterránea, evapotranspiración, escorrentía e interceptación.



de recarga de aguas subterráneas en la Región de Magallanes, utilizando el modelo WetSpass para identificar zonas de mayor infiltración, zonas principales de recarga y evaluar los riesgos de contaminación.

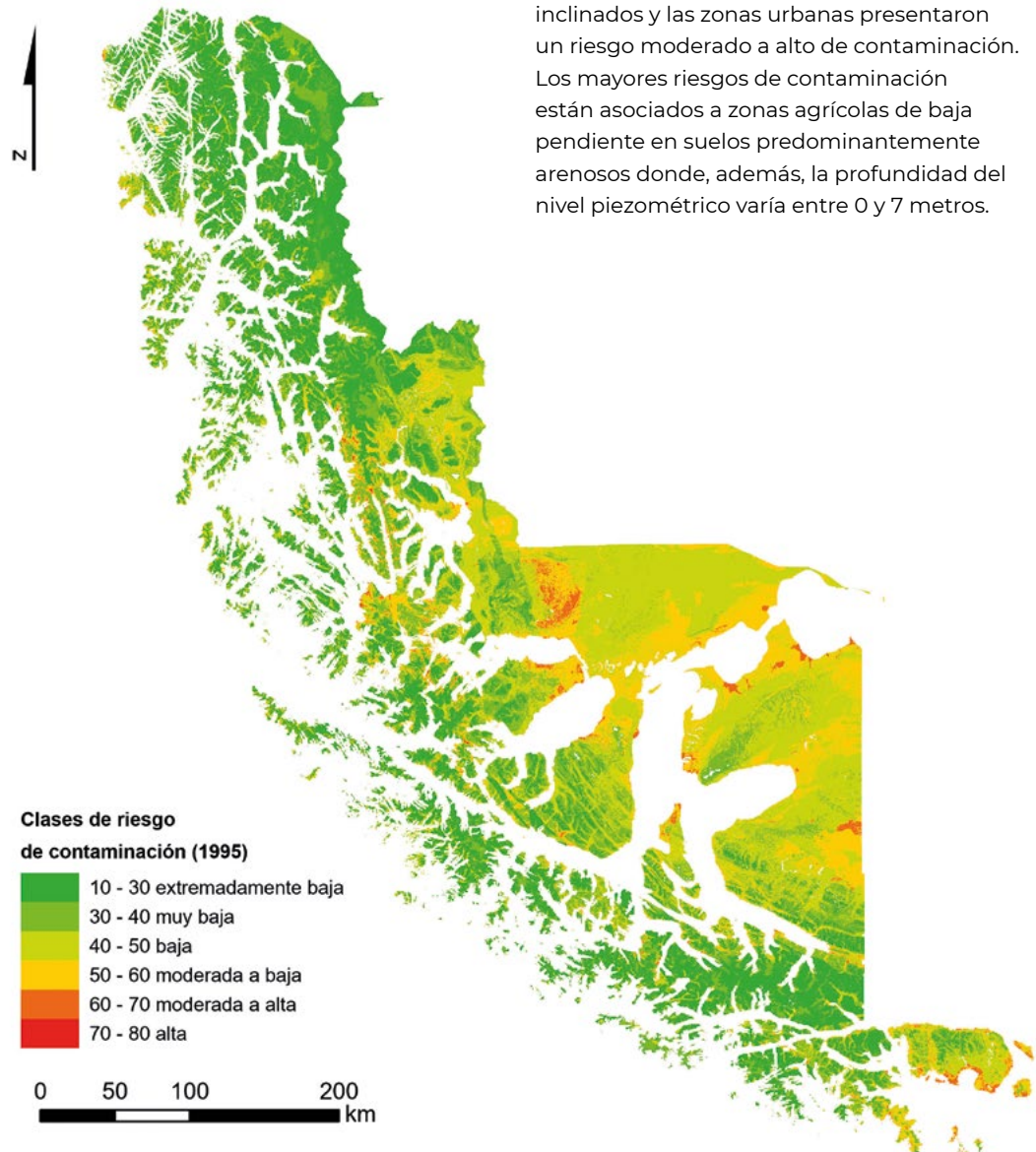
La simulación con el uso del suelo de 2019 (Figura 2) mostró que los valores no cambian significativamente, con excepción de algunas áreas convertidas a terrenos agrícolas durante el periodo analizado (1995 a 2019). Esta variación del uso del suelo provocó una alteración en la distribución de la

recarga, principalmente en Punta Arenas y Continental Norte. La recarga de acuíferos promedio en la región es cercana a 36 mm/año para el año 2019 (435 MM m³/año). Los valores de recarga oscilan entre 0 y 273 mm/año.

Las zonas con mayor recarga están asociadas a bosques caducifolios, siempreverde y matorrales, principalmente, donde el 66% del total de la recarga es aportada por las zonas de mayor recarga (64-273 mm/año) en la Región.

Figura 6: IMPACTO DEL USO DEL SUELO EN EL RIESGO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La evaluación del riesgo de contaminación del agua subterránea, mediante el índice de susceptibilidad, mostró dos zonas diferenciadas: una central con riesgo mayor y otra hacia el este y norte con riesgo menor. Las áreas agrícolas en suelos poco inclinados y las zonas urbanas presentaron un riesgo moderado a alto de contaminación. Los mayores riesgos de contaminación están asociados a zonas agrícolas de baja pendiente en suelos predominantemente arenosos donde, además, la profundidad del nivel piezométrico varía entre 0 y 7 metros.



Fuente: Waterways,2024. Estudio elaborado para EH2030

3.3 SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: ACCIONES PARA CONSERVAR Y RESTAURAR EL CICLO DEL AGUA

Las Soluciones basadas en la Naturaleza (en adelante también SbN), son acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad (UICN, 2016).

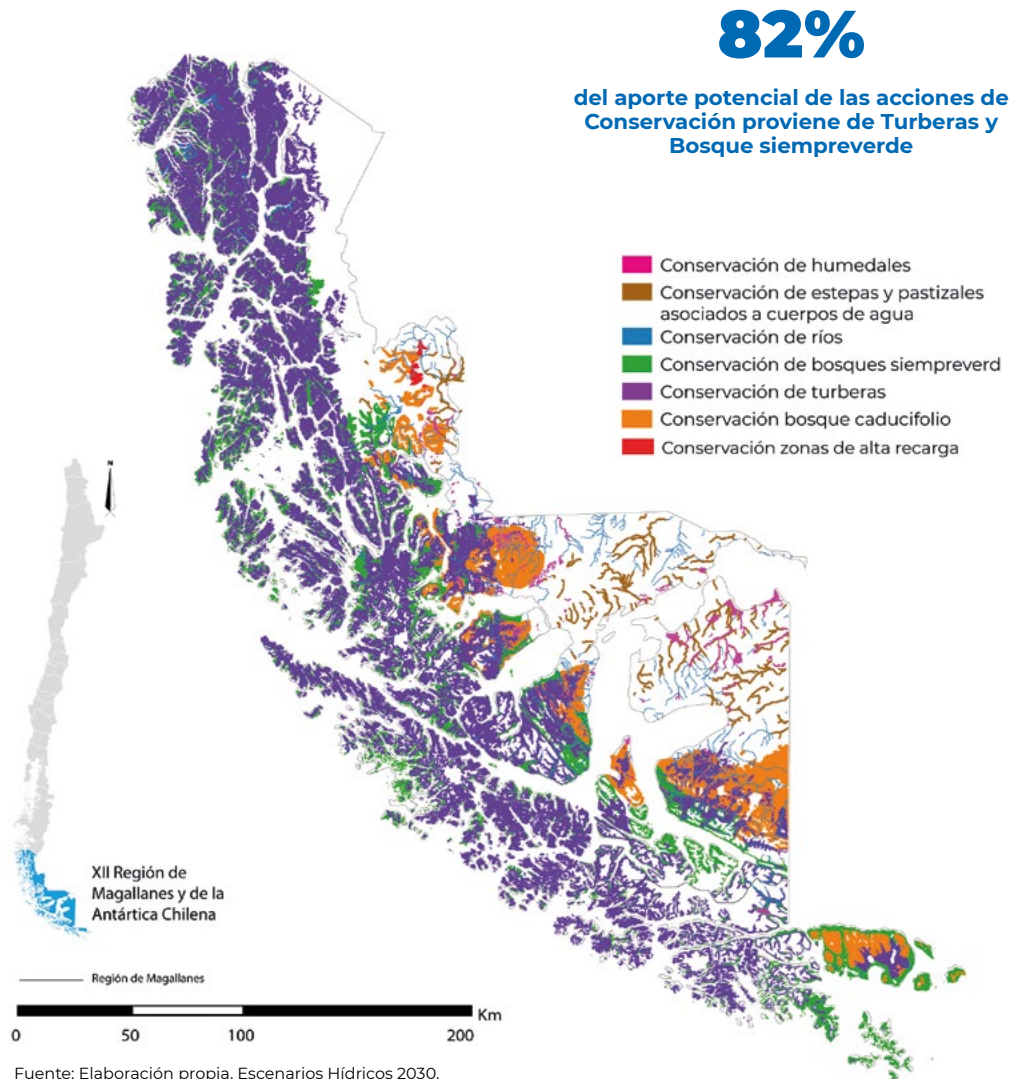


Fuente: Belén Muñoz Z, Región de Magallanes.

Soluciones basadas en la Naturaleza **CONSERVACIÓN**

Zonas que actualmente sostienen ciclo hídrico, cuya intervención debe ser adecuadamente gestionada para mantener su función.

Figura 7: ACCIONES DE CONSERVACIÓN

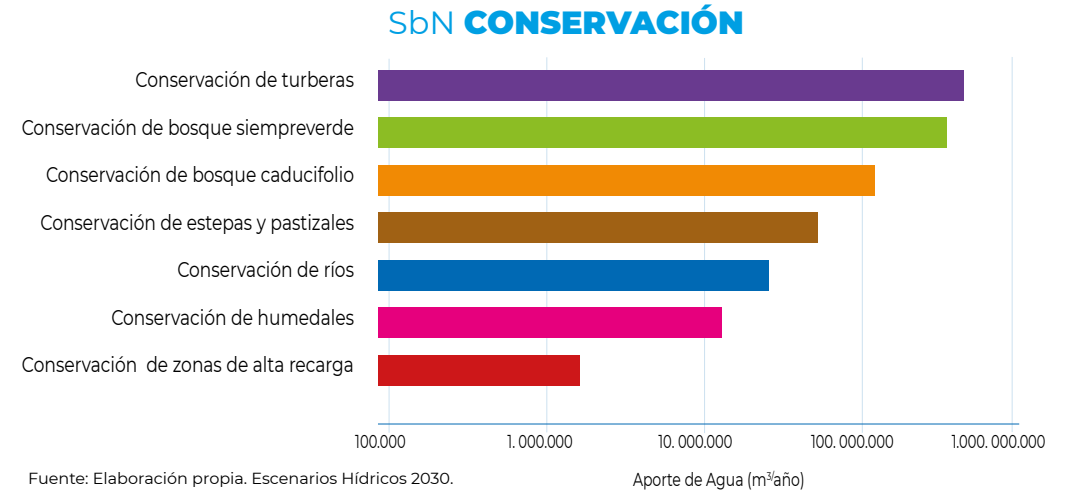


Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

Figura 8: ESTIMACIÓN DEL APORTE HÍDRICO DE LAS SBN EN CONSERVACIÓN QUE PUEDEN SER APLICADAS EN LA REGIÓN DE MAGALLANES

181 MMm³/año
Es el aporte de agua de las Sbn de conservación en la Región de Magallanes

6.909.724 Ha
Superficie potencial de soluciones de conservación



Fuente: patagonia.uach.cl. Turberas

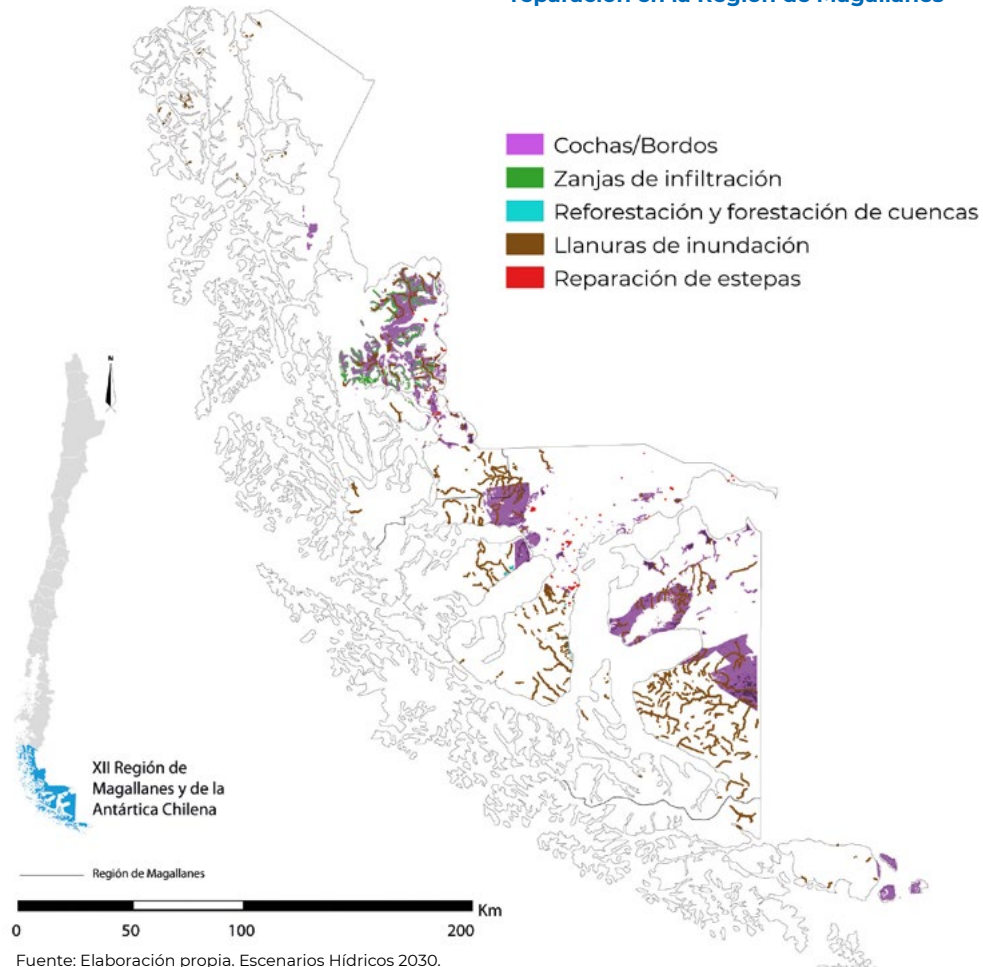
Soluciones basadas en la Naturaleza **REPARACIÓN**

Este tipo de soluciones se plantean en aquellas zonas que fueron intervenidas con un uso productivo hasta la actualidad y pueden ser reparadas.

Figura 9: ACCIONES DE REPARACIÓN

60 MMm³/año

Es el aporte de agua de las SbN de reparación en la Región de Magallanes



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

Figura 10: ESTIMACIÓN DEL APORTE HÍDRICO DE LAS SBN EN REPARACIÓN QUE PUEDEN SER APLICADAS EN LA REGIÓN DE MAGALLANES

404.279 Ha
Superficie potencial de soluciones de reparación

87%
del aporte de agua por acciones potenciales de reparación provienen de Cochas y Bordos



3.4 ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD HÍDRICA EN TRES CUENCAS

DETECTANDO DÉFICIT EN EL TERRITORIO

El Índice de Seguridad Hídrica (ISH) evalúa la capacidad de las cuencas hidrográficas de la Región de Magallanes para satisfacer las demandas de agua presentes y futuras, manteniendo al mismo tiempo la salud ecológica (CEA, 2024).

Este índice considera factores como la oferta hídrica superficial y subterránea, la demanda de agua y los requerimientos ecológicos del caudal ambiental. El cálculo del ISH permite identificar los déficit y superávit hídricos en el territorio y es una

$$ISH = (Oferta\ hídrica - Q_{amb\ eco}) - Demanda\ Potencial$$

herramienta clave para la gestión sostenible de los recursos hídricos, proporcionando una base para la toma de decisiones relacionadas a la planificación de medidas de adaptación y mitigación enfocadas en el territorio.

El ISH clasifica la seguridad hídrica en distintos niveles:

- **ISH < 0:** Indica que la oferta hídrica es insuficiente para cubrir todas las demandas identificadas en la cuenca, incluyendo la componente ecológica del caudal ambiental hacia aguas abajo. Esta situación se clasifica como insuficiente o crítica.
- **ISH ≥ 0:** Muestra que la oferta hídrica es suficiente para satisfacer las demandas aguas arriba, incluida la componente ecológica del caudal ambiental. Esta situación se clasifica como suficiente. Si, además, la oferta puede cubrir las demandas aguas abajo hasta el siguiente punto de evaluación, esta situación se clasifica como excedente.

RESULTADOS DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA RESPECTO A LA BRECHA HÍDRICA

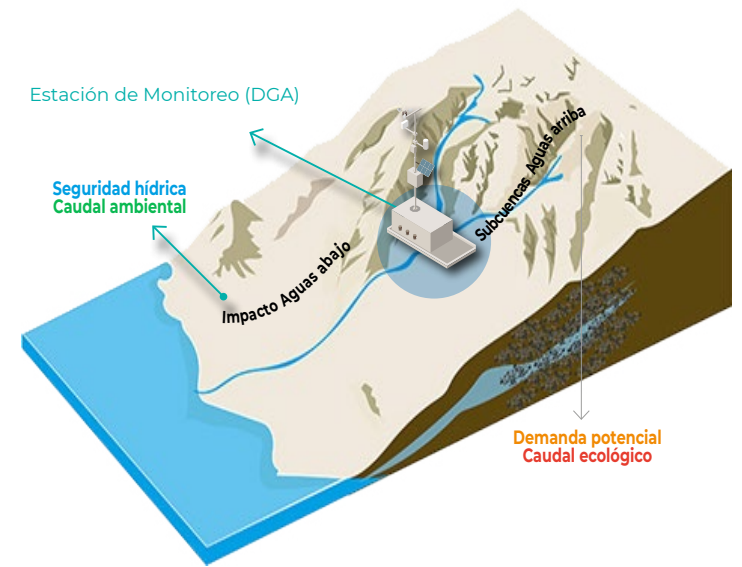


Consideraciones:

Para proyectar el ISH al 2060, el cálculo se hace considerando los efectos del Cambio Climático en Escenario 8.5 y suponiendo que la demanda hídrica se mantiene constante sin crecimiento futuro.

Figura 11. DINÁMICA DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA BIORRITMO DE LA CUENCA

Índice de Seguridad Hídrica: corresponde a un valor numérico que busca aproximar e identificar cuánta es el agua requerida en tiempo y espacio territorial de una cuenca hidrográfica, necesaria para asegurar el agua para los diversos usos, incluyendo el ecológico y ambiental.



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



Fuente: Valentina Cárdenas V., Parque Nacional Bernardo O'Higgins.

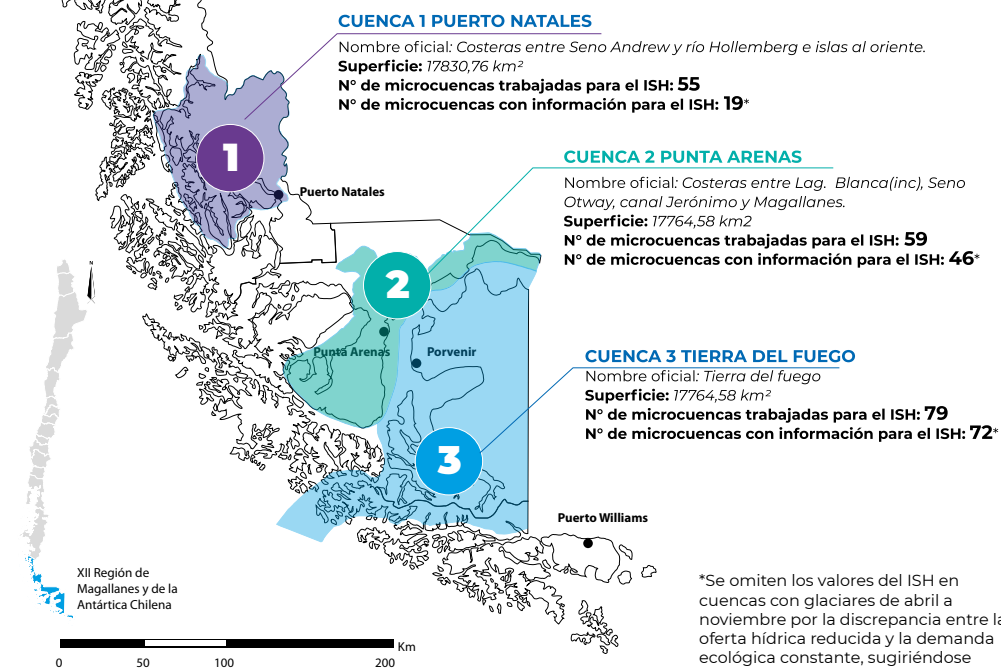
ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA EN TRES CUENCAS: ANÁLISIS DE SECTORES ESTRATÉGICOS

Las cuencas donde se evaluó el ISH, fueron escogidas en conjunto con actores locales mediante una mesa territorial, considerando una visión estratégica y relevancia dentro de la región (Figura 12). Cabe señalar que las denominaciones de microcuencas corresponden a nombres de referencia utilizados en el modelo HydroBID, los cuales pueden diferir de la nomenclatura oficial de cuencas, subcuencas y subsubcuencas definida por la DGA, ya que el modelo

integra también cursos de agua potenciales no registrados en la red hídrica del BNA, definidos a partir de cartografía geográfica complementaria (CEA, 2024). Un 20% de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo. Se observa que las microcuencas Fiordo Doble Pico (Sureste de Isla Evans) y Río El Deshielo (Noreste Isla Evans) presentan los valores máximos de brecha hídrica a lo largo del año, con un $-8,48 \text{ m}^3/\text{s}$ y $-9,36 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente.

Figura 12: CUENCAS SELECCIONADAS POR ACTORES LOCALES PARA EL TRABAJO DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA.

Debido a la disponibilidad de información, se detalla además la cantidad de microcuencas por cada cuenca que contaron con la información mínima para estimar el ISH de forma robusta y consistente.



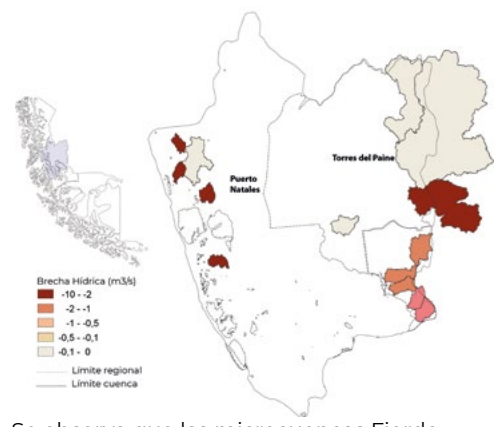
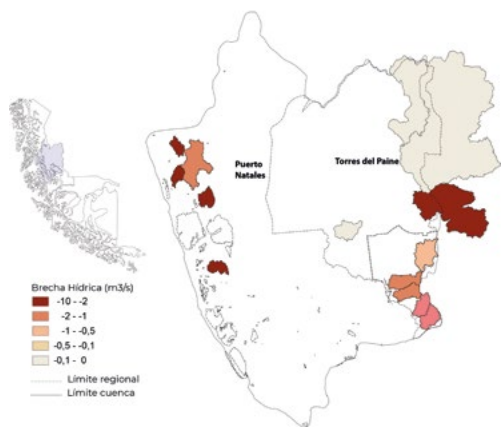
Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA

Brecha Hídrica Histórica considerando ISH más crítico

Periodo Abril-Septiembre (2010-2020)

Periodo Octubre-Marzo (2010-2020)



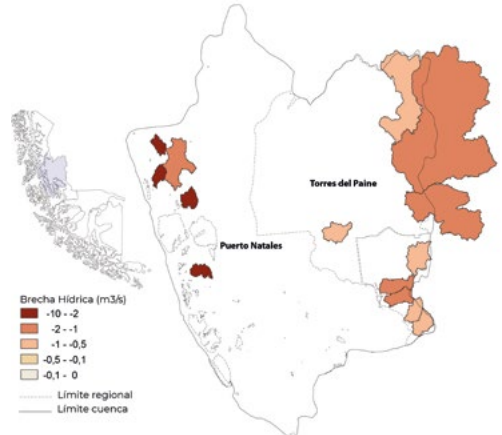
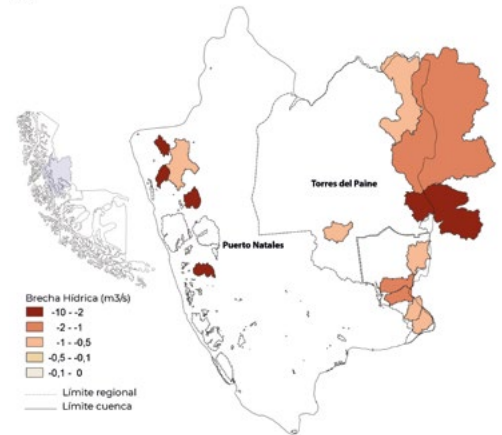
20%
de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo

Se observa que las microcuencas Fiordo Doble Pico (Sureste de Isla Evans) y Río El Deshielo (Noreste Isla Evans) presentan los valores máximos de brecha hídrica lo largo del año, con un $-8,48 \text{ m}^3/\text{s}$ y $-9,36 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

Brecha Hídrica Futura considerando ISH más crítico

Periodo Abril-Septiembre (2060)

Periodo Octubre-Marzo (2060)



24%
de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo

Se observa que las microcuencas Fiordo Doble Pico (Sureste de Isla Evans) y Río El Deshielo (Noreste Isla Evans) presentan los valores máximos de brecha hídrica futura, con un $-8,4 \text{ m}^3/\text{s}$ y $-9,3 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

TABLA 1. Índice de Seguridad Hídrica² Histórico (1981-2020) en la Cuenca de Natales (m^3/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CATEGORÍA 1													
RIO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	1.01	0.35	0.39	0.66	0.99	0.69	1.21	0.72	0.93	4.48	5.26	2.15	1.57
RIO BAGUALES EN CERRO GUIDO	0.37	0.12	0.38	0.52	0.88	0.67	0.95	0.53	0.76	2.71	3.54	1.41	1.07
RIO TRES PASOS EN DESAGÜE LAGO TORO	2.15	2.08	1.99	2.32	2.61	2.46	3.01	3.06	5.12	4.89	3.46	2.57	2.98
RIO CHORRILLOS TRES PASOS RUTA N 9	-0.85	-0.83	-0.83	-0.82	-0.83	-0.78	-0.64	-0.55	-0.57	-0.61	-0.86	-0.87	-0.75
RIO LAS CHINAS ANTES DESAGÜE DEL TORO	17.87	15.53	16.00	15.69	18.65	18.33	18.45	17.95	18.52	30.27	29.05	22.01	19.86
RIO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	12.33	10.95	10.96	11.05	11.69	10.67	10.54	10.92	12.56	21.18	20.74	14.55	13.18
RIO PRAT EN DESEMBOCADURA	5.63	5.28	5.23	5.01	5.32	4.78	4.97	4.88	5.52	6.29	6.37	6.16	5.45
CATEGORÍA 2-3													
RIO DON GUILLERMO EN CERRO CASTILLO	-2.96	-2.96	-2.96	-2.96	-2.93	-2.91	-2.84	-2.65	-2.62	-2.61	-2.88	-2.95	-2.85
FIORDO LA ESPERANZA	-2.75	-4.17	-4.58	-5.23	-6.01	-6.01	-6.01	-6.01	-6.01	-5.82	-4.19	-3.45	-5.02
RIO ISLA LUCIA	-1.16	-2.72	-3.17	-3.88	-4.75	-4.75	-4.75	-4.75	-4.75	-4.53	-2.74	-1.93	-3.66
RIO EL HUMEDAL	26.13	14.20	10.77	5.33	-1.29	-1.29	-1.29	-1.29	-1.29	0.35	14.05	20.25	7.05
RIO EL DESHIELO	-4.40	-6.56	-7.18	-8.17	-9.36	-9.36	-9.36	-9.36	-9.36	-9.07	-6.59	-5.47	-7.85
FIORDO DOBLE PICO	-4.06	-5.98	-6.54	-7.41	-8.48	-8.48	-8.48	-8.48	-8.48	-8.21	-6.01	-5.01	-7.13
FIORDO CARRINGTON	5.99	3.41	2.67	1.50	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.42	3.38	4.72	1.87
RIO PUERTO CONSUELO	-1.36	-1.35	-1.44	-1.35	-1.12	-1.10	-1.09	-1.05	-1.01	-0.97	-1.11	-1.14	-1.17
FIORDO LAS NUBES	5.01	2.85	2.22	1.24	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.33	2.82	3.94	1.55
RIO BOLEADORES	-1.14	-1.05	-1.20	-1.12	-0.93	-0.78	-0.76	-0.73	-0.82	-0.68	-0.80	-0.83	-0.90
RIO NATALES	-0.82	-0.46	-0.78	-0.75	-0.72	-0.14	-0.14	-0.12	-0.69	-0.18	-0.18	-0.24	-0.43
ESTERO BUENA ESPERANZA	-0.47	-0.44	-0.40	-0.05	0.12	0.07	0.17	0.37	0.46	0.13	-0.07	-0.34	-0.04
RIO NATALES SUR	-0.72	-0.74	-0.67	-0.64	-0.61	-0.56	-0.55	-0.20	-0.57	-0.26	-0.26	-0.66	-0.54

2: Los resultados del Índice de Seguridad Hídrica (1981-2020) fueron elaborados por el Centro de Ecología Aplicada. Los antecedentes metodológicos, supuestos de cálculo, componentes de oferta y demanda considerados, así como las fuentes de información empleadas, se encuentran detallados en el Informe Técnico. CEA (2025).

FUTURO

TABLA 2. Índice de Seguridad Hídrica **periodo futuro Cuenca de Natales** (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada.
 ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo.
 ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba.
 ■ Efecto en el caudal ecológico.

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
RIO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	-1.27	-1.27	-1.27	-1.32	-1.27	-1.26	-1.27	-1.27	-1.32	-1.41	-1.41	-1.40	-1.31
RIO BAGUALES EN CERRO GUIDO	-0.38	-0.43	-0.46	-0.53	-0.50	-0.52	-0.54	-0.55	-0.60	-0.79	-0.65	-0.54	-0.54
RIO TRES PASOS EN DESAGÜE LAGO TORO	2.10	1.93	1.79	1.71	1.61	1.53	1.60	1.70	1.97	2.28	2.69	2.43	1.94
RIO CHORRILLOS TRES PASOS RUTA N 9	-0.88	-0.86	-0.87	-0.87	-0.89	-0.92	-0.93	-0.97	-0.89	-0.95	-0.96	-0.92	-0.91
RIO LAS CHINAS ANTES DESAGÜE DEL TORO	17.34	15.89	15.62	14.33	13.18	12.32	11.96	11.87	13.48	15.27	19.86	22.33	15.29
RIO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	13.64	12.38	12.05	10.70	9.45	8.88	8.76	8.79	9.66	10.29	14.84	18.91	11.53
RIO PRAT EN DESEMBOCADURA	4.75	4.63	4.52	4.48	4.50	4.74	4.99	5.27	5.40	5.20	5.10	4.91	4.88
RIO DON GUILLERMO EN CERRO CASTILLO	-1.25	-1.76	-1.62	-1.13	-1.32	-2.13	-2.56	-2.77	-2.69	2.43	1.97	-0.08	-1.08
FIORDO LA ESPERANZA	-5.94	-5.86	-5.85	-5.89	-5.91	-5.93	-5.95	-5.96	-5.97	-5.98	-5.99	-5.99	-5.94
RIO ISLA LUCIA	-4.68	-4.58	-4.57	-4.61	-4.64	-4.66	-4.68	-4.70	-4.71	-4.72	-4.72	-4.73	-4.67
RIO EL HUMEDAL	-0.74	0.01	0.06	-0.21	-0.44	-0.62	-0.76	-0.88	-0.96	-1.03	-1.09	-1.10	-0.65
RIO EL DESHIELO	-9.26	-9.13	-9.12	-9.17	-9.21	-9.24	-9.26	-9.29	-9.30	-9.31	-9.32	-9.33	-9.25
FIORDO DOBLE PICO	-8.39	-8.27	-8.26	-8.31	-8.34	-8.37	-8.40	-8.41	-8.43	-8.44	-8.45	-8.45	-8.38
LAGO LIMPIO	6.75	8.56	9.39	8.83	6.85	5.05	3.64	2.50	1.63	1.05	1.87	4.26	5.03
FIORDO CARRINGTON	-1.68	-1.70	-1.74	-1.77	-1.77	-1.70	-1.66	-1.58	-1.51	-1.55	-1.60	-1.65	-1.66
RIO BLANCO	0.14	0.27	0.28	0.23	0.19	0.16	0.14	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.15
FIORDO LAS NUBES	5.01	2.85	2.22	1.24	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.33	2.82	3.94	1.55
RIO BOLEADORES	-1.40	-1.34	-1.44	-1.46	-1.45	-1.27	-1.22	-1.15	-1.23	-1.15	-1.20	-1.24	-1.30
RIO NATALES	-0.91	-0.54	-0.91	-0.91	-0.91	-0.37	-0.37	-0.37	-0.90	-0.37	-0.37	-0.37	-0.61
ESTERO BUENA ESPERANZA	-0.67	-0.67	-0.68	-0.68	-0.68	-0.67	-0.64	-0.51	-0.44	-0.61	-0.64	-0.66	-0.63
RIO NATALES SUR	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.48	-0.81	-0.48	-0.48	-0.82	-0.73

CATEGORÍA 1

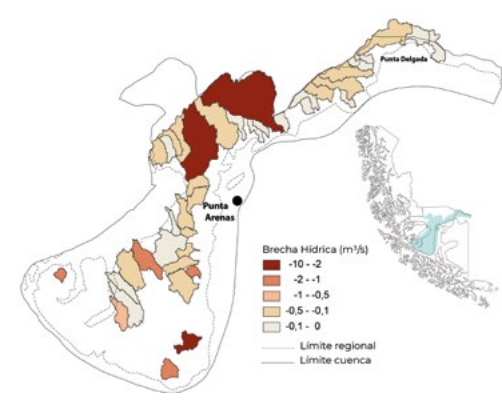
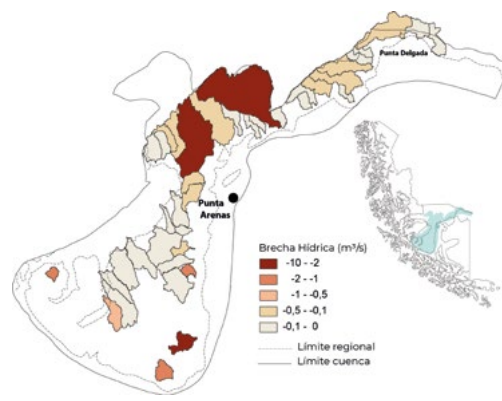
CATEGORÍA 2-3

ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA

Brecha Hídrica Histórica considerando ISH más crítico

Periodo Abril-Septiembre (2010-2020)

Periodo Octubre-Marzo (2010-2020)



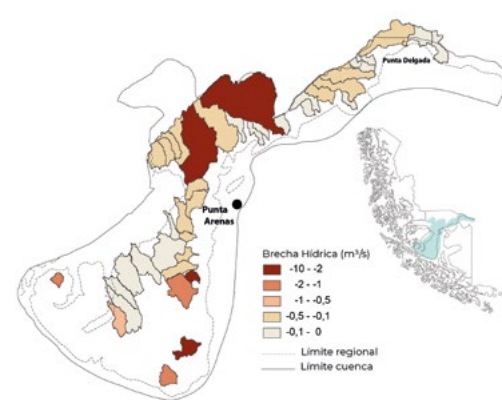
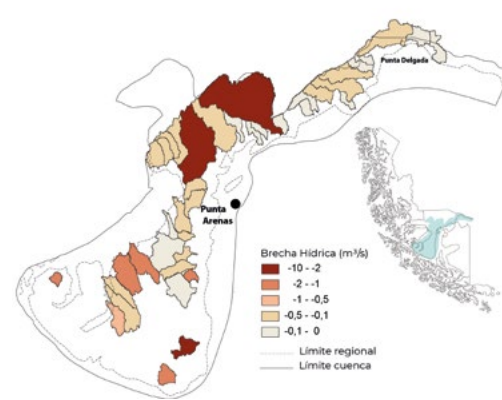
63% de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo

Se observa que las microcuencas Río Santa Susana (Puerto Rivero) y Río San Pedro (Sureste Fuerte Bulnes) presentan los valores máximos de brecha hídrica histórica, con -3,4 m³/s y -3,5 m³/s, respectivamente.

Brecha Hídrica Futura considerando ISH más crítico

Periodo Abril-Septiembre (2060)

Periodo Octubre-Marzo (2060)



69% de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo

Se observa que las microcuencas Río San Pedro (Sureste Fuerte Bulnes) y Río Santa Susana presentan los valores máximos de brecha hídrica futura, con un -3,63 m³/s y -3,65 m³/s, respectivamente.

TABLA 3. Índice de Seguridad Hídrica periodo **histórico** en Cuenca de Punta Arenas (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CATEGORÍA 1													
RIO LAS MINAS EN BT. SENDOS	-0.16	-0.14	-0.09	0.03	0.12	0.34	0.36	0.22	0.54	0.23	-0.08	-0.14	0.10
RIO TRES BRAZOS ANTES BT. SENDOS	-0.17	-0.24	-0.07	0.40	0.21	1.17	1.23	1.32	1.82	1.55	0.34	-0.14	0.62
RIO SAN JUAN EN DESEMBOCADURA	4.06	2.99	4.89	9.24	11.28	13.86	11.96	13.72	17.62	21.41	10.79	5.88	10.64
RIO CALETE EN SENO OTWAY	-0.31	0.01	1.09	2.59	3.91	2.60	3.64	4.02	5.86	4.16	4.27	0.83	2.72
RIO GRANDE EN SENO OTWAY	0.27	0.52	1.19	1.69	2.15	3.70	3.61	5.29	6.63	3.10	1.66	0.56	2.53
CATEGORÍA 2-3													
RIO LEGNADURA ANTES BT SENDOS	-0.28	-0.30	-0.26	-0.15	-0.08	-0.09	0.00	-0.01	0.65	0.46	-0.04	-0.21	-0.02
ESTERO CAÑADON GRANDE	-0.44	-0.43	-0.44	-0.37	-0.40	-0.41	-0.37	-0.38	-0.40	-0.44	-0.42	-0.46	-0.41
RIO DEL CONDOR	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
ESTERO POSESION	-0.08	-0.08	-0.08	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.08	-0.07	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
ESTERO RANCHO CARANCHO 2	-0.04	-0.04	-0.05	-0.03	-0.05	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04
ESTERO RANCHO CARANCHO 1	-0.02	-0.02	-0.03	-0.01	-0.03	-0.03	0.00	0.00	-0.02	-0.03	-0.02	-0.04	-0.02
ESTERO FARO CERRO DIRECCION	-0.24	-0.24	-0.27	-0.20	-0.25	-0.26	-0.17	-0.18	-0.23	-0.27	-0.24	-0.28	-0.24
LAGUNA BLANCA	-0.17	-0.19	-0.24	-0.15	-0.23	-0.23	-0.10	-0.10	-0.18	-0.24	-0.19	-0.25	-0.19
RIO CHIORRILLO KIMIRI AIKE	-0.16	-0.15	-0.15	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.15	-0.15	-0.16	-0.15
ESTERO TERCER CHORRILLO	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02
ESTERO EL ESTRECHO	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04
ESTERO ESTANCIA ALEJANDRA	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
ESTERO SANHUEZA	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02
ESTERO PUERTO SARA	-3.38	-3.13	-2.97	-2.71	-2.84	-2.75	-2.61	-2.97	-2.98	-3.19	-3.07	-3.27	-2.99
ESTERO MALLIN	-0.05	-0.05	-0.07	-0.06	-0.04	-0.05	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05
ESTERO BAHIA OAZY	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04	-0.02	-0.03	-0.02	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.05	-0.04
ESTERO SANTA MARIA	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05
ESTERO CASIMIRO	-0.32	-0.30	-0.34	-0.28	-0.18	-0.24	-0.14	-0.28	-0.21	-0.34	-0.28	-0.35	-0.27
LAGUNA DEL TORO	-0.07	-0.07	-0.09	-0.08	-0.05	-0.07	-0.04	-0.07	-0.05	-0.08	-0.07	-0.08	-0.07
ESTERO LAGUNA DEL TORO	-0.08	-0.08	-0.11	-0.10	-0.06	-0.08	-0.05	-0.08	-0.06	-0.09	-0.08	-0.09	-0.08
ESTERO LOS TRES PALOS	-0.14	-0.16	-0.23	-0.20	-0.09	-0.16	-0.08	-0.16	-0.09	-0.17	-0.15	-0.19	-0.15

TABLA 3. Índice de Seguridad Hídrica periodo **histórico** en Cuenca de Punta Arenas (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CATEGORÍA 2-3													
ESTRECHO VERDANA	-1.71	-1.99	-2.80	-2.56	-1.16	-2.06	-1.10	-2.10	-1.19	-2.17	-1.96	-2.34	-1.93
ESTERO ENTRE VIENTO	-0.10	-0.10	-0.11	-0.09	-0.06	-0.07	-0.05	-0.08	-0.06	-0.10	-0.09	-0.11	-0.08
ESTERO PESCADO	-0.13	-0.15	-0.21	-0.19	-0.08	-0.15	-0.08	-0.15	-0.09	-0.16	-0.14	-0.17	-0.14
RIO PESCADO	-0.16	-0.16	-0.19	-0.16	-0.11	-0.14	-0.10	-0.15	-0.12	-0.16	-0.15	-0.17	-0.15
ESTERO CHABUNCO	0.11	0.11	0.07	0.10	0.17	0.13	0.18	0.12	0.16	0.10	0.12	0.09	0.12
RIO DE LOS PATOS	-0.08	-0.18	-0.07	0.61	0.98	1.01	1.04	1.05	1.85	1.17	0.85	0.26	0.71
ESTERO DEL MEDIO	0.07	0.07	0.10	0.33	0.44	0.40	0.44	0.56	0.68	0.46	0.33	0.14	0.33
RIO EL CANELO	-0.87	0.07	1.09	1.79	1.62	0.88	0.25	0.55	2.36	1.15	0.87	-0.09	0.81
ESTERO PUNTA SANTA CRUZ	1.22	-0.14	-0.53	-1.15	-1.91	-1.91	-1.91	-1.91	-1.91	-1.72	-0.15	0.55	-0.95
RIO SANTA MARIA	-1.62	-1.64	-1.53	-1.23	-1.17	-1.25	-1.39	-1.37	-0.84	-1.19	-1.30	-1.52	-1.34
RIO AGUA FRESCA	-0.22	0.29	1.57	3.81	4.06	3.09	1.82	2.01	6.42	3.67	2.85	0.92	2.52
RIO PUNTA SIERRALTA	0.38	1.00	1.47	1.75	1.51	1.00	0.60	1.00	1.61	1.22	1.21	0.82	1.13
RIO PUNTA ACEVEDO	18.84	11.20	8.81	5.42	0.70	0.38	0.16	0.50	1.33	2.60	11.00	15.03	6.33
RIO SILVA PALMA	8.77	4.50	3.28	1.33	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-0.45	4.45	6.67	1.95
RIO SAN PEDRO	-3.53	-3.00	-2.45	-2.02	-2.12	-2.53	-2.94	-2.85	-1.66	-2.36	-2.53	-3.11	-2.59
RIO SAN NICOLAS O GENNES	0.31	0.62	0.93	1.18	1.12	0.88	0.65	0.70	1.38	0.98	0.89	0.56	0.85
RIO NODALES	5.60	2.30	1.35	-0.15	-1.98	-1.98	-1.98	-1.98	-1.98	-1.52	2.26	3.98	0.33
LAGUNA BLANCA NE	0.05	0.10	0.13	0.18	0.15	0.18	0.20	0.14	0.13	0.08	0.13	0.08	0.13
LAGUNA BLANCA SW	0.08	0.14	0.18	0.25	0.21	0.24	0.28	0.19	0.18	0.12	0.17	0.11	0.18

TABLA 4. Índice de Seguridad Hídrica en el **periodo futuro Cuenca de Punta Arenas** (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Microcuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CATEGORÍA 1													
RIO LAS MINAS EN BT. SENDOS	-0.12	-0.19	-0.23	-0.25	-0.23	-0.10	-0.15	-0.17	0.24	0.50	0.21	0.01	-0.04
RIO TRES BRAZOS ANTES BT. SENDOS	-0.32	-0.38	-0.41	-0.42	-0.26	0.22	0.11	0.06	0.97	0.52	0.09	-0.19	0.00
RIO SAN JUAN EN DESEMBOCADURA	8.16	7.83	10.28	14.51	16.31	12.84	8.95	8.59	15.84	16.94	14.29	10.53	12.09
RIO CALETE EN SENO OTWAY	3.67	3.45	3.79	4.31	4.69	1.81	0.07	-1.11	5.59	5.00	4.88	4.13	3.36
RIO GRANDE EN SENO OTWAY	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	0.05	0.05	0.11	0.29	1.40	0.12	0.01	-0.01	0.16
CATEGORÍA 2-3													
RÍO LEGNADURA ANTES BT SENDOS	-0.35	-0.35	-0.36	-0.36	-0.35	-0.35	-0.36	-0.27	-0.08	-0.32	-0.35	-0.35	-0.32
ESTERO CAÑADON GRANDE	-0.46	-0.48	-0.49	-0.46	-0.49	-0.47	-0.41	-0.43	-0.47	-0.49	-0.47	-0.49	-0.47
RIO DEL CONDOR	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
ESTERO POSESION	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08
ESTERO RANCHO CARANCHO 2	-0.04	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO RANCHO CARANCHO 1	-0.02	-0.03	-0.04	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03
ESTERO FARO CERRO DIRECCION	-0.25	-0.27	-0.30	-0.25	-0.30	-0.28	-0.20	-0.20	-0.26	-0.30	-0.27	-0.30	-0.26
LAGUNA BLANCA	-0.17	-0.21	-0.25	-0.18	-0.26	-0.24	-0.11	-0.12	-0.20	-0.26	-0.21	-0.25	-0.20
RIO CHIORRILLO KIMIRI AIKE	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.16	-0.16	-0.16	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
ESTERO TERCER CHORRILLO	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
ESTERO EL ESTRECHO	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO ESTANCIA ALEJANDRA	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
ESTERO SANHUEZA	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
ESTERO PUERTO SARA	-3.65	-3.65	-3.65	-3.65	-3.65	-3.58	-3.48	-3.49	-3.60	-3.64	-3.65	-3.65	-3.61
ESTERO MALLIN	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
ESTERO BAHIA OAZY	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO SANTA MARIA	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05
ESTERO CASIMIRO	-0.38	-0.41	-0.48	-0.47	-0.34	-0.42	-0.31	-0.40	-0.33	-0.42	-0.41	-0.44	-0.40
LAGUNA DEL TORO	-0.07	-0.08	-0.10	-0.10	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.08	-0.09	-0.08
ESTERO LAGUNA DEL TORO	-0.08	-0.09	-0.11	-0.11	-0.07	-0.09	-0.07	-0.09	-0.07	-0.09	-0.09	-0.10	-0.09
ESTERO LOS TRES PALOS	-0.14	-0.17	-0.24	-0.23	-0.11	-0.18	-0.10	-0.18	-0.11	-0.18	-0.17	-0.20	-0.17
ESTRECHO VERDANA	-1.77	-2.10	-2.94	-2.78	-1.35	-2.27	-1.32	-2.24	-1.34	-2.27	-2.11	-2.44	-2.08
ESTERO ENTRE VIENTO	-0.11	-0.12	-0.13	-0.13	-0.10	-0.12	-0.09	-0.11	-0.10	-0.12	-0.12	-0.12	-0.11
ESTERO PESCADO	-0.13	-0.15	-0.21	-0.20	-0.10	-0.17	-0.10	-0.16	-0.10	-0.17	-0.15	-0.18	-0.15

TABLA 4. Índice de Seguridad Hídrica en el **periodo futuro Cuenca de Punta Arenas** (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

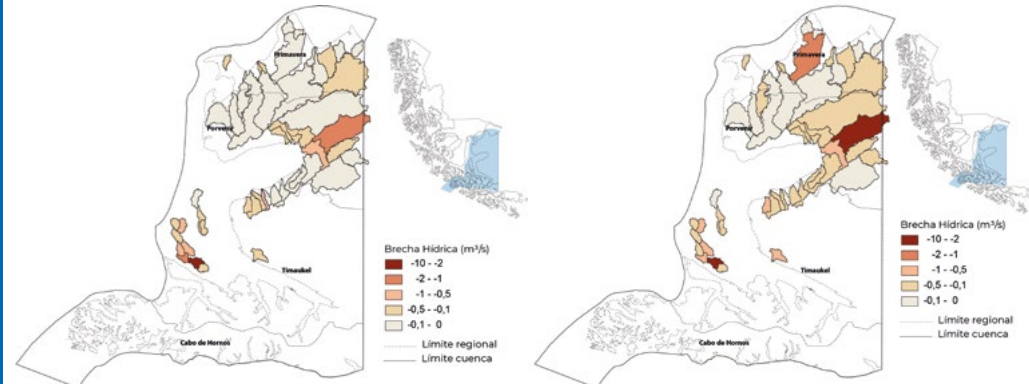
Microcuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CATEGORÍA 2-3													
RIO PESCADO	-0.16	-0.17	-0.21	-0.20	-0.15	-0.18	-0.14	-0.17	-0.15	-0.18	-0.17	-0.19	-0.17
ESTERO CHABUNCO	0.11	0.09	0.05	0.06	0.13	0.08	0.14	0.09	0.13	0.08	0.09	0.08	0.09
RIO DE LOS PATOS	-0.16	-0.30	-0.38	-0.42	-0.38	-0.12	-0.22	-0.27	0.59	1.13	0.53	0.10	0.01
ESTERO DEL MEDIO	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.04	-0.06	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
RIO EL CANELO	1.20	1.05	1.38	2.17	2.39	0.51	-0.84	-1.40	0.99	5.06	3.21	1.99	1.48
ESTERO PUNTA SANTA CRUZ	-1.84	-1.76	-1.75	-1.78	-1.81	-1.83	-1.85	-1.86	-1.87	-1.88	-1.88	-1.88	-1.83
RIO SANTA MARIA	-1.75	-1.76	-1.77	-1.77	-1.73	-1.58	-1.61	-1.63	-1.34	-1.48	-1.62	-1.70	-1.65
RIO AGUA FRESCA	-0.58	-0.65	-0.29	0.40	1.04	1.39	0.78	1.18	2.51	1.61	0.67	0.04	0.68
RIO PUNTA SIERRALTA	2.13	2.03	2.19	2.39	2.56	1.20	0.33	-0.17	2.61	2.75	2.68	2.37	1.92
RÍO PUNTA ACEVEDO	0.51	0.68	0.88	0.85	0.79	0.16	-0.28	-0.40	0.63	0.83	0.59	0.46	0.47
RIO SILVA PALMA	-0.84	-0.57	-0.55	-0.65	-0.73	-0.79	-0.85	-0.89	-0.92	-0.94	-0.96	-0.97	-0.80
RIO SAN PEDRO	-3.63	-3.63	-3.31	-2.84	-2.57	-2.75	-3.07	-2.90	-2.92	-3.15	-3.28	-3.49	-3.13
RIO SAN NICOLAS O GENNES	0.26	0.26	0.44	0.71	0.86	0.76	0.58	0.68	0.66	0.53	0.46	0.34	0.54
RIO NODALES	-1.83	-1.62	-1.61	-1.68	-1.74	-1.79	-1.83	-1.87	-1.89	-1.91	-1.92	-1.93	-1.80
LAGUNA BLANCA NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
LAGUNA BLANCA SW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01

ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA

Brecha Hídrica Histórica considerando ISH más crítico

Periodo Abril-Septiembre (2010-2020)

Periodo Octubre-Marzo (2010-2020)



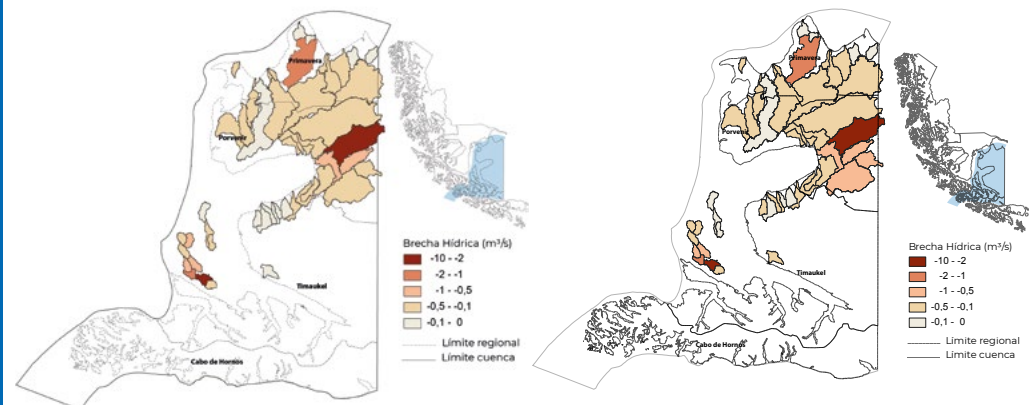
63%
de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo

Se observa que las microcuencas Estero Salado (San Martín) y Río Estrecho (Sur Isla Dawson) presentan los valores máximos de brecha hídrica histórica, con un $-2,13 \text{ m}^3/\text{s}$ y $-6,47 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

Brecha Hídrica Futura considerando ISH más crítico

Periodo Abril-Septiembre (2060)

Periodo Octubre-Marzo (2060)



70%
de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo

Se observa que las microcuencas Estero Salado (San Martín) y Río Estrecho (Sur Isla Dawson) presentan los valores máximos de brecha hídrica futura, con un $-2,15 \text{ m}^3/\text{s}$ y $-6,43 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

TABLA 5. Índice de Seguridad Hídrica histórico en Cuenca de Tierra del Fuego (m^3/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
RÍO OSCAR EN BAHÍA SAN FELIPE	0.47	0.42	0.52	0.85	1.08	1.35	1.64	2.10	1.86	1.19	0.68	0.60	1.06
RÍO SIDE EN CERRO SOMBRERO	0.16	0.29	0.25	0.28	0.29	0.73	1.09	1.08	0.72	0.32	0.10	0.13	0.45
RÍO RASMUSSEN EN FRONTERA (ESTANCIA VICUÑA)	3.17	2.98	3.15	4.17	4.61	5.62	5.91	6.69	9.92	10.94	6.89	3.92	5.66
RÍO CATALINA EN PAMPA GUANACOS	1.63	1.51	1.54	1.54	1.53	1.65	2.39	2.79	3.50	3.53	2.27	1.78	2.14
RÍO CULLEN EN FRONTERA	-0.22	-0.22	-0.21	-0.21	-0.21	-0.19	-0.18	-0.18	-0.20	-0.21	-0.21	-0.22	-0.20
RÍO CALETA EN TIERRA DEL FUEGO	-0.29	-0.33	-0.25	0.19	-0.03	0.39	0.38	0.53	0.54	0.32	-0.07	-0.23	0.09
RÍO ORO EN BAHÍA SAN FELIPE	1.18	1.11	1.22	1.53	1.80	2.45	3.18	2.90	3.02	2.30	1.73	1.35	1.98
RÍO GRANDE EN TIERRA DEL FUEGO	24.22	20.16	20.48	22.47	28.44	31.04	37.16	39.38	44.42	48.47	41.30	29.75	32.27
RÍO HERMINITA EN RUTA Y-895	12.18	12.18	12.22	12.35	12.49	12.52	13.47	14.50	14.33	12.72	12.41	12.30	12.81
RÍO CHICO EN RUTA Y-895	1.07	0.95	1.28	1.38	1.86	2.51	2.79	3.14	2.76	1.75	1.29	1.05	1.82
RÍO SAN MARTIN EN SAN SEBASTIÁN	-0.39	-0.41	-0.41	-0.39	-0.40	-0.36	-0.30	-0.22	-0.34	-0.41	-0.45	-0.40	-0.37
ESTERO PROGRESO	-0.02	-0.02	-0.01	0.02	0.05	0.08	0.10	0.09	0.05	0.01	-0.01	-0.02	0.03
ESTERO CERRO SOMBRERO	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.04	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.01
ESTERO LA ESTANCIA	-1.50	-1.39	-1.12	0.55	1.48	2.56	3.40	3.06	1.93	0.39	-0.38	-1.19	0.65
ESTERO PUNTA CATALINA	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ESTERO ESPIRITU SANTO	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01
ESTERO LOS BOFEDALES 2	-0.28	-0.23	-0.19	-0.10	-0.10	-0.04	-0.04	-0.08	-0.15	-0.21	-0.21	-0.26	-0.16
RÍO CALAFATE	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO MORRO SAN SIMON	-0.24	-0.24	-0.25	-0.22	-0.20	-0.17	-0.14	-0.13	-0.15	-0.17	-0.20	-0.22	-0.19
ESTERO LA PORFIADA	-0.10	-0.08	-0.07	-0.02	-0.03	-0.01	-0.02	-0.04	-0.07	-0.08	-0.07	-0.09	-0.06
ESTERO PUNTA PIEDRA	-0.26	-0.23	-0.20	-0.18	-0.15	-0.12	-0.09	-0.10	-0.11	-0.14	-0.15	-0.21	-0.16
ESTERO ENL BOFEDAL	0.08	0.08	0.09	0.12	0.14	0.17	0.19	0.18	0.14	0.09	0.08	0.08	0.12
ESTERO LA PRIMAVERA	-0.03	0.06	0.13	0.34	0.33	0.44	0.43	0.31	0.18	0.09	0.11	0.01	0.20
RÍO OSCAR	-0.21	-0.22	-0.20	-0.17	-0.14	-0.12	-0.08	-0.08	-0.10	-0.15	-0.18	-0.20	-0.15
ESTERO AGUA SANTA	-0.12	-0.10	-0.01	0.14	0.28	0.40	0.55	0.68	0.58	0.40	0.22	0.05	0.26
RÍO VERDE	0.22	0.37	0.53	0.88	1.10	1.36	1.65	1.68	1.47	1.12	0.88	0.50	0.98
RÍO FILARET 1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
RÍO FILARET 2	-0.18	-0.15	-0.25	1.43	2.16	1.91	2.45	2.49	1.36	0.48	0.18	-0.15	0.98
ESTERO ESTANCIA GENTE GRANDE	0.33	0.40	0.64	1.07	1.54	1.99	2.56	2.76	2.53	1.93	1.35	0.82	1.49
ESTERO SALADO	-2.09	-2.09	-2.13	-1.35	-1.03	-1.14	-0.90	-0.88	-1.39	-1.79	-1.94	-2.08	-1.57
ESTERO PUNTA CHILOTA	0.61	0.73	0.87	1.18	1.37	1.60	1.87	1.87	1.70	1.39	1.17	0.85	1.27
RÍO PORVENIR	0.13	0.16	0.19	0.26	0.30	0.34	0.40	0.39	0.36	0.29	0.25	0.18	0.27
ESTERO ESTANCIA COPIHUE	-0.35	-0.33	-0.27	-0.19	-0.17	-0.12	-0.08	-0.08	-0.14	-0.23	-0.26	-0.34	-0.21

TABLA 5. Índice de Seguridad Hídrica histórico en Cuenca de Tierra del Fuego (m³/s)

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
ESTERO TRES HERMANOS	-0.16	-0.16	-0.16	-0.14	-0.13	-0.13	-0.12	-0.12	-0.14	-0.15	-0.15	-0.16	-0.14
ESTERO PUNTA NUEVA	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.12	-0.12	-0.11	-0.11	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12
ESTERO JACK CAMERON	-0.38	-0.38	-0.38	-0.33	-0.30	-0.31	-0.29	-0.29	-0.32	-0.35	-0.37	-0.38	-0.34
RÍO SANTA MARIA	0.10	0.12	0.15	0.20	0.24	0.28	0.32	0.32	0.29	0.23	0.20	0.14	0.22
ESTERO ESTANCIA CALETA JOSEFINA	-0.64	-0.63	-0.62	-0.59	-0.49	-0.61	-0.67	-0.57	-0.69	-0.67	-0.64	-0.66	-0.62
ESTERO GODOY	-0.29	-0.23	0.11	1.08	1.44	1.97	2.79	2.34	1.57	0.48	0.35	-0.20	0.95
RÍO CACHIMBA	-0.22	-0.06	-0.31	0.57	0.36	0.48	0.56	0.42	0.27	-0.25	-0.32	-0.41	0.09
RÍO HONDO	-0.21	-0.23	-0.24	0.27	0.47	0.73	0.93	0.83	0.59	0.18	0.07	-0.16	0.27
RÍO TORRIDO	-0.17	-0.19	-0.19	0.37	0.60	0.89	1.11	0.99	0.73	0.27	0.14	-0.11	0.37
RÍO ANA	0.06	0.05	0.05	0.10	0.27	0.43	0.49	0.50	0.37	0.22	0.12	0.07	0.23
RÍO GREEN	-0.25	-0.25	-0.25	-0.24	-0.06	0.11	0.17	0.21	0.06	-0.09	-0.20	-0.24	-0.09
RÍO MC CLELLAND	-0.18	-0.18	-0.18	-0.06	0.34	0.71	0.87	0.89	0.58	0.21	-0.01	-0.14	0.24
ESTERO CALIFORNIA	-0.25	-0.26	-0.26	0.11	0.37	0.71	0.90	0.81	0.56	0.15	0.02	-0.20	0.22
ESTERO AERODROO DAWSON	0.13	0.08	0.00	0.00	0.15	0.23	0.20	0.19	0.11	0.12	0.40	0.45	0.17
RÍO MORITZ	-0.25	-0.25	-0.25	-0.24	0.03	0.28	0.37	0.43	0.21	-0.02	-0.18	-0.24	-0.01
RÍO BUENO E.	-0.45	-0.50	-0.52	-0.26	0.05	0.22	0.42	0.54	0.41	0.14	-0.06	-0.29	-0.02
RÍO BLANCO	-0.23	-0.24	-0.24	-0.20	0.32	0.81	1.00	1.12	0.69	0.22	-0.09	-0.21	0.25
RÍO BAHIA AMIGO	-0.28	-0.31	-0.36	-0.37	-0.27	-0.21	-0.23	-0.24	-0.29	-0.29	-0.10	-0.07	-0.25
RÍO FOX	-0.04	-0.08	-0.14	-0.14	-0.02	0.03	0.01	0.00	-0.05	-0.05	0.16	0.20	-0.01
ESTERO PUNTA ARBOLADA	-0.10	-0.14	-0.19	-0.19	-0.09	-0.04	-0.06	-0.07	-0.11	-0.11	0.07	0.10	-0.08
ESTERO FINO	-0.02	0.00	0.10	0.30	0.33	0.42	0.52	0.61	0.52	0.35	0.24	0.06	0.29
ESTERO MESKEM	-0.43	-0.47	-0.53	-0.53	-0.41	-0.35	-0.37	-0.38	-0.44	-0.44	-0.22	-0.18	-0.40
ESTERO ORIENTAL	-0.16	-0.21	-0.29	-0.29	-0.14	-0.07	-0.09	-0.10	-0.18	-0.17	0.10	0.15	-0.12
RÍO GRANDE	4.30	4.29	4.33	4.57	4.75	4.80	4.98	4.79	4.73	4.53	4.47	4.34	4.57
RÍO SANTA LUDGARDA	-0.34	-0.38	-0.44	-0.44	-0.32	-0.26	-0.28	-0.29	-0.35	-0.35	-0.13	-0.09	-0.31
RÍO GRANDE O CONDOR	4.74	5.18	7.62	12.83	16.93	25.09	30.84	33.18	29.50	19.03	12.71	7.07	17.06
ESTERO BAHIA NO ENTRES	0.32	0.29	0.24	0.23	0.34	0.39	0.37	0.36	0.31	0.32	0.50	0.54	0.35
ESTERO CANAL GABRIEL 1	3.68	1.80	1.26	0.40	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.39	1.77	2.75	0.67
RÍO PUERTO COISEL	5.21	2.56	1.79	0.59	-0.89	-0.89	-0.89	-0.89	-0.89	-0.52	2.53	3.90	0.97
ESTERO CANAL GABRIEL 2	2.81	1.11	0.62	-0.15	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-1.09	-0.86	1.09	1.98	0.09
ESTERO PUERTO ARTURO	-0.70	-0.66	-0.48	-0.12	-0.07	0.11	0.28	0.44	0.28	-0.02	-0.24	-0.55	-0.15
RÍO ESTRECHO 1	-0.58	-3.14	-3.88	-5.05	-6.47	-6.47	-6.47	-6.47	-6.47	-6.12	-3.17	-1.84	-4.68
RÍO PARALELO 1	0.09	0.08	0.08	0.08	0.38	1.50	2.14	2.07	1.59	0.82	0.24	0.11	0.76
RÍO ESTRECHO 2	-0.34	-0.37	-0.42	-0.42	-0.33	-0.28	-0.30	-0.31	-0.35	-0.35	-0.18	-0.14	-0.32

TABLA 6. Índice de Seguridad Hídrica periodo futuro en Cuenca de Tierra del Fuego (m³/s)

Microcuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
RÍO OSCAR EN BAHÍA SAN FELIPE	-0.20	-0.20	-0.17	-0.18	-0.20	-0.09	0.06	0.04	-0.11	-0.17	-0.19	-0.17	-0.13
RÍO SIDE EN CERRO SOMBRERO	-0.34	-0.34	-0.35	-0.35	-0.40	-0.34	-0.19	-0.20	-0.33	-0.37	-0.35	-0.34	-0.32
RÍO RASMUSSEN EN FRONTERA (ESTANCIA VICUÑA)	2.22	1.98	1.87	1.81	1.82	1.89	2.65	3.85	5.40	6.29	4.02	2.81	3.05
RÍO CATALINA EN PAMPA GUANACOS	1.41	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.42	1.48	2.24	2.20	1.67	1.47	1.57
RÍO CULLEN EN FRONTERA	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.22	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23
RÍO CALETA EN TIERRA DEL FUEGO	0.24	0.25	0.58	1.19	1.53	1.53	1.54	1.58	1.30	1.05	0.81	0.53	1.01
RÍO ORO EN BAHÍA SAN FELIPE	-0.05	-0.06	-0.07	-0.06	0.02	0.17	0.35	0.40	0.24	0.11	0.03	-0.02	0.09
RÍO GRANDE EN TIERRA DEL FUEGO	15.49	15.43	15.38	15.34	15.32	15.30	15.36	15.41	15.91	15.98	15.68	15.58	15.52
RÍO HERMITA EN RUTA Y-895	11.79	11.73	11.69	11.65	11.63	11.61	11.66	11.71	12.22	12.29	11.98	11.88	11.82
RÍO CHICO EN RUTA Y-895	-0.99	-0.99	-0.98	-0.41	0.04	-0.26	-0.39	-0.30	0.57	1.37	-0.46	-0.94	-0.31
RÍO SAN MARTIN EN SAN SEBASTIÁN	-0.49	-0.49	-0.50	-0.51	-0.52	-0.51	-0.53	-0.50	-0.48	-0.52	-0.51	-0.50	-0.51
ESTERO PROGRESO	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
ESTERO CERRO SOMBRERO	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
ESTERO LA ESTANCIA	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67
ESTERO PUNTA CATALINA	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ESTERO ESPIRITU SANTO	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
ESTERO LOS BOFEDALES 2	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.30	-0.30	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31
RÍO CALAFATE	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO MORRO SAN SIMON	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.27	-0.27	-0.28	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.26	-0.27
ESTERO LA PORFIADA	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.12	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.11	-0.11	-0.12
ESTERO PUNTA PIEDRA	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.29	-0.29	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
ESTERO EÑL BOFEDAL	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07
ESTERO LA PRIMAVERA	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.10	-0.10	-0.12	-0.13	-0.12	-0.10	-0.08	-0.08	-0.10
RÍO OSCAR	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22
ESTERO AGUA SANTA	-0.29	-0.29	-0.29	-0.31	-0.34	-0.35	-0.34	-0.26	-0.31	-0.31	-0.30	-0.29	-0.31
RÍO VERDE	-0.26	-0.27	-0.28	-0.25	-0.15	-0.04	0.05	0.09	-0.04	-0.14	-0.20	-0.24	-0.14
RÍO FILARET 1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
RÍO FILARET 2	-0.38	-0.39	-0.39	-0.39	-0.04	0.30	-0.08	0.39	0.69	-0.14	-0.33	-0.35	-0.09
ESTERO ESTANCIA GENTE GRANDE	-0.13	-0.14	-0.15	-0.15	-0.15	-0.06	0.14	0.18	0.07	-0.02	-0.08	-0.11	-0.05
ESTERO SALADO	-2.15	-2.16	-2.16	-2.16	-1.99	-1.83	-2.02	-1.79	-1.64	-2.04	-2.13	-2.14	-2.02
ESTERO PUNTA CHILOTA	0.20	0.18	0.18	0.21	0.31	0.41	0.51	0.52	0.42	0.32	0.26	0.22	0.31
RÍO PORVENIR	0.04	0.04	0.03	0.04	0.07	0.09	0.11	0.11	0.09	0.07	0.05	0.04	0.07
ESTERO ESTANCIA COPIHUE	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.40	-0.40	-0.40	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39
ESTERO TRES HERMANOS	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.15	-0.15	-0.15	-0.14	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16
ESTERO PUNTA NUEVA	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
ESTERO JACK CAMERON	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.37	-0.36	-0.37	-0.35	-0.34	-0.37	-0.38	-0.38	-0.37

TABLA 6. Índice de Seguridad Hídrica periodo futuro en Cuenca de Tierra del Fuego (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada.
 ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo.
 ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba.
 ■ Efecto en el caudal ecológico.

Microcuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
RÍO SANTA MARIA	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.06	0.08	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04
ESTERO ESTANCIA CALETA JOSEFINA	-0.65	-0.64	-0.63	-0.69	-0.62	-0.70	-0.81	-0.69	-0.72	-0.70	-0.67	-0.67	-0.68
ESTERO GODOY	-0.10	-0.21	-0.27	-0.28	0.59	1.29	1.69	1.99	1.57	0.93	0.47	0.11	0.65
RÍO CACHIMBA	-0.44	-0.43	-0.42	-0.19	0.22	0.16	0.09	0.33	0.05	-0.34	-0.50	-0.46	-0.16
RÍO HONDO	-0.07	-0.14	-0.18	-0.20	0.10	0.52	0.76	0.91	0.75	0.51	0.26	0.05	0.27
RÍO TORRIDO	-0.01	-0.09	-0.13	-0.15	0.18	0.65	0.91	1.08	0.91	0.63	0.35	0.13	0.37
RÍO ANA	0.16	0.12	0.10	0.25	0.49	0.57	0.61	0.68	0.60	0.48	0.37	0.25	0.39
RÍO GREEN	-0.12	-0.17	-0.17	0.03	0.24	0.30	0.32	0.39	0.31	0.19	0.09	-0.04	0.11
RÍO MC CLELLAND	0.08	-0.03	-0.06	0.30	0.86	1.07	1.14	1.31	1.11	0.84	0.58	0.28	0.62
ESTERO CALIFORNIA	-0.09	-0.16	-0.20	-0.22	0.20	0.55	0.78	0.93	0.77	0.51	0.25	0.04	0.28
ESTERO AERODROO DAWSON	0.49	0.37	0.28	0.24	0.26	0.17	0.10	0.04	-0.01	0.18	0.80	0.64	0.30
RÍO MORITZ	-0.07	-0.14	-0.14	0.17	0.48	0.57	0.60	0.69	0.58	0.41	0.25	0.06	0.29
RÍO BUENO E.	-0.18	-0.18	0.02	0.39	0.60	0.61	0.62	0.63	0.47	0.32	0.17	0.00	0.29
RÍO BLANCO	0.13	-0.02	-0.02	0.60	1.21	1.40	1.46	1.65	1.41	1.08	0.76	0.39	0.84
RÍO BAHIA AMIGO	-0.04	-0.12	-0.18	-0.21	-0.19	-0.25	-0.30	-0.34	-0.37	-0.25	0.17	0.06	-0.17
RÍO FOX	0.23	0.14	0.07	0.04	0.06	-0.01	-0.06	-0.11	-0.15	-0.01	0.47	0.35	0.08
ESTERO PUNTA ARBOLADA	0.12	0.05	-0.01	-0.03	-0.02	-0.08	-0.12	-0.16	-0.19	-0.07	0.33	0.22	0.00
ESTERO FINO	0.17	0.16	0.30	0.51	0.63	0.61	0.62	0.64	0.51	0.42	0.36	0.24	0.43
ESTERO MESKEM	-0.15	-0.24	-0.31	-0.35	-0.33	-0.40	-0.45	-0.50	-0.54	-0.39	0.09	-0.04	-0.30
ESTERO ORIENTAL	0.19	0.07	-0.01	-0.06	-0.04	-0.12	-0.19	-0.25	-0.30	-0.12	0.50	0.34	0.00
RÍO GRANDE	4.43	4.37	4.33	4.31	4.29	4.29	4.29	4.29	4.30	4.71	4.72	4.54	4.40
RÍO SANTA LUDGARDA	-0.06	-0.15	-0.22	-0.25	-0.24	-0.31	-0.36	-0.41	-0.45	-0.30	0.18	0.06	-0.21
RÍO GRANDE O CONDOR	11.12	10.47	13.57	20.77	24.95	25.31	27.17	30.71	27.91	22.77	19.18	14.56	20.71
ESTERO BAHIA NO ENTRES	0.56	0.48	0.42	0.40	0.41	0.35	0.30	0.26	0.23	0.35	0.77	0.66	0.43
ESTERO CANAL GABRIEL 1	-0.56	-0.44	-0.43	-0.48	-0.51	-0.54	-0.56	-0.58	-0.59	-0.60	-0.61	-0.61	-0.54
RÍO PUERTO COISEL	-0.77	-0.60	-0.59	-0.65	-0.70	-0.74	-0.77	-0.80	-0.82	-0.83	-0.84	-0.85	-0.75
ESTERO CANAL GABRIEL 2	-1.02	-0.91	-0.90	-0.94	-0.97	-1.00	-1.02	-1.04	-1.05	-1.06	-1.07	-1.07	-1.00
ESTERO PUERTO ARTURO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO ESTRECHO 1	-6.35	-6.19	-6.18	-6.24	-6.29	-6.33	-6.36	-6.38	-6.40	-6.42	-6.43	-6.43	-6.33
RÍO PARALELO	0.21	0.16	0.13	0.11	0.10	0.10	0.40	1.07	1.18	0.74	0.46	0.30	0.41
RÍO ESTRECHO 2	-0.12	-0.19	-0.25	-0.28	-0.26	-0.32	-0.36	-0.40	-0.43	-0.31	0.07	-0.03	-0.24

APLICACIÓN DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA EN EL TERRITORIO

Con el objetivo de abordar la brecha hídrica en las distintas cuencas mencionadas anteriormente, se procede a evaluar el aporte volumétrico de agua en cada nodo de calibración identificado, el que representa a cada microcuenca trabajada en el Índice de Seguridad. La evaluación de las SbN se realiza en el periodo proyectado (2020-2060) debido a que las soluciones son aquellas que se identifican como potenciales de aplicar en el territorio.

Las SbN incorporadas al modelo fueron las especificadas en la sección 3.3 del presente informe.

Con el aporte volumétrico por cada SbN, se trabajó en la distribución espacial de estos en las distintas microcuencas, para luego agruparlos en las subcuencas analizadas. Para poder proceder con esto,

se consideran los excedentes cuantificados en los resultados del ISH, los que -según las capacidades potenciales de infiltración del conjunto de SbN- fueron tratados como un almacenamiento en la napa subterránea. Luego, este volumen de agua se dispone en aquellos meses identificados con déficit hídrico, considerando un 85% del total de aporte por infiltración para resguardar la seguridad de las fuentes de agua.

A continuación, se presenta la variación del ISH con la aplicación de las SbN en las tres cuencas mencionadas anteriormente y la distribución de su impacto en el territorio (Figura 13, 14 y 15), además de su detalle a escala mensual por cada una de las microcuencas evaluadas en el ISH (Tablas 7, 8 y 9).



Fuente: Valentina Cárdenas V., Parque Estromatolitos.

Impacto de las SbN en el ISH en la cuenca de Natales

Figura 13. ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA PROYECTADO 2020-2060, EN LA CUENCA DE NATALES

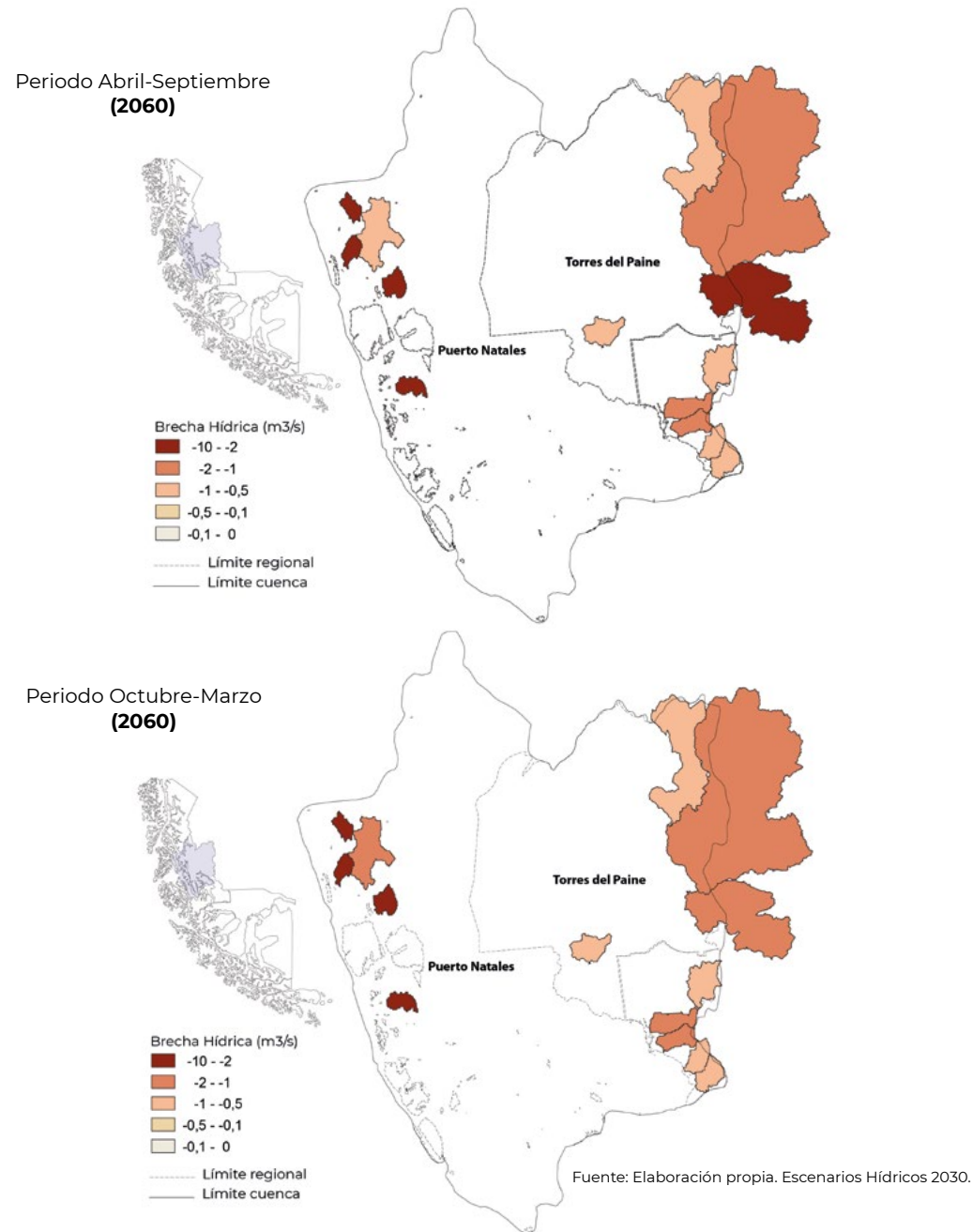
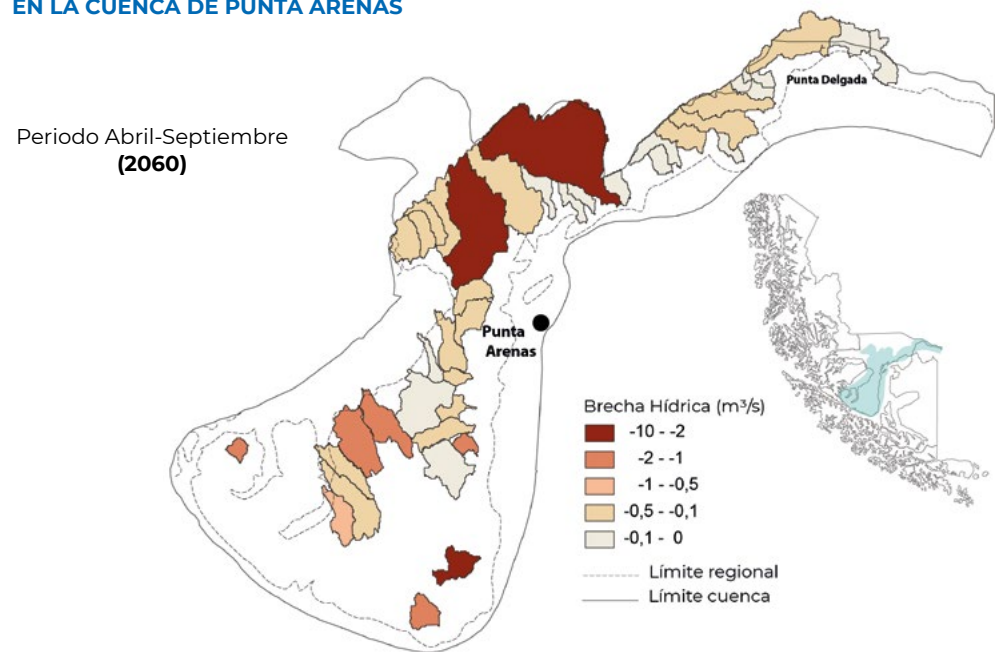


TABLA 7. Índice de Seguridad Hídrica Proyectado 2020-2060 a Escala Mensual, en la Cuenca de Natales (m³/s)

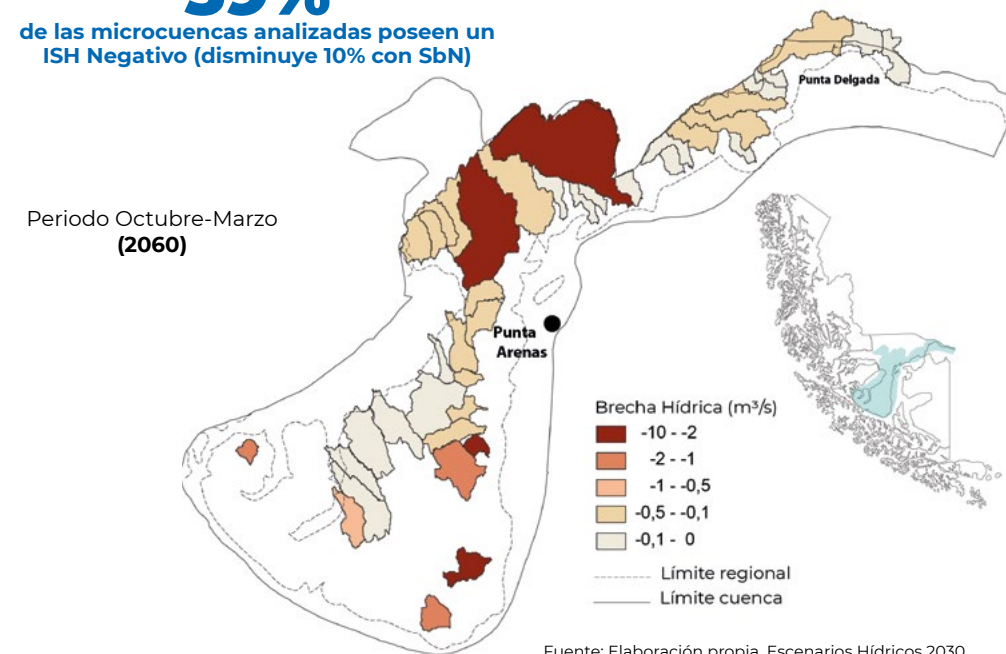
Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CUENCA 1- Costeras entre Seno Andrew y R. Hollemberg e islas al oriente.													
RÍO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	-1.27	-1.27	-1.27	-1.32	-1.27	-1.26	-1.27	-1.27	-1.32	-1.41	-1.41	-1.40	-1.31
RÍO BAGUALES EN CERRO GUIDO	-0.38	-0.43	-0.46	-0.53	-0.50	-0.52	-0.54	-0.55	-0.60	-0.79	-0.65	-0.54	-0.54
RÍO TRES PASOS EN DESAGÜE LAGO TORO	0.12	0.13	0.13	0.09	0.11	0.08	0.08	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.07
RÍO CHORRILLOS TRES PASOS RUTA N 9	-0.88	-0.86	-0.87	-0.87	-0.89	-0.92	-0.93	-0.97	-0.89	-0.95	-0.96	-0.92	-0.91
RÍO LAS CHINAS ANTES DESAGÜE DEL TORO	0.12	0.13	0.13	0.09	0.11	0.08	0.08	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.07
RÍO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	7.96	6.71	6.38	5.03	3.78	3.20	3.09	3.12	3.99	4.62	9.17	13.23	5.86
RÍO PRAT EN DESEMBOCADURA	4.59	4.47	4.36	4.32	4.34	4.57	4.83	5.11	5.24	5.04	4.93	4.74	4.71
RÍO DON GUILLERMO EN CERRO CASTILLO	-1.25	-1.76	-1.62	-1.13	-1.32	-2.13	-2.56	-2.77	-2.69	2.43	1.97	-0.08	-1.08
FIORDO LA ESPERANZA	-5.94	-5.86	-5.85	-5.89	-5.91	-5.93	-5.95	-5.96	-5.97	-5.98	-5.99	-5.99	-5.94
RÍO ISLA LUCIA	-4.68	-4.58	-4.57	-4.61	-4.64	-4.66	-4.68	-4.70	-4.71	-4.72	-4.72	-4.73	-4.67
RÍO EL HUMEDAL	-0.73	0.00	0.00	-0.21	-0.44	-0.62	-0.76	-0.87	-0.96	-1.03	-1.08	-1.09	-0.65
RÍO EL DESHIELO	-9.26	-9.13	-9.12	-9.17	-9.21	-9.24	-9.26	-9.29	-9.30	-9.31	-9.32	-9.33	-9.25
FIORDO DOBLE PICO	-8.39	-8.27	-8.26	-8.31	-8.34	-8.37	-8.40	-8.41	-8.43	-8.44	-8.45	-8.45	-8.38
FIORDO CARRINGTON	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO PUERTO CONSUELO	-1.68	-1.70	-1.74	-1.77	-1.77	-1.70	-1.66	-1.58	-1.51	-1.55	-1.60	-1.65	-1.66
FIORDO LAS NUBES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO BOLEADORES	-1.40	-1.34	-1.44	-1.46	-1.45	-1.27	-1.22	-1.15	-1.23	-1.15	-1.20	-1.24	-1.30
RÍO NATALES	-0.91	-0.54	-0.91	-0.91	-0.91	-0.37	-0.37	-0.37	-0.90	-0.37	-0.37	-0.37	-0.61
Estero Natales SUR	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.48	-0.81	-0.48	-0.48	-0.82	-0.73

24%
 de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo

Figura 14. ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA PROYECTADO 2020-2060 EN LA CUENCA DE PUNTA ARENAS



59% de las microcuencas analizadas poseen un ISH Negativo (disminuye 10% con SbN)



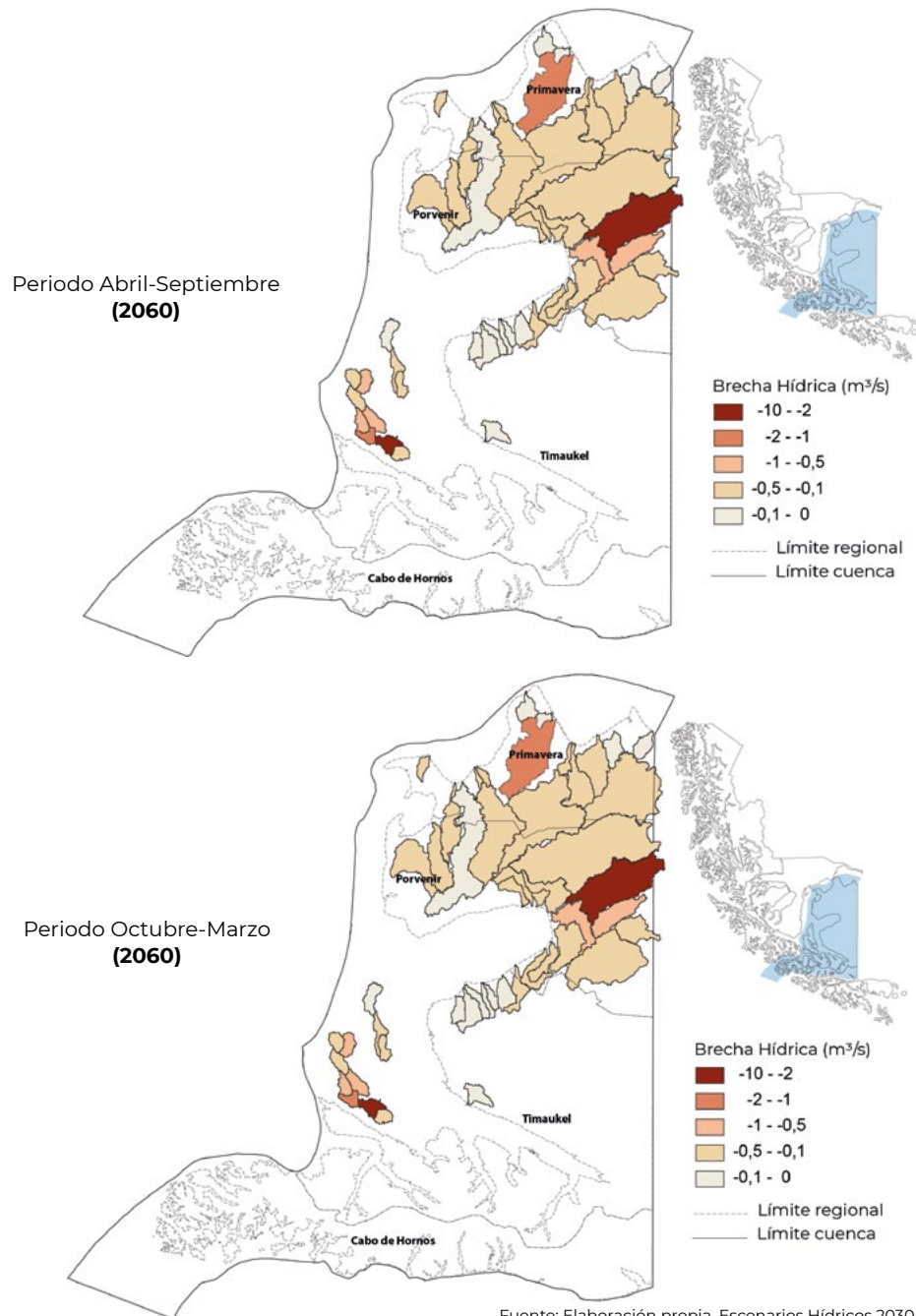
Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

TABLA 8. Índice de Seguridad Hídrica Proyectado 2020-2060 a Escala Mensual, en la Cuenca de Punta Arenas (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CUENCA 2- Costeras entre Lag. Blanca (inc.), Seno Otway, Canal Jerónimo y Magallanes.													
CATEGORÍA 1													
RÍO LAS MINAS EN BT. SENDOS	-0.12	-0.19	-0.23	-0.25	-0.23	-0.10	-0.15	-0.17	0.24	0.50	0.21	0.01	-0.04
RÍO TRES BRAZOS ANTES BT. SENDOS	-0.32	-0.38	-0.41	-0.42	-0.26	0.22	0.11	0.06	0.97	0.52	0.09	-0.19	0.00
RÍO SAN JUAN EN DESEMBOCADURA	0.00	0.00	1.97	6.20	8.00	4.53	0.64	0.28	7.53	8.63	5.98	2.22	3.83
RÍO CALETE EN SENO OTWAY	3.27	3.05	3.38	3.90	4.29	1.41	0.00	-1.11	5.18	4.59	4.48	3.72	3.01
RÍO GRANDE EN SENO OTWAY	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
CATEGORÍA 2-3													
RÍO LEGNADURA ANTES BT SENDOS	-0.35	-0.35	-0.36	-0.36	-0.35	-0.35	-0.36	-0.27	-0.08	-0.32	-0.35	-0.35	-0.32
ESTERO CAÑADON GRANDE	-0.46	-0.48	-0.49	-0.46	-0.49	-0.47	-0.41	-0.43	-0.47	-0.49	-0.47	-0.49	-0.47
RÍO DEL CONDOR	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
ESTERO POSESION	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.09	-0.09	-0.09	-0.08
ESTERO RANCHO CARANCHO 2	-0.04	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO RANCHO CARANCHO 1	-0.02	-0.03	-0.04	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03
ESTERO FARO CERRO DIRECCION	-0.25	-0.27	-0.30	-0.25	-0.30	-0.28	-0.20	-0.20	-0.26	-0.30	-0.27	-0.30	-0.26
LAGUNA BLANCA	-0.17	-0.21	-0.25	-0.18	-0.26	-0.24	-0.11	-0.12	-0.20	-0.26	-0.21	-0.25	-0.20
RÍO CHIORRILLO KIMIRI AIKE	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.16	-0.16	-0.16	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
ESTERO TERCER CHORRILLO	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
ESTERO EL ESTRECHO	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO ESTANCIA ALEJANDRA	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
ESTERO SANHUEZA	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
ESTERO PUERTO SARA	-3.65	-3.65	-3.65	-3.65	-3.65	-3.58	-3.48	-3.49	-3.60	-3.64	-3.65	-3.65	-3.61
ESTERO MALLIN	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.04	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
ESTERO BAHIA OAZY	-0.04	-0.05	-0.06	-0.06	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO SANTA MARIA	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05
ESTERO CASIMIRO	-0.38	-0.41	-0.48	-0.47	-0.34	-0.42	-0.31	-0.40	-0.33	-0.42	-0.41	-0.44	-0.40
LAGUNA DEL TORO	-0.07	-0.08	-0.10	-0.10	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.08	-0.09	-0.08
ESTERO LAGUNA DEL TORO	-0.08	-0.09	-0.11	-0.11	-0.07	-0.09	-0.07	-0.09	-0.07	-0.09	-0.09	-0.10	-0.09

Figura 15. ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA PROYECTADO 2020-2060 EN LA CUENCA DE TIERRA DEL FUEGO



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

TABLA 9. Índice de Seguridad Hídrica Proyectado 2020-2060 a Escala Mensual, en la Tierra del Fuego (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la subcuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CUENCA 3- Tierra del Fuego													
RÍO OSCAR EN BAHÍA SAN FELIPE	-0.20	-0.20	-0.17	-0.18	-0.20	-0.09	0.00	0.00	-0.11	-0.17	-0.19	-0.17	-0.14
RÍO SIDE EN CERRO SOMBRERO	-0.34	-0.34	-0.35	-0.35	-0.40	-0.34	-0.19	-0.20	-0.33	-0.37	-0.35	-0.34	-0.32
RÍO RASMUSSEN EN FRONTERA (ESTANCIA VICUÑA)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	2.33	3.22	0.94	0.00	0.60
RÍO CATALINA EN PAMPA GUANACOS	0.59	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.60	0.66	1.41	1.38	0.84	0.65	0.74
RÍO CULLEN EN FRONTERA	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.22	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23
RÍO CALETA EN TIERRA DEL FUEGO	0.00	0.00	0.02	0.63	0.97	0.97	0.98	1.01	0.73	0.48	0.25	0.00	0.50
RÍO ORO EN BAHÍA SAN FELIPE	-0.05	-0.06	-0.07	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02
RÍO GRANDE EN TIERRA DEL FUEGO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO HERMINITA EN RUTA Y-895	0.90	0.84	0.80	0.76	0.74	0.72	0.77	0.82	1.33	1.40	1.09	0.99	0.93
RÍO CHICO EN RUTA Y-895	-0.99	-0.99	-0.98	-0.41	0.00	-0.26	-0.39	-0.30	0.00	0.00	-0.46	-0.94	-0.48
RÍO SAN MARTIN EN SAN SEBASTIÁN	-0.49	-0.49	-0.50	-0.51	-0.52	-0.51	-0.53	-0.50	-0.48	-0.52	-0.51	-0.50	-0.51
ESTERO PROGRESO	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
ESTERO CERRO SOMBRERO	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
ESTERO LA ESTANCIA	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67	-1.67
ESTERO PUNTA CATALINA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTERO ESPIRITU SANTO	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
ESTERO LOS BOFEDALES 2	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.30	-0.30	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31
RÍO CALAFATE	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
ESTERO MORRO SAN SIMON	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.27	-0.27	-0.28	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.26	-0.27
ESTERO LA PORFIADA	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.12	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.11	-0.11	-0.12
ESTERO PUNTA PIEDRA	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.29	-0.29	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
ESTERO EÑL BOFEDAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTERO LA PRIMAVERA	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.10	-0.10	-0.12	-0.13	-0.12	-0.10	-0.08	-0.08	-0.10
RÍO OSCAR	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22

CATEGORÍA 1

CATEGORÍA 2-3

TABLA 9. Índice de Seguridad Hídrica Proyectado 2020-2060 a Escala Mensual, en la Tierra del Fuego (m³/s)

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CUENCA 3- Tierra del Fuego													
ESTERO AGUA SANTA	-0.29	-0.29	-0.29	-0.31	-0.34	-0.35	-0.34	-0.26	-0.31	-0.31	-0.30	-0.29	-0.31
RÍO VERDE	-0.25	-0.26	-0.26	-0.23	-0.14	-0.03	0.00	0.00	-0.03	-0.13	-0.19	-0.22	-0.15
RÍO FILARET 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO FILARET 2	-0.20	-0.21	-0.21	-0.21	-0.02	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.07	-0.18	-0.18	-0.11
ESTERO ESTANCIA GENTE GRANDE	-0.09	-0.09	-0.10	-0.10	-0.10	-0.04	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.05	-0.07	-0.05
ESTERO SALADO	-2.15	-2.16	-2.16	-2.16	-1.99	-1.83	-2.02	-1.79	-1.64	-2.04	-2.13	-2.14	-2.02
ESTERO PUNTA CHILOTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO PORVENIR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CATEGORÍA 2-3													
ESTERO ESTANCIA COPIHUE	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.40	-0.40	-0.40	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39
ESTERO TRES HERMANOS	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.15	-0.15	-0.15	-0.14	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16
ESTERO PUNTA NUEVA	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.12	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
ESTERO JACK CAMERON	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.37	-0.36	-0.37	-0.35	-0.34	-0.37	-0.38	-0.38	-0.37
RÍO SANTA MARIA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTERO ESTANCIA CALETA JOSEFINA	-0.65	-0.64	-0.63	-0.69	-0.62	-0.70	-0.81	-0.69	-0.72	-0.70	-0.67	-0.67	-0.68
ESTERO GODOY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO CACHIMBA	-0.33	-0.32	-0.31	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.25	-0.37	-0.34	-0.17
RÍO HONDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO TORRIDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO ANA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO GREEN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO MC CLELLAND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.24	0.05	0.00	0.00	0.00	0.03
ESTERO CALIFORNIA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTERO AERODROO DAWSON	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
RÍO MORITZ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO BUENO E.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO BLANCO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.56	0.62	0.80	0.57	0.24	0.00	0.00	0.26
RÍO BAHIA AMIGO	-0.04	-0.11	-0.16	-0.19	-0.18	-0.23	-0.27	-0.31	-0.34	-0.23	0.00	0.00	-0.17
RÍO FOX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLA 9. Índice de Seguridad Hídrica Proyectado 2020-2060 a Escala Mensual, en la Tierra del Fuego (m³/s)

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Micro cuenca \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM. ANUAL
CUENCA 3- Tierra del Fuego													
ESTERO PUNTA ARBOLADA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	0.00	-0.01
ESTERO FINO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTERO MESKEM	-0.15	-0.24	-0.31	-0.34	-0.32	-0.39	-0.44	-0.49	-0.53	-0.38	0.00	-0.04	-0.30
ESTERO ORIENTAL	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.02	0.00	0.00	-0.01
RÍO GRANDE	0.43	0.37	0.33	0.31	0.30	0.29	0.29	0.29	0.30	0.71	0.72	0.54	0.40
RÍO SANTA LUDGARDA	-0.06	-0.14	-0.21	-0.24	-0.22	-0.28	-0.34	-0.38	-0.41	-0.28	0.00	0.00	-0.21
RÍO GRANDE O CONDOR	4.44	3.79	6.89	14.09	18.27	18.63	20.50	24.03	21.23	16.09	12.50	7.88	14.03
ESTERO BAHIA NO ENTRES	0.35	0.27	0.21	0.18	0.20	0.14	0.09	0.05	0.02	0.14	0.56	0.45	0.22
ESTERO CANAL GABRIEL 1	-0.56	-0.44	-0.43	-0.48	-0.51	-0.54	-0.56	-0.58	-0.59	-0.60	-0.61	-0.61	-0.54
RÍO PUERTO COISEL	-0.77	-0.60	-0.59	-0.65	-0.70	-0.74	-0.77	-0.80	-0.82	-0.83	-0.84	-0.85	-0.75
ESTERO CANAL GABRIEL 2	-1.02	-0.91	-0.90	-0.94	-0.97	-1.00	-1.02	-1.04	-1.05	-1.06	-1.07	-1.07	-1.00
ESTERO PUERTO ARTURO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO ESTRECHO 1	-6.35	-6.19	-6.18	-6.24	-6.29	-6.33	-6.36	-6.38	-6.40	-6.42	-6.43	-6.43	-6.33
ESTERO PARALELO	-0.75	-0.77	-0.78	-0.78	-0.79	-0.79	-0.68	-0.43	-0.39	-0.55	-0.65	-0.71	-0.67
ESTERO LOS FIORDOS	-0.33	-0.34	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.30	-0.19	-0.17	-0.25	-0.29	-0.32	-0.30
RÍO PARALELO 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.36	0.00	0.00	0.00	0.05
RÍO PARALELO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
RÍO ESTRECHO 2	-0.12	-0.19	-0.24	-0.27	-0.26	-0.31	-0.35	-0.39	-0.42	-0.31	0.00	-0.03	-0.24
RÍO PARALELO	-1.03	-1.06	-1.08	-1.09	-1.10	-1.10	-0.91	-0.49	-0.42	-0.70	-0.87	-0.97	-0.90

CATEGORÍA 2-3

51%
de las microcuencas analizadas poseen un ISH negativo en este periodo (disminuyen un 15% con SbN)

La zona sur de la cuenca de Tierra del Fuego es la que presenta mayor impacto positivo (2,12 m³/s) de las SbN, cerrando incluso la brecha (15%) en microcuencas presentes al norte del puerto Harris y en la zona de Cameron.

4

Hojas de ruta

ENTENDER EL TERRITORIO ES EL PRIMER PASO PARA CONSTRUIR SOLUCIONES QUE PERDUREN

A partir del diagnóstico regional desarrollado en la **Radiografía del Agua en Magallanes**, se trazó una visión compartida sobre el estado actual de los ecosistemas hídricos y los principales desafíos que enfrenta la región. Este ejercicio, construido mediante un trabajo colaborativo con actores públicos, privados, comunitarios y académicos, permitió no solo reunir información técnica clave, sino también integrar percepciones locales y conocimiento territorial que enriquecieron la comprensión de la situación hídrica.

Los hallazgos obtenidos en esta primera etapa evidenciaron la existencia de señales tempranas de presión sobre el recurso, diferencias significativas entre territorios y la necesidad de fortalecer la articulación institucional. **Estos antecedentes se transformaron en la base para orientar un trabajo más focalizado en dos zonas urbanas y periurbanas estratégicas: Puerto Natales y Porvenir**, ambas relevantes como polos demográficos y productivos, y por el rol que cumplen en el abastecimiento y gestión del agua en sus territorios.

La transición desde la escala regional a la comunal no es solo un cambio de enfoque geográfico, sino un paso hacia la implementación de **hojas de ruta adaptadas a las particularidades de cada lugar**. En este sentido, los resultados que se presentan a continuación recogen el trabajo desarrollado junto a actores locales para identificar procesos críticos, sus causas y posibles líneas de acción prioritarias, manteniendo como hilo conductor la visión de una gestión hídrica sostenible, resiliente y basada en evidencia.

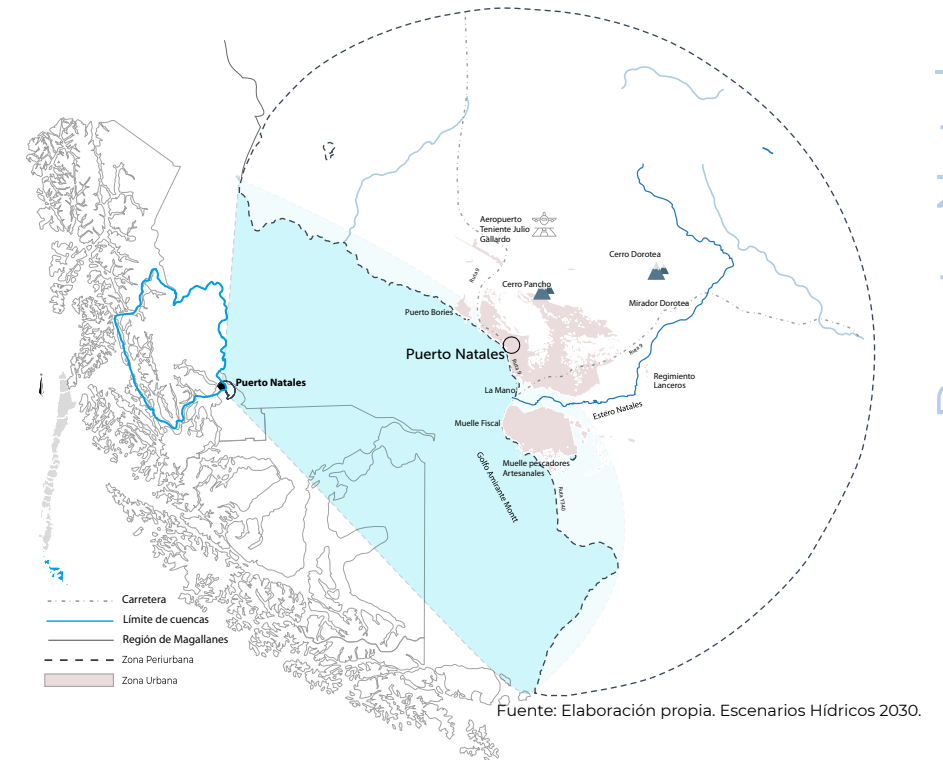
Los resultados que se presentan a continuación recogen el trabajo desarrollado junto a actores locales para identificar procesos críticos, sus causas y posibles líneas de acción prioritarias.

PUERTO NATALES



Fuente: Valentina Cárdenas V., Puerto Natales

Figura 16 ALCANCE GEOGRÁFICO DE LA ESTRATEGIA HÍDRICA³



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

1. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL PUERTO NATALES

21.477
Habitantes (2017)

49.924 KM²
superficie comunal

La comuna de Natales, ubicada en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, es la más extensa del país, con una superficie de 49.924 km² que representa el 6,5% del territorio nacional. Limita al norte con las comunas de O'Higgins y Tortel, al sur con Punta Arenas y Río Verde, al este con Torres del Paine y Argentina, y al oeste con el océano Pacífico (Municipalidad de Natales, 2020). La capital comunal, Puerto Natales, concentra cerca del 89% de la población,

destacando por su rol como centro urbano, portuario y de servicios. El clima de Natales está marcado por vientos predominantes del oeste y suroeste, y por una fuerte influencia marina y glaciario, lo que genera condiciones rigurosas y singulares que, junto a su paisaje de archipiélagos, canales y campos de hielo, confieren un alto valor natural y turístico

3. En el caso de Puerto Natales, la delimitación del área urbana y periurbana se estableció con un criterio técnico-hídrico, considerando el polígono de influencia del sistema de abastecimiento de agua potable, que se extiende hasta la toma de agua de la ciudad e incorpora las subcuencas que la alimentan. Esta definición tiene fines analíticos para evaluar la seguridad hídrica local y no corresponde a la delimitación legal de zonas urbanas o rurales definida por la Ley N.º 20.998 sobre Servicios Sanitarios Rurales.

al territorio. Gran parte de la superficie comunal está protegida bajo el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, destacando el Parque Nacional Bernardo O'Higgins, el Parque Nacional Kawésqar y el Monumento Natural Cueva del Milodón (CONAF, 2025), lo que refleja su riqueza ecológica y paisajística, así como su potencial turístico, enmarcado dentro del proyecto Ruta de los Parques de la Patagonia (SERNATUR, 2024).

Según el Censo de 2017, Natales cuenta con 21.477 habitantes, lo que equivale al 12,9% de la población regional. Además, se observa una transición demográfica avanzada, con envejecimiento de la población y una creciente presencia de hogares unipersonales (Municipalidad de Natales, 2020).

La comuna presenta una fuerza laboral activa, con predominancia en el sector terciario (comercio, turismo y servicios), donde destaca el desarrollo sostenido del turismo, apoyado por la declaratoria de Zona de Interés Turístico y el Plan de Desarrollo Turístico junto a Torres del Paine. Además, la actividad ganadera ovina, la pesca artesanal y la acuicultura siguen siendo relevantes, aunque esta última ha generado preocupación en la comunidad por sus posibles impactos ambientales (Municipalidad de Natales, 2020).

De la misma manera, la explotación de turberas y la producción hortícola en invernaderos y al aire libre, también forman parte del panorama productivo, aunque con desafíos generacionales y de sostenibilidad. En cuanto a servicios, Puerto Natales concentra la infraestructura sanitaria, educativa y comercial de la comuna, aunque las zonas rurales aún enfrentan deficiencias, especialmente en salud y conectividad. Las fuentes de agua potable en la ciudad provienen del río Dumestre y son distribuidas

por Aguas Magallanes. En el sector rural de Puerto Natales, el abastecimiento se realiza principalmente a través de dos Sistemas de Agua Potable Rural (SSR), ubicados en Dorotea y Huertos Familiares, que extraen agua desde el estero Natales. Además, existen estancias, parcelas de agrado y algunas familias de sectores con SSR que complementan su suministro mediante vertientes, ríos, pozos o, en ciertos casos, camiones aljibe. En el sector de Huertos Familiares, el agua del SSR se utiliza también para el riego.

Durante el trabajo territorial en la comuna de Puerto Natales, enfocado en la zona urbana y periurbana, el proceso de construcción colectiva llevado a cabo por Escenarios Hídricos 2030 ha identificado procesos críticos invariables, principalmente vinculados a los efectos del Cambio Climático, a los que ésta deberá adaptarse; y procesos críticos variables, que pueden ser manejados si se implementan las soluciones adecuadas.

Respecto a los procesos críticos invariables, uno de ellos es la **disminución de la precipitación sólida**, con pérdidas proyectadas de más del 70% en sectores como San Gregorio y Primavera (GORE Magallanes, 2024), especialmente durante la primavera. Estas reducciones además afectan zonas clave como los fiordos de Natales y la estepa magallánica, y se acompañan de una disminución de hasta 57 días en la presencia de hielo en algunos puntos del Campo de Hielo Patagónico Sur, impactando el equilibrio ecosistémico y la regulación hídrica natural (GORE Magallanes, 2024). Otro fenómeno identificado es el aumento poblacional, reflejado tanto en el crecimiento demográfico de centros urbanos como Puerto Natales (con un aumento intercensal de más del 12%), como en la



Foto: Región de Magallanes Lago Glasiar Grey. GettyImages

alta afluencia de población flotante por actividades turísticas e industriales, que puede elevar la carga demográfica total a más de 260 mil personas en temporada alta (SUBDERE, 2018; Municipalidad de Natales, 2020), incrementando la presión sobre los ecosistemas hídricos y los servicios sanitarios y urbanos.

Se observa también un aumento de eventos extremos, como inundaciones más frecuentes y severas. En la cuenca del río de Las Minas, en Punta Arenas, se proyecta un incremento de hasta un 40% en los caudales máximos bajo escenarios futuros (GORE Magallanes, 2024). Aunque este caso no corresponde a Puerto Natales, constituye un antecedente regional que da cuenta de la creciente exposición a eventos extremos en la Región (GORE Magallanes, 2024). A esto se suma una mayor recurrencia de sequías severas desde la década de 1990 y un incremento en la incidencia de incendios forestales, que se ven favorecidos por veranos más cálidos, déficit hídrico y vientos intensos, especialmente en zonas como Torres del Paine y la Patagonia austral (GORE Magallanes, 2024; MMA, 2024).

Se ha estimado **una tasa de derretimiento glaciario anual de 38 mil millones de toneladas de agua dulce** (Rignot et al., 2003), lo cual no solo compromete la disponibilidad futura de agua, sino que genera riesgos por vaciamientos glaciales (GLOF) y aumento del nivel del mar.

(Rivera, A. y Bown, F., 2022)

Finalmente, destaca el **aumento del deshielo, con retrocesos importantes en glaciares emblemáticos** como el Dickson, Amalia y Marinelli. Se estima que la región pierde cerca de 38 mil millones de toneladas de agua dulce anualmente por derretimiento glaciario, lo que equivale al 32% de la capacidad total de embalses del país (Rignot et al., 2003), lo cual no solo compromete la disponibilidad futura de agua, sino que genera riesgos por vaciamientos glaciales (GLOF) y contribuye al aumento del nivel del mar (Rivera, A. y Bown, F., 2022).



Fuente: Fotografía Región de Magallanes, Puerto Natales, desde Google Earth

2. PROCESOS CRÍTICOS VARIABLES

Respecto a los procesos críticos variables, se identificaron siete procesos cuyo comportamiento actual e histórico, según la evidencia levantada en estudios de la cuenca, se resumen a continuación:



Aumento en la demanda de agua potable debido al crecimiento de la población en áreas urbanas y periurbanas.

A nivel comunal, la ciudad de Puerto Natales registró un crecimiento intercensal del 12,35%, concentrando al 89,3% de su población en el área urbana (Municipalidad de Natales, 2020), mientras que en 2017 un 11% de su población residía en sectores rurales (CIREN, 2024), evidenciando la coexistencia de demandas urbanas y rurales por agua potable. En este contexto, las proyecciones de la DGA (2017) estiman que la demanda de agua potable urbana alcanzará los 11.272 Mm³/año al 2030 y los 11.578 Mm³/año al 2040, mientras que la demanda rural se mantendrá en valores relevantes.



Creciente demanda de agua debido a la expansión de actividades industriales.

La industria acuícola en Magallanes, especialmente el cultivo de salmón y mejillón ha experimentado una rápida expansión, con una inversión proyectada de US\$280 millones entre 2020 y 2023, incluyendo nuevas plantas de procesamiento y proyectos en evaluación ambiental (Aqua, 2021). Esta expansión ha elevado significativamente la demanda hídrica, con proyecciones de hasta 375.423 Mm³/año para 2030 (DGA, 2017). Además, actualmente existen 68 concesiones acuícolas dentro de la Reserva Nacional Kawésqar y 57 solicitudes adicionales en trámite (Arancibia et al, 2021), lo que ha generado preocupación por la presión sobre ecosistemas marinos y áreas protegidas, además de una creciente necesidad de servicios portuarios y marítimos que también requieren agua, reflejando una presión multisectorial sobre el recurso hídrico regional.



Insuficiente disponibilidad, acceso y generación de datos precisos sobre el recurso hídrico.

La ausencia de información técnica accesible y actualizada dificulta una gestión eficiente del agua, especialmente en el sector agrícola, donde los agricultores carecen de datos clave como la evapotranspiración o condiciones climáticas para decidir cuánto y cuándo regar. Además, persiste la falta de estudios sobre aguas subterráneas, lo que limita el conocimiento sobre la disponibilidad real del recurso y restringe la planificación hídrica a nivel territorial (CNR, 2017).



Carencia de infraestructura y servicios adecuados para el saneamiento en sectores rurales.

En el sector rural de Natales, el abastecimiento de agua se realiza principalmente mediante Sistemas de Agua Potable Rural (SSR), como los de Dorotea y Huertos Familiares, que extraen agua desde el estero Natales. Sin embargo, aún existen familias, parcelas de agrado y estancias que recurren a vertientes, ríos, pozos o camiones aljibe para complementar su consumo. A pesar de esta cobertura parcial, no hay redes de alcantarillado y los sistemas de tratamiento disponibles, principalmente fosas sépticas, resultan ineficientes e inadecuados para la realidad de la zona. Esta situación refleja una cobertura deficiente, donde el 5,6% de la población carece de servicios básicos y un 6,9% vive en condiciones de hacinamiento, lo que evidencia la necesidad de ampliar la infraestructura sanitaria en un contexto de crecimiento urbano y rural disperso.



Incremento en la demanda de agua para riego agrícola.

En la Región de Magallanes, particularmente en Última Esperanza, Magallanes y Tierra del Fuego, se ha registrado un aumento del 26% en la superficie agropecuaria entre 1997 y 2007, alcanzando más de 5,1 millones de hectáreas, donde predominan las plantas forrajeras (CNR, 2017). Este crecimiento se ha acompañado de un incremento del 91% en la superficie bajo riego, equivalente a 18.002 hectáreas adicionales en diez años, lo que refleja una intensificación de la demanda hídrica para uso agrícola. Se proyecta que esta demanda alcanzará los 2.648 Mm³/año al 2030 y los 2.987 Mm³/año al 2040, lo que representa un aumento del 43% en el periodo, evidenciando una presión creciente sobre los recursos hídricos en un contexto de expansión del uso del suelo y transformación productiva (DGA, 2017).



Ausencia de políticas y planes estratégicos a largo plazo para la gestión sostenida del recurso hídrico.

En la Región de Magallanes no existe una coordinación efectiva y sostenida entre servicios públicos, municipalidades y actores locales en torno a la gestión del agua, lo que limita la planificación a largo plazo (CNR, 2017). Adicionalmente, la falta de conocimiento por parte de los usuarios sobre las funciones de las instituciones públicas impide generar vínculos de confianza y alianzas público-privadas (DGA, 2021). Del mismo modo, las municipalidades, especialmente en zonas rurales, carecen de capacidades técnicas y humanas suficientes para liderar procesos de planificación hídrica, pese a tener buenas relaciones con actores productivos. Si bien existen programas y normativas sectoriales impulsadas por organismos como SUBPESCA, INDAP y CNR, estas suelen tener un enfoque fragmentado o individual, sin una hoja de ruta territorial común, lo cual no consolida una gobernanza integrada que asegure la sostenibilidad del recurso en el tiempo (DGA, 2021).



Vulnerabilidad de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) en el suministro de agua potable.

En la Región de Magallanes existen 11 Sistemas de Servicios Sanitarios Rurales (SSR), con una antigüedad promedio de 16,4 años, que abastecen a 3.292 personas, equivalente al 41,6 % de la población rural (Fundación Amulén, 2020). En la comuna de Natales, el abastecimiento rural depende principalmente de cuatro SSR -Dorotea, Huertos Familiares, Villa Renoyal y Puerto Edén- que en conjunto alcanzan a cerca de 1.400 personas (ANB, 2017). A pesar de su relevancia, estos sistemas presentan infraestructura envejecida y limitada, lo que los hace vulnerables frente a fallas técnicas, condiciones climáticas extremas y el aumento de la demanda. Esta situación refleja una fragilidad estructural que compromete la seguridad hídrica de la población rural de Natales, reforzando la necesidad de modernizar y fortalecer los sistemas existentes para asegurar la continuidad y calidad del servicio en el tiempo.

3. ÁRBOL DE PROBLEMAS

Problemas principales a partir de los procesos críticos variables



4. ESCENARIO TENDENCIAL PUERTO NATALES 2030-2050⁴



En la zona de Puerto Natales, la creciente demanda de agua, impulsada por la expansión de actividades industriales, acuícolas y portuarias, ha exacerbado las tensiones sobre los recursos hídricos disponibles. La industria del salmón y mejillón, junto con nuevas plantas de procesamiento, han incrementado la competencia por el uso del agua, agravada por **la falta de una estrategia integrada para la gestión del recurso. La presión sobre las fuentes superficiales y subterráneas** se ha intensificado, especialmente durante eventos climáticos extremos, como sequías prolongadas, afectando tanto a las industrias como a la población local.

El **crecimiento urbano de Puerto Natales** ha presionado aún más los sistemas de abastecimiento de agua, los cuales ya muestran signos de vulnerabilidad. **La falta de inversión en la modernización y expansión de las redes hídricas** ha llevado a una dependencia de soluciones de emergencia, como los camiones albije,

mientras que los cortes de agua son cada vez más frecuentes. **Los sectores productivos como el turismo y la acuicultura compiten por un recurso hídrico** escaso, y la falta de **coordinación entre los actores locales y las autoridades centrales** ha generado un manejo desarticulado del recurso, sin lograr mitigar la creciente demanda.

Además, el acceso a datos integrados y actualizados sobre el recurso hídrico sigue siendo una de las principales barreras para la gestión efectiva del recurso hídrico. Los **esfuerzos para monitorear la cantidad y calidad del agua no son suficientes**, y la información disponible se encuentra dispersa entre los diferentes organismos, lo que excluye a actores locales y pequeños agricultores. Esta desconexión ha resultado en decisiones descoordinadas, con diagnósticos fragmentados que no abordan las necesidades de los distintos sectores productivos.

4. Escenario elaborado mediante la metodología prospectiva del proceso de co-construcción con actores locales. Representa la evolución esperada del territorio bajo las tendencias actuales observadas en los procesos críticos identificados, sin incorporar intervenciones adicionales (Business as Usual).

El sector agrícola ha sido particularmente afectado por la falta de planificación a largo plazo. El crecimiento de las superficies cultivables ha aumentado la presión sobre los recursos hídricos, pero la **adopción de soluciones tecnológicas para mejorar la eficiencia del uso del agua ha sido limitada**. Los agricultores dependen de sistemas tradicionales de riego y de medidas paliativas, como el uso de camiones aljibe, que no logran enfrentar las sequías prolongadas y las variabilidades climáticas, reduciendo la competitividad agrícola en la región.

La **infraestructura hídrica para el consumo humano también ha sido insuficiente**

frente al crecimiento poblacional en las áreas urbanas y periurbanas de Puerto Natales. Los acuíferos están con uso por sobre su recarga y los ecosistemas acuáticos están siendo degradados por la falta de políticas de conservación. De mantenerse las tendencias actuales, las áreas rurales de Puerto Natales podrían enfrentar un agravamiento de problemas sanitarios, asociados a la operación de SSR y al uso persistente de pozos y norias en sectores dispersos. La insuficiente gestión y mantención de estas infraestructuras aumentaría la vulnerabilidad de las comunidades frente a riesgos de contaminación y limitaciones en el suministro.

A nivel institucional, la **falta de coordinación entre los actores responsables de la gestión del recurso hídrico** ha perpetuado un manejo fragmentado, con organismos fuera de las iniciativas de gobernanza. Los temas hídricos han tendido a quedar en un segundo plano, y la percepción de desconocimiento y dispersión del marco regulatorio hídrico entre distintos actores territoriales persiste, generando dificultades para su aplicación frente a los nuevos desafíos territoriales. Esta situación tendería a obstaculizar la planificación de largo plazo y limitar la capacidad del territorio para anticipar y gestionar escenarios de mayor presión hídrica.

La vulnerabilidad de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) es otra preocupación crítica, ya que la **falta de modernización y planificación de largo plazo** ha dejado a muchas comunidades rurales con servicios inadecuados. Las plantas de tratamiento operan con sobrecarga y sin capacidad para manejar la creciente demanda, exacerbando los problemas sanitarios en zonas como Puerto Edén. Las políticas ineficaces y la falta de colaboración entre los actores ha dejado a muchas de estas comunidades sin soluciones efectivas a la vista.

PRINCIPALES TEMAS ESCENARIO TENDENCIAL



El aumento de actividades industriales, acuícolas, portuarias y urbanas superan la capacidad de abastecimiento de las fuentes de agua superficiales y subterráneas.



Los sistemas de riego tradicionales y escasa tecnología limitan la productividad agrícola y su adaptación a cambios climáticos.



Sectores como turismo, acuicultura y agricultura compiten por el agua en un contexto sin una coordinación efectiva entre autoridades y actores locales que regulen el manejo del recurso hídrico.



El uso excesivo de acuíferos y la falta de políticas de conservación sin un marco regulatorio claro, afecta la sostenibilidad del recurso hídrico, especialmente en zonas rurales.



La falta de datos actualizados y consolidados dificulta la toma de decisiones y excluye a pequeños productores y actores locales de la gestión del agua.



Plantas de tratamiento saturadas y sistemas deficientes comprometen la calidad y suministro de agua en comunidades rurales.

5. ESCENARIO SUSTENTABLE

PUERTO NATALES 2030-2050⁵



La ciudad de Puerto Natales ha implementado medidas integrales para gestionar sosteniblemente la demanda creciente de agua. La expansión de la industria acuícola y portuaria, particularmente en el sector del salmón y mejillón, ha sido acompañada por una planificación adecuada y el uso de tecnologías avanzadas que permiten equilibrar las necesidades de diferentes sectores productivos. Los nuevos sistemas de monitoreo, junto con la gestión de los recursos hídricos, han permitido evitar la presión de fuentes superficiales y subterráneas, garantizando la resiliencia ante eventos climáticos extremos, como sequías prolongadas.

El acceso a agua potable en Puerto Natales también ha mejorado sustancialmente gracias a inversiones estratégicas en infraestructura hídrica. La expansión y modernización de las redes de distribución han permitido satisfacer la demanda creciente derivada del crecimiento urbano, mitigando los efectos del cambio climático

en los caudales de los ríos y el retroceso glaciar. La implementación de políticas de conservación de fuentes hídricas y la búsqueda de nuevas alternativas de abastecimiento, como la reutilización de aguas tratadas, han asegurado un suministro estable de agua potable, incluso durante los picos de demanda.

A nivel agrícola, el uso de nuevas tecnologías ha transformado el manejo del agua. La comuna ha adoptado sistemas de riego tecnificados y ha impulsado la eficiencia y la gestión local en el uso del agua mediante sistemas de almacenamiento y trasvases, permitiendo que la producción agrícola crezca de manera sostenible. Los agricultores, apoyados por programas de INDAP y CNR, han implementado sistemas de almacenamiento de agua que les han permitido adaptarse a los efectos del cambio climático, como las sequías prolongadas. La planificación a largo plazo y el acceso a fuentes de agua seguras han consolidado una agricultura más competitiva y estable.

La población de Puerto Natales ha crecido, pero la capacidad de la infraestructura hídrica ha sido reforzada, lo que ha permitido satisfacer la demanda de las áreas urbanas y periurbanas. Los acuíferos, han sido protegidos mediante la implementación de regulaciones estrictas y sistemas de monitoreo que garantizan su uso sostenible. Las inversiones en la búsqueda de nuevas fuentes de agua y en la mejora de la infraestructura han sido fundamentales para evitar la degradación de los ecosistemas acuáticos y asegurar un acceso equitativo al recurso.

En términos de gobernanza, la comuna ha logrado una coordinación efectiva entre los actores públicos y privados. La información sobre los recursos hídricos se ha centralizado en sistemas de datos accesibles para todos los usuarios, lo que ha permitido una planificación de largo plazo y toma de decisiones informada. Los proyectos hídricos han pasado a ser una prioridad, con un enfoque en la sostenibilidad y la participación activa de todos los actores en la cuenca.

Las zonas rurales también han visto mejoras notables en su infraestructura de saneamiento. En localidades como Puerto Edén y Villa Dorotea, se han implementado sistemas de alcantarillado adecuados, reduciendo la contaminación de los cuerpos de agua y mejorando la calidad de vida de los residentes. Las plantas de tratamiento de aguas servidas han sido modernizadas, y las fuentes de agua potable están mejor protegidas contra la contaminación. La educación y sensibilización de las comunidades sobre el uso adecuado del agua y la gestión de residuos han sido claves para mantener prácticas sostenibles y proteger los ecosistemas locales.

Finalmente, los Servicios Sanitarios Rurales han experimentado una transformación significativa. Gracias a la modernización de las plantas de tratamiento y a la planificación hídrica a largo plazo, las comunidades rurales cuentan con servicios de agua potable confiables y adecuados para satisfacer sus necesidades. La colaboración entre los distintos actores ha permitido mitigar los efectos del cambio climático, asegurando que todas las comunidades, incluso las más vulnerables, tengan acceso a agua limpia y segura.

5. Escenario construido de forma participativa con los actores de Puerto Natales, mediante la metodología prospectiva del proceso. Refleja la visión compartida de cómo deberían transformarse las condiciones actuales para alcanzar una gestión hídrica resiliente, equitativa y ambientalmente sostenible, integrando aspiraciones locales y criterios técnicos de sustentabilidad.

PRINCIPALES TEMAS ESCENARIO SUSTENTABLE



Las inversiones en redes de distribución y conservación han mejorado el acceso de agua potable. Además, alternativas como la reutilización de aguas servidas para fines como la agricultura, permiten reducir la presión en las fuentes de agua, asegurando la disponibilidad continua de agua a la población.



La modernización del riego y el uso de sistemas de almacenamiento han permitido una agricultura más sostenible y adaptada a los eventos de sequías, gracias al apoyo de programas públicos de INDAP y CNR.



La gestión hídrica se ha fortalecido gracias a la coordinación entre actores públicos y privados, con datos accesibles para todos los usuarios, facilitando la toma de decisiones informada.



Puerto Natales ha adoptado tecnologías avanzadas y una planificación integrada para equilibrar la demanda hídrica de sectores productivos como la acuicultura y la industria portuaria, evitando la sobreexplotación de fuentes naturales.



La modernización de plantas de tratamiento de aguas servidas en zonas rurales ha garantizado que la calidad de los cuerpos de agua sea óptima, lo que reduce el riesgo de contaminación en la captación de agua para potabilización.



Foto: Región de Magallanes Puerto Natales. Valentina Cárdenas V.

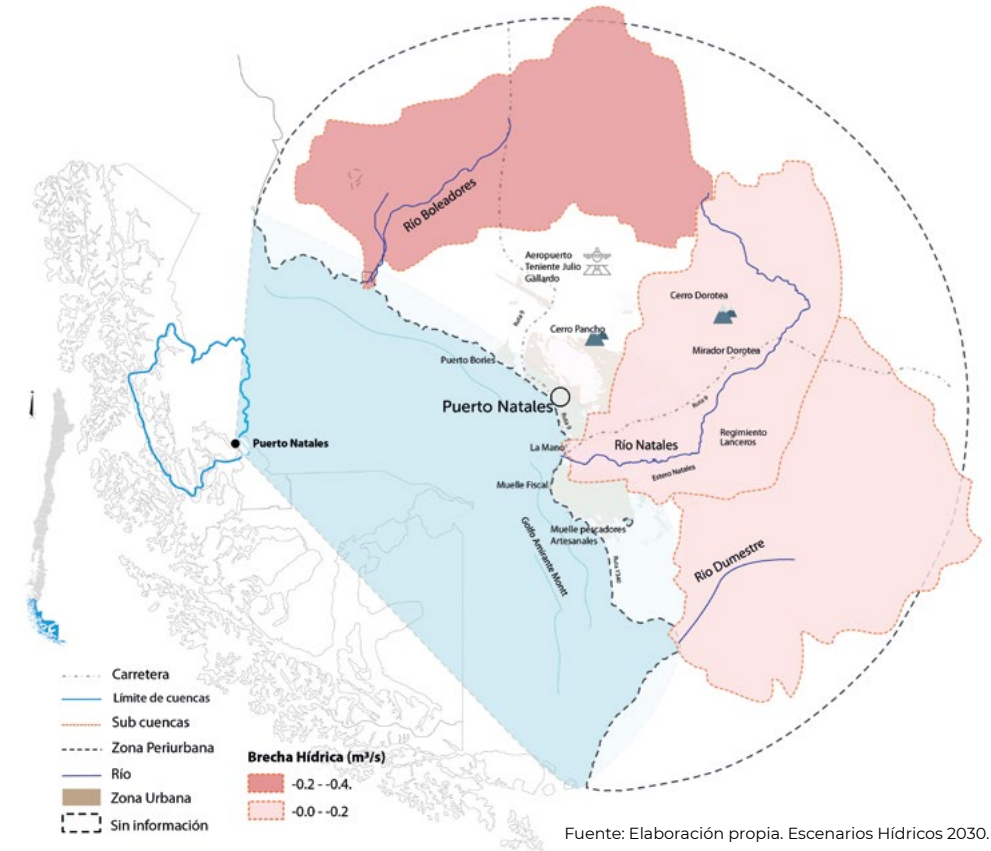
6. ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA

Siguiendo la metodología del Índice de Seguridad Hídrica (ISH) mencionada anteriormente, se logra evaluar por microcuenca la oferta de agua, tanto subterránea como superficial, en contraste con la demanda, tanto de los sectores productivos como lo ambiental, que incluye un componente ecológico. Es preciso mencionar que a diferencia de lo estimado en la Radiografía del Agua en Magallanes, donde la demanda se consideró constante a partir

del valor actual estimado en cada una de las cuencas, en este trabajo asociado a las hojas de ruta, la demanda productiva se proyectó en cada uno de los sectores considerados (industrial, agropecuario y doméstico) con el objetivo de establecer la brecha hídrica necesaria de cubrir en un escenario de demanda futura.

En la zona urbana y periurbana de Puerto Natales se trabajó en 3 microcuencas

Figura 17. BRECHA HÍDRICA PROYECTADA AL AÑO 2060



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

* Sin información para evaluación del ISH en modelo Hydrobid

Tabla 10: Índice de Seguridad Hídrica (m³/s), proyectada al 2060.⁶

Puerto Natales	Oferta (m³/s)	Demanda productiva (m³/s)	Q ambiental (m³/s)
Río Boleadores	0,18	0,002	0,57
Estero Natales	0,01	0,002	0,18
Río Dumestre	0,01	0,007	0,20
Total urbano y periurbano	0,20	0,01	0,94

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada. ■ Cubre necesidades de la subcuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo. ■ Cubre caudal ecológico pero afecta la demanda aguas arriba. ■ Efecto en el caudal ecológico.

Estación\ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Boleadores	-0,26	-0,28	-0,24	-0,35	-0,53	-0,48	-0,46	-0,43	-0,41	-0,46	-0,39	-0,41
Estero Natales	-0,09	-0,07	-0,13	-0,16	-0,19	-0,23	-0,23	-0,25	-0,20	-0,18	-0,18	-0,13
Río Dumestre	-0,11	-0,09	-0,16	-0,18	-0,21	-0,26	-0,27	-0,28	-0,23	-0,20	-0,20	-0,15

6. Los resultados del Índice de Seguridad Hídrica (1981–2020) fueron elaborados por el Centro de Ecología Aplicada. Para mayor antecedentes metodológicos, supuestos de cálculo, componentes de oferta y demanda considerados, así como las fuentes de información empleadas, visitar el Informe Técnico. CEA (2025) publicado en www.escenarioshidricos.cl.

disponibles en la herramienta HydroBID. Estás corresponden de norte a sur a las cuencas del río Boleadores, Estero Natales y río Dumestre. Cada una de ellas posee una oferta diferente de agua siendo el río Boleadores el que posee mayor cantidad de agua disponible con 0,2 m³/s⁵. La demanda de agua productiva representa sólo el 1% de la oferta hídrica, mientras que la demanda ambiental supera la oferta, evidenciándose una brecha de agua para sostener el ciclo del agua y la entrega gradual del recurso para los distintos usos.

Al considerar la demanda hídrica ecológica ésta supera 10 veces la oferta de agua futura, lo que supone la fragilidad del sistema y su potencial degradación ante el escenario de cambio climático. La brecha hídrica para la zona urbana y periurbana de Puerto Natales alcanza -1 m³/s (considerando el valor acumulado de las microcuencas dentro de la zona de estudio).

5. Estimada en el nodo de salida de la subcuenca (COMID HydroBID), calculada a partir de caudales naturalizados al nivel de Q85. Para mayor detalle, consultar en Índice de Seguridad Hídrica: Escenarios de desarrollo futuro y soluciones. Zona urbana y periurbana de Puerto Natales y Porvenir (CEA, 2025).

7. PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES

Con el objetivo de avanzar hacia la seguridad hídrica en la comuna de Natales, se llevó a cabo un proceso participativo que incluyó la **identificación y priorización de Medidas, Acciones y Soluciones (MAS)**.

Este trabajo se enmarcó en una serie de talleres con actores locales del territorio, orientados a responder de manera concreta a los principales procesos críticos previamente identificados en el diagnóstico territorial.

Particularmente, el tercer taller tuvo como propósito iniciar la priorización de las MAS, en base a los objetivos definidos en el escenario sustentable construido colectivamente para la comuna. Antes de llegar a la selección final, se desarrolló una instancia de análisis participativo donde los actores evaluaron el impacto de cada solución respecto a su aporte al desarrollo y a la gestión sostenible del recurso hídrico.

La priorización se realizó utilizando una matriz de evaluación basada en cinco preguntas clave de impacto, asignando a cada solución una nota de 0 a 5, donde 0 corresponde a **no aplica** y 5 al **mayor impacto positivo**. Las preguntas de impacto consideradas fueron las siguientes:

- ¿Aporta al desarrollo socioeconómico?
- ¿Aporta a la resiliencia frente a eventos extremos o desastres?
- ¿Aporta a mejorar el medio ambiente?
- ¿Aporta a mejorar la calidad del agua que uso?
- ¿Aporta a satisfacer mis necesidades básicas?

Esta metodología permitió calificar las soluciones según su nivel de impacto positivo en la cuenca, generando una primera priorización. Adicionalmente, se realizó una localización preliminar en terreno para cada solución, lo cual consideró la disponibilidad de superficie, condiciones técnicas y territoriales para su implementación.

Las soluciones fueron agrupadas en tres ejes estratégicos de acción:



En total, se identificaron

70

soluciones.

En total se evaluaron 70 soluciones. Sin embargo, considerando criterios de factibilidad técnica, territorial y operativa (superficie disponible, capacidad de almacenamiento y viabilidad de ejecución), se obtuvieron **26 soluciones priorizadas**.

Estas soluciones, detalladas en la Tabla 11, dan respuesta directa a los procesos críticos previamente identificados en el territorio, y representan una base para avanzar en acciones concretas frente a la brecha hídrica de la comuna.

A continuación, se presentan las soluciones priorizadas para su implementación, de acuerdo con el análisis realizado.



Fuente: Valentina Cárdenas, Región de Magallanes, camino a Fuerte Bulnes.

TABLA 11. CONJUNTO DE SOLUCIONES (MAS) PRIORIZADAS EN LOS TERRITORIOS PARA ABORDAR LA BRECHA HÍDRICA EN LA COMUNA DE PUERTO NATALES



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO



MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

1	Conservación de Ríos
2	Conservación de Humedales Naturales
3	Conservación de Turberas
4	Conservación de Estepas y Pastizales
5	Conservación de Matorrales
6	Conservación de Bosque Nativo
7	Sistema tradicional de captación y almacenamiento de aguas lluvias (Cochas/Bordos)
8	Jardines de lluvia para recolección de agua de escorrentía
9	Plaza de Agua para recolección de agua lluvia
10	Llanuras de Inundación
11	Sistema de eficiencia domiciliaria
12	Riego Mecanizado mayor (Aspersión o similar) (75%)
13	Micro riego localizado (goteo, microaspersión, microjet o similar) (85%)
14	Cambio de vegetación nativa de menor requerimiento hídrico en áreas verdes urbanas
15	Riego Subterráneo Áreas Verdes (90%)
16	Labranza de conversión mínima o cero
17	Cultivos hidropónicos y aeropónicos
18	Riego subterráneo Agricultura (90%)
19	Agricultura de precisión con técnicas de riego deficitario controlado
20	Agricultura vertical en invernaderos
21	Paisajismo Xérico
22	Reúso de agua residuales urbanas en emisarios submarinos
23	Estanque de almacenamiento local
24	Tratamiento con lodos activados para su ampliación en aguas servidas
25	Humedal artificial subsuperficial
26	Lombrifiltro para tratamiento de aguas servidas

8. EL IMPACTO DE LAS MEDIDAS, ACCIONES Y SOLUCIONES (MAS)

Cabe destacar que la implementación del conjunto de MAS no logra cubrir la brecha de la zona urbana y periurbana de Puerto Natales. Se recomienda que -para alcanzar la Seguridad Hídrica-se deben evaluar formas de abastecimiento complementarias.

La figura muestra la distribución porcentual del agua aportada por el conjunto de medidas, acciones y soluciones recomendadas para implementar en la zona urbana y periurbana de Puerto Natales, considerando los tres ejes técnicos de la Transición Hídrica asociados a medidas de oferta y demanda (protección de ecosistemas, eficiencia y uso estratégico del recurso, e incorporación de nuevas fuentes). El análisis

del portafolio de soluciones factibles y priorizadas en Puerto Natales indica un aporte hídrico anual total de **23,45 millones de m³**, que corresponde a una redistribución del recurso mediante medidas de distinta naturaleza. La composición de este aporte se encuentra fuertemente marcada por el **Eje Conservación, que concentra el 63% del volumen total, mientras que el Eje Nuevas Fuentes representa un 28% y el Eje Eficiencia un 9%.**

El bloque de **Conservación constituye el núcleo principal de la estrategia hídrica en Puerto Natales**, alcanzando más de 14,7 millones de m³/año. Está conformado por soluciones como la conservación



Fuente: Valentina Cárdenas V., Costanera Puerto Natales

26 MAS

Conjunto de soluciones aporta **23,45 millones de m³/año**



63% aporte de agua



9% aporte de agua



28% aporte de agua

de turberas, estepas, matorrales y bosque nativo. Aunque su aporte está vinculado principalmente a los servicios ecosistémicos de regulación, en este caso su volumen cuantitativo es decisivo. Estas medidas contribuyen a mantener la funcionalidad hídrica de los ecosistemas, fortaleciendo la infiltración, el almacenamiento natural y la regulación de caudales de agua, lo que repercute directamente en la seguridad hídrica urbana y periurbana.

Las soluciones de **Eficiencia, que totalizan cerca de 2,1 millones de m³/año, incluyen sistemas tecnificados de riego, agricultura de precisión y eficiencia en el uso domiciliario.** Aunque representan una proporción menor, cumplen un rol clave al optimizar el uso del recurso ya disponible, reduciendo pérdidas y mejorando la gestión en sectores de alta demanda. Estas acciones son especialmente relevantes en un contexto urbano en crecimiento y con limitaciones de oferta, donde el ahorro y la optimización tienen efectos inmediatos.

El aporte de **Nuevas fuentes de agua alcanza aproximadamente 6,6 millones de m³/año, proveniente principalmente del reúso de aguas residuales urbanas y la gestión local de almacenamiento de excedentes generados durante el año.** Estas medidas permiten diversificar la disponibilidad de agua en la ciudad, transformando recursos no aprovechados en insumos útiles para diferentes usos. Su incorporación constituye un eje estratégico para la resiliencia hídrica, reduciendo la dependencia de fuentes tradicionales y ampliando las alternativas de abastecimiento frente a escenarios de escasez.

9. CURVA DE ABATIMIENTO

La **Curva de Abatimiento (CdA)** es un instrumento que permite visualizar de manera comparativa el aporte hídrico y el costo unitario de cada una de las soluciones priorizadas. Esta herramienta es fundamental para la toma de decisiones, ya que facilita identificar cuáles medidas ofrecen un mayor impacto en la reducción de la brecha hídrica con menores costos de implementación. De esta forma, se genera una base sólida para orientar las inversiones públicas y privadas hacia aquellas soluciones más costo-eficientes y con mayor potencial de replicabilidad.

La construcción de la Curva de Abatimiento (CdA) para Puerto Natales permite dimensionar el aporte hídrico y los costos referenciales de las distintas Medidas, Acciones y Soluciones (MAS) priorizadas en el territorio. Este instrumento organiza el portafolio de soluciones considerando su contribución en metros cúbicos de agua, el costo unitario de implementación y los beneficios ambientales y sociales que generan.

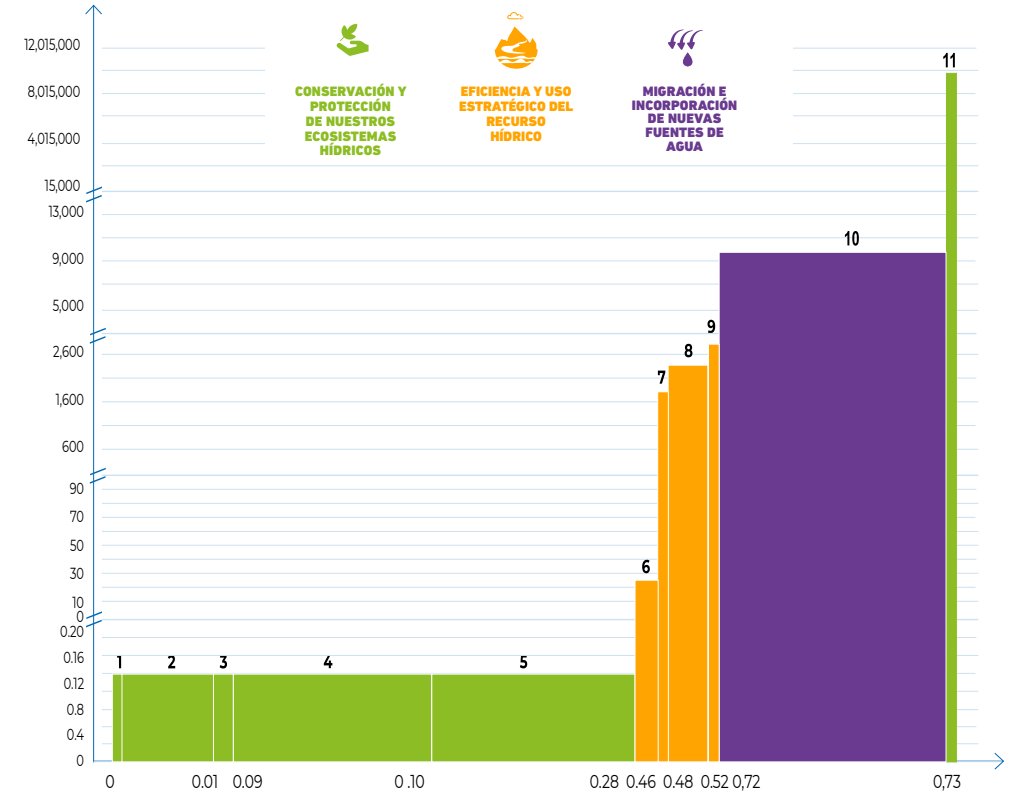
En **Puerto Natales**, el portafolio de soluciones priorizadas alcanza un aporte hídrico total de 23,45 millones de m³/año, redistribuido en tres ejes de acción. La composición del portafolio muestra una fuerte presencia del **Eje Conservación, que concentra el 63% del**

volumen aportado. En este bloque destacan medidas como la conservación de matorrales, turberas, estepas y bosques nativos, las cuales además de su aporte cuantitativo sostienen funciones ecosistémicas críticas de regulación y almacenamiento hídrico. **El Eje de Nuevas fuentes de agua representa el 28% del aporte total**, con un énfasis en el reúso de aguas residuales urbanas y la gestión local de almacenamiento, soluciones que diversifican la disponibilidad hídrica en la ciudad. Finalmente, **el eje de Eficiencia Hídrica contribuye con un 9% del volumen de agua**, a través de tecnologías de riego, sistemas domiciliarios y medidas de eficiencia en riego de áreas verdes urbanas.

De acuerdo con el análisis, **el 72% de las soluciones pueden implementarse en el corto plazo**, lo que entrega una alta factibilidad para iniciar acciones inmediatas. Además, **el 91% de las MAS priorizadas tienen beneficios ambientales**, asociados a la reducción de la presión sobre fuentes hídricas, la mejora en la eficiencia del recurso y el control de externalidades negativas en los ecosistemas. **Finalmente, el 67% de las soluciones generan beneficios sociales**, mejorando la calidad de vida, fortaleciendo la resiliencia comunitaria y creando oportunidades productivas.



Figura 18. CURVA DE ABATIMIENTO DEL CONJUNTO DE SOLUCIONES QUE CONTRIBUYEN A LA REDUCCIÓN DE LA BRECHA HÍDRICA EN PUERTO NATALES (m³/s)



1	Conservación de Humedales Naturales
2	Conservación de Turberas
3	Conservación de Estepas y Pastizales
4	Conservación Matorrales
5	Conservación de Bosque Nativo
6	Labranza de conversión mínima o cero
7	Riego Subterráneo Áreas Verdes (90%)
8	Sistema de eficiencia domiciliaria
9	Riego Mecanizado mayor (aspersión o similar) (75%)
10	Reúso de agua Emisario submarino
11	Llanuras de Inundación

10. HOJA DE RUTA PUERTO NATALES



Fecha de potencial implementación:



CONSERVACIÓN CICLO HÍDRICO

Meta 1:

El 100% de las ha de ecosistemas base, identificadas para conservar, se gestionan sustentablemente para mantener la funcionalidad hídrica.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m³/año]
Conservación de ríos	160.211
Conservación de humedales naturales	281.073
Conservación de turberas	2.414.254
Conservación de estepas y pastizales	461.737
Conservación de matorrales	5.796.729
Conservación de bosques nativos	5.624.643

Impacto Esperado

- Conservación activa de los ecosistemas clave en áreas urbanas y periurbanas.
- Aporte hídrico complementario a los sistemas locales de regulación.
- Reducción del riesgo de degradación de servicios ecosistémicos vinculados al agua (retención, recarga, regulación térmica).
- Aumento de la resiliencia territorial frente al cambio climático mediante soluciones de bajo costo y alto impacto ecosistémico.
- Protección de hábitats críticos y fortalecimiento de la biodiversidad asociada.

Inversión Referencial

La protección y conservación de ecosistemas relevantes en el ciclo hídrico tienen costos marginales asociados a su gestión, al no requerir infraestructura compleja.

Indicador

$$MP01=(HTHPT) \times 100$$

MP01: Porcentaje de superficie gestionada sustentablemente.
 HPT: Hectáreas con aplicación de medidas de conservación activa y con instrumentos de protección o gestión vigentes.
 HT: Total de hectáreas de ecosistemas base identificadas para conservación en zonas urbanas y periurbanas de Puerto Natales.
 El conjunto de soluciones aporta 10.466 m³/año, equivalente a 0,00033587 m³/s de agua.

Actores

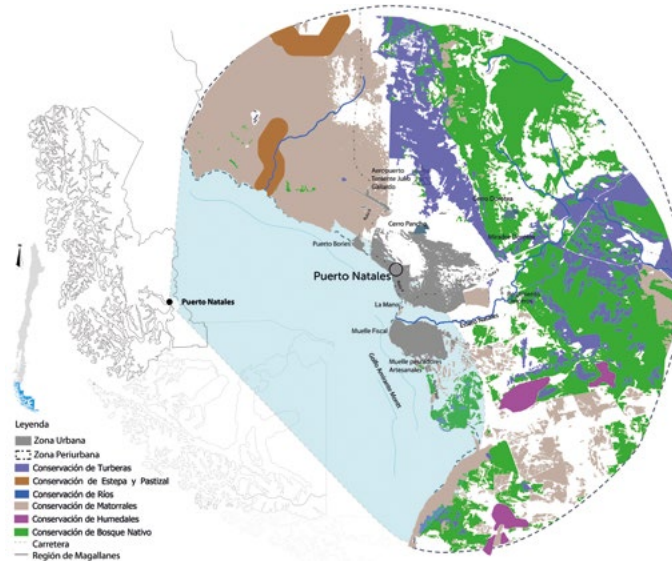
- Ministerio del Medio Ambiente (División SBAP)
- Municipalidad de Puerto Natales
- DGA

Apoyo:

- JdV, Bienes Nacionales, CONAF (SNASPE), SAG, MINAGRI, MINVU (IPT), Monumentos Nacionales, Privados dueños de los territorios fundamentales de conservar.

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la Meta 1

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



Fecha de potencial implementación:



CONSERVACIÓN CICLO HÍDRICO

Meta 2:

Garantizar la disponibilidad de al menos 5.872m³/año para la recarga de acuíferos mediante Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), en zonas prioritarias de conservación.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m³/año]
Sistema tradicional de captación y almacenamiento de aguas lluvias (Cochas/Bordos)	4394
Llanuras de inundación	1478

Impacto Esperado

- Las soluciones priorizadas podrían aportar un total de 5.872 m³/año de recarga adicional a los acuíferos en zonas urbanas y periurbanas de Puerto Natales.
- Este volumen complementa los aportes naturales y fortalece la recarga subterránea, clave para la sostenibilidad hídrica local.
- Aporta capacidad de almacenamiento temporal en el paisaje, favoreciendo la infiltración y resiliencia frente a sequías.

Inversión Referencial

Para implementar las soluciones priorizadas, se requiere una inversión total estimada de \$15.620.466.352, compuesta por:

- \$932.466.352 para Cochass/Bordos.
- \$14.688.000.000 para Llanuras de Inundación.

Esta inversión corresponde a la implementación completa de las superficies consideradas, asegurando la recarga potencial de 5.872 m³/año.

Indicador

Hectáreas con SbN implementadas x Recarga potencial (m³/año/ ha)

Recarga potencial estimada con SbN: 2,41 m³/año/ha
 El conjunto de soluciones aporta 5.872 m³/año, equivalente a 0,00018619 m³/s de agua.

Actores

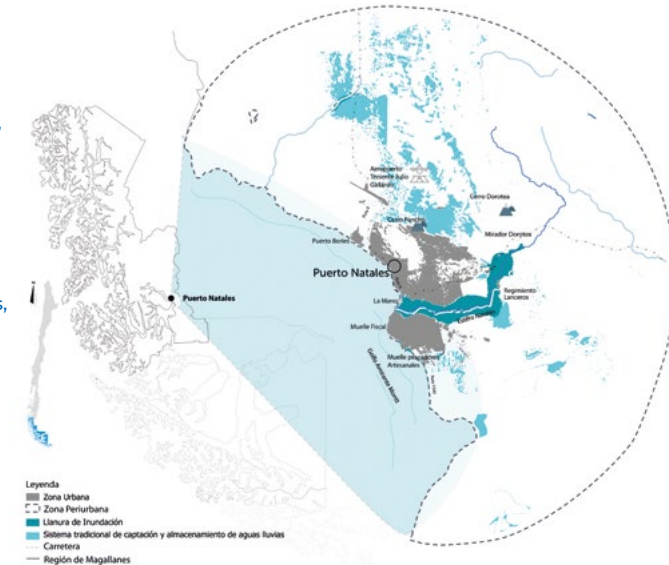
- Ministerio del Medio Ambiente (División SBAP)
- Dirección General de Aguas (DGA)
- Dirección De Obras Hidráulicas (DHO)

Apoyo:

- CIREN (APOYO INFORMACIÓN), CNR, SAG, JdV, INDAP, MOP, SSR
- Ministerio Desarrollo Social
- Gobiernos Regionales y Municipalidad.

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la Meta 2

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.





REPARACIÓN CICLO HÍDRICO

Meta 3:

Captar y disponer un mínimo de 3.564 m³/año para la recarga de acuíferos en zonas de regeneración urbana.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Jardines de Lluvia	3.542
Plaza de agua	22

Impacto Esperado

- Contribuir con 3.564 m³/año a la recarga de acuíferos en zonas urbanas y periurbanas de Puerto Natales.
- Aumentar la infiltración en áreas de alta escorrentía mediante infraestructura verde de bajo costo y alta replicabilidad.
- Mejorar el espacio público al integrar áreas de captación de agua con beneficios sociales y ambientales.
- Incrementar la resiliencia climática de la ciudad frente a escenarios de déficit hídrico.

Inversión Referencial

\$280.130.500
Esta cifra representa la inversión total estimada para implementar las soluciones en los espacios definidos de regeneración urbana, con el objetivo de garantizar un volumen de captación e infiltración

Indicador

Hectáreas intervenidas con soluciones de captación × Capacidad de aporte hídrico (m³/año)
Recarga potencial estimada con SbN: 2,41 m³/año/ha
El conjunto de soluciones aporta 3.564 m³/año, equivalente a 0,000122 m³/s de agua.

Actores

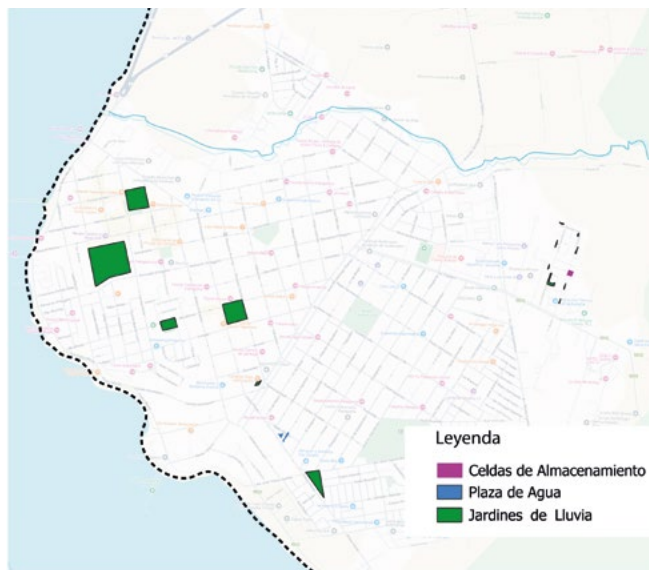
- Ministerio del Medio Ambiente (División SBAP)
- Municipalidad de Puerto Natales

Apoyo:

- JdV, Bienes Nacionales, CONAF (SNASPE), SAG, MINAGRI, MINVU (IPT), Monumentos Nacionales, Privados dueños de los territorios fundamentales de conservar.

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la Meta 3

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



OPTIMIZACIÓN EN RIEGO DE ÁREAS VERDES

Meta 4:

Optimizar el uso de agua mediante mejoras en la eficiencia del riego y/o reutilización de aguas en áreas verdes, generando una reducción potencial de hasta 97.081 m³/año (equivalente a 0,00308 m³/s), como medida para enfrentar la brecha hídrica de la zona urbana y periurbana de Puerto Natales.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Cambio de vegetación nativa de menor requerimiento hídrico en áreas verdes urbanas	18492
Paisajismo xérico o de bajo requerimiento hídrico	78589

Indicador

ha de áreas verdes intervenidas con soluciones de reducción de demanda × ahorro estimado de agua (m³/año/ha)
El conjunto de soluciones aporta un ahorro estimado de 97.081 m³/año, equivalente a 0,00308 m³/s.

Actores

- Gobierno Regional
- Municipalidad de Puerto Natales

Apoyo:

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (División SERVIU), Academia, CONAF, INIA, SEREMI Agricultura
- Junta de Vecinos unidad comunal

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la Meta 4

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

Impacto Esperado

- Reducción de la demanda de agua potable destinada a riego de áreas verdes en zonas urbanas y periurbanas.
- Adaptación del diseño paisajístico a un contexto de menor disponibilidad hídrica, sin sacrificar la habitabilidad ni los beneficios sociales del espacio público.
- Contribución directa a disminuir la brecha hídrica local y reducir presiones sobre los sistemas de agua potable y acuíferos.



Inversión Referencial

\$3.789.014.000
(compuesta por \$421.014.000 para cambio de vegetación y \$3.368.000.000 para paisajismo xérico)

Esta cifra representa la inversión estimada para implementar las soluciones priorizadas en áreas verdes urbanas y periurbanas de Puerto Natales, generando un ahorro potencial de 97.081 m³/año, equivalente a 0,00308 m³/s.



Fecha de potencial implementación:



OPTIMIZACIÓN DE RIEGO AGRÍCOLA

Meta 5:

Reducir en 28% el uso de agua para riego (equivalente a 176.286 m³/año) para mantener la superficie cultivada actual y destinar parte del recurso a la acumulación de aguas lluvias, favoreciendo así la sostenibilidad del sistema productivo.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Cultivos hidropónicos y aeropónicos	1.478
Agricultura de precisión con técnicas de riego deficitario controlado	1297
Riego mecanizado mayor (aspersión o similar) (75%)	171.264
Micro riego localizado (goteo, microaspersión, microjet o similar) (85%)	518
Riego subterráneo (90%)	1297
Agricultura vertical en invernaderos	732

Impacto Esperado

- Disminución del 28% del uso de agua para riego en el área intervenida.
- Liberación de caudal para acumulación de aguas lluvias y para otros usos prioritarios.
- Modernización tecnológica del riego y mejora de la productividad hídrica.
- Mayor resiliencia del sistema productivo frente a sequías y variabilidad climática.

Inversión Referencial

La inversión total estimada para cumplir esta meta alcanza los \$1.341 millones considerando la implementación de soluciones tradicionales de eficiencia en riego (hidropónicos, agricultura de precisión, riego mecanizado, micro riego y riego subterráneo).

Indicador

Reducción del uso de agua para riego (%) = $\frac{\text{Volumen ahorrado por las soluciones (m}^3\text{/año)}}{\text{Volumen total de agua para riego base (m}^3\text{/año)}} \times 100$

Actores

- Ministerio de Agricultura (MINAGRI)
- Comisión Nacional de Riesgo (CNR)

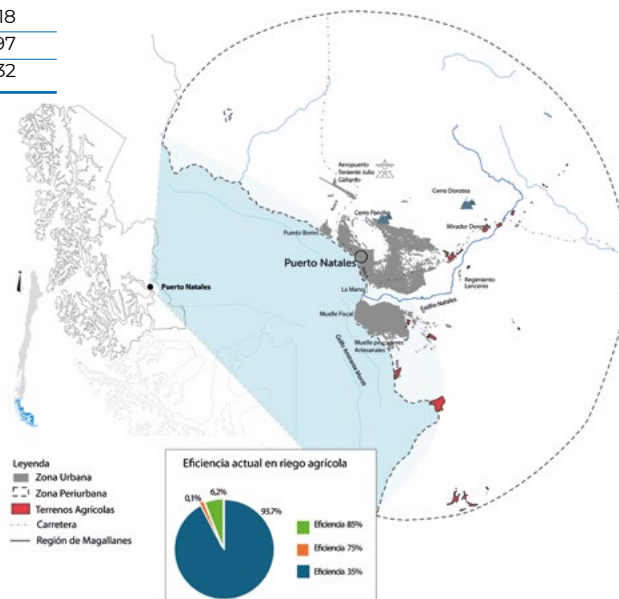
Apoyo:

- Municipalidad de Puerto Natales
- Asociaciones Gremiales agrícolas
- Agricultores
- Academia.

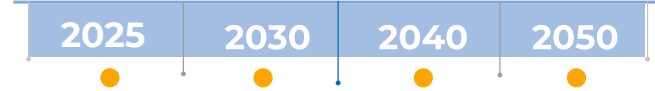
Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la Meta 5.

El área total considerada para la distribución porcentual es de 162.38 Ha de Cultivos agrícolas, segregados por eficiencia de riego.

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



Fecha de potencial implementación:



CAMBIO PROCESO AGRÍCOLA

Meta 6:

Optimizar los procesos de producción agrícola en un 83% de las hectáreas cultivadas, permitiendo disponer de 655.262 m³/año de agua para enfrentar la brecha hídrica existente a escala local y de cuenca.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Labranza de conservación mínima o cero y Agricultura Regenerativa	655262

Impacto Esperado

- Implementación de prácticas regenerativas en **819 hectáreas**, mejorando la estructura y salud del suelo.
- Disponer de 655.262 m³/año para apoyar la seguridad hídrica a escala local y de cuenca.

Inversión Referencial

\$16.381.540 (correspondientes a \$20.000/ha para la implementación de prácticas regenerativas en 819 hectáreas).

Esta cifra representa la inversión estimada para aplicar las soluciones priorizadas en áreas agrícolas de secano en Puerto Natales, generando una disponibilidad potencial de 655.262 m³/año, equivalente a 0,021 m³/s

Indicador

Disponibilidad hídrica (m³/año) = Superficie intervenida (ha) × Ahorro de agua por ha (m³/ha/año)

Actores

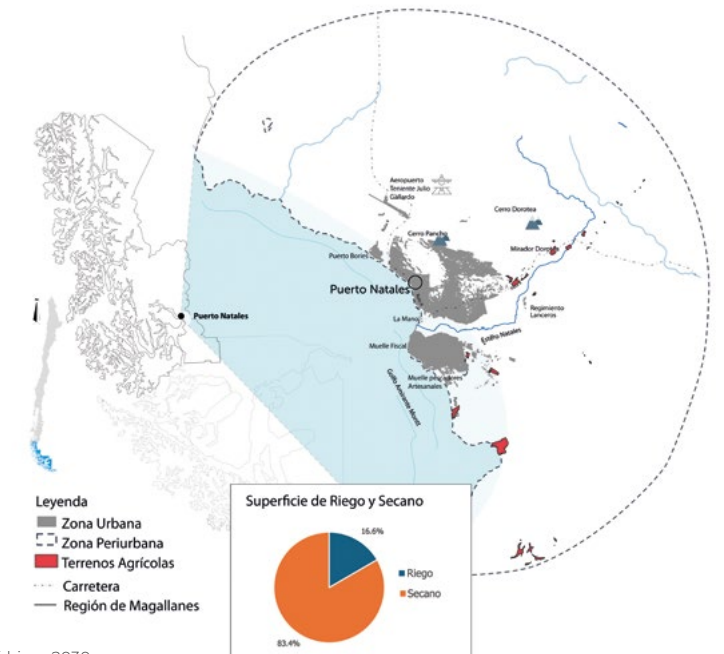
- Comisión Nacional de Riesgo (CNR)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
- Asociación de ganaderos

Apoyo:

- INDAP, OUAS, Asociaciones gremiales agrícolas, Agricultores, CONAF, Academia, Consultores

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la Meta 6.

La distribución considera un área total de 963 ha de cultivos agrícolas, segregadas por el sistema de riego.



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



Fecha de potencial implementación:



OPTIMIZACIÓN DE AGUA POTABLE

Meta 7:

Disminuir en 1.132.253 m³/año (0,036 m³/s) el consumo urbano de agua en el sector doméstico (agua potable y saneamiento), mediante sistemas de optimización del recurso hídrico a nivel doméstico, aportando a la mitigación de la brecha hídrica local.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Sistema de eficiencia domiciliaria	1132253

Impacto Esperado

- Implementación de sistemas de eficiencia hídrica en el sector doméstico urbano, optimizando el uso del recurso y reduciendo pérdidas.
- Generación de un ahorro estimado de 1.132.253 m³/año, equivalente a 0,036 m³/s, contribuyendo a la mitigación de la brecha hídrica en la ciudad.

Inversión Referencial

\$2.678.296.620

Esta cifra representa la inversión estimada para implementar sistemas de eficiencia domiciliaria en el sector urbano de Puerto Natales, generando un ahorro potencial de 1.132.253 m³/año (0,036 m³/s).



Indicador

Reducción del consumo urbano (m³/año) = Número de hogares intervenidos × Ahorro promedio por hogar (m³/año)

Actores

- SISS
- Empresas Sanitarias
- Municipalidad de Puerto Natales

Apoyo:

- SSR
- Ministerio de Educación
- Dirección de Obras hidráulicas (DOH)
- DGA
- Ministerio de Salud

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 7**



Fecha de potencial implementación:



REÚSO DE AGUAS RESIDUALES DOMICILIARIAS

Meta 8:

Implementar el tratamiento y reúso progresivo de las aguas residuales domiciliarias hasta alcanzar el 100% de cobertura/generación, asegurando impactos positivos en los ámbitos económicos, social y ambiental.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Reutilización de agua residual rural	
Tratamiento con lodos activados para su aplicación en aguas servidas	74022
Humedal artificial subsuperficial	
Lombrifiltro para tratamiento de aguas servidas	

Impacto Esperado

- Tratamiento y reúso de 74.022 m³/año de aguas residuales domiciliarias.
- Contribución a la seguridad hídrica, reducción de descargas contaminantes y aprovechamiento eficiente del recurso.

Inversión Referencial

Entre **\$19.541.808** y **\$243.384.336**, dependiendo del tipo de tratamiento requerido antes del reúso. El menor valor corresponde a la reutilización directa sin tratamiento adicional, mientras que el mayor valor considera la implementación de sistemas de tratamiento con lodos activados. Esta inversión permitiría reutilizar 74.022 m³/año, contribuyendo a la seguridad hídrica y a la reducción de descargas de aguas servidas al medio ambiente.

Indicador

Porcentaje de aguas residuales domiciliarias tratadas y reutilizadas (%) = (Volumen de aguas residuales tratadas y reutilizadas en m³/año / Volumen total de aguas residuales generadas en m³/año) × 100

Actores

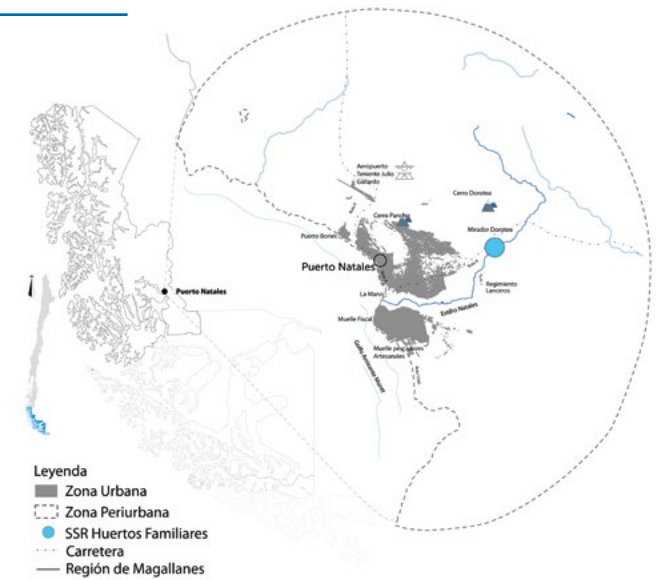
- Dirección De Obras hidráulicas (DHO)
- SISS

Apoyo:

- CNR
- MINSAL

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 8**

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.





Fecha de potencial implementación:



REÚSO DE EMISARIOS SUBMARINOS

Meta 9:

Asegurar que el 100% de los caudales descargados por emisarios submarinos sean tratados y reutilizados al impulsar el desarrollo de infraestructura de alcantarillado que permita su gestión eficiente en iniciativas con beneficios sociales y ambientales.

Indicador

MP10 = (Caudal reutilizado desde emisarios submarinos / Caudal total descargado por emisarios submarinos) × 100

Actores

- Municipalidad de Puerto Natales
- SISS

Apoyo:

- Gobiernos Regionales
- Empresas Sanitarias y privadas

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m³/año]
Reúso de aguas residuales urbanas en emisarios submarinos	6307200

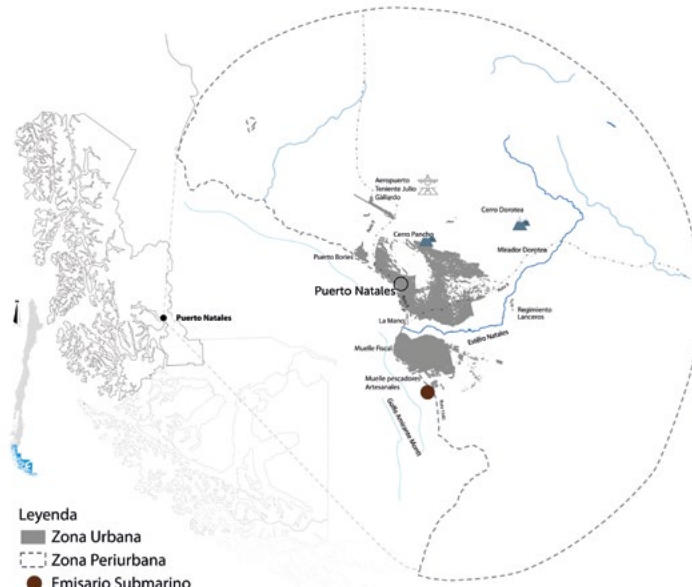
Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 9**

Impacto Esperado

· Reutilización de 6.307.200 m³/año de aguas residuales tratadas, actualmente descargadas al Canal Señoret, para usos productivos, urbanos y ambientales, reduciendo la presión sobre fuentes de agua dulce y contribuyendo a la seguridad hídrica local.

Inversión Referencial

\$61.041.081.600. correspondiente a la implementación de infraestructura para el reúso de aguas residuales urbanas en emisarios submarinos en Puerto Natales. Esta cifra representa la inversión estimada para aprovechar el caudal tratado existente, generando un aporte de 0,200 m³/s para la ciudad y su entorno.

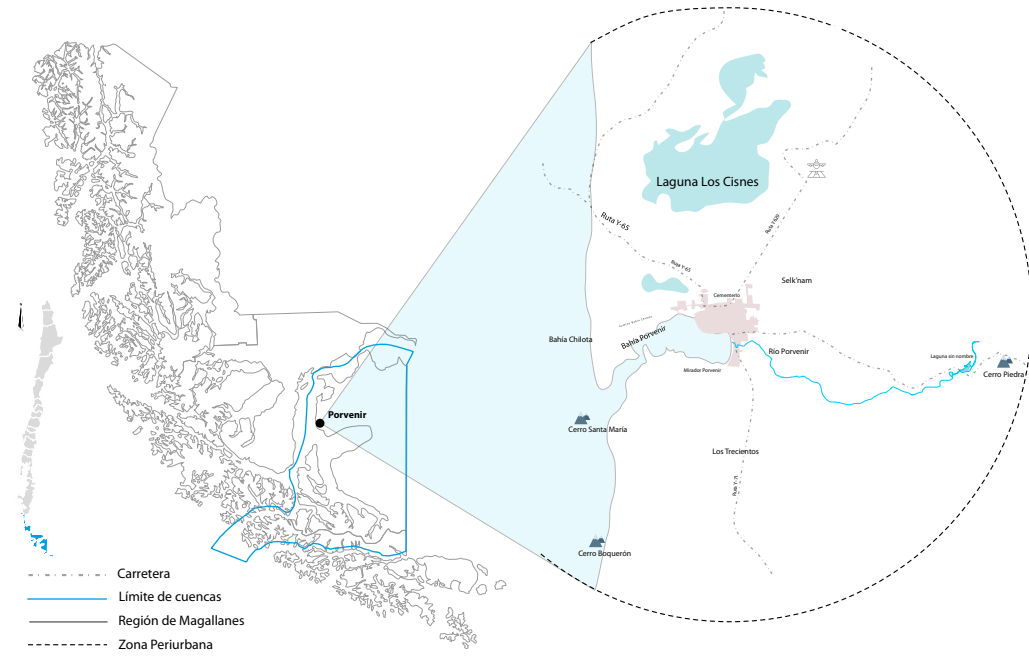


Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



PORVENIR

Figura 19 ALCANCE GEOGRÁFICO DE LA ESTRATEGIA HÍDRICA⁷



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

1. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL PORVENIR

La comuna de Porvenir se ubica en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, siendo la capital de la provincia de Tierra del Fuego. Con una superficie de 9.707 km², representa el núcleo urbano y administrativo más relevante del territorio insular chileno, destacando por su rol estratégico como centro de servicios, nodo intermodal y puerta de acceso a la isla, con conectividad aérea, marítima y terrestre con Punta Arenas y

6.801
Habitantes (2017)

9.707 KM²
superficie comunal

otras localidades insulares (Municipalidad de Porvenir, 2023).

Porvenir presenta un clima mediterráneo frío con lluvias invernales, donde se proyecta al año 2050 un leve aumento de las precipitaciones, con un superávit de

7. En el caso de Porvenir, la delimitación del área urbana y periurbana se definió según un criterio técnico-hídrico, abarcando el polígono de influencia del sistema de abastecimiento hasta la toma de agua de la ciudad, incluyendo las subcuencas asociadas. Esta delimitación se utiliza únicamente con fines de análisis territorial y no se ajusta a las categorías establecidas en la Ley N.º 20.998 sobre Servicios Sanitarios Rurales ni a los límites administrativos urbanos vigentes.⁸

precipitación anual normal de 39 mm y de precipitación anual máxima de 71 mm y un alza de temperaturas tanto en invierno como en verano (Municipalidad de Porvenir, 2023).

La comuna forma parte de un complejo hidrográfico compuesto por numerosos cursos y cuerpos de agua, como el Río Porvenir, la Laguna Salada y el Monumento Natural Laguna de los Cisnes, el cual resguarda especies como el cisne de cuello negro y el flamenco chileno, conformando un ecosistema de alto valor ambiental (CONAF, s.f.).

En cuanto a su población, Porvenir cuenta con 6.801 habitantes, concentrando el 81% de la población de la provincia de Tierra del Fuego y el 4,1% de la población regional. Destaca un dinamismo demográfico en recuperación, con alta inmigración desde comunas del sur del país, una población relativamente joven, y un elevado índice de masculinidad, asociado a su carácter fronterizo y la presencia de instituciones militares (Municipalidad de Porvenir, 2023).

En Porvenir, la empresa Aguas Magallanes se encarga de proveer infraestructura sanitaria, así como servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento preliminar de aguas servidas. La cobertura de agua potable es del 100 % de la población dentro de la zona urbana, mientras que, la cobertura de alcantarillado aumentó de 88,2 a 94,9% entre 2000 y 2020. Dicho sistema está dividido en tres sectores: Alto, Bajo y Corvi transportando las aguas mediante gravedad, excepto en el sector Corvi, donde se utilizan bombas mecánicas, hasta un emisario terrestre que las conduce a una planta elevadora en donde posteriormente las aguas son vertidas al mar la bahía de Porvenir. Por otro lado, las zonas rurales dependen del suministro de agua potable proporcionado por la municipalidad a

través de camiones aljibes (Aguas Magallanes, 2021; Municipalidad de Porvenir, 2023).

A pesar de los avances en la cobertura de agua potable y alcantarillado, la comuna enfrenta importantes desafíos ambientales relacionados a la gestión del recurso hídrico, principalmente debido al vertimiento de aguas servidas y residuos industriales (Riles) sin un tratamiento robusto previo directamente en la Bahía de Porvenir, lo que constituye un foco de contaminación directa. Asimismo, la proximidad del vertedero comunal y el cauce del Río Porvenir genera preocupación constante por la posible contaminación de este recurso hídrico. Finalmente, también existe inquietud respecto a la accesibilidad al agua potable durante la temporada invernal, ya que las bajas temperaturas podrían provocar el congelamiento del punto de captación, representando un factor crítico para el desarrollo de la vida y de las actividades de la población (Municipalidad de Porvenir, 2023).

La economía local ha estado históricamente vinculada a la actividad ganadera, particularmente la producción de ganado ovino, que representa una parte significativa del stock regional y nacional. A esta se suman la industria textil y acuícola, aunque la primera ha disminuido su presencia con el cierre de varias empresas, mientras que la segunda, se mantiene como fuente principal de empleo (PRC, 2023). Porvenir ha experimentado además una progresiva diversificación económica, con inversiones en infraestructura y servicios, para el fomento de la actividad turística, mediante el Plan de Desarrollo Turístico Sustentable de la provincia de Tierra del Fuego (Municipalidad de Porvenir, 2023).

En la comuna el proceso de construcción colectiva de Escenarios Hídricos 2050 ha

identificado procesos críticos invariables, principalmente vinculados a los efectos del Cambio Climático, a los que ésta deberá adaptarse; y procesos críticos variables, que pueden ser manejados si se implementan las soluciones adecuadas.

Respecto a los procesos críticos invariables, en la comuna de Porvenir, el cambio climático se manifiesta principalmente a través del aumento de la temperatura media, con proyecciones que indican un alza homogénea en toda la región, alcanzando hasta 1,36 °C en sectores como Laguna Blanca, y afectando también las temperaturas mínimas y máximas, lo que incrementa el riesgo de heladas y su impacto en la producción local (GORE Magallanes, 2024). Además, se han intensificado procesos críticos relacionados al aumento de eventos extremos, como las inundaciones, sequías, incendios forestales y erosión del suelo. Las inundaciones se relacionan con lluvias intensas concentradas en pocos días, deshielos abruptos y vaciamientos glaciares violentos (GLOF e IDLOF), especialmente en zonas cercanas a Campos de Hielo y en cuencas como la del río de Las Minas en Punta Arenas, donde se proyecta un aumento del 40 % en los caudales máximos para fines de siglo (MMA, 2024).

Por otro lado, las sequías severas han mostrado una tendencia creciente desde la década de 1990, observándose una disminución en las precipitaciones anuales, con mayor intensidad en primavera-verano, fenómeno que también ha afectado a Porvenir y su entorno (GORE Magallanes, 2024; MMA, 2024). Si bien históricamente Magallanes ha tenido una menor cantidad de incendios forestales, en Porvenir estos pueden intensificarse debido al aumento de las temperaturas, el déficit hídrico estacional

y la acción humana, especialmente en contextos recreativos (MMA, 2024).

Asimismo, la erosión del suelo también representa un proceso crítico invariable, ya que Porvenir, junto a Puerto Natales y San Gregorio, concentra el 76 % de la superficie regional categorizada con clases de erosión severa o muy severa (CIREN, 2010), lo que ha reducido considerablemente la capacidad productiva de las estepas locales, generando en tres décadas la pérdida de casi un millón de unidades bovinas (Universidad de Chile, 2018).

Por último, el aumento sostenido de la población urbana y rural, ha significado un crecimiento demográfico de 24,45% entre el 2022 y 2017, acompañado de una fuerte presión sobre los ecosistemas locales producto del turismo, la inmigración interna y la expansión de actividades económicas como el comercio y los servicios (Municipalidad de Porvenir, 2023).



Fuente: Costanera, Porvenir, Valentina Cárdenas V..



Fuente: www.muniporvenir.cl



Fuente: Fotografía Región de Magallanes, Porvenir, desde Google Earth

2. PROCESOS CRÍTICOS VARIABLES

Respecto a los procesos críticos variables, se identificaron ocho procesos cuyo comportamiento actual e histórico, según la evidencia levantada en estudios de la cuenca, se resumen a continuación:



1 Incremento en la demanda de agua debido a la expansión e intensificación de prácticas agrícolas
Entre 1997 y 2007, la superficie destinada al riego en la Región de Magallanes aumentó en un 91%, sumando 18.002 hectáreas, y las explotaciones agropecuarias crecieron en un 26% en superficie, con lo cual la demanda proyectada de agua para riego pasará de 2.648 Mm³/año en 2030 a 2.987 Mm³/año en 2040. El riego por tendido, poco eficiente, representa más del 80% del total, y existe escasa información técnica para una gestión adecuada del recurso. Falta de mayor implementación de estaciones de monitoreo de aguas subterráneas y una alta dependencia de aguas superficiales, lo que evidencia un escenario de presión creciente sobre los recursos hídricos regionales.



2 Pérdida de áreas de regulación hídrica proporcionada por los ecosistemas naturales.

La región enfrenta una pérdida significativa de ecosistemas reguladores del agua, como turberas, humedales y bosques ribereños, afectados por la expansión urbana, la actividad acuícola intensiva y la invasión del castor canadiense. Esta plaga altera el régimen hídrico, aumenta la temperatura del agua, provoca acumulación de sedimentos y contaminación con patógenos como *Giardia* sp. El exceso de siembra de alevines genera pérdida de oxígeno y proliferación de algas, degradando la calidad del agua y el suelo marino. De la misma manera, la presión urbana sobre áreas protegidas, como el Monumento Natural Laguna de Los Cisnes, intensifica la perturbación de hábitats naturales y servicios ecosistémicos.



3 Insuficiente coordinación entre las instituciones responsables de la gestión de los recursos hídricos.

En la comuna de Porvenir, se identifican desafíos en la articulación entre las distintas entidades con competencias en la gestión del agua, lo que limita el avance hacia una gestión integrada del recurso. Si bien la Dirección General de Aguas (DGA) ha fortalecido su capacidad regional, contando actualmente con tres fiscalizadores en funciones y con la existencia de organizaciones de usuarios constituidas y otras en proceso de formación en la región, aún persiste la necesidad de fortalecer la coordinación interinstitucional y el intercambio de información hídrica, especialmente en lo referido a aguas subterráneas y planificación territorial.



4 Reducción en la cantidad de agua subterránea disponible en la cuenca.

Si bien no existen antecedentes específicos disponibles para Porvenir, en la provincia de Tierra del Fuego, la Dirección General de Aguas (DGA, 2024) declaró Área de Restricción el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC) en la Estancia Calafate, ubicado en la comuna de Primavera, debido a que la demanda comprometida supera la oferta sustentable del acuífero, generando riesgo de disminución del recurso y afectación a derechos preexistentes. Este antecedente evidencia una presión creciente sobre las aguas subterráneas en la isla, junto con una limitada cobertura de monitoreo (ICME = 0 %) y ausencia de información sobre la tasa de extracción efectiva.



5 Reducción en la cantidad de agua superficial disponible en la cuenca.

En cuencas como Tierra del Fuego o Laguna Blanca, no es posible constituir derechos de grandes volúmenes de agua por la disminución del recurso superficial. Además, el acceso se ve limitado por la ubicación de las fuentes, las cuales se encuentran muchas veces alejadas de las zonas de interés agrícola o ganadero, lo que encarece su uso. En comunas como Porvenir, el déficit de agua superficial ha obligado a recurrir a camiones aljibe para abastecer a productores hortícolas. Si bien las simulaciones climáticas proyectan cierta estabilidad o incluso alza de precipitaciones anuales medias, esta no compensa la disminución estacional del agua disponible, especialmente en verano, ni resuelve los problemas de acceso y distribución que afectan a los sistemas productivos locales.



6 Creciente demanda de agua debido a la expansión de actividades industriales.

Se proyecta que la demanda de agua del sector industrial en la Región de Magallanes aumente de 788 Mm³/año en 2030 a 908 Mm³/año en 2040, impulsada principalmente por la industria alimentaria marina y la explotación de hidrocarburos. Este incremento, estimado en un 51% entre 2015 y 2040, ocurre en un contexto de alta fragilidad ecológica, donde los ecosistemas hídricos y terrestres –como turberas, glaciares y lagunas– son altamente sensibles al cambio climático y a la intervención humana, lo que agrava los impactos asociados al uso intensivo del recurso hídrico.



7 Gestión deficiente del recurso hídrico.

La falta de coordinación entre servicios públicos y municipalidades, sumada a la escasa asignación de recursos materiales y humanos para el estudio y manejo del agua, evidencia una gestión deficiente del recurso hídrico en la Región de Magallanes. Este conjunto de factores compromete la capacidad de regulación hídrica natural en un contexto de alta vulnerabilidad climática.



8 Reducción en los flujos de escorrentía y pérdida de biodiversidad en la zona urbana y periurbana en relación a la presencia de castor.

La invasión del castor canadiense ha provocado alteraciones profundas en los ecosistemas de la región, afectando bosques, turberas, cursos de agua y zonas urbanas y periurbanas. La construcción de sus represas –más de 3.500 solo en Porvenir– ha modificado los flujos de escorrentía, aumentando la temperatura del agua, alterando el régimen hídrico y generando acumulación de sedimentos y materia orgánica. Estos impactos afectan la biodiversidad, la provisión hídrica y la infraestructura, con reportes de cortes de agua en zonas urbanas. Se estima que el daño ecológico tiene un costo económico mínimo de 6.638 millones de dólares, lo que evidencia la magnitud del problema. Además, se ha identificado al castor como una amenaza directa para áreas protegidas y turberas subantárticas, así como para el bienestar humano, especialmente en localidades como Porvenir y Timaukel, esta última con el 41% de las represas regionales.

3. ÁRBOL DE PROBLEMAS

Problemas principales a partir de los procesos críticos variables



4. ESCENARIO TENDENCIAL⁸

PORVENIR 2030-2050



Porvenir **podría enfrentar un aumento progresivo de su vulnerabilidad hídrica debido a la limitada capacidad de sus fuentes superficiales y subterráneas y a la persistencia de déficits de precipitación.**

La reducción en la recarga de acuíferos y los descensos en los caudales observados en los últimos años, que motivaron la declaración de zona de escasez hídrica (DGA, Decreto Exento N° 31/2023), anticipan una mayor presión sobre el abastecimiento urbano y productivo. Los estudios de Aguas Magallanes S.A. (2021) proyectan que, de mantenerse las condiciones actuales, la demanda superará la capacidad de las fuentes hacia 2035, configurando un escenario de estrés hídrico sostenido y mayor exposición frente al cambio climático.

La **expansión de la agricultura ha sido limitada por la falta de tecnologías avanzadas y la disponibilidad insuficiente de agua.** Aunque se ha incrementado la superficie cultivable, los sistemas de riego tradicionales son ineficientes, lo que ha restringido la capacidad de los agricultores

para expandir su producción e incluso sostenerla. A su vez, el cambio climático ha aumentado la evapotranspiración, lo que ha incrementado la demanda de riego, generando conflictos con otros sectores que también dependen del recurso hídrico.

La **falta de coordinación entre las instituciones públicas y privadas responsables de la gestión hídrica del agua** se ha transformado en una administración fragmentada e ineficiente. A medida que nuevos proyectos industriales y agrícolas se instalan en la región, los conflictos por el uso del agua se han intensificado. Además, existe un desconocimiento por parte de los actores territoriales del marco regulatorio y mecanismos de resolución efectivos, lo que ha retrasado la implementación de soluciones hídricas prácticas lo que ha debilitado la gobernanza hídrica.

La extracción de agua subterránea por sobre la recarga natural ha provocado el agotamiento de los acuíferos. La presión de

8. Escenario elaborado mediante la metodología prospectiva del proceso de co-construcción con actores locales. Representa la evolución esperada del territorio bajo las tendencias actuales observadas en los procesos críticos identificados, sin incorporar intervenciones adicionales (Business as Usual).

estos recursos ha llevado a la profundización de los pozos, encareciendo el acceso al agua y afectando tanto a los pequeños agricultores como a las comunidades rurales. Si bien la región cuenta con una red de estaciones de monitoreo —que incluye pozos, fluviométricas, meteorológicas, de calidad de agua y en lagos— y que se proyecta seguir ampliando hacia el 2030, persisten brechas relevantes en la información hidrogeológica y en la integración de los datos disponibles. La falta de sistematización y accesibilidad de esta información sigue generando incertidumbre respecto del estado de los recursos hídricos, especialmente en lo referido a aguas subterráneas y a la capacidad de proyectar escenarios de disponibilidad futura.

Además, **la presencia no controlada de castores ha alterado los ecosistemas locales y reducido los flujos de escorrentía**, afectando gravemente el abastecimiento de agua en zonas urbanas y periurbanas. Los castores han construido represas que desvían los cuerpos de agua, alterando la calidad del agua y causando la pérdida de biodiversidad en las áreas afectadas. Los esfuerzos aislados para controlar la población de castores no han sido suficientes para frenar su impacto en los ecosistemas.

El crecimiento de la industria del hidrógeno verde (H2V) no ha logrado sostenerse sólo con agua desalada, lo que ha generado presión en agua dulce y ha aumentado competencia por los recursos hídricos. El aumento de la población asociada a la industria, junto con la expansión de los sectores ganadero y agrícola, ha puesto una presión sobre los acuíferos y las fuentes

superficiales. La falta de coordinación entre los actores locales ha generado una gestión no planificada del recurso.

Por otro lado, **la pérdida de ecosistemas naturales críticos, como humedales y turberas**, ha agravado los problemas de regulación hídrica. La degradación de estos ecosistemas ha reducido drásticamente los caudales de los ríos y lagunas, afectando el abastecimiento de agua en las zonas urbanas. La extracción de turba y musgo ha continuado sin la fiscalización adecuada, acelerando el deterioro de los ecosistemas locales y comprometiendo la capacidad de la región para enfrentar los desafíos climáticos.

La gestión de la información hídrica se ha fortalecido mediante la implementación de un sistema regional integrado de monitoreo hidrométrico y piezométrico, que consolida y articula los registros de distintas instituciones públicas y privadas.

Este sistema, **sustentado en tecnologías de medición automatizada y transmisión en tiempo real, ha permitido disponer de una base de datos validada y de alta resolución** sobre la disponibilidad y comportamiento de las aguas superficiales y subterráneas. Con esta infraestructura, la planificación hídrica se realiza con mayor precisión y capacidad de anticipación, fortaleciendo la toma de decisiones coordinadas y la gestión adaptativa frente al cambio climático y la creciente demanda de agua.

PRINCIPALES TEMAS ESCENARIO TENDENCIAL



La reducción de recursos hídricos superficiales y subterráneos, junto con cambios climáticos que alteran la disponibilidad de agua, ha generado una creciente demanda que supera la capacidad natural, especialmente en sector industrial, agrícola y urbano. La agricultura está limitada por sistemas de riego tradicionales y baja adopción tecnológica.



La gestión del agua es fragmentada, con falta de coordinación entre actores y marco regulatorio desconocido por ellos, lo que dificulta la resolución de conflictos por el uso del recurso. La sobreexplotación de acuíferos provoca agotamiento, encarece el acceso y afecta a agricultores y comunidades rurales.



El crecimiento espontáneo de la población de castores altera ecosistemas y reduce el flujo y calidad del agua en áreas urbanas. El crecimiento de la industria del hidrógeno verde y otros sectores aumenta la presión sobre los recursos hídricos.



La pérdida de humedales y turberas disminuye la capacidad natural de regulación hídrica, mientras la carencia de monitoreo y datos confiables limita la planificación, dejando la región vulnerable frente a la creciente demanda y al cambio climático.



Fotografía Región de Magallanes, Valentina Cárdenas.

5. ESCENARIO SUSTENTABLE⁹ PORVENIR 2030-2050



La implementación de estrategias tecnológicas avanzadas ha permitido un uso sostenible del agua para todos los sectores, incluyendo la protección de los ecosistemas. Gracias a estudios detallados de demanda, la planificación hídrica ha equilibrado el uso de fuentes superficiales con un manejo sustentable de los acuíferos subterráneos. La recarga de acuíferos es una práctica habitual, mientras que las tecnologías de simulación hidráulica permiten ajustar las políticas de gestión según las proyecciones climáticas y de demanda.

El uso de aguas servidas tratadas ha sido clave para reducir la presión sobre las fuentes naturales, suministrando agua reciclada para la industria y la agricultura. Aunque la desalación se ha adoptado de forma limitada debido a su alto costo, se ha priorizado la sostenibilidad de las soluciones, asegurando que las fuentes de agua superficial y subterránea sostengan las necesidades de la cuenca a largo plazo.

El sector agrícola ha experimentado un crecimiento significativo mediante el uso de nuevas fuentes de agua, como el reúso de aguas y la adopción de micro embalses y trasvases planificados. Esto ha asegurado un suministro confiable de agua, fomentando la diversificación de cultivos como lechuga y papa, e introduciendo nuevas industrias como la producción de krill. Las cooperativas agrícolas han jugado un papel central en la modernización del sector, facilitando el acceso a tecnologías avanzadas de riego y fomentando la cooperación entre agricultores. Además, la expansión hacia nuevas zonas ha diversificado la oferta agrícola de la región, consolidando a Porvenir como un referente en agricultura sostenible.

Se ha creado un sistema coordinado de gobernanza hídrica coordinado, representativo y unificado, que incluye a todos los usuarios del agua y actores relevantes, independientemente de si poseen derechos de aprovechamiento de aguas

o no. Este sistema ha facilitado una toma de decisiones participativa y transparente, con mayor capacidad de fiscalización y monitoreo de los recursos hídricos. La coordinación fluida entre instituciones locales, regionales y nacionales ha permitido implementar proyectos de largo plazo, como la construcción de infraestructuras hídricas y la conservación de cuencas.

La gestión de los acuíferos se ha vuelto sostenible gracias a políticas de conservación y monitoreo continuo.

Las zonas de recarga están protegidas, evitando la impermeabilización de suelos en áreas relevantes y claves para ello. Un sistema de monitoreo accesible para todos los usuarios ha permitido la extracción de agua subterránea dentro de los límites sostenibles. La reutilización de aguas tratadas ha reducido la presión sobre los acuíferos y las infraestructuras de captación de agua lluvia han mantenido un equilibrio con el uso del recurso.

Porvenir también ha gestionado con éxito la población de castores, reduciendo su impacto en los flujos de escorrentía y la biodiversidad. Un plan estratégico ha permitido capturar y reubicar castores, mientras que la restauración de los ecosistemas afectados ha mejorado la calidad de los cursos de agua y la biodiversidad local.

El crecimiento industrial en el sector del hidrógeno verde (H2V), ha sido compatible con la sostenibilidad hídrica. La desalación de agua de mar ha reducido la presión sobre las fuentes de agua dulce, mientras que el sector salmonero ha sido reintroducido bajo estrictos estándares ambientales. Los distintos sectores productivos trabajan de manera coordinada, garantizando el uso eficiente y sostenible del agua.

Se ha revertido la degradación de los ecosistemas naturales mediante políticas integrales de protección. Los humedales, vegas y turberas han sido declarados áreas prioritarias de conservación y se han implementado programas de restauración a largo plazo. Las comunidades locales han sido sensibilizadas sobre la importancia de los ecosistemas, fomentando una mayor participación en la conservación y protección del entorno natural.

Finalmente, la gestión de la información hídrica ha mejorado significativamente con la implementación de una red de monitoreo hidrométrica centralizada y abierta, que proporciona datos en tiempo real sobre la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Estos datos han sido clave para la planificación a largo plazo y la toma de decisiones informadas, mejorando la capacidad de adaptación de la región frente al cambio climático y la creciente demanda de agua.

⁹ Escenario construido de forma participativa con los actores de Porvenir, mediante la metodología prospectiva del proceso. Refleja la visión compartida de cómo deberían transformarse las condiciones actuales para alcanzar una gestión hídrica resiliente, equitativa y ambientalmente sostenible, integrando aspiraciones locales y criterios técnicos de sustentabilidad.

PRINCIPALES TEMAS ESCENARIO SUSTENTABLE



Se han implementado tecnologías de simulación y estrategias de recarga de acuíferos, combinando el uso de aguas superficiales, subterráneas y aguas recicladas para la industria de forma equilibrada.



La gestión activa de castores y la restauración de ecosistemas degradados ha mejorado el estado de conservación de los cursos de agua y la biodiversidad local.



Un sistema de gestión representativo y coordinado ha fortalecido la toma de decisiones, la fiscalización y la ejecución de proyectos de infraestructura y conservación de cuencas.



La red de datos abiertos y centralizados ha fortalecido la planificación hídrica, mejorando la capacidad de adaptación frente al cambio climático y la creciente demanda hídrica.



La protección de zonas de recarga y el monitoreo constante han permitido extraer agua subterránea de forma responsable, integrando la captación de lluvia y el reúso de aguas tratadas.



Se han declarado áreas prioritarias de conservación como turberas y humedales, gracias a la implementación de programas de restauración con participación activa de las comunidades locales.



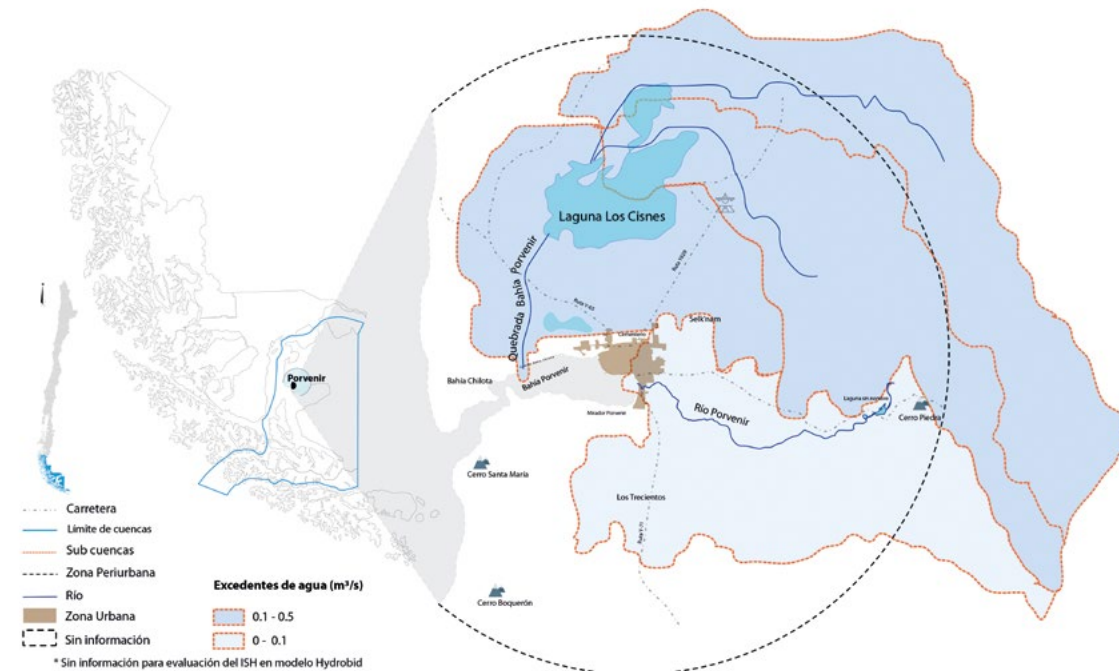
6. ÍNDICE DE SEGURIDAD HÍDRICA

Siguiendo la metodología del Índice de Seguridad Hídrica (ISH) mencionada anteriormente, se logra evaluar por microcuenca la oferta de agua, tanto subterránea como superficial, en relación a la demanda, tanto de los sectores productivos como ambientales, que incluye el componente ecológico. Es preciso mencionar que a diferencia de lo estimado en la Radiografía del Agua en Magallanes en donde la demanda se consideró constante en cada una de las cuencas, para el desarrollo de las hojas de ruta, la demanda productiva se proyectó

en cada uno de los sectores considerados (industrial, agropecuario y doméstico) con el objetivo de estimar el volumen de agua de demanda necesario de cubrir.

En la zona urbana y periurbana de Porvenir, se trabajó en 4 microcuencas disponibles con la herramienta HydroBID; sin embargo, los resultados son presentados en 2 de ellas ya que las que se ubican al norte son tributarias de la Quebrada Bahía Porvenir Norte. Las cuencas de norte a sur corresponden a Quebrada a Bahía Porvenir Norte y Río Porvenir.

Figura 20. EXCEDENTES DE AGUA PROYECTADOS AL AÑO 2060



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

Tabla 12: Índice de Seguridad Hídrica (m³/s).

Porvenir	Oferta (m³/s)	Demanda productiva (m³/s)	Demanda ambiental (m³/s)
Quebrada a Bahía Porvenir Norte	0,58	0,002	0,09
Río Porvenir	0,24	0,032	0,16
Total	0,82	0,034	0,25

■ Seguridad Hídrica. Agua disponible para ser almacenada.
 ■ Cubre necesidades de la sub-cuenca, pero está afectando a usuarios aguas abajo.
 ■ Cubre caudal ecológico, pero afecta la demanda aguas arriba.
 ■ Efecto en el caudal ecológico.

Estación\ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Quebrada a Bahía Porvenir Norte	0,36	0,35	0,35	0,38	0,46	0,58	0,69	0,69	0,59	0,49	0,43	0,39
Río Porvenir	0,08	0,05	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,10	0,08	0,05	0,04	0,04

Los resultados del Índice de Seguridad Hídrica (1981–2020) fueron elaborados por el Centro de Ecología Aplicada. Para mayor antecedentes metodológicos, supuestos de cálculo, componentes de oferta y demanda considerados, así como las fuentes de información empleadas, visitar el Informe Técnico. CEA (2025) publicado en www.escenarioshidricos.cl.

Cada una de ellas posee una oferta diferente de agua siendo la quebrada a bahía Porvenir Norte el que posee la mayor cantidad de agua disponible con 0,58 m³/s. La demanda de agua productiva representa sólo el 4% de la oferta hídrica, mientras que la demanda ambiental alcanza un valor proyectado de 0,25 m³/s, sin embargo se debe considerar que en el territorio no solo existen demandas desde el índole antrópico, sino también existe un ambiente que mantiene el ciclo del agua y la entrega gradual del recurso para los distintos usos. Es por ello, que frente a una evaluación de cuánta agua es la que se proyecta o

deberíamos abordar con soluciones, es necesario incorporar al balance la demanda ambiental con su respectiva componente ecológica. Si consideramos esto, la demanda ambiental alcanzaría un valor proyectado de 0,25 m³/s. Al realizar el análisis podemos ver que la zona urbana y periurbana de Porvenir no tendría brecha hídrica futura, sino excedentes de agua. Sin embargo, es necesario mencionar que la proyección de la demanda se ha realizado con información referencial, lo que podría variar en el caso que se proyecte un polo industrial en el territorio.

7. PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES

Con el objetivo de avanzar hacia la seguridad hídrica en la comuna de Porvenir, se llevó a cabo un proceso participativo que incluyó la **identificación y priorización de Medidas, Acciones y Soluciones** (MAS). Este trabajo se enmarcó en una serie de talleres con actores locales del territorio, orientados a responder de manera concreta a los principales procesos críticos previamente identificados en el diagnóstico territorial.

Particularmente, el tercer taller tuvo como propósito iniciar la priorización de las MAS, en base a los objetivos definidos en el escenario sustentable construido colectivamente para la comuna. Antes de llegar a la selección final, se desarrolló una instancia de análisis participativo donde los actores evaluaron el impacto de cada solución respecto a su aporte al desarrollo y a la gestión sostenible del recurso hídrico.

La priorización se realizó utilizando una matriz de evaluación basada en cinco preguntas clave de impacto, asignando a cada solución una nota de 0 a 5, donde 0 corresponde a **no aplica** y 5 al **mayor impacto positivo**. Las preguntas de impacto consideradas fueron las siguientes:

- ¿Aporta al desarrollo socioeconómico?
- ¿Aporta a la resiliencia frente a eventos extremos o desastres?
- ¿Aporta a mejorar el medio ambiente?
- ¿Aporta a mejorar la calidad del agua que uso?
- ¿Aporta a satisfacer mis necesidades básicas?

Esta metodología permitió calificar las soluciones según su nivel de impacto positivo en la cuenca, generando una primera priorización. Adicionalmente, se realizó una localización preliminar en terreno de cada solución, lo que consideró la disponibilidad de superficie, condiciones técnicas y territoriales para su implementación.

Las soluciones fueron agrupadas en tres ejes estratégicos de acción:



En total, se identificaron

70

soluciones.

Sin embargo, considerando criterios de factibilidad técnica, territorial y operativa -como superficie disponible, capacidad de almacenamiento y viabilidad de ejecución-, **se seleccionaron 23 soluciones priorizadas para la comuna que dieron cumplimiento a los criterios establecidos.**

Estas soluciones, detalladas en la Tabla 13, buscan dar respuesta directa y

resolver los procesos críticos previamente identificados en el territorio, representando una base para avanzar en medidas, acciones y soluciones para aumentar la disponibilidad hídrica en la comuna.

A continuación, se presentan las soluciones priorizadas para alcanzar la seguridad hídrica territorial, de acuerdo con el análisis realizado.



Fotografía Región de Magallanes, Laguna sin nombre, Porvenir. Valentina Cárdenas V.

TABLA 13. CONJUNTO DE MAS SELECCIONADAS POR LOS TERRITORIOS PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN LA COMUNA DE PORVENIR



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

1	Conservación de Ríos
2	Conservación de Humedales Naturales
3	Conservación de Turberas
4	Conservación de Estepas y Pastizales
5	Conservación de Matorrales
6	Sistema tradicional de captación y almacenamiento de aguas lluvias (Cochas/Bordos)
7	Zanjas de infiltración para recolección y almacenamiento de agua lluvia
8	Jardines de lluvia
9	Llanuras de Inundación
10	Plaza de agua
11	Sistema de eficiencia domiciliaria
12	Riego Mecanizado mayor (Aspersión o similar) (75%)
13	Micro riego localizado (goteo, microaspersión, microjet o similar) (85%)
14	Cambio de vegetación nativa de menor requerimiento hídrico en áreas verdes urbanas
15	Riego Subterráneo Áreas Verdes (90%)
16	Labranza de conversión mínima o cero
17	Cultivos hidropónicos y aeropónicos
18	Riego subterráneo Agricultura (90%)
19	Agricultura de precisión con técnicas de riego deficitario controlado
20	Agricultura vertical en invernaderos
21	Paisajismo Xérico
22	Reúso de agua residuales urbanas en emisarios submarinos
23	Estanque de almacenamiento local



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO



MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

8. EL IMPACTO DE LAS MEDIDAS, ACCIONES Y SOLUCIONES (MAS)

Cabe destacar que la implementación del conjunto de MAS propuestas permitirían avanzar en la seguridad hídrica territorial.

Las figuras muestran la distribución porcentual del agua aportada por el conjunto de medidas, acciones y soluciones recomendadas para implementar en la zona urbana y periurbana de Porvenir, considerando los ejes de la Transición Hídrica.

En Porvenir, el conjunto de soluciones priorizadas alcanza un aporte anual de 33,1 millones de m³ (1,05 m³/s), lo que representa una disponibilidad significativa de medidas para enfrentar la brecha hídrica urbana y periurbana, la distribución porcentual en

cuanto al aporte de agua de las soluciones propuestas muestra que el **Eje Nuevas Fuentes concentra el 61% del aporte total, seguido por el Eje Conservación con un 20% y el Eje Eficiencia con un 19%**. Esta composición refleja un portafolio relativamente equilibrado, donde las tres dimensiones de la transición hídrica están presentes, aunque con un peso mayor de infraestructura para nuevas fuentes de agua.

Las **soluciones de conservación, en particular la protección de matorrales, estepas y humedales, aportan en conjunto cerca de 6,1 millones de m³/año**, consolidando este eje como un componente estratégico. Su presencia refuerza la



Fotografía: Valentina Cárdenas V. Bahía de Porvenir.

23 MAS

Conjunto de soluciones aporta 33 millones de m³/año



20% aporte de agua



19% aporte de agua



61% aporte de agua

importancia de los ecosistemas naturales en Porvenir, que contribuyen a la regulación hídrica, la retención de agua en suelos y la amortiguación frente a eventos climáticos extremos. Estas medidas generan beneficios ecosistémicos que trascienden el balance hídrico, fortaleciendo la resiliencia del territorio y protegiendo la biodiversidad local.

El bloque de **eficiencia contribuye con aproximadamente 6,3 millones de m³/año, resultado de la implementación de riego tecnificado, prácticas de agricultura de precisión, labranza mínima y medidas de ahorro en el ámbito urbano**. Este conjunto de soluciones busca reducir la demanda hídrica en sectores productivos y domiciliarios, optimizando el uso del recurso disponible. En Porvenir, la eficiencia se posiciona como un eje intermedio, actuando como puente entre la conservación de ecosistemas y la incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento, lo que permite gestionar de manera más estratégica el recurso hídrico.

El mayor volumen de aporte proviene de las nuevas fuentes, con un total cercano a 20,3 millones de m³/año, principalmente asociados a infraestructura de gran escala para gestión local de excedentes y reúso de aguas residuales urbanas. Estas soluciones representan más de la mitad del aporte total proyectado y evidencian que la estrategia para enfrentar la brecha hídrica en Porvenir se apoya de manera central en transformar pasivos hídricos en recursos útiles y en acumular agua en periodos de excedentes. Su implementación será clave para garantizar la seguridad hídrica en escenarios de alta variabilidad climática.

9. CURVA DE ABATIMIENTO

La Curva de Abatimiento (CdA) es un instrumento que permite visualizar de manera comparativa el aporte hídrico y el costo unitario de cada una de las soluciones priorizadas. Esta herramienta es clave para la toma de decisiones, pues facilita identificar qué medidas entregan un mayor volumen de agua a costos más eficientes, orientando de manera estratégica las inversiones públicas y privadas hacia aquellas con mayor beneficio.

La CdA de Porvenir refleja un portafolio de soluciones amplio y diverso, en línea con las características territoriales y los desafíos hídricos de la zona urbana y periurbana. El instrumento organiza el conjunto de Medidas, Acciones y Soluciones (MAS) según su aporte en volumen de agua, costos unitarios y beneficios ambientales y sociales, aportando criterios técnicos para priorizar intervenciones de gestión hídrica.

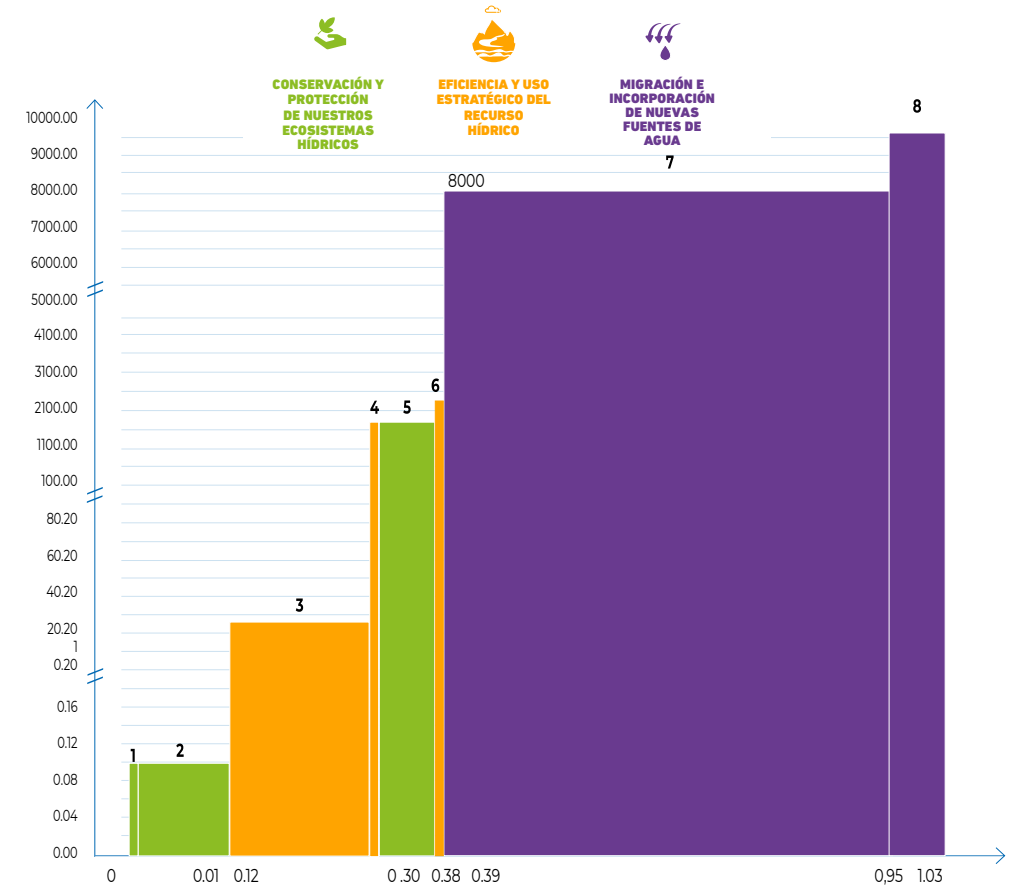
En **Porvenir**, el aporte hídrico total del portafolio alcanza **33,1 millones de m³/año (1,05 m³/s)**. La distribución porcentual evidencia que el **Eje Nuevas Fuentes concentra el 61% del aporte hídrico**, principalmente a través de infraestructura

de almacenamiento local, trasvases y reúso de aguas residuales urbanas. El **Eje Conservación representa el 20%**, con soluciones vinculadas a la protección y restauración de ecosistemas estratégicos como matorrales, estepas y humedales, mientras que el **Eje Eficiencia aporta un 19%**, asociado a tecnologías de riego, prácticas de agricultura sostenible y mejoras en el uso urbano.

El portafolio muestra además que cerca del **70% de las soluciones pueden implementarse en el corto plazo**, lo que entrega factibilidad para iniciar acciones inmediatas en el territorio. **Asimismo, un 89% de las MAS priorizadas presentan beneficios ambientales**, vinculados a la conservación de servicios ecosistémicos, la regulación hídrica y la reducción de presión sobre fuentes superficiales. **En el análisis social, alrededor del 65% de las soluciones generan beneficios directos a la población**, fortaleciendo la seguridad hídrica urbana y la sostenibilidad de actividades productivas locales.



Figura 20. CURVA DE ABATIMIENTO DEL CONJUNTO DE SOLUCIONES QUE APORTAN AGUA EN PORVENIR (m³/s)



1	Conservación de Estepas y Pastizales
2	Conservación Matorrales
3	Agricultura Regenerativa y de Conservación
4	Riego Mecanizado mayor (aspersión o similar) (75%)
5	Sistema tradicional Captación aguas lluvias (Cochas y Bordos)
6	Sistema de eficiencia domiciliaria
7	Gestión Local de excedentes (Almacenamiento y/o trasvase)
8	Reúso de agua Emisario submarino

10. HOJA DE RUTA PORVENIR



CONSERVACIÓN CICLO HÍDRICO

Meta 1:

El 100% de las ha de ecosistemas base identificadas para conservar se gestionan sustentablemente para mantener la funcionalidad hídrica.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m³/año]
Conservación de ríos	39.588
Conservación de estepas y pastizales	254.921
Conservación de turberas	300
Conservación de humedales naturales	268.717
Conservación de matorrales	3.503.518

Impacto Esperado

- Conservación activa de los ecosistemas clave en áreas urbanas y periurbanas de Porvenir.
- Aporte hídrico complementario a los sistemas locales de regulación.
- Contribución a la retención e infiltración de agua en suelos, apoyando la recarga natural de acuíferos.
- Mantenimiento de la biodiversidad y funciones ecosistémicas que sustentan la seguridad hídrica local.
- Fortalecimiento de la resiliencia territorial frente a variaciones climáticas y eventos extremos.

Total aporte del conjunto de soluciones:
4.066.044 m³/año,
equivalente a 0,13 m³/s de agua.

Indicador
MP01=(HTHPT)×100
 MP01: Porcentaje de superficie gestionada sustentablemente.
 HPT: Hectáreas con aplicación de medidas de conservación activa y con instrumentos de protección o gestión vigentes.
 HT: Total de hectáreas de ecosistemas base identificadas para conservación en zonas urbanas y periurbanas de Porvenir.

Actores

- Ministerio del Medio Ambiente (División SBAP)
- Municipalidad de Porvenir
- DGA

Apoyo:

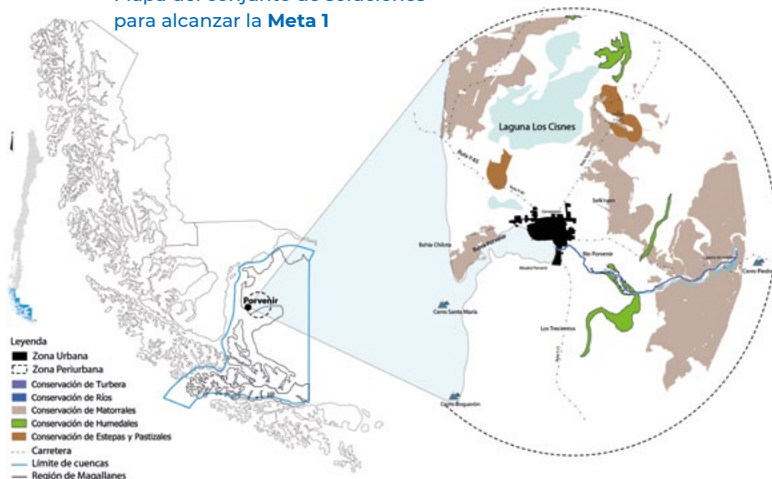
- JdV, Bienes Nacionales, CONAF (SNASPE), SAG, MINAGRI, MINVU (IPT), Monumentos Nacionales, Privados dueños de los territorios fundamentales de conservar.

Inversión Referencial

Las soluciones de conservación consideradas para Porvenir no contemplan costos unitarios de implementación en infraestructura, por lo que la inversión asociada se relaciona principalmente con acciones de gestión, protección y monitoreo. Estas medidas implican costos marginales y se enfocan en mantener y fortalecer el capital natural existente, asegurando la provisión de 4,07 millones de m³/año (0,130 m³/s) de agua para la zona urbana y periurbana de Porvenir.

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

Mapa del conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 1**



CONSERVACIÓN CICLO HÍDRICO

Meta 2:

Garantizar la disponibilidad de al menos 2,47 MMm³/año para la recarga de acuíferos mediante Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), en zonas prioritarias de conservación.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m³/año]
Sistema tradicional de captación y almacenamiento de aguas lluvias (Cochas/Bordos)	2449016
Llanuras de inundación	16079

Impacto Esperado

- Incremento de la recarga artificial de acuíferos en zonas de alta prioridad hídrica.
- Mejora de la disponibilidad de agua subterránea para consumo humano y usos productivos.
- Reducción de la presión sobre fuentes superficiales en periodos de déficit hídrico.
- Implementación de medidas basadas en ecosistemas que fortalecen la resiliencia local frente al cambio climático.

Total aporte: 2.468.028 m³/año (0,0788 m³/s).

Indicador
MP02 = Hectáreas con SbN implementadas × Recarga potencial (m³/año/ha)
 Recarga potencial estimada con SbN: 2,41 m³/año/ha
 Conjunto de soluciones aporta: 2.468.028 m³/año, equivalente a 0,0788 m³/s de agua. Conjunto de Soluciones

Actores

- Ministerio del Medio Ambiente (División SBAP)
- Dirección General de Aguas (DGA)
- Dirección de Obras Hidráulicas (DHO)

Apoyo:

- CIREN (APOYO INFORMACIÓN), CNR, SAG, JdV, INDAP, MOP, SSR
- Ministerio Desarrollo Social
- Gobiernos Regionales y Municipalidad.

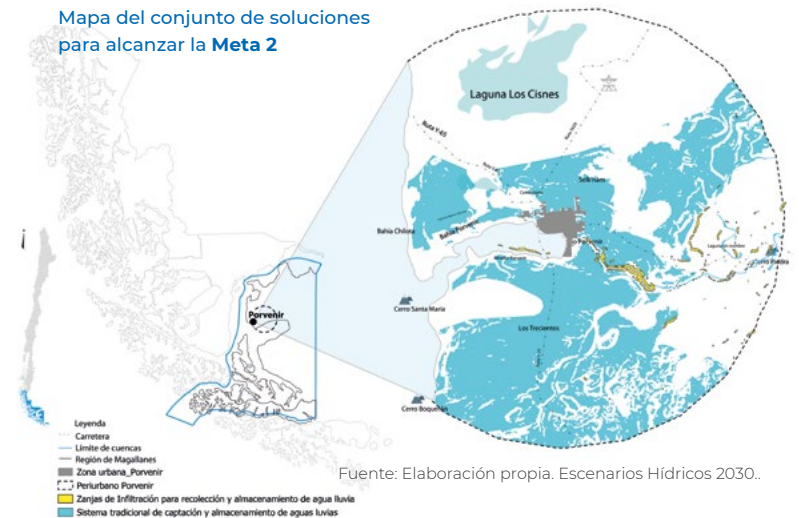
Inversión Referencial

La implementación de las soluciones priorizadas requiere una inversión total estimada de \$7.883.479.077 compuesta por:

- \$4.440.089.077 para cochas/bordos,
- \$85.350.000 para zanjas de infiltración, y
- \$3.358.040.000 para llanuras de inundación.

Esta cifra representa la inversión necesaria para generar la recarga estimada de 2,47 millones de m³/año (0,0788 m³/s) en Porvenir

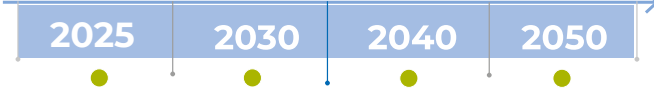
Mapa del conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 2**



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



Fecha de potencial implementación:



REPARACIÓN CICLO HÍDRICO

Meta 3:

Captar y disponer un mínimo de 2.136 m³/año para la recarga de acuíferos en zonas de regeneración urbana, mediante infraestructura verde y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN).

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Jardines de Lluvia	2046
Plaza de Agua	90

Impacto Esperado

- Incremento de la capacidad de infiltración en áreas urbanas y periurbanas.
- Reducción de escorrentías urbanas que generan problemas de anegamiento e inundaciones.
- Mejora de la resiliencia urbana frente a eventos de lluvias extremas.
- Recuperación de zonas degradadas como espacios verdes multifuncionales, con beneficios ecosistémicos y sociales.

Inversión Referencial

La implementación de estas soluciones implica una inversión estimada de \$402.768.100 compuesta por: \$197.051.750 para jardines de lluvia. \$205.716.350 para plazas de agua. Esta inversión permitirá captar e infiltrar un volumen de 2.136 m³/año, contribuyendo a la regeneración hídrica urbana en Porvenir.



Indicador

MP03 = Superficie con SbN urbana implementada × Capacidad de retención/infiltración (m³/año/ha).

Actores

- Ministerio del Medio Ambiente (División SBAP)
- Municipalidad de Porvenir

Apoyo:

- DOH, SENAPRED, MMA, SUBDERE, SISS, Gobiernos Regionales, Privados dueños de los territorios fundamentales a reparar.

Mapa del conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 3**



Fecha de potencial implementación:



OPTIMIZACIÓN EN RIEGO DE ÁREAS VERDES

Meta 4:

Optimizar el uso de agua mediante mejoras en la eficiencia del riego y/o reutilización de aguas en áreas verdes, generando una reducción de 81.326 m³/año, como medida para enfrentar la brecha hídrica local y de la cuenca.

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Cambio de vegetación nativa de menor requerimiento hídrico en áreas verdes urbanas	15490
Paisajismo xérico o de bajo requerimiento hídrico	65836

Impacto Esperado

- Reducción del consumo de agua en áreas verdes urbanas y periurbanas
- Aumento de la eficiencia en el uso del recurso hídrico, liberando caudales para otros fines prioritarios.
- Fomento de paisajes sostenibles y resilientes, adaptados al cambio climático y a la disponibilidad hídrica local.

Inversión Referencial

La implementación de estas soluciones implica una inversión estimada de \$3.174.228.000

Indicador

MP05 = Superficie intervenida con técnicas de optimización × Ahorro hídrico estimado (m³/año/ha).

Actores

- Gobierno Regional
- Municipalidad de Porvenir

Apoyo:

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (División SERVIU), Academia, CONAF, INIA, SEREMI Agricultura, Junta de Vecinos unidad comunal

Mapa del conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 4**

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.





Fecha de potencial implementación:



OPTIMIZACIÓN EN RIEGO AGRÍCOLA

Meta 5:

Reducir en 35% el uso de agua para riego (equivalente a 297.252 m³/año) para mantener la superficie cultivada actual y destinar parte del recurso a la acumulación de aguas lluvias, favoreciendo así la sostenibilidad del sistema productivo.

Indicador

Reducción de consumo hídrico (%) = $(\text{Agua ahorrada por soluciones implementadas (m}^3\text{/año)} \div \text{Consumo hídrico total actual (m}^3\text{/año)}) \times 100$

Actores

- Ministerio de Agricultura (MINAGRI)
- Comisión Nacional de Riesgo (CNR)

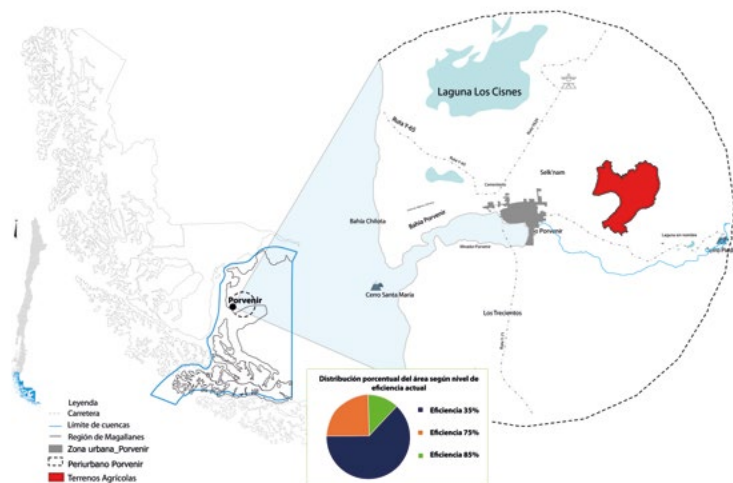
Apoyo:

- Municipalidad
- Asociaciones Gremiales agrícolas
- Agricultores
- Academia.

Inversión Referencial

La inversión estimada para implementar las soluciones priorizadas en Porvenir alcanza los \$172.148.965, distribuidos principalmente en riego mecanizado mayor (37%), riego subterráneo (49%) y agricultura de precisión (12%)

Mapa del conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 6**



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.

Conjunto de soluciones

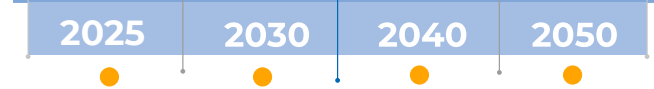
Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Riego mecanizado mayor (aspersión o similar) (75%)	47.861
Micro riego localizado (goteo, microaspersión, microjet o similar) (85%)	224
Cultivos hidropónicos y aeropónicos	3.469
Riego subterráneo (90%)	52.505
Agricultura de precisión con técnicas de riego deficitario controlado	191.466
Agricultura vertical en invernaderos	1727

Impacto Esperado

- Reducción del 35% en el uso de agua para riego en Porvenir.
- Optimización del recurso hídrico sin reducir la superficie cultivada.
- Incorporación de tecnologías de riego más eficientes, disminuyendo pérdidas y mejorando productividad.
- Mayor resiliencia agrícola frente a escenarios de déficit hídrico y cambio climático.



Fecha de potencial implementación:



CAMBIO PROCESO AGRÍCOLA

Meta 6:

Optimizar los procesos de producción agrícola en un 99% de las hectáreas cultivadas, permitiendo disponer de 5.676.390 m³/año (0,18 m³/s) agua para enfrentar la brecha hídrica existente a escala local y de cuenca.

Indicador

Disponibilidad hídrica (m³/año) = Superficie intervenida (ha) × Ahorro de agua por ha (m³/ha/año)

Actores

- Comisión Nacional de Riesgo (CNR)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
- Asociación de ganaderos

Apoyo:

- INDAP, OUAS, Asociaciones gremiales agrícolas, Agricultores, CONAF, Academia, Consultores.

Impacto Esperado

- Incremento de la eficiencia hídrica en un 99% de las hectáreas cultivadas en Porvenir.
- Disponibilizar de 5,6 millones de m³ de agua al año, contribuyendo a reducir la brecha hídrica
- Conservación y mejoramiento de suelos agrícolas, con menor erosión y mayor retención de humedad.
- Adaptación de la producción agrícola a escenarios de variabilidad y cambio climático.
- Fomento de prácticas agrícolas sostenibles que fortalecen la resiliencia productiva y ambiental del territorio.

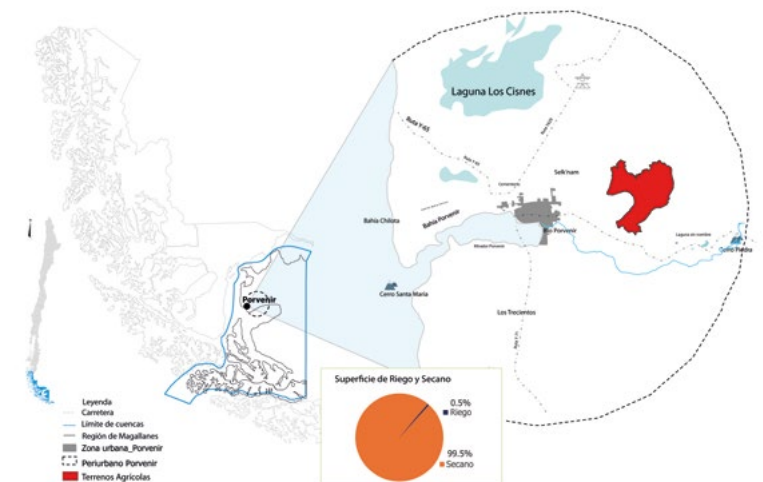
Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Labranza de conservación,	
Agricultura regenerativa, entre otros	5676390

Inversión Referencial

La implementación de labranza de conservación mínima o cero y prácticas de agricultura regenerativa en Porvenir representa una inversión estimada de \$141.909.760 considerando la superficie agrícola priorizada y los costos unitarios de referencia.

Mapa del conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 7**.



Fuente: Elaboración propia Escenarios Hídricos 2030.



OPTIMIZACIÓN DE AGUA POTABLE

Meta 7:

Disminuir en 327.116 m³/año (0,0104 m³/s) el consumo urbano de agua en el sector doméstico (agua potable y saneamiento), mediante sistemas de optimización del recurso hídrico a nivel domiciliario, aportando a la mitigación de la brecha hídrica local.

Indicador

Reducción del consumo urbano (m³/año) = Número de hogares intervenidos × Ahorro promedio por hogar (m³/año)

Actores

- SISS
- Empresas Sanitarias
- Municipalidad de Porvenir

Apoyo:

- SSR
- Ministerio de Educación
- Dirección de Obras hidráulicas (DOH)
- DGA
- Ministerio de Salud

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Sistema de eficiencia domiciliaria	327116

Impacto Esperado

· Disminución del consumo urbano de agua potable en el sector doméstico de Porvenir.

Ahorro de 327 mil m³/año de agua, contribuyendo a la seguridad hídrica local.

Mayor eficiencia en el uso del recurso hídrico en los hogares, reduciendo pérdidas y sobreconsumo.

Reducción de la presión sobre el sistema de agua potable y saneamiento.

Generación de conciencia ciudadana respecto a un consumo responsable del agua.

Inversión Referencial

La implementación de sistemas de eficiencia domiciliaria en Porvenir representa una inversión estimada de **\$773.778.800** de acuerdo con los costos unitarios de referencia y la cantidad de hogares priorizados para la intervención.

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 8**

Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.. Escenarios Hídricos 2030..



GESTIÓN HÍDRICA LOCAL

Meta 8:

Incrementar en 17,6 millones de m³ la capacidad total de almacenamiento en la zona urbana y periurbana de Porvenir, destinada a la gestión local de excedentes de agua.

Indicador

Volumen de almacenamiento local implementado / Volumen objetivo de almacenamiento x 100

Actores

- MOP
- Municipalidad de Porvenir

Apoyo:

- DGA, INDAP, DOH, MINVU, CNR

Inversión Referencial

\$141.281.280.000 correspondiente a la implementación de infraestructura para sistemas de almacenamiento local en Porvenir.

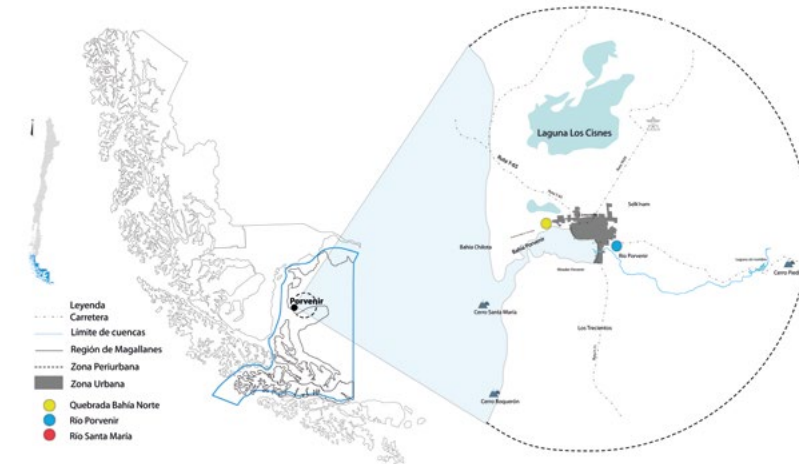
Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Gestión Local (Almacenamiento y/o trasvase)	17.660.160

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 4**

Impacto Esperado

- Incremento de la disponibilidad estratégica de agua para uso urbano, productivo o ambiental, según prioridades locales.
- Optimización del manejo de excedentes hídricos mediante sistemas de almacenamiento adaptados al contexto territorial.
- Aseguramiento de reservas para enfrentar periodos de déficit hídrico o variabilidad climática.
- Fortalecimiento de la resiliencia y seguridad hídrica de la comunidad mediante soluciones de almacenamiento diversificadas.



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



Fecha de potencial implementación:



REÚSO EMISARIO SUBMARINO

Meta 9:

Asegurar que el 100% de los caudales descargados por emisarios submarinos (2.522.880 m³/año; 0,08 m³/s) sean tratados y reutilizados al impulsar el desarrollo de infraestructura de alcantarillado que permita su gestión eficiente en iniciativas con beneficios sociales y ambientales. .

Conjunto de soluciones

Solución	Aporte de Agua [m ³ /año]
Reúso de aguas residuales urbanas en emisarios submarinos	2,522,880

Impacto Esperado

- Eliminación de la descarga directa de aguas residuales al mar.
- Reutilización de más de 2,5 millones de m³/año de agua, contribuyendo a la seguridad hídrica local.
- Disminución de la contaminación marina y mejora en la calidad ambiental costera.
- Implementación de infraestructura con impacto positivo en salud pública, ecosistemas y actividades productivas locales.

Indicador
 Volumen reutilizado (m³/año) = Caudal descargado por emisarios submarinos × % tratado y reutilizado

Actores

- Municipalidad de Porvenir
- SISS

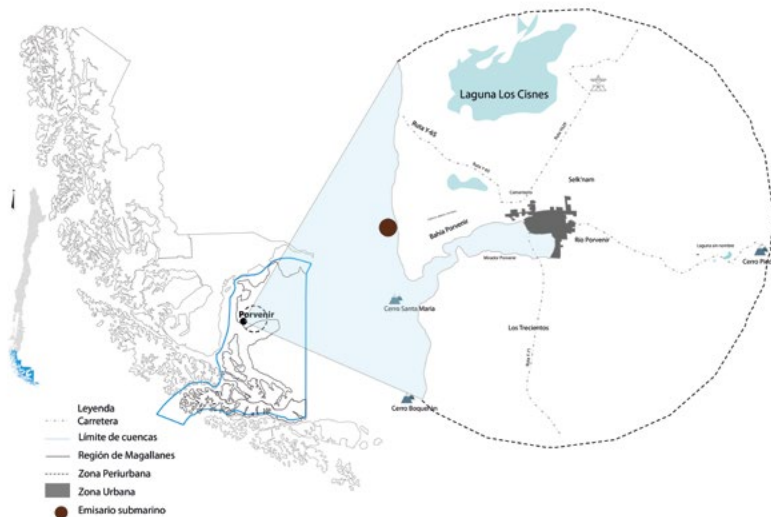
Apoyo:

- Gobiernos Regionales
- Empresas Sanitarias y privadas .

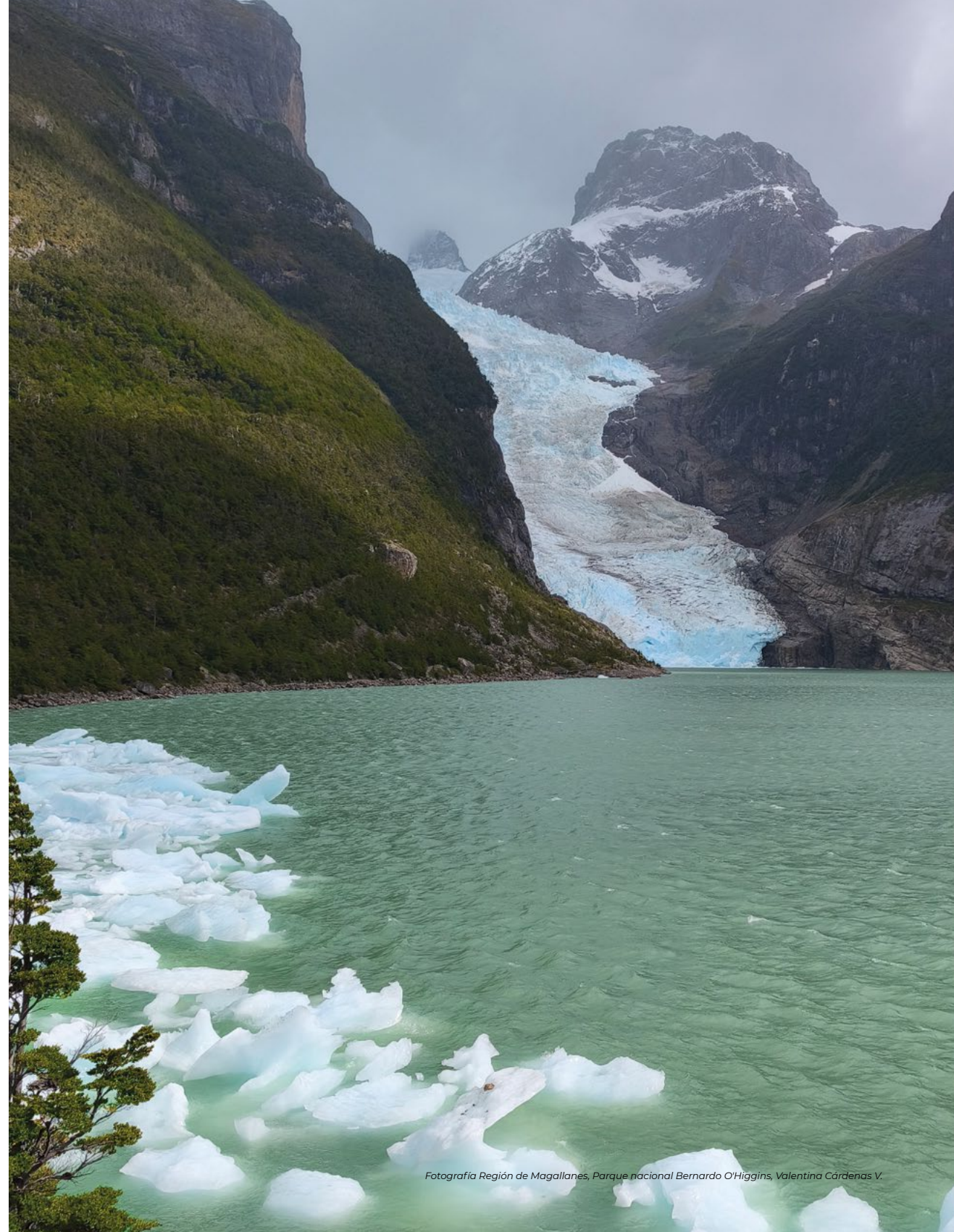
Inversión Referencial

La implementación de esta solución en Porvenir representa una inversión estimada de **\$24.416.432.640** (veinticuatro mil cuatrocientos dieciséis millones cuatrocientos treinta y dos mil seiscientos cuarenta pesos chilenos), de acuerdo con los costos unitarios de referencia para el tratamiento y reúso de aguas residuales urbanas.

Mapa del Conjunto de soluciones para alcanzar la **Meta 9**.



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030.



5

Aspectos comunes y diferenciadores de Puerto Natales y Porvenir

TRANSICIÓN HÍDRICA EN MAGALLANES: UN MOMENTO CLAVE PARA ACTUAR

¿Está preparado el territorio para responder ante el aumento potencial de la demanda hídrica?

¿Se cuenta con la información necesaria para gestionar el recurso de forma integrada y preventiva?

¿Los ecosistemas clave podrán seguir cumpliendo su rol en la regulación del ciclo del agua?

Estas preguntas hoy son más pertinentes que nunca. Si bien Magallanes aún no enfrenta una crisis hídrica estructural, los antecedentes disponibles muestran señales concretas de alerta: déficits de precipitación, emergencias agrícolas prolongadas, presiones crecientes sobre fuentes locales, y desafíos relevantes en gobernanza y planificación. La creciente demanda por parte de sectores urbanos, agrícolas e industriales tensiona los sistemas locales de agua, especialmente en ciudades como Puerto Natales, donde la estacionalidad del turismo y el crecimiento poblacional elevan los consumos durante el verano.

Por su parte, Porvenir posee la oportunidad de poder planificar su territorio de forma sustentable ante las presiones y el impacto sobre ecosistemas sensibles como vegas y mallines.

Este panorama exige avanzar con decisión en medidas de anticipación, fortalecimiento institucional y protección de los ecosistemas. Entender las causas de estos procesos críticos es un paso clave para ello.

El siguiente análisis sistematiza y categoriza las causas de los problemas identificados por los actores locales en el proceso de co-construcción, mostrando que existen patrones comunes, brechas estructurales y desafíos diferenciados en cada comuna.

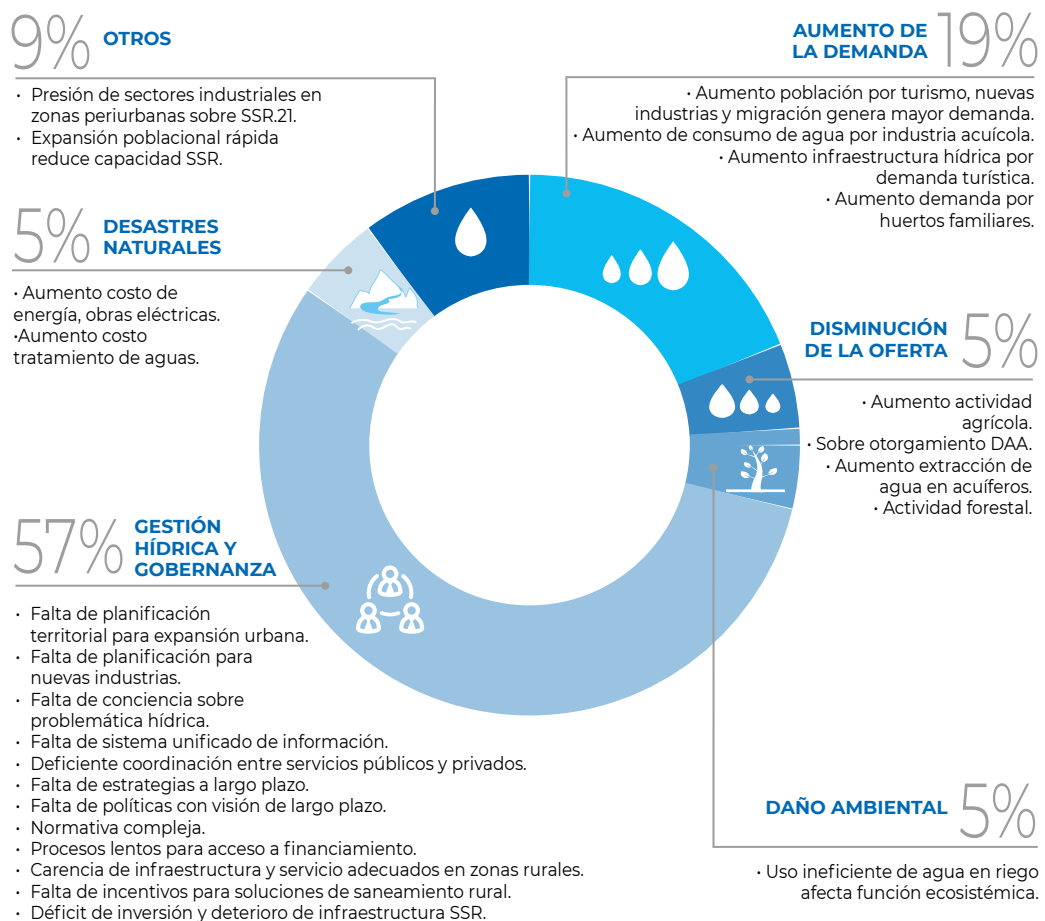


Fotografía: Valentina Cárdenas.V. Región de Magallanes, Puerto Natales.

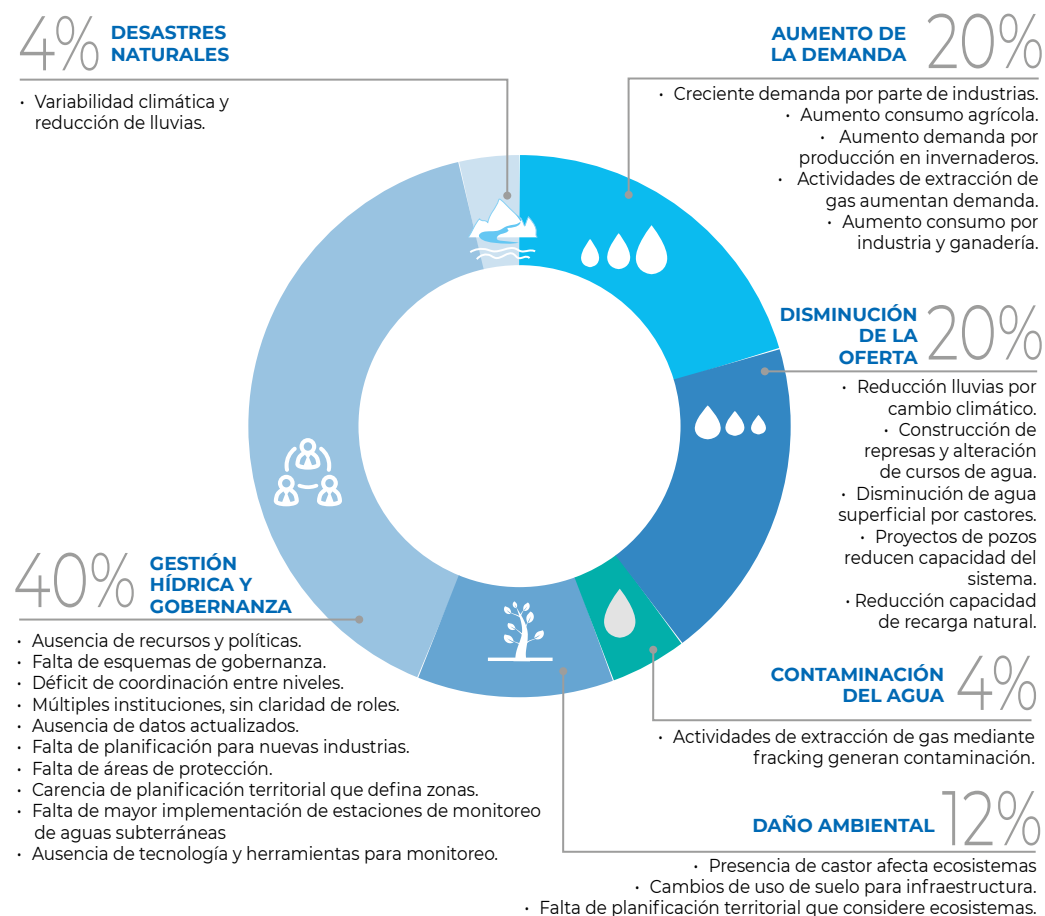


Fotografía Región de Magallanes, Valentina Cárdenas V.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS A LOS PROBLEMAS EN PUERTO NATALES



IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS A LOS PROBLEMAS EN PORVENIR



RIESGO CRECIENTE QUE REQUIERE ANTICIPACIÓN

El levantamiento participativo realizado en ambas comunas muestra que, pese a sus diferencias en tamaño, actividad productiva y ritmo de crecimiento, Puerto Natales y Porvenir comparten vulnerabilidades estructurales en materia hídrica. Entre las principales destacan la cobertura desigual de estaciones de monitoreo, más completa en Puerto Natales y aún limitada en Porvenir, la creciente presión sobre ecosistemas estratégicos, la falta de infraestructura adecuada para un uso y distribución eficiente del agua y la débil coordinación entre instituciones. Estos factores se interrelacionan y conforman un escenario de riesgo que exige planificación y acción anticipada.

En **Puerto Natales**, la combinación de un acelerado crecimiento urbano y un marcado incremento de la demanda turística en temporada estival intensifica la presión sobre las fuentes hídricas locales de abastecimiento. Entre las causas identificadas por los actores locales, destacan la degradación de vegas y humedales por cambio de uso de suelo, la insuficiencia de infraestructura de tratamiento, la escasa diversificación de fuentes hídricas y la ausencia de planes integrales que articulen gestión urbana, protección ambiental y desarrollo productivo. La dependencia de fuentes locales en un contexto de creciente demanda convierte a la ciudad en un punto crítico en época estival, donde las capacidades de respuesta se ven tensionadas.

En **Porvenir**, aunque la estacionalidad de la demanda es menos marcada, las causas recogidas muestran una alta dependencia de la capacidad instalada actual, con restricciones para su ampliación. Factores como la presión de la acuicultura, la actividad industrial y la presencia de proyectos extractivos (incluida la extracción de gas) pueden incidir en la calidad y disponibilidad del agua si no se abordan con criterios preventivos. Asimismo, se identificaron brechas en la protección de zonas de recarga, limitaciones en la infraestructura de tratamiento y distribución, y ausencia de mecanismos formales que integren la gestión hídrica con la planificación territorial.

De forma transversal, ambas comunas carecen aún de mecanismos consolidados de gobernanza hídrica que operen de manera permanente y articulada a nivel territorial. No obstante, en Puerto Natales se encuentra conformada desde abril de 2024 la Mesa Estratégica de Recursos Hídricos (MERH) para la cuenca costera Seno Andrew y Río Hollemberg, impulsada por la Dirección General de Aguas y priorizada por el Gobierno Regional de Magallanes. Esta instancia, que reúne a representantes del sector público, privado, la academia, organizaciones sociales y usuarios del agua, constituye un espacio formal de coordinación y planificación, cuyos avances serán incorporados al Plan Estratégico de Recursos Hídricos (PERH) en desarrollo.

Las similitudes encontradas entre Puerto Natales y Porvenir no implican que las soluciones deban ser idénticas. Por el contrario, las diferencias en las presiones productivas, el perfil demográfico y la dinámica de uso del suelo indican que las respuestas deben ser diseñadas a la medida de cada territorio. En este sentido, la combinación de soluciones basadas en la naturaleza, medidas de eficiencia y estrategias de diversificación de nuevas fuentes ofrece un camino común, mientras que la intensidad, el enfoque y el orden de priorización deberán responder a las particularidades de cada comuna.

Actuar sobre estas causas, con una hoja de ruta que combine medidas inmediatas y de largo plazo, es esencial para evitar que las brechas identificadas se transformen en

limitaciones estructurales que condicionen el desarrollo de Puerto Natales y Porvenir en las próximas décadas.

Este reconocimiento de patrones compartidos y desafíos específicos constituye una base sólida para orientar la priorización de soluciones con un enfoque más preciso y eficiente. Al identificar dónde las problemáticas convergen y dónde presentan particularidades, se abren oportunidades para diseñar respuestas diferenciadas que maximicen los impactos positivos, optimicen el uso de recursos y fortalezcan las capacidades locales. Este análisis no solo enriquece la comprensión de la realidad hídrica de cada comuna, sino que también establece un marco estratégico que facilitará la implementación de acciones concretas y sostenibles en el tiempo.



Fotografía Región de Magallanes, Belén Muñoz Z.

HOJAS DE RUTA Y SOLUCIONES PRIORIZADAS

Las hojas de ruta construidas para Puerto Natales y Porvenir se organizaron en tres ejes complementarios, que en conjunto buscan proteger las fuentes de agua existentes, optimizar su uso y abrir la puerta a nuevas fuentes de abastecimiento. La priorización de soluciones se realizó de manera participativa, considerando criterios de impacto, factibilidad, pertinencia territorial y capacidad de implementación local.



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

La protección de ríos, humedales, turberas y otras formaciones naturales fue priorizada como medida clave en ambas comunas. Estas acciones buscan resguardar los servicios ecosistémicos que sostienen la seguridad hídrica, prevenir la degradación de fuentes de agua y fortalecer la resiliencia del territorio frente a cambios climáticos y presiones de uso.

La base de la seguridad hídrica está en la salud de los ecosistemas que regulan el ciclo del agua. En ambas comunas, las

soluciones priorizadas apuntan a preservar ríos, humedales naturales, turberas, estepas, pastizales y matorrales, reconociendo su rol en la recarga de acuíferos, la retención de agua y la regulación de caudales.

En Natales, la priorización incluyó además la conservación del bosque nativo, ampliando el foco hacia la protección de ecosistemas que, aunque menos extensos en la zona, cumplen funciones clave para la biodiversidad y el control de la erosión. Estas acciones no solo protegen el recurso, sino que también fortalecen la resiliencia del territorio frente a los efectos del cambio climático.



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

Las soluciones priorizadas apuntan a reducir el consumo y optimizar el uso del agua en sectores productivos, áreas verdes y espacios domésticos. Incluyen tecnologías de riego eficiente, cambio de especies vegetales de menor requerimiento hídrico, reutilización de aguas y prácticas agrícolas de bajo consumo, contribuyendo a un manejo más responsable y sostenible del recurso.

El uso eficiente del agua permite que un mismo volumen cubra más necesidades y reduzca la presión sobre las fuentes. En

ambas comunas, se priorizaron medidas como sistemas de eficiencia domiciliar, riego mecanizado mayor y micro riego localizado, así como riego subterráneo y en agricultura.

En el ámbito urbano, se incluyó el cambio hacia vegetación de menor requerimiento hídrico que permite mantener áreas verdes con un consumo reducido de agua. En el sector productivo, la agricultura de precisión con riego deficitario controlado, junto a la labranza de conservación mínima o cero y la producción hidropónica o aeropónica, se posicionan como medidas innovadoras y adaptadas a las condiciones locales.



Fotografía Puerto Natales, Paola Matus L.



MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

Se priorizaron medidas para diversificar las fuentes de abastecimiento, como la captación y almacenamiento de aguas lluvias, el reúso de aguas residuales y la incorporación de sistemas innovadores de producción de agua para uso urbano y productivo. Estas alternativas fortalecen la seguridad hídrica al reducir la dependencia de fuentes únicas y vulnerables.

Diversificar las fuentes de abastecimiento es clave para reducir la dependencia de captaciones tradicionales y aumentar la seguridad hídrica en el mediano y largo plazo. En Porvenir, se priorizaron soluciones como el sistema tradicional de captación y almacenamiento de aguas lluvias (cochas/bordos), zanjas de infiltración, jardines de lluvia y llanuras de inundación para retener y recargar agua.

Natales complementó este enfoque con alternativas como las plazas de agua para recolección de lluvias y tecnologías de reutilización, incluyendo tratamiento con lodos activados, lombrifiltros y humedales artificiales. En ambas comunas, la reutilización de aguas residuales urbanas en emisarios submarinos se destacó como alternativa para usos no potables, mientras que Porvenir incorporó además la instalación de estanques de almacenamiento local para asegurar reservas en periodos de baja oferta.

La migración hacia nuevas fuentes no solo responde a la necesidad de respaldo frente a escenarios de escasez, sino que abre la puerta para un potencial desarrollo de la ciudad y a un modelo más circular del agua, en el que el recurso se capta, utiliza, trata y reincorpora al ciclo con criterios de sostenibilidad.



Fotografía: Plaza Puerto Natales, Valentina Cárdenas V.



Fotografía: Tierra del Fuego, Valentina Cárdenas V.

Reflexiones finales

MAGALLANES PRESENTA UNA CONDICIÓN EXCEPCIONAL FRENTE A OTRAS REGIONES DEL PAÍS

El trabajo desarrollado en Puerto Natales y Porvenir demuestra que la seguridad hídrica no depende solo de la disponibilidad física del recurso, sino de la interacción entre factores climáticos, ecológicos, institucionales y sociales que determinan la capacidad del territorio para sostener su desarrollo. Los resultados del diagnóstico técnico-participativo evidencian dos realidades distintas, pero complementarias, que reflejan tanto los desafíos como las oportunidades que enfrentan las zonas urbanas y periurbanas de Puerto Natales y Porvenir.

En Puerto Natales, el Índice de Seguridad Hídrica (ISH) al 2060 presenta valores negativos durante gran parte del año, alcanzando un promedio de $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Este comportamiento se debe principalmente a la alta exigencia del caudal ambiental, que debe mantenerse para conservar los ecosistemas acuáticos locales. Dicho caudal, determinante

para la estabilidad ecológica de la cuenca, explica la brecha observada en el índice y refleja el impacto progresivo del cambio climático, que ha reducido la oferta hídrica superficial y modificado los patrones de precipitación. En este contexto, la ciudad enfrenta el desafío de conciliar el desarrollo urbano y productivo con la conservación de sus ecosistemas, que constituyen su principal barrera natural frente a la escasez.

Aun así, Puerto Natales dispone de oportunidades concretas para revertir esta tendencia. De acuerdo con los análisis de soluciones priorizadas, se proyecta un aporte de $0,74 \text{ m}^3/\text{s}$, donde cerca del 63 % del potencial de aumento en la disponibilidad hídrica provendría de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), complementadas con un 28 % de nuevas fuentes hídricas y un 9 % asociado a eficiencia hídrica. Estas medidas, que incluyen la restauración de vegas y humedales, la infiltración de acuíferos, la implementación de plazas de agua y jardines de lluvia urbanos, y la reutilización de aguas tratadas, entre otras, ofrecen una oportunidad tangible para sostener el ciclo hídrico, mejorar la resiliencia, gestionar

nuevas fuentes de agua y mantener el desarrollo sin comprometer su base ecológica.

Por su parte, Porvenir muestra un panorama distinto, pero igualmente desafiante. Su ISH al 2060 positivo de $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$ indica que la oferta hídrica actual supera la demanda, lo que le otorga una posición de seguridad hídrica relativa. Esta condición no significa ausencia de riesgo, sino una oportunidad para planificar su crecimiento urbano e industrial de forma anticipada y sostenible. El conjunto de soluciones priorizadas proyecta un aporte de $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$, proveniente principalmente de nuevas fuentes hídricas 61%, seguidas por medidas de conservación de ecosistemas 20% y eficiencia 19%. La conservación de vegas y turberas, la gestión y almacenamiento de escorrentías pluviales y la infiltración natural representan pilares clave para consolidar una reserva estructural de agua frente a la futura variabilidad climática.

Ambas zonas, con realidades distintas, comparten un mismo horizonte: convertir la planificación hídrica en un instrumento de desarrollo sostenible. En Puerto Natales, la prioridad es restaurar y ampliar la base natural de oferta; en Porvenir, preservar la condición de equilibrio y acompañar su crecimiento con una gestión proactiva del recurso. En ambos casos, la integración de Soluciones basadas en la Naturaleza, de eficiencia y de gestión tanto de la demanda como de la oferta constituye la base para una seguridad hídrica estable.

La Región de Magallanes presenta una condición excepcional frente a otras regiones del país: aún no enfrenta una crisis hídrica generalizada y está a tiempo de anticiparse a una crisis estructural. Sin embargo, los efectos del cambio climático y la presión sobre los ecosistemas obligan a actuar de manera decidida. El fortalecimiento de la gobernanza hídrica regional, la coordinación intercomunal y el monitoreo continuo del recurso serán esenciales para asegurar que las hojas de ruta se traduzcan en acciones concretas y sostenibles.

El llamado final es claro: Magallanes puede transformar el agua en un eje habilitante de su desarrollo. Las soluciones están identificadas, las voluntades locales existen y la ventana de oportunidad sigue abierta. Contar con un diagnóstico robusto y hojas de ruta consensuadas es un privilegio que pocas regiones tienen antes de llegar a un escenario crítico. La invitación es a transformar este trabajo en una agenda activa, con compromisos claros y medibles, que movilice recursos, alinee esfuerzos y ponga a la seguridad hídrica como eje central del desarrollo territorial. Porque garantizar el Futuro Hídrico en Magallanes no es solo una meta técnica: es una decisión política, social y cultural que debe comenzar hoy.

La seguridad hídrica urbana y periurbana no depende únicamente de la disponibilidad física del recurso, sino de un entramado de factores que incluyen la salud de los ecosistemas, la capacidad institucional, la infraestructura, la información y la articulación social.

Garantizar el Futuro Hídrico en Magallanes no es solo una meta técnica: es una decisión política, social y cultural que debe comenzar hoy.



Glosario
Bibliografía
Agradecimientos

GLOSARIO

Agua subterránea

Agua que se encuentra bajo la superficie terrestre, almacenada en formaciones geológicas denominadas acuíferos, y que puede extraerse mediante pozos o aflora de forma natural (DGA, 2022).

Aguas residuales

Agua que ha sido utilizada en procesos domésticos, industriales o productivos y que contiene contaminantes físicos, químicos o biológicos, requiriendo tratamiento antes de su reutilización o descarga (OMS, 2017).

Aguas lluvias (captación y almacenamiento)

Prácticas e infraestructuras diseñadas para recolectar y almacenar agua proveniente de precipitaciones para su uso posterior, reduciendo la presión sobre fuentes convencionales (MOP, 2021).

Acuífero

Formación geológica permeable capaz de almacenar y transmitir agua subterránea en cantidades suficientes para su extracción y uso (Freeze & Cherry, 1979).

Brecha hídrica

Diferencia entre la oferta y la demanda de agua, considerando la cantidad, calidad, oportunidad y confiabilidad del recurso para satisfacer necesidades humanas, productivas y ambientales (MOP, 2020).

Cambio de uso de suelo

Transformación de la cobertura y función original de un terreno, que puede alterar el ciclo hidrológico y afectar la disponibilidad y calidad del agua (FAO, 2011).

Ecosistemas hídricos

Ambientes naturales que desempeñan funciones clave en la regulación, almacenamiento, provisión y depuración del agua, como ríos, humedales, turberas y vegas (Ramsar, 2018).

Eficiencia hídrica

Relación entre la cantidad de agua utilizada y el beneficio obtenido, optimizando el uso del recurso para reducir pérdidas y desperdicios (OCDE, 2015).

Escenario tendencial

Proyección futura del estado de un sistema hídrico si se mantienen las condiciones y prácticas actuales, sin cambios estructurales significativos (IPCC, 2022).

Escenario sustentable

Proyección futura que considera la implementación de medidas de conservación, eficiencia y diversificación de fuentes para garantizar la seguridad hídrica a largo plazo (PNUMA, 2018).

Gobernanza del agua

Estructura y procesos de toma de decisiones que involucran a instituciones y actores en la gestión del recurso hídrico, incluyendo coordinación, participación y fiscalización (OCDE, 2015).

Hojas de ruta

Instrumentos de planificación que establecen acciones, plazos, responsables y recursos para implementar soluciones orientadas a objetivos específicos en gestión hídrica (MOP, 2020).

Inseguridad hídrica

Situación en la que el acceso, calidad o disponibilidad de agua es insuficiente o incierta para satisfacer las necesidades humanas, productivas o ambientales (ONU-Agua, 2021).

Infraestructura verde

Conjunto de soluciones que utilizan elementos naturales o seminaturales para conservar, restaurar o mejorar el ciclo del agua (UICN, 2020).

Planificación hídrica

Proceso de análisis, diseño e implementación de políticas, programas y proyectos para la gestión sostenible del recurso hídrico (MOP, 2020).

Recarga de acuíferos

Proceso mediante el cual el agua superficial se infiltra en el suelo y alcanza un acuífero, reponiendo su volumen de almacenamiento (USGS, 2019).

Seguridad hídrica

Capacidad de asegurar la disponibilidad y calidad del agua para personas, ecosistemas y actividades productivas, de forma continua y sostenible (ONU-Agua, 2018).

Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

Medidas que utilizan o imitan procesos naturales para abordar desafíos hídricos, como la restauración de humedales o la reforestación (UICN, 2020).

Transición hídrica

Proceso de cambio hacia una gestión del agua más sostenible, integrada y resiliente (MOP, 2021).

Vegas y mallines

Ecosistemas húmedos de alta productividad que almacenan agua y regulan su flujo, típicos de zonas frías y ventosas (Pliscoff, 2024).

BIBLIOGRAFÍA

Academia Nacional de Bomberos (ANB). (2017). Informe APR. Santiago (sede de la institución): Academia Nacional de Bomberos (ANB). Obtenido de https://www.anb.cl/documentos_sitio/informe_APR_nov2017.pdf

Aguas Magallanes. (2021). Actualización Planes de desarrollo. Comuna de Porvenir .

Aguas Magallanes S.A.: Comuna de Puerto Natales. Comuna de Puerto Natales. Obtenido de https://www.sitirural.cl/wp-content/uploads/2024/03/Natales_demografica.pdf

Aqua. (2021). Salmonicultura en Magallanes: Avanzando hacia una mayor consolidación.

CEA. (2024). Análisis de la seguridad hídrica en cuencas de la Región de Magallanes. Obtenido de <https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2024/10/ISH-Magallanes-web.pdf>

CEA. (2025). Índice de Seguridad Hídrica: Escenarios de desarrollo futuro y soluciones. Zona urbana y periurbana de Puerto Natales y Porvenir.

Centro de Información de Recursos Naturales CIREN. (2010). Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile Región de Magallanes y Antártica Chilena. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/099a91dc-911b-4d40-88e9-ea981819ad2f>

Centro de Información de Recursos Naturales CIREN. (2024). Características demográficas y socioeconómicas de la comuna de Natales. Obtenido de https://www.sitirural.cl/wp-content/uploads/2024/03/Natales_demografica.pdf

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)². (2024). Plataforma Simulaciones Climáticas. <https://simulaciones.cr2.cl/https://simulaciones.cr2.cl/>

Comisión Nacional de Riego CNR. (2017). Estudio básico Diagnóstico para desarrollar plan de riego en Región de Magallanes : informe final. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/aa3b3ff8-333f-4368-a949-0e5c5ddf8320>

CNR. 2017. Estudio básico Diagnóstico para desarrollar plan de riego en Región de Magallanes: informe final. Link: [Ehttps://bibliotecadigital.ciren.cl/items/aa3b3ff8-333f-4368-a949-0e5c5ddf8320](https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/aa3b3ff8-333f-4368-a949-0e5c5ddf8320)

Comisión Nacional de Riego, CNR (2017). Estudio básico Diagnóstico para desarrollar plan de riego en Región de Magallanes: informe final. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/aa3b3ff8-333f-4368-a949-0e5c5ddf8320>

Comisión Nacional de Riego, Aquasys Ingenieros Consultores, 2017. Estudio básico Diagnóstico para desarrollar plan de riego en Región de Magallanes : informe final. Link: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/aa3b3ff8-333f-4368-a949-0e5c5ddf8320>

Cooperativa. (1 de Abril de 2024). Sequía: Casi 200 comunas estarán en emergencia agrícola hasta septiembre. Obtenido de <https://cooperativa.cl/noticias/pais/desastres-naturales/sequia/sequia-casi-200-comunas-estaran-en-emergencia-agricola-hasta-septiembre/2024-04-01/134057.html>

Corporación Nacional Forestal CONAF. (2025). Monumento natural cueva del Milodón. Obtenido de CONAF: https://www.conaf.cl/parque_nacionales/monumento-natural-cueva-del-milodon/

Corporación Nacional Forestal CONAF. (2025). Parque Nacional Bernardo O´ Higgins. Obtenido de CONAF: https://www.conaf.cl/parque_nacionales/parque-nacional-bernardo-ohiggins/

Corporación Nacional Forestal CONAF. (2025). Parque Nacional Kawésqar. Obtenido de CONAF: https://www.conaf.cl/parque_nacionales/parque-nacional-kawesqar/

Corporación Nacional Forestal CONAF. (s.f.). Monumento Natural Laguna Los Cisnes. Obtenido de CONAF: https://www.conaf.cl/parque_nacionales/monumento-natural-laguna-de-los-cisnes/

DGA. (2024). Declara área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Puerto Borries, en la comuna de Natales, provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/uploads/sites/13/2024/07/res_10_2024.pdf

DGA. (2021). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las Cuencas Vertientes del Atlántico: Informe Final. Link: <https://repositoriodirplan.mop.gob.cl/biblioteca/server/api/core/bitstreams/358c65f4-9326-426a-b797-eb382f76c47a/content>

Dirección General de Aguas. (2024). Informe Hidrometeorológico Semanal. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/uploads/sites/13/2024/06/Informe_semanal_30_12_2024-1.pdf

Dirección General de Aguas DGA. (2017). Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los Recursos Hídricos en Chile. Obtenido de Biblioteca Digital KIMEN – DGA (MOP): <https://repositoriodirplan.mop.gob.cl/biblioteca/items/752e360e-4631-45d6-93fc-51521f6d92fc/full>

EH2030. (2021). Gobernanza desde las cuencas. Institucionalidad para la seguridad hídrica en Chile. Santiago: Fundación Chile. Obtenido de <https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2022/04/GOBERNANZA-CUENCAS-20-4-22-web-1-1.pdf>

EH2030. (2024). Magallanes: Radiografía del agua. Obtenido de <https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2024/10/Magallanes-Radiografia-del-Agua-2024.pdf>

El Pingüino. (2024). Laguna Blanca y la crisis de los sistemas áridos. Columna de opinión Erwin Domínguez Díaz, Director de INIA Kampenaike. (E. D. Díaz, Editor) Obtenido de <https://www.elpinguino.com/noticia/2024/06/06/laguna-blanca-y-la-crisis-de-los-sistemas-aridos#:~:text=Se%20pueden%20identificar%20como%20causa,del%20clima%2C%20implicando%20un%20aumento>

Fundación Amulén. (2020). Pobres de Agua: Radiografía del Agua Rural en Chile. Santiago: Fundación Amulén. Obtenido de https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf

Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena - GORE Magallanes. (2024). Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Magallanes (PARCC). Obtenido de <https://www.goremagallanes.cl/wp-content/uploads/2024/04/Producto-1-Contexto-Regional-PARCC-Magallanes.pdf>

Habit, E., Gorski, K., Aló, D., Ascencio, E., Astorga, A., Colin, N., . . . Wolelfl, S. (2019). Biodiversidad de ecosistemas de agua dulce. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Obtenido de https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/d1/b4/d1b48af9-dcb8-4437-9c02-cd3c5b534a02/biodiversidad_de_ecosistemas_de_agua_dulce.pdf#:~:text=vegas%20y%20bofedales%20%28Figueroa%2C%202018%29,Gajardo%20y%20Redón%2C%202019

IPCC. (2021). Regional fact sheet –Central and South America. Sixth assessment report. Obtenido de https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Central_and_South_America.pdf#:~:text=Working%20Group%20I%20-%20The,5%20scenarios

Mateluna Cuadra, J. (4 de Abril de 2024). Extienden emergencia agrícola por déficit hídrico y sequía. Obtenido de Cooperativa Ciencia: <https://www.cooperativaciencia.cl/medio-ambiente/2024/04/04/extienden-emergencia-agricola-por-deficit-hidrico-y-sequia/>

MINAGRI. (2023). Declara situación de emergencia agrícola por los efectos de daño productivo derivados del déficit hídrico que afecta a la región de Magallanes. Obtenido de <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2023/01/18/43454/01/2254659.pdf>

MINAGRI. (2024). Resolución 722 Exenta extiende vigencia de declaración de emergencia agrícola por los efectos de daño productivo derivados de situación de déficit hídrico y sequía en las comunas de las regiones de Coquimbo y Valparaíso que señala y ampliase a las regiones. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1200059&f=2024-10-05>

MINAGRI. (2025). Resolución 283 Exenta extiende vigencia de declaración de emergencia agrícola por los efectos de daño productivo derivados de situación de déficit hídrico para las regiones que se indican. Obtenido de https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1214827&utm_source=chatgpt.com

MINAGRI. (2024). Ministerio de Agricultura extiende vigencia de declaración de emergencia agrícola por los efectos de daño productivo derivados de situación de déficit hídrico y sequía para las regiones que se indican. Obtenido de Diario Oficial de la República de Chile: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2024/10/05/43966/01/2552083.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Magallanes (PARCC):Producto 1. Informe de contexto regional de cambio climático. Link: <https://www.goremagallanes.cl/wordpress/wp-content/uploads/2024/04/Producto-1-Contexto-Regional-PARCC-Magallanes.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente. (2023). Actualización: Plan Regulador Comunal, Comuna De Porvenir. Link: https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_IAC_PRC_Porvenir.pdf

Ministerio de Obras Públicas. (2012). Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 Región de Magallanes y Antártica Chilena. Ministerio de Obras Públicas. Obtenido de <https://proactiva.subdere.gov.cl/handle/123456789/184>

MOP. (2012). Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 Región de Magallanes y Antártica Chilena.

MOP. (2023). Decreto 31 Declara zona de escasez hídrica a las comunas de Timaukel, Porvenir, Torres del Paine, Laguna Blanca, Río Verde y San Gregorio, Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1190738>

Municipalidad de Natales. (2020). Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2017 - 2025 - Libro final al 04.12.2020. Puerto Natales. Obtenido de <https://portal.muninatales.cl/wp-content/uploads/2022/10/Libro-Pladeco-Final-al-04.12.2020.pdf>

Municipalidad de Porvenir. (2023). Plan Regulador Comunal, Comuna de Porvenir. Porvenir.

OCDE. (2022). Financing a Water Secure Future. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris. Obtenido de <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/water.html>

OCDE. (2024). OECD Environmental Performance Reviews: Chile 2024. Obtenido de https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/03/oecd-environmental-performance-reviews-chile-2024_ce98cfc1/5bc65d36-en.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Valoración económica y sociocultural del impacto del castor en Tierra del Fuego y el resto de la Región Magallánica. Link: https://www.researchgate.net/publication/341655773_Valoracion_economica_y_sociocultural_del_impacto_de_castor_Castor_canadensis_en_Tierra_del_Fuego_y_resto_de_la_Region_Magallanica_MMA-FAO-GEF

País Circular. (2023). Inédita sequía en Magallanes: ganaderos, agricultores, operadores turísticos y autoridades cuentan cómo viven la crisis hídrica. Obtenido de País Circular: <https://www.paiscircular.cl/agua/inedita-sequia-en-magallanes/>

Pliscoff, P. (2024). Análisis del estado actual de los ecosistemas terrestres, Región de Magallanes. Obtenido de <https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2024/10/Estudio-Pliscoff-Sept-2024.pdf>

Radio Polar. (2024). Gobierno extiende emergencia agrícola desde Atacama a Magallanes por déficit hídrico. Obtenido de <https://www.radiopolar.com/gobierno-extiende-emergencia-agricola-desde-atacama-a-magallanes-por-deficit-hidrico>

Rivera, A.; Bown, F. (2022). El ancho mundo. Centro de Estudios Científicos (CECs), Valdivia. Obtenido de https://glaciologia.cl/wp-content/uploads/2022/03/2022-CCLM-LIBRO-EL-ANCHO-MUNDO_rivera_bown.pdf

SERNATUR. (2024). Se inicia programa para unir los 17 parques de la Patagonia con infraestructura vial y conectividad digital. Obtenido de Servicio Nacional de Turismo: <https://www.sernatur.cl/se-inicia-programa-para-unir-los-17-parques-de-la-patagonia-con-infraestructura-vial-y-conectividad-digital/>

SUBDERE. (2018). Diagnóstico nacional y regional sobre generación y eliminación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables. Obtenido de <https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/4.17%20Regio%CC%81n%20de%20Magallanes%20y%20Antartica%20Agosto%202018.pdf>

Universidad de Chile. (2018). Informe país estado del medio ambiente en Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/179262/Capitulo5-Suelos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Waterways. (2024). Estimación de la recarga en la Región de Magallanes a través del Modelo WetSpas . Obtenido de <https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2024/10/WetSpas-Magallanes-web.pdf>

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ANF: Aguas No Facturadas	PARCC: Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Magallanes
APL: Acuerdo de Producción Limpia	PERHC: Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas
ASCC: Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático	RETC: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
CdA: Curva de Abatimiento	SAG: Servicio Agrícola y Ganadero
CNR: Comisión Nacional de Riego	SBAP: Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas
CONAF: Corporación Nacional Forestal	SbN: Soluciones basadas en la Naturaleza
CORMA: Corporación Chilena de la Madera	SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
DGA: Dirección General de Aguas	SII: Servicio de Impuestos Internos
DOH: Dirección de Obras Hidráulicas	SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios
ERD: Estrategia Regional de Desarrollo	SMA: Superintendencia de Medio Ambiente
GIRH: Gestión Integral de Recursos Hídricos	SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado
INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario	SOFOFA: Sociedad de Fomento Fabril
INE: Instituto Nacional de Estadísticas	SSR: Servicios Sanitarios Rurales
IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	SUBDERE: Subsecretaría de Desarrollo Regional
IPT: Instrumento de Planificación Territorial	WCS: Wildlife Conservation Society
IS: Índice de Susceptibilidad	
ISH: Índice de Seguridad Hídrica	
JdV: Junta de Vigilancia	
MERH: Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos	
MINAGRI: Ministerio de Agricultura	
MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo	
MMA: Ministerio del Medio Ambiente	
MOP: Ministerio de Obras Públicas	
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos	
OUs: Organizaciones de Usuarios de Agua	

AGRADECIMIENTOS

FUTURO HÍDRICO EN MAGALLANES: HOJAS DE RUTA PARA LA RESILIENCIA DE PUERTO NATALES Y PORVENIR

Concretar la publicación *Futuro Hídrico en Magallanes: Hojas de Ruta para la Resiliencia de Puerto Natales y Porvenir* fue posible gracias al compromiso y colaboración de representantes de diversas instituciones públicas, privadas, academia y organizaciones ciudadanas que participaron activamente en su desarrollo.

Escenarios Hídricos 2030 agradece especialmente a CORFO, entidad financista de la iniciativa, cuyo apoyo ha sido fundamental para hacer posible este proceso y los estudios que lo sustentan, entre ellos *Magallanes: Radiografía del Agua* y la presente publicación.

Asimismo, se reconoce el valioso respaldo del Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena, en particular de su División de Planificación y Desarrollo Regional, cuyo acompañamiento fue clave para la co-construcción de las hojas de ruta y la articulación territorial lograda en este trabajo.

Jorge Flies (Gobernador Regional de Magallanes y la Antártica chilena), Ana Mayorga Bahamonde (Alcaldesa de Puerto Natales), José Parada Aguilar (Alcalde de Porvenir), Adelaida Vargas Paillan (Cooperativa Campos de Hielo), Adriana Aguilar (Cámara de Turismo de Última Esperanza), Adriana López (Fundación Chile), Alejandro Canales (SAG), Alejandro Nuñez (Centro de Formación Técnica de Magallanes), Ana Luisa Tapia (SAG), Andres Ayala (Municipalidad de Puerto Natales), Ángel Suárez (INIA), Antonieta Rodríguez (CNR), Arturo Rojas (CONAF), Axel González (Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena), Belén Guarda (WCS), Belén Seguel (Aguas Magallanes), Carla Gallardo (INDAP), Carlos Duran Álvarez (Cuerpo de Bomberos), Carlos Enrique Mandriaza Muñoz (Cámara de comercio y turismo Puerto Natales), Carolina Maldonado (Fundación Chile), Carolina Reyes Morales (Llaquedona Green Hydrogen), Carolina Rincón (Municipalidad de Puerto Natales), Clarina Helmer (INDAP), Claudia Escobar (TEG), Cristian Paina (Delegación Presidencial Provincial de Última Esperanza), Cristián Paiva Ferrada (Delegación Presidencial Provincial de Última Esperanza), Cristina Salazar (Ministerio de Obras Públicas), Cristófer Mardones (SAG, Profesor de Recursos Naturales), Daniela Maripillan (Municipalidad de Puerto Natales), David Ovando (Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena), David Valenzuela (Municipalidad de Porvenir), Diego Espinoza (DGA), Walter Ojeda (Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena), Edgardo Casanova (Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena), Edgardo Vargas (SAG), Enrique Molina (Fundación Chile), Enrique Rebolledo Toro (MMA), Esteban Miranda (CORFO), Claudia Gallardo (Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Etel Lenora Latorre Varas (Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena), Fabian Salazar (INDAP Porvenir), Fabiola Vigar Escalante (Municipalidad de Puerto Natales), Felipe Martínez (INDAP), Felipe Morales (Programa Servicio País), Felipe Morales Urrutia (Sociedad Civil), Felipe Sánchez (Municipalidad de Porvenir), Felipe Sanchez Figueroa (Municipalidad de Porvenir), Felipe Valenzuela (Fundación Chile), Fernanda Valdivia (Freepower Group), Fernando Carvajal (INDAP), Francisco Morales (TEG), Francisco Ros (TEG), Gabriel Parada (Municipalidad de Porvenir), Gabriel Zegers (INDAP), Gaynor Ferrada (Municipalidad de Puerto Natales), Gerardo Díaz (Fundación Chile), Gilda Zuñiga (Fundación Chile), Hector Cárdenas (Agrupación de Ganaderos de Torres del Paine), Hernán Araneda (Fundación Chile), Ibis Rogel (DOH), Ignacio Santelices (Fundación Chile), Isabel

Becerra (Programa Servicio País), Jacqueline Calisto (Agrupación Hortícola Tierra, Agua y Sol), Jaime Antecao (INDAP), Javier Correa (Aguas Magallanes), Javiera Cárcamo (INIA), Javiera Ramírez (Fundación Chile), Jorge Alarcón (Fundación Chile), José Luis Hernández (Ministerio de Obras Públicas), José Maldonado (SAG), Jovito Gonzalez (CONAF), Juan Walker (FreePower Group), Karen Barrera (Compost Coirón), Karin Segovia (TEG), Karina Alvarado (Municipalidad de Puerto Natales), Katterinne Díaz (Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Lidia Catepillan (Cooperativa Agrícola Campos de Hielo), Lorena Cancino (Seremi de Agricultura), Lorena Olivares (DGA), Loreto Velásquez (H2Chile), Luis Obando (PTI Agroalimentos, INDAP), Madalen Malaree (Municipalidad de Puerto Natales), Marcela Reyes Olave (Municipalidad de Porvenir), Marcelo Villarroel (SERNATUR), Margaret Martinez (Fundación Chile), María Isabel Muñoz (H2V Magallanes), María José Navajas (CORFO), María Laura Martínez (Fundación Chile), María Rafaela Retamal Díaz (Planeta Agua), Marietta Barsocchini (Fundación Chile), Maritza Vera (Municipalidad de Puerto Natales), Melissa Carmody (WCS), Nataly Castro (Novaustral Nicolás Mardones (Centro de Formación Técnica de Magallanes), Nirmia Salamanca (Cooperative Ñuke Mapu Ltda.), Oscar Perez Vasquez (Presidente Junta de Vecinos #3), Oscar Strauch (CORFO), Pamela Urzúa (Fundación Chile), Paola Matus (Fundación Chile), Patricio Salinas (CONAF), Paula Quiero León (SAG), Rafael Contreras (CONAF), Rafaela Truffa (Fundación Chile), Ricardo Rodriguez (H2Chile), Roberto Allendes (Centro de Formación Técnica de Magallanes), Roberto Navarrete (SAG), Rodrigo Soto Vargas (Generación Sustentable Tierra del Fuego), Sandra Ojeda (Municipalidad de Puerto Natales), Tatiana Rameno (Fundación Bio Patagonia), Ulrike Broschek (Fundación Chile), Valentina Cárdenas (Fundación Chile), Yasna Venegas (Fundación Chile), Verónica Zurita (Fundación Chile), Valentina Millán (Municipalidad de Porvenir), Valeria Gallardo (Centro de Formación Técnica de Magallanes), Víctor Ferrada (Gobierno Regional de Magallanes

y Antártica Chilena), Víctor Fugellie (Sociedad Civil), Víctor Román (SERNATUR), Víctor Vidal (Municipalidad de Porvenir), Vilma Kalazich Sanchez (Agrupación Hortícola Tierra, Agua y Sol).

MAGALLANES: RADIOGRAFÍA DEL AGUA

Esta publicación fue posible gracias al compromiso y contribución de representantes de diversas instituciones público-privadas que participaron a lo largo del proceso.

La iniciativa Escenarios Hídricos 2030 reconoce y agradece el aporte de cada una de las personas e instituciones que participaron y que contribuyeron a la construcción de este documento.

EH2030 agradece a la entidad financista de este estudio, la Corporación de Fomento de la Producción a través de su Programa Desarrollo Productivo Sostenible, apoyo que fue fundamental para concretar el proceso y trabajo expuesto.

Jorge Flies (Gobernador Regional de Magallanes y la Antártica Chilena), Antonieta Oyarzo (Alcaldesa de Puerto Natales), José Parada Aguilar (Alcalde Porvenir), Arturo Rojas Olavarría (CONAF), Ana María Ruz Frias (CORFO), José Fuster Justiniano (CORFO), Mario Zenteno Paredes (CORFO), Rowena Moreno Tellez (CORFO), Oscar Strauch Bertin (CORFO Magallanes), María José Navajas (CORFO Magallanes), Patricia Calisto Gutiérrez (CORFO Magallanes), Mario Zenteno Paredes (CORFO Magallanes), Lorena Olivares Bahamondez (DGA), María Salgado Ayarza (DGA), Baudilio Madrid (DGA), Andrea Osses (DGA), Oscar Lopez (DGA), Carlos Olivares (DGA), Rodrigo Guerrero (DGA), Axel Gonzalez Lasa (DIRPLAN MOP), Christian López (DIRPLAN MOP), Walter Ojeda Aguilar (GORE Magallanes), Etel Latorre (GORE Magallanes), Edgardo Casanova (GORE Magallanes), David Ovando (GORE Magallanes), Hina Carabantes (GORE Magallanes), Víctor Ferrada (GORE Magallanes), Claudia Gallardo

(GORE Magallanes), Jorge Valdivia (GORE Magallanes), Pedro Ossandon (GORE Magallanes), Shirley Uribe (GORE Magallanes), Gabriela Aguero (GORE Magallanes), Víctor Fugellie (Ingeniero Civil Hidráulico), Lorenzo Idalsoaga (MTT), David Medrano (MTT), Melissa Carmody (WCS), Catherine Dougnac (WCS), Claudia Silva (WCS), Javiera Constanzo (WCS), Bárbara Saavedra (WCS), Gabriel Zegers Müller (INDAP), Loreto Alejandra Arancibia Flaneigs (INDAP), Petar Bradasic (INDAP), Miriam Andrea Barria Gomez (INDAP), Clarina Rosalia Helmer Parada (INDAP), Mirko Serdan Zec Beckdorf (INDAP), Erwin Domínguez (INIA), Angel Suarez (INIA), Beatriz Vera (INIA), Isabella Villanueva (MIN ENERGIA), Luz Barría (Seremi Energía), Juan Carlos Paredes (Seremi Energía), Ricardo Bennewitz (MINAGRI), Irene Alejandra Ramirez Merida (MINAGRI), Lorena Olivares Bahamondez (MOP), Franco Javier Serafini San Celedonio (MOP), José Luis Hernández (Seremi MOP), Francisca Boher Elton (MMA), Alvaro Shee Smith (MMA), Juan Francisco Pizarro Merino (MMA), María Emilia de la Fuente (MMA), Enrique Rebolledo (MMA), Marjorie Araya (Seremi Medio

Ambiente), Camilo Perez (SEA), Carlos Ojeda (SEA), Cristian Oyarzun (SEA), Nelly Nuñez (SEA), Romina Inostroza (SEA), María Patricia Araos (SEA), José Luis Rifo Fideli (SEA), Nathalie Muñoz (SEA), Pamela Gross (SAG), Ana Luisa Tapia (SAG), Verónica Vallejos Marchant (Seremi Ciencias), Sergio Radic (UMAG), Hernán Araneda (Fundación Chile), Javiera Ramirez (Fundación Chile), Marietta Barsocchini (Fundación Chile), María Laura Martínez (Fundación Chile), Carolina Maldonado (Fundación Chile), Rafaela Truffa (Fundación Chile), Ignacio Santelices (Fundación Chile), Jorge Alarcón (Fundación Chile), Gilda Zuñiga (Fundación Chile), Yasna Venegas (Fundación Chile), Margaret Martinez (Fundación Chile), Pamela Urzúa (Fundación Chile), Ulrike Broschek (Fundación Chile), Valentina Cárdenas (Fundación Chile), Paola Matus (Fundación Chile), Claudia Galleguillos (Fundación Chile), Gerardo Díaz (Fundación Chile), Paul Dourojeanni (Fundación Chile), Adriana López (Fundación Chile), Cecilia Vidal (Fundación Chile), Enrique Molina (Fundación Chile), Jorge Harris (Fundación Chile).

