

ÍNDICE

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS



MAIPO RESILIENTE

DE LA CRISIS A LA REGENERACIÓN HÍDRICA

JULIO 2024



ÍNDICE

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

Maipo Resiliente, de la Crisis a la Regeneración Hídrica en la cuenca del río Maipo, es una iniciativa del Gobierno de Santiago, aprobada por el Consejo Regional y ejecutada por Escenarios Hídricos de Fundación Chile.

Las cuencas son territorios que cumplen un rol importante en el ciclo hidrológico, permitiendo la circulación del agua y creando las condiciones adecuadas para la vida, el desarrollo y la resiliencia. En ellas, los sistemas naturales cumplen funciones y servicios trascendentales, no solo para el ciclo del agua, sino que para otros ciclos de la tierra y la supervivencia de los seres vivos.

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional
- Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

MAIPO RESILIENTE, DE LA CRISIS A LA REGENERACIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
Santiago de Chile, 2024.
ISBN: 978-956-8200-66-4

Impulsado y financiado por:
Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.
Claudio Orrego Larrain, Gobernador Regional Metropolitano.



Secretaría Técnica.
Escenarios Hídricos 2030 de Fundación Chile.



Equipo técnico y edición de contenidos

- Ulrike Broschek, Fundación Chile
- Gerardo Díaz, Fundación Chile
- Ignacio Santelices, Fundación Chile
- Paola Matus, Fundación Chile
- Valentina Cárdenas, Fundación Chile
- Paul Dourojeanni, Fundación Chile
- Claudia Galleguillos, Fundación Chile
- Jorge Harris, Fundación Chile
- Néstor Burgos, Fundación Chile
- Adriana López, Fundación Chile
- Cecilia Vidal, Fundación Chile
- Hernán Araneda, Fundación Chile
- Pablo Zamora, Fundación Chile
- Jorge Alarcón, Fundación Chile
- Gilda Zúñiga, Fundación Chile
- Yasna Venegas, Fundación Chile
- Luis Hernán Andrade, Fundación Chile
- Geraldina Flores, Fundación Chile
- Pamela Urzúa, Fundación Chile
- Luis Muñoz, Fundación Chile
- Francisca Contreras, Fundación Chile
- Isabel Arriagada, Fundación Chile
- Marcela Colombres, Fundación Chile

- Nadieżhda Yáñez, Fundación Chile
- Susana Silva, Fundación Chile
- Diego González, Fundación Chile
- Nicolás Parra, Fundación Chile

- Mariela Arévalo, Asesor Experto
- Jorge Núñez, Asesor Experto
- Manuel Contreras, Asesor Experto

Equipo Gobierno de Santiago

- Mauricio Fabry, Gobierno de Santiago
- Rigo Quezada, Gobierno de Santiago
- María Inés Díaz, Gobierno de Santiago
- Denisse de la Fuente, Gobierno de Santiago
- Luciano Flores, Gobierno de Santiago
- Cristina Huidobro, Fondo de Agua Santiago Maipo

Comunicación y Marketing

- Marietta Barsocchini, Fundación Chile
- Javiera Ramírez, Fundación Chile
- Andrea Lailhacar, Fundación Chile
- Rafaella Truffa, Fundación Chile
- Paula Noé, Periodista
- Carolina Maldonado, Periodista
- Pablo Rojas Madariaga, Fotógrafo
- Mauricio Becerra, Diseñador
- Eríka López, Eventos
- Paola Medel, Eventos
- Macarena Ossos, Eventos

Diseño y Diagramación

Verónica Zurita V.

Redacción

María Laura Martínez, Periodista

Publicación sin fines comerciales, liderada por el Gobierno de Santiago. Reservados todos los derechos. Queda autorizada su reproducción y distribución con previa autorización y citando como fuente: Escenarios Hídricos 2030- EH2030 (2024). Maipo Resiliente: de la crisis a la regeneración hídrica. Fundación Chile, Santiago, Chile.

ÍNDICE

PRÓLOGO	7
UN LLAMADO A LA ACCIÓN EN LA GESTIÓN HÍDRICA DEL MAIPO Claudio Orrego, Gobierno Regional Metropolitano de Santiago	7
MAIPO RESILIENTE: LA OPORTUNIDAD DE INICIAR LA TRANSICIÓN HÍDRICA Hernán Araneda, Fundación Chile	10
1 LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO	14
1.1. CUENCA DEL RÍO MAIPO: 57 COMUNAS DEPENDIENDO DE SU SUMINISTRO	16
1.2. EL APOORTE DE LAS MAS A LA REDUCCIÓN DE LA BRECHA HÍDRICA	22
2 CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO	26
2.1 ACCIÓN LOCAL Y REGIONAL	28
2.2 DEL DIAGNÓSTICO A LA ACCIÓN	34
2.3 ¿CÓMO SER “AGUA POSITIVOS”?	42
3 34 INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE	50
3.1 FICHAS CARTERA DE PROYECTOS MAIPO RESILIENTE	52
3.2 INDICACIONES PARA LEER LAS FICHAS ESCALA REGIONAL FICHAS ESCALA REGIONAL	54 59
GLOSARIO DE TÉRMINOS	196
SIGLAS Y ABREVIATURAS	200
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	202
AGRADECIMIENTOS	203

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UN LLAMADO A LA ACCIÓN EN LA GESTIÓN HÍDRICA DE LA CUENCA DEL MAIPO

Después de más de una década de persistente sequía, a inicios de 2022 se activaron las alertas en la Región Metropolitana. El agua disponible estaba en serio riesgo de no ser suficiente para cubrir la demanda para el consumo humano y el racionamiento en algunas horas del día, aparecía como una medida urgente para reaccionar a la escasez hídrica.

Ante ese panorama, desde el Gobierno de Santiago se generó un protocolo de racionamiento en conjunto con la Superintendencia de Servicios Sanitarios y SENAPRED, al mismo tiempo que convocamos a una **Mesa de Emergencia Hídrica**. No podíamos simplemente seguir mirando al cielo, esperando que una providencial lluvia salvara a una región que supera los 7 millones de habitantes.

La lluvia llegó y el riesgo de racionamiento se contuvo. Sin embargo, la emergencia hídrica que vivimos en esos meses nos demostró que el agua para la Región Metropolitana no está asegurada y que no podemos continuar manteniendo en la incertidumbre al **40% de la población de Chile** y parte importante de las actividades productivas del país. Puede que tengamos un año normal de lluvias, pero eso no repara 14 años de sequía, mucho menos cuanto la demanda de agua supera a la oferta

del Río Maipo, nuestra principal fuente de abastecimiento. Un río que se encuentra en los top 10 a nivel mundial de los más estresados, según un estudio de the World Resources Institute, que en verano, tiene un 36% más derechos de aprovechamiento de agua que el recurso disponible, lo cual provoca una tremenda presión sobre el acuífero (agua subterránea), el que está bajando a razón de un metro por año.

Nuestro convencimiento fue, y sigue siendo, que se requiere un plan con medidas concretas y colaboración público-privada, para poder garantizar el abastecimiento presente y futuro no sólo en la Región Metropolitana (con sus 52 comunas), sino en toda la extensión de la cuenca del río Maipo (que incluye otras cinco comunas de las regiones de Valparaíso y O'Higgins).

Eso es Maipo Resiliente. Un plan que desarrollamos junto a Fundación Chile, quien cuenta con un conocimiento acumulado desde el año 2016 por su trabajo en **Escenarios Hídricos 2030**, y que reúne estudios profundos, con diagnósticos, proyecciones de brecha y riesgo hídrico, así como un espectro amplio de soluciones probadas, para **generar agua y hacer un uso eficiente del recurso**.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

A partir de esta primera cartera de iniciativas propuestas por Maipo Resiliente, se proyecta una disminución de la brecha hídrica en 28%, abarcando un 15% de la cuenca del Maipo, con beneficio para una población estimada en 6 millones de personas.

La Mesa de Emergencia Hídrica, conformada por representantes del mundo público, privado, academia y organizaciones sociales de más de 50 instituciones, cambió su misión desde la coyuntura que obliga a tomar medidas urgentes, a la seguridad hídrica presente y futura. En un verdadero “acuerdo por el agua”, se llegó a este plan que aborda la crisis climática desde el territorio, impulsando la gestión local y la colaboración de diversas entidades, para proponer **una cartera de soluciones hídricas sostenibles para la cuenca del río Maipo**, que permita señalar inversiones públicas y privadas para su futura implementación.

Pero la propuesta de Maipo Resiliente no habría sido tan potente si no incorporara un aspecto clave para la seguridad hídrica: Gobernanza y gestión del recurso. El 44% de las causas de los problemas del agua se deben a falta de coordinación, de información, falencias en la institucionalidad y la carencia de un marco normativo adecuado para la gestión integrada de recursos hídricos (Transición Hídrica, EH2030, 2019).

A nivel nacional, la institucionalidad está fraccionada en 56 organismos que tienen atribuciones para gestionar los recursos hídricos y somos el único país OCDE que carece de organismos de cuenca. Por eso, como Gobierno de Santiago tomamos la iniciativa y convocamos al **Grupo Promotor**, el que contó con la participación de 27 actores representativos de la gestión del agua, los que trabajaron durante el 2023 para generar un diseño consensado de las bases para la instalación del **primer Organismo de**

Cuenca del río Maipo y del país, cuyas bases ya han sido firmadas por medio centenar de instituciones.

Este diseño de bases reconoce a la cuenca hidrográfica (desde la cordillera hasta su desembocadura en el mar) como la unidad básica para la gestión hídrica, reuniendo en un mismo espacio a actores con diferentes intereses, quienes trabajaron por dar forma a un modelo que es posible replicar en otras regiones.

Doy un ejemplo para entender la importancia de esta mirada integral de la cuenca, donde lo que ocurre aguas arriba repercute aguas abajo: En enero de 2023, el río Maipo no desembocó en el mar debido a la debilidad de su caudal, que no sobrepasaba los 2 m³/s, en circunstancias que el nivel histórico de su caudal para enero era de 94 m³/s. Esta enorme disminución tuvo un fuerte impacto en los ecosistemas costeros, el consumo humano y productivo de la provincia de San Antonio. ¿Podemos desentendernos de los efectos del sobreconsumo en la Región Metropolitana? Sostenemos que no, que el cambio climático no reconoce fronteras regionales ni comunales, y que el trabajo para aminorar el estrés hídrico debe ser conjunto y colaborativo. Sin ir más lejos, muchos ciudadanos de la Región Metropolitana en comunas como Til-Til, Melipilla y San Pedro, depende de camiones aljibe para acceder al agua potable.

Ese es el espíritu de Maipo Resiliente. Es tanto un plan de trabajo como una invitación a activarse por el agua, tal como declaramos en la campaña ciudadana **“Influye por el agua”,**

donde señalamos que **“Todos tenemos un rol en esta misión”**. Hay, por de pronto, cerca de **600 oportunidades para influir**, partiendo por las **34 a escala regional** que se detallan en esta publicación, más otras **560 a nivel comunal**, co- construidas desde los municipios y sus comunidades para lograr el desarrollo sostenible con seguridad hídrica.

Como **Gobierno de Santiago** no sólo queremos impulsar este plan, sino que probamos nuestro compromiso con su concreción, invirtiendo 1.013 millones de pesos en tres proyectos demostrativos y dos ingenierías de detalle, además de la ingeniería básica conceptual de toda la cartera de más de 30 proyectos regionales que aquí se presenta, relacionados con Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), eficiencia hídrica y reúso de aguas residuales tratadas.

El primer proyecto demostrativo culminó con la **entrega de 14 mil dispositivos para la eficiencia hídrica a 4.000 familias** en hogares y otros mil dispositivos de ahorro destinados al 100% de los recintos de colegios y centros deportivos de cinco comunas de alto consumo de agua y prioridad social. Esperamos que esta exitosa experiencia pueda ser replicada en el resto de las comunas de la cuenca y el país.

Un segundo proyecto se dirigió a los cerros isla de la Región Metropolitana, específicamente al Parque Metropolitano Sur **Cerros de Chena, en San Bernardo**, donde además de construir un nuevo parque de escala regional, estamos interviniendo con 976 obras para infiltrar el agua de lluvia, aportar al acuífero del Gran Santiago y restaurar el ecosistema del cerro.

Como tercer proyecto demostrativo, se aplicó la solución de “jardines de lluvia” en un sitio aledaño al canal San Carlos, comuna de Peñalolén. Esa obra permite captar, filtrar e infiltrar las aguas en una zona que ha sufrido reiteradas inundaciones, a la vez que recargar

acuíferos, sostener áreas verdes y mejorar la calidad del aire.

A partir de esta primera cartera de iniciativas propuestas por Maipo Resiliente, **se proyecta una disminución de la brecha hídrica en 28%, abarcando un 15% de la cuenca del Maipo, con beneficio para una población estimada en 6 millones de personas**. Hablamos de la recuperación y ahorro de más de 560 millones de m³/año de agua, lo que equivale a poco más de 2,5 veces el agua posible de acumular durante un año en el embalse El Yeso.

Con la aplicación de estas soluciones concretas, proyectamos una Región Metropolitana más resiliente al cambio climático, capaz de retener la humedad y disminuir las olas de calor; con infraestructura verde en vez de gris; con árboles nativos recuperando cerros islas y riberas de ríos; con más jardines sustentables y menos césped; con una agricultura eficiente de alto estándar, que optimiza el uso según la necesidad real del cultivo; con recarga de acuíferos para asegurar nuestras reservas, en lugar de su actual sobreexplotación; con ecosistemas donde el agua vuelve a fluir y el Maipo desemboca en el mar, y con ciudadanos que empujan el cambio cultural, conscientes de que se trata de un recurso limitado, pero cuyo abordaje concreto permite habilitar nuestro desarrollo sostenible.

Los invitamos a sumarse, a trabajar en conjunto la implementación de esta cartera de iniciativas para tener un Gran Santiago, una Región Metropolitana y cuenca del río Maipo que cuida el agua para las actuales y futuras generaciones.

Los invitamos no sólo a recuperar la ciudad para las persona, sino que, además, a recuperar la naturaleza para la ciudad.

Claudio Orrego
Gobernador de Santiago

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS**SIGLAS Y ABREVIATURAS****REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS****AGRADECIMIENTOS**

MAIPO RESILIENTE: LA OPORTUNIDAD DE INICIAR LA TRANSICIÓN HÍDRICA

“Cifras provenientes de distintas fuentes dan cuenta de la frágil situación del recurso hídrico en Chile: 76% de la superficie está afectada por sequía, desertificación y suelo degradado y 110 acuíferos del país se encuentran actualmente con una demanda comprometida superior a su recarga”. Este párrafo corresponde a la “Radiografía del agua” (2018), la primera publicación de Escenarios Hídricos 2030 coordinada por Fundación Chile y en la que participaron actores claves del país.

Si bien el recurso hídrico ya era una temática de preocupación por el aumento de la frecuencia y duración de las sequías, no existía una real conciencia respecto al problema estructural del agua en contexto del cambio climático, en que la lluvia comienza a ser “noticia” por su carencia, o por episodios anormales de precipitaciones.

En estos años de trayectoria, **Escenarios Hídricos 2030 se ha transformado en un espacio convocante y articulador para el sector público, privado, ONGs, academia, investigadores y sociedad en general en torno al recurso hídrico, proponiendo una mirada distinta, donde el factor climático cede el protagonismo frente al antrópico.** Con ese nuevo foco, la iniciativa postula la necesidad de iniciar una Transición Hídrica,

quebrando la tendencia que nos ha llevado hacia la crisis, según reportes internacionales. Este nuevo paradigma se basa en cuatro ejes: Gestión e institucionalidad del agua, Conservación y protección de nuestros ecosistemas hídricos, Eficiencia y uso estratégico del recurso hídrico, y Migración e incorporación de nuevas fuentes de agua.

La oportunidad de alcanzar la seguridad hídrica está ligada al desarrollo paralelo de esos cuatro ámbitos, para los que Escenarios Hídricos 2030 propone determinadas MAS (Medidas, Acciones y Soluciones) levantadas en conjunto con los actores de cada territorio, sobre la base de información técnica robusta, generada mediante la aplicación de herramientas de análisis diseñadas por la iniciativa.

Esta visión de co-construir estrategias hídricas, diseñar hojas de ruta y aplicar MAS costo-eficientes pertinentes a cada cuenca, coincidió con los objetivos del Gobierno de Santiago de garantizar el abastecimiento de agua, tanto para los habitantes como para los sectores productivos de la Región Metropolitana. **Desde la Mesa de Emergencia Hídrica, convocada en 2022 por el gobernador de Santiago, Claudio Orrego, en momentos de crisis del recurso, se vislumbró el potencial de una**

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

Las 34 iniciativas a escala regional y las más de 600 de nivel local señalizan oportunidades de convocar a otros actores a invertir, tanto desde el mundo público como privado, buscando en conjunto lograr un objetivo común: la sostenibilidad de una cuenca del Maipo habitada por más de siete millones de personas y estratégica para el futuro desarrollo del país.

alianza entre una entidad surgida al alero de Fundación Chile y un Gobierno de Santiago dispuesto a romper la inercia, a innovar y liderar un cambio en la institucionalidad hídrica y ejecutar de manera concreta soluciones que hagan frente a la crisis.

A partir de esta convergencia de propósitos y complementariedad de recursos, se dio inicio a un incesante trabajo para lograr, por una parte, generar una gobernanza a nivel de cuenca, a través del Grupo Promotor (que derivó en la implementación del Organismo de Cuenca), mientras se convocaba a los municipios del territorio para levantar -en forma conjunta- proyectos que aportaran agua a su comuna y que pudieran tener sinergias con otras iniciativas, co-construyendo iniciativas a escala regional y de cuenca.

Maipo Resiliente es el fruto de esa intensa labor, que ha movilizó al Gobierno de Santiago y a Escenarios Hídricos 2030, en su rol de asesor experto, convocando a otras organizaciones y empresas de distintos ámbitos. Las 34 iniciativas a escala regional y las más de 600 de nivel local señalizan oportunidades de convocar a otros actores a invertir, tanto desde el mundo público como privado, buscando en conjunto lograr un objetivo común: la sostenibilidad de una cuenca del Maipo habitada por más de siete

millones de personas y estratégica para el futuro desarrollo del país.

Sumar a los sectores productivos como principales usuarios de agua en la cuenca a transformarse en **Agua Positivo, devolviendo más agua de la que se extrae en el territorio en que se opera**, es una de las propuestas de Maipo Resiliente, que respalda cada proyecto conceptualizado en la cartera con cálculos de aporte de agua y costos referenciales, que permiten asegurar que la inversión tendrá un impacto beneficioso, medible y reportable.

Aportar agua al territorio y frenar la tendencia a la escasez hídrica es también asegurar la supervivencia de la propia empresa, organización o actividad productiva. Tarde o temprano, la crisis del recurso hídrico afectará las operaciones y la capacidad de generar productos, repercutiendo en desempleo y tensiones con las comunidades. De ahí que, en línea con criterios de Responsabilidad Social Empresarial (RSE), contribuir a la protección de las fuentes de agua y a una buena gestión del recurso, en conjunto con otros actores de la cuenca, será un ganar-ganar para todos, una colaboración virtuosa capaz de enfrentar un escenario climático adverso.

Mientras los meteorólogos pronostican para este 2024 el “inminente arribo” del fenómeno climático de La Niña -después de unos meses de superávit de lluvia en la zona centro sur-, retomando probablemente la interrumpida “megasequía”, nuestra invitación es a trabajar incansablemente por la resiliencia de este territorio, con una mirada de mediano y largo plazo y acciones ejecutadas en el corto plazo. Es lo que proponemos en conjunto con el Gobierno de Santiago: **dejar de reaccionar solo a la urgencia y tomar medidas concretas, que permitan enfrentar fenómenos extremos de sequía e inundación, así como el aumento de la frecuencia de las olas de calor en verano.**

Para enfrentar esos fenómenos climáticos extremos, en Asia, particularmente en China y Singapur, son tendencia las “ciudades esponja”, que permiten gestionar el agua en forma sostenible, por medio del diseño de espacios urbanos capaces de absorber el exceso, retener la humedad y recargar acuíferos, mitigando inundaciones e islas de calor. Algunas de las soluciones implementadas con éxito en el continente asiático están en esta cartera de proyectos: jardines de lluvia, pavimentos permeables, zanjas y piscinas de infiltración.

También es destacable la presencia en Maipo Resiliente de los proyectos destinados a la eficiencia hídrica, poniendo el **foco en la gestión de la demanda y no solo en la oferta de agua**. Siendo la agricultura el principal consumidor de agua en Chile, utilizando el 73% del recurso (según el VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, año agrícola 2020 – 2021), soluciones como la agroforestería, tecnificación, agricultura vertical y otras prácticas agrícolas sustentables y regenerativas, son indispensables para disminuir el requerimiento de agua de este sector productivo, garantizar la seguridad alimentaria y la provisión de otros consumos.

Finalmente, quisiera hacer una mención a los **proyectos que buscan incorporar nuevas fuentes de agua**, un área en que Fundación Chile ha sido un referente, específicamente en estudios y proyectos rurales para el tratamiento y reúso de aguas residuales. Si bien en ese ámbito todavía hay algunas brechas, la experiencia de países desarrollados -donde la reutilización de aguas tratadas es una práctica incorporada en el riego de áreas verdes e incluso recarga de acuíferos-, nos lleva a seguir apostando por ese tipo de iniciativas.

Como Fundación Chile, enfrentar el cambio climático es uno de nuestros desafíos estratégicos, al igual que el desarrollo sostenible y justo. Ambos convergen en Escenarios Hídricos 2030, con el reto cada vez más acuciante de alcanzar la seguridad hídrica. **No hay una bala de plata para lograrlo ni se puede conseguir desde una sola institución o sector, será el trabajo conjunto el que nos ayudará a enfrentar el futuro con soluciones a los problemas hídricos que nos aquejan.** Con el liderazgo del Gobierno de Santiago, en Maipo Resiliente se ha logrado la colaboración de múltiples actores, abiertos a innovar y disponibles para trabajar juntos por una gestión más justa y eficiente del agua. Un esfuerzo colaborativo que -esperamos- marque el inicio de la anhelada Transición Hídrica de Chile.

Hernán Araneda
Fundación Chile

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

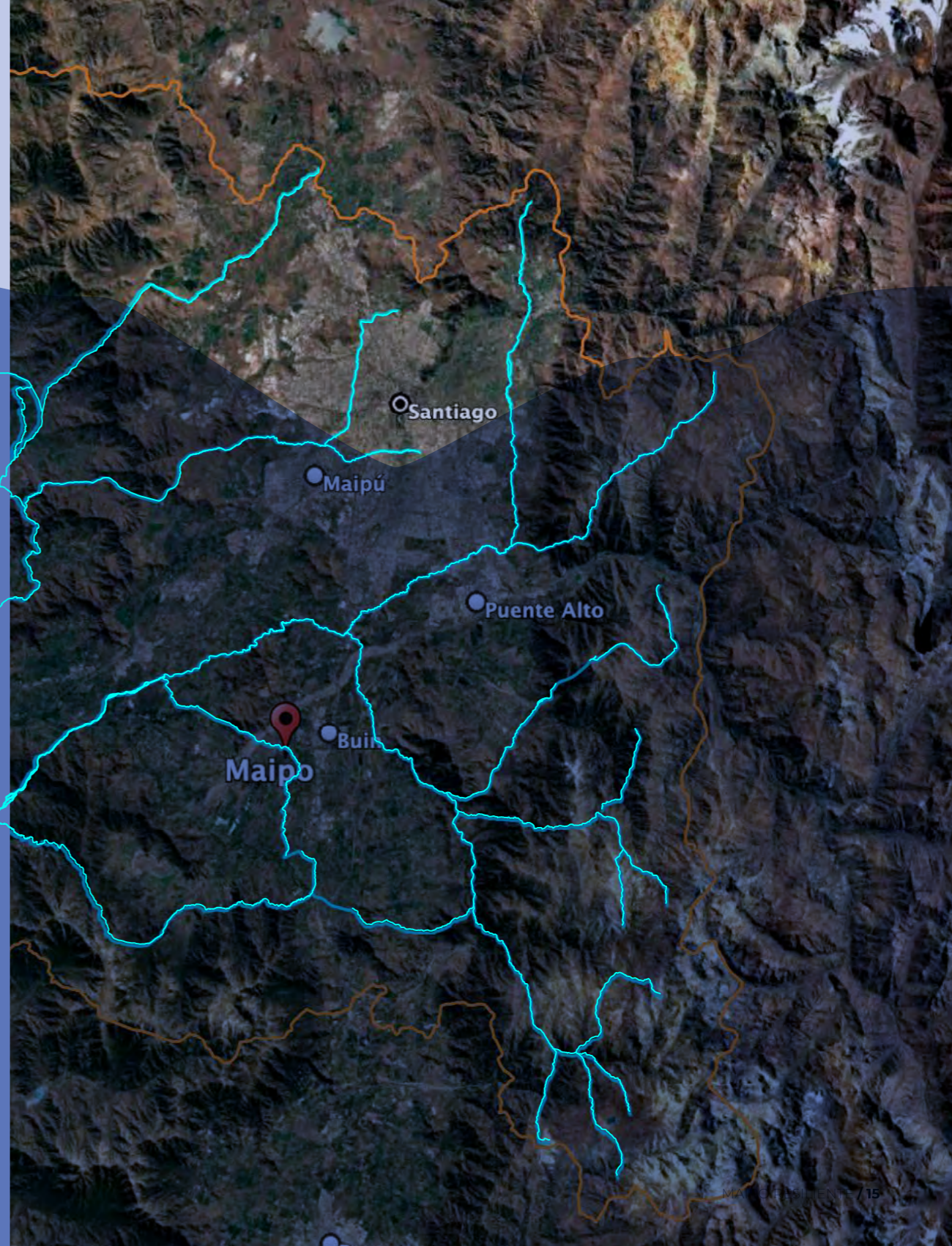
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

1

LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

En la Región Metropolitana, cada vez que una persona abre una llave o un agricultor riega su predio, para que el agua fluya -como se espera que ocurra- antes debe operar el ciclo hídrico en la naturaleza, abasteciendo los cursos superficiales y subterráneos de un complejo sistema que en el caso de esta cuenca tiene al río Maipo como columna vertebral.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

En la Región Metropolitana, cada vez que una persona abre una llave o un agricultor riega su predio, para que el agua fluya -como se espera que ocurra- antes debe operar el ciclo hídrico en la naturaleza, abasteciendo los cursos superficiales y subterráneos de un complejo sistema que, en el caso de esta cuenca, tiene al río Maipo como columna vertebral.

Si bien el 2023 hubo un superávit de precipitaciones en la zona central (de 9% en Santiago), la mega sequía de la década previa mantiene a la cuenca del río Maipo en situación de estrés hídrico, dada la confluencia de factores como la elevada isoterma cero, que impide mantener reservas de nieve, y las olas de calor estival.

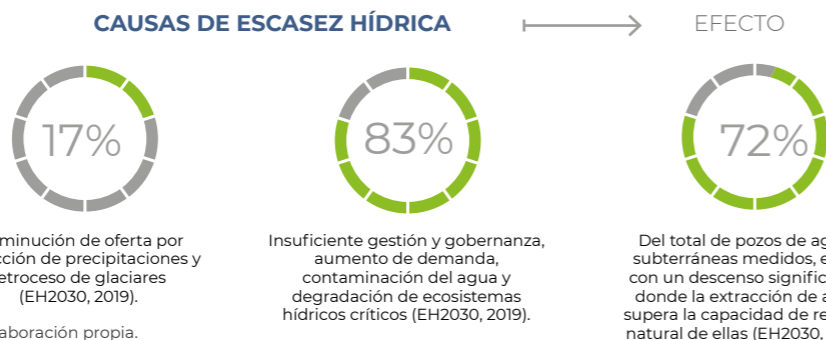
El cambio climático ha debilitado esta “columna vertebral”, afectando toda la red de irrigaciones. No obstante, la crisis climática está lejos de ser la principal causa del estrés hídrico en la Cuenca del río Maipo y en el país en general. Según los datos publicados en **“Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile”** (EH2030, 2019), el 83% del problema de

la escasez del agua es atribuible a factores antrópicos, donde sobresalen la deficiente gestión hídrica y gobernanza (44%) y el aumento de la demanda de agua (17%).

1.1 Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

Con una superficie de 15.274 km², la cuenca del río Maipo abarca la totalidad de la Región Metropolitana (91% de la cuenca) y parte de las regiones de Valparaíso (4%) y del Libertador General Bernardo O'Higgins (5%). En total, son 57 comunas que dependen de las aguas, superficiales y subterráneas, de las 14 subcuencas que alberga.

Sólo en la Región Metropolitana, más de 7 millones de personas, un 40% de la población del país, habita en esta gran cuenca en torno al río Maipo, lo que habla por sí solo de la extrema relevancia de mantener su equilibrio ecológico.



Características generales de la cuenca

Alta dependencia de las zonas altas de la cuenca, además de las aguas subterráneas.

Marcados meses de lluvia (invierno), lo que conlleva a almacenar el agua para su uso durante el resto del año.

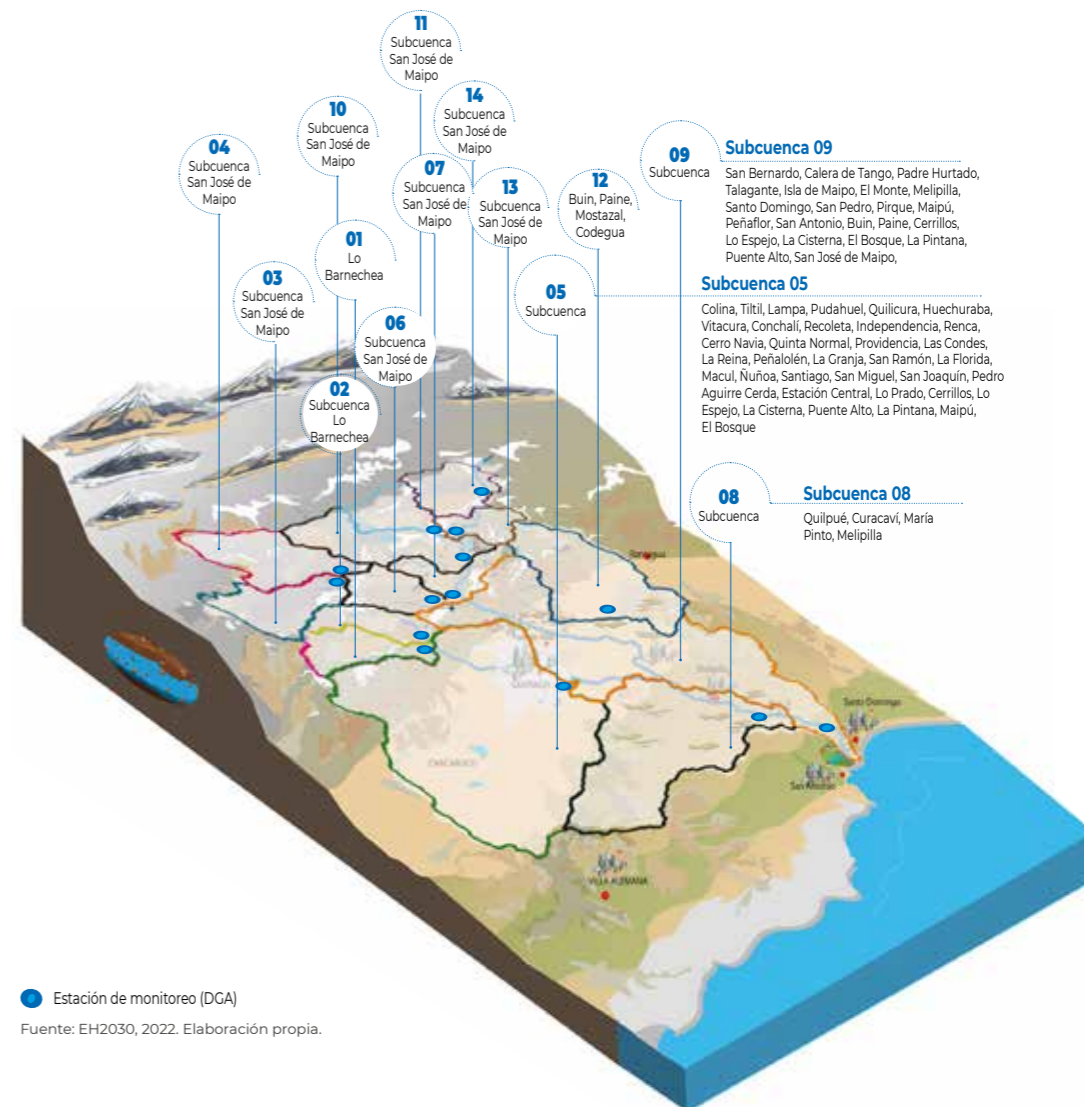
Alta variabilidad de las precipitaciones producto de los efectos del cambio climático.

Población aprox. **7.112.808** (96,3% urbana)

Superficie **15.274 km²**

Caudal medio **145,67 m³/s** (INH, 2016)

FIGURA 1. MAPA DE LAS 14 SUBCUENCAS, COMUNAS Y ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO.



PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

El recorrido de unos 250 km del Maipo se inicia en las laderas del volcán del mismo nombre, que luego recibe los aportes de los ríos Volcán y Yeso, en las cercanías de San Gabriel, para unirse con el río Colorado, en la zona de San José de Maipo.

En tanto, el río Mapocho, testigo directo de la vida urbana capitalina, nace en el cerro El Plomo, atravesando 16 comunas de Santiago (110 km) hasta confluir con el río Maipo entre las comunas de El Monte, Talagante e Isla de Maipo. Ese encuentro marca el fin de la subcuenca del río Maipo medio y el comienzo de la subcuenca del río Maipo bajo.

El río Maipo continúa serpenteando aguas abajo, hasta que desemboca en el mar, en las comunas de San Antonio y Santo Domingo, Región de Valparaíso.

La Cuenca del río Maipo presenta un régimen mixto de precipitaciones nivales y

pluviales. En la zona de alta montaña, existe un régimen nival, con un caudal que aumenta en primavera producto del deshielo. A medida que desciende, va predominando el aporte de las lluvias.

768 glaciares dominan la parte alta de la cuenca, cubriendo un área de 371,24 km², de los cuales un 70% corresponde a glaciares rocosos (DGA, 2011). Son responsables de parte del suministro del agua superficial de la cuenca, por lo que una de las alertas respecto a la seguridad hídrica está dada por las considerables reducciones en su volumen. El glaciar Juncal Sur se menciona como ejemplo de las mayores tasas de retroceso, con 50 metros de disminución al año.

A ello se suma la expansión urbana en la Región Metropolitana, que ha repercutido en la merma de los bosques nativos, especialmente el esclerófilo, vegetación nativa dominante en la zona central. Según el estudio “Análisis del



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELO PRODUCTIVO EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO



Fuente: Elaboración propia

En los últimos 20 años, la superficie total de la cuenca muestra un cambio en el uso de suelo del 6,2%, que se distribuye en 3,8% expansión urbana; 1,9% agrícola y 0,5% forestal.

estado actual de los ecosistemas terrestres asociados a la Cuenca del río Maipo”, realizado por el académico Patricio Plischoff (2020) para Escenarios Hídricos 2030, el bosque esclerófilo ha experimentado un proceso de pérdida histórica superior al 50%. Como ejemplo, los bosques nativos ubicados en la cabecera de la cuenca han sufrido un deterioro en su estructura, perdiendo más de 2.500 hectáreas de bosque esclerófilo de la precordillera andina. Este cambio de uso de suelo también incluye a la vegetación ripariana, que ha cedido espacios frente a la agricultura. Todo ello impacta en los ecosistemas prioritarios para la conservación y reparación del ciclo hídrico.

Otros protagonistas de la crisis hídrica en la Región Metropolitana son los acuíferos, que han sufrido la sobre extracción de esta reserva de agua fundamental para asegurar

el suministro futuro. La sobreexplotación se originaría por el aumento de presión y demanda, lo que se evidencia en que se otorgaron derechos de agua subterráneas en la cuenca que superan en 35% la capacidad de recarga natural.

Así, las mayores pérdidas para la recarga de acuíferos (medidas entre los años 1995 a 2016) se produjeron en la zona sur de la cuenca, causadas principalmente por el cambio de uso de suelo por conversión de uso de suelo agrícola a zonas urbanas, lo que repercute en la disminución de 150 mm de agua recargada anualmente producto de la urbanización e impermeabilización de suelos por pavimentación y construcción (Cuencas Regenerativas, EH2030, 2022).

Se estima que esta brecha aumente a 92 m³/s en el 2050, solo considerando los

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

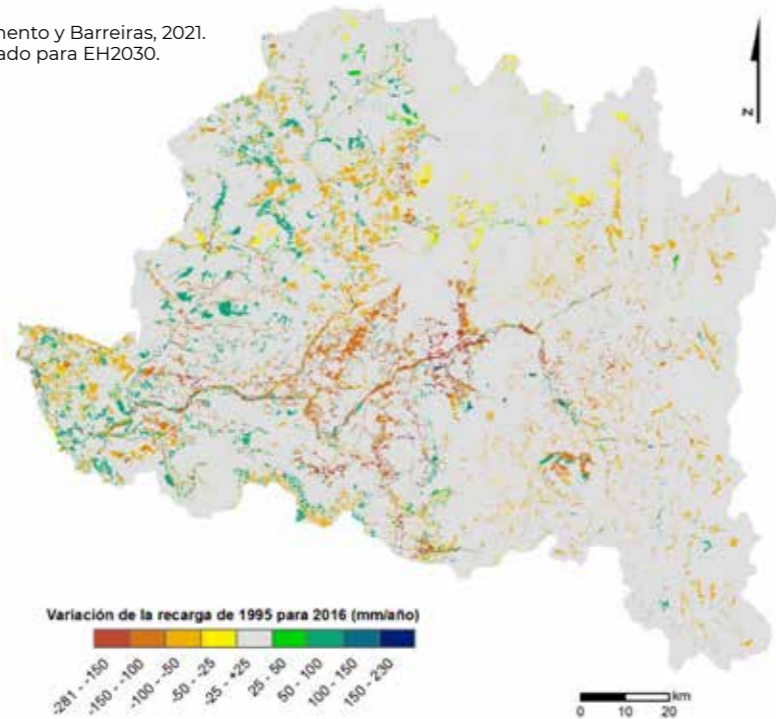
SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

FIGURA 3. PÉRDIDA DE ZONAS PARA RECARGA DE ACUÍFEROS ENTRE 1995 A 2016, CUENCA DEL RÍO MAIPO.

Fuente: Nascimento y Barreiras, 2021. Estudio elaborado para EH2030.



La disminución de los territorios de recarga tiene como consecuencia la merma de las fuentes de agua subterráneas, lo que es crítico si se considera que la brecha hídrica de 63 m³/s se está cubriendo con estas aguas (EH2030, 2022), aportando la diferencia equivalente a un río Maipo adicional.

cambios meteorológicos de temperatura y precipitación, producto del cambio climático, sin modificaciones en la demanda potencial.

Esta presión sobre los recursos hídricos se intensifica al considerar las proyecciones del INE, estimando que la población de la Región Metropolitana superará los 9 millones de habitantes para 2050, por lo que la demanda de agua aumentaría según esa tendencia demográfica. Ante ese escenario futuro, las reservas de agua subterránea seguirán en condición crítica si no hay acciones concretas para conservarlas y recuperarlas. Un panorama

incierto frente a la necesidad de sostener los usos humanos, ecosistémicos y productivos en la cuenca.

Para poder determinar el conjunto de soluciones requeridas para lograr la seguridad hídrica en la cuenca, se construyó el **Índice de Seguridad Hídrica (ISH)**, que busca aproximar cuánta agua se necesita para asegurar el suministro requerido en los distintos usos (demandas), incluyendo el ecológico y ambiental, en un determinado tiempo y espacio territorial

FIGURA 4. BRECHA HÍDRICA EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE, PROYECTADA AL AÑO 2035-2050 CONSIDERANDO EL ISH MÁS CRÍTICO (m³/s).

Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2022. Estudio elaborado para EH2030.

✿ Estación de monitoreo

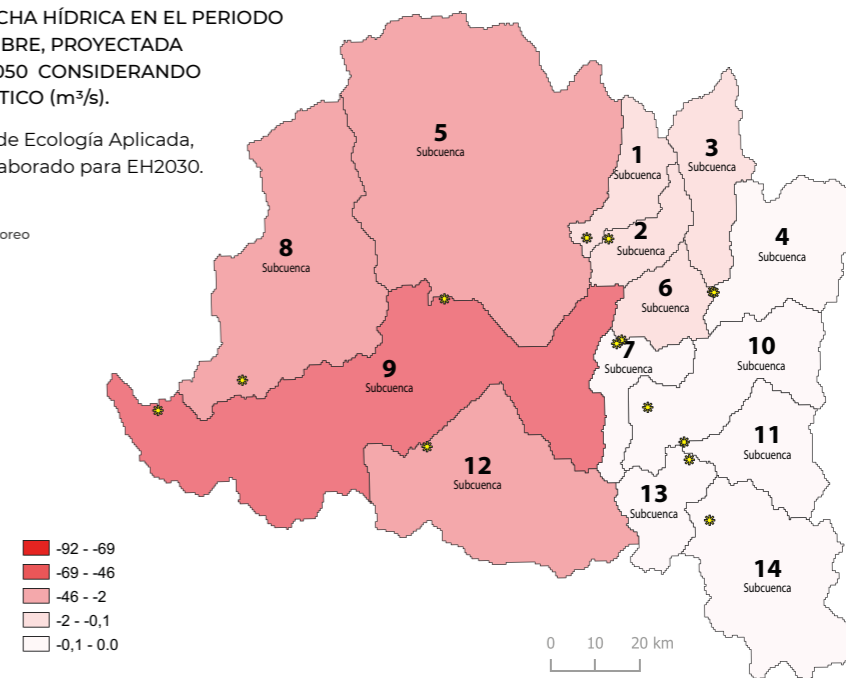
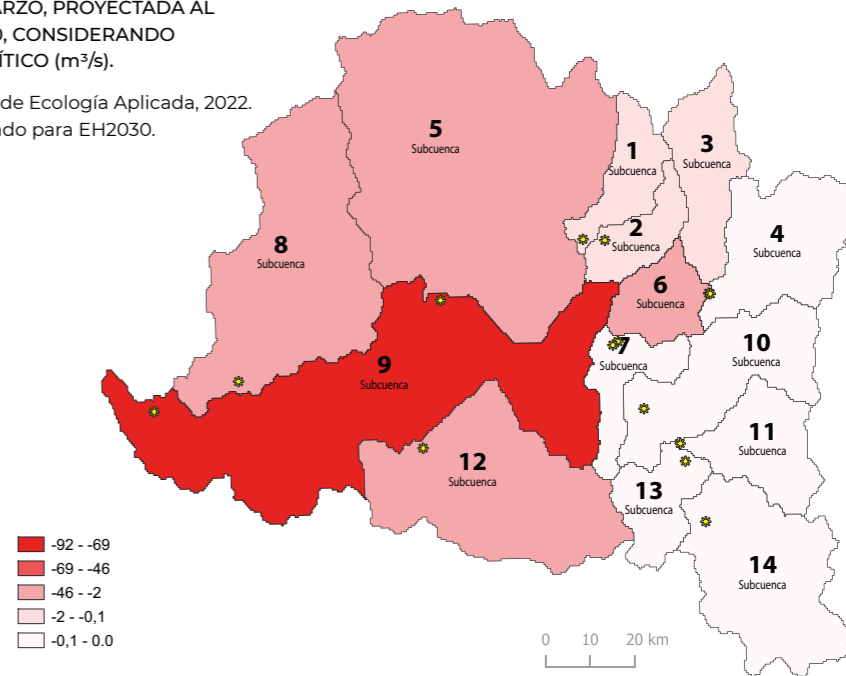


FIGURA 5. BRECHA HÍDRICA EN EL PERIODO OCTUBRE - MARZO, PROYECTADA AL AÑO 2035-2050, CONSIDERANDO EL ISH MÁS CRÍTICO (m³/s).

Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2022. Estudio elaborado para EH2030.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

1.2 El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

Alcanzar la seguridad y sostenibilidad hídrica es el objetivo de las **MAS (Medidas, Acciones y Soluciones)**, propuestas surgidas del trabajo colectivo de expertos y usuarios del agua, liderado por Escenarios Hídricos 2030 de Fundación Chile.

Las **MAS** se dividen en cuatro grupos de acción paralelos y sinérgicos entre sí, de acuerdo con los ejes definidos para una transición hídrica que logre revertir la tendencia al estrés hídrico extremadamente alto en 2040 (WRI, 2015). Estos ejes son el engranaje fundamental que moviliza y habilita las soluciones para el corto, mediano y largo plazo:

EJES DE LA TRANSICIÓN HÍDRICA



1. GESTIÓN E INSTITUCIONALIDAD DEL AGUA



2. CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS



3. EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO



4. MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

Teniendo como base esos ejes y en el horizonte la búsqueda de las mejores soluciones para disminuir la brecha hídrica para las cuencas del Maipo y Maule, en 2019 se inició un trabajo colaborativo que se extendió por dos años, superando las dificultades que impuso la pandemia. Esta tarea se llevó a cabo en un diálogo multisectorial de 18 sesiones, a las que se sumaron 16 mesas técnicas y temáticas, que contaron con la participación de más de 300 instituciones, en un proceso encabezado por Escenarios Hídricos 2030 de Fundación Chile y que se puede revisar en detalle en **Cuencas Regenerativas, de la crisis a la Seguridad Hídrica. Hoja de Ruta Maipo y Maule (EH2030, 2022)**.

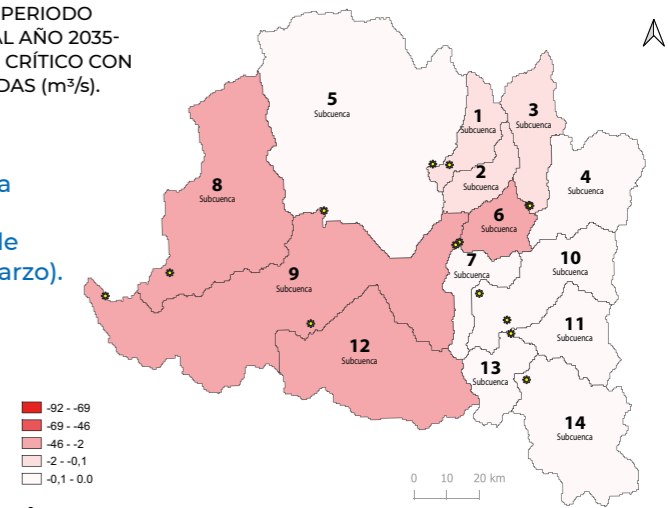
A través de acuerdos entre los actores claves de cada territorio e interesados directos del agua, se logró co-construir una metodología para elaborar las respectivas hojas de ruta para las cuencas del río Maipo y del río Maule, seleccionando las **MAS** con el potencial de disminuir la brecha y el riesgo hídrico al 2050 de cada uno de estos territorios.

En específico para la Cuenca del río Maipo, en la co-construcción de la hoja de ruta con actores del territorio, en la co-construcción de la hoja de ruta con actores del territorio, se identificaron 61 **MAS**, las que en su conjunto ayudan a reducir la brecha hídrica proyectada al 2050 en un rango entre -0,54 m³/s (subcuenca 3, mes de septiembre) hasta -39,66 m³/s (subcuenca 9, mes de marzo), demostrando una gran mejoría en todas las subcuencas.

De las 61 **MAS** consideradas, 30 corresponden al eje de **“Eficiencia y Uso Estratégico del Recurso Hídrico”**, con una participación mayoritaria en el aporte de agua, estimada en 73%. Este resultado responde principalmente a la oportunidad de ejecutar saltos tecnológicos en el sector agrícola, el que actualmente

FIGURA 6. BRECHA HÍDRICA EN EL PERIODO OCTUBRE -MARZO, PROYECTADA AL AÑO 2035-2050, CONSIDERANDO EL ISH MÁS CRÍTICO CON APLICACIÓN DE MAS SELECCIONADAS (m³/s).

Con **MAS** se reduce a **-39,66 m³/s** en el caso más desfavorable (Subcuenca 9, mes de marzo).



Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2022. Estudio elaborado para EH2030. Estación de monitoreo

alcanza una eficiencia ponderada de un 53,6% en la cuenca, lo que genera el potencial de contribución ya señalado.

Este resultado muestra que es fundamental gestionar la demanda de este sector productivo, reduciendo sus extracciones de agua, y dejándolas disponibles en las fuentes naturales superficiales y subterráneas para sostener los usos de agua y contribuir al cierre de la brecha hídrica existente (por ej. Agua Potable Rural). Esto requiere, además, evitar la ampliación en la superficie de riego, maximizando su producción con el uso de menos agua y suelo, además de aprovechar capacidades de infiltración en periodos de no riego para acumular el recurso hídrico en las napas subterráneas.

A las soluciones para la eficiencia y el uso estratégico, le siguen las 21 **MAS** de **“Conservación y Protección de Nuestros Ecosistemas Hídricos”**, con un 18% de aporte de agua. Aquí se encuentran las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y ancestrales, que utilizan o imitan los procesos naturales

para una mejor gestión del agua. Cabe señalar que se ha estimado que el costo de conservación de las fuentes naturales de agua es 18 veces menor que la inversión que representa el reemplazo artificial (Barclays, 2021).

Finalmente, se consideran en la hoja de ruta de la cuenca 10 MAS de **“Migración e Incorporación de Nuevas Fuentes de Agua”**, que contribuyen con un 9% a la oferta de agua. Estas abarcan soluciones relacionadas con tratamiento, reúso de aguas tratadas y una desaladora de 4 m³/s. Respecto de otro tipo de soluciones, como sistemas de almacenamiento de gran escala, existen restricciones para su implementación, ya que de acuerdo a los resultados del ISH (Índice de Seguridad Hídrica) no se contaría con excedentes de agua en la cuenca para sostener sistemas de almacenamiento.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

FIGURA 7. Distribución porcentual del agua aportada por el conjunto de medidas, acciones y soluciones recomendadas para implementar en la cuenca del río Maipo.



La relación beneficio/costo del conjunto de 61 MAS es 3,89; lo que significa que tiene casi 4 veces más beneficios que sus costos, con un potencial aporte volumétrico de los Servicios Ecosistémicos de 1.640 MM m³, equivalente al 47% de la demanda hídrica anual estimada en la cuenca.

Liderado por el Gobierno de Santiago, con la asesoría experta de Escenarios Hídricos 2030 de Fundación Chile, el desafío de Maipo Resiliente es, precisamente, acelerar la implementación de estas MAS en la cuenca del río Maipo, con iniciativas que logren concretar, y en lo posible acrecentar, el aporte de agua estimado para cada solución. En ese camino de desarrollo futuro, la colaboración desde el territorio seguirá siendo fundamental.

Las 61 MAS consideradas en la hoja de ruta para la cuenca del río Maipo, fueron la base sobre la que se elaboraron las propuestas de proyectos conceptualizados a nivel regional y comunal que hoy son parte de la cartera de proyectos de Maipo Resiliente.



TABLA 1. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MAS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO. (Cifras de beneficio, inversión y precio expresadas en USD). Fuente: Wicha et al., 2022. Estudio elaborado para EH2030.

IDENTIFICACIÓN MAS	ÁREA DE INFLUENCIA (ha)	BENEFICIO anual (USD)	INVERSIÓN (USD)	VAN (USD)	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	CANTIDAD DE AGUA RECUPERADA (m ³ /año)
CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS						
Reforestación y forestación de cuencas.	83.436,00	16.906.857	77.064.827	348.916.900	5,53	28.626.957
Infiltración para recarga de acuíferos por gravedad.	6.947,56	5.004.327	10.877.100	72.528.356	7,67	8.473.406
Pavimentos permeables.	1.377,82	3.363.389	1.124.833.877	-1.068.777.391	0,05	5.694.943
Plazas de agua para recolección de agua lluvia.	1.520,76	25.877.146	3.082.074	428.203.685	139,93	43.815.590
Sistema tradicional para recarga superficial de acuíferos (Amunas).	10,44	187.083	28.768	3.089.290	108,39	316.773
Bordos superficiales para disminuir la escorrentía (Jollas).	7.218,13	129.347.962	1.378.663	2.154.420.708	1.563,69	219.014.003
Zanjas de infiltración.	34.490,57	23.653.643	9.752.209	384.475.173	40,42	40.050.720
Jardines de lluvia para recolección de agua de escorrentía.	651,46	1.590.267	299.183.646	-272.679.188	0,09	2.692.666
EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO						
Sistemas de riego para la optimización del consumo de agua en áreas verdes y zonas urbanas.	651,46	1.540.918	8.063.720	17.618.240	3,18	2.609.106
Sistemas de riego para la optimización del consumo de agua en la agricultura - Riego mecanizado mayor, aspersión o similar.	7.059,20	8.104.438	44.142.280	90.931.687	3,06	13.722.562
Sistemas de riego para la optimización del consumo de agua en la agricultura - riego agrícola goteo.	18.738,75	51.025.798	74.955.000	775.474.959	11,35	86.397.683
Riego subterráneo áreas verdes.	651,46	2.182.967	3.038.000	33.344.776	11,98	3.696.233
Riego subterráneo agricultura.	103.281,10	318.947.703	400.730.280	4.915.064.775	13,27	540.047.266
Cultivos aeropónicos/hidropónico.	2.562,62	9.326.336	512.600.000	-357.161.069	0,30	15.791.498
Cultivos vertical.	1.544,60	5.221.605	56.945.076	30.081.667	1,53	8.841.303
MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA						
Infiltración para recarga de acuíferos por presión.		16.167.462	6.000.000	263.457.692	44,91	27.375.000
Matríz unificada de distribución de agua.		26.656.792	106.000.000	338.279.873	4,19	14.892.063
Reúso de aguas residuales urbanas (emisarios submarinos).		62.094.384	331.080.000	703.826.400	3,13	578.160.000
Reúso de aguas residuales rural (SSR).		338.697	1.647.149	3.997.795	3,43	189.216
TOTAL	270.141,92	707.537.773	3.071.402.668	8.865.094.327	3,89	1.640.406.987

ÍNDICE

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

2

CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

El agua es un recurso finito, que debe ser administrado y consumido según la capacidad que tiene el sistema de generarlo. Algo que no se ha cumplido en Chile, y la Región Metropolitana no es la excepción, produciendo un diferencial que se conoce como brecha hídrica.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

El agua es un recurso finito, que debe ser administrado y consumido según la capacidad que tiene el sistema de generarlo. Algo que no se ha cumplido en Chile, y la Región Metropolitana no es la excepción, produciendo un diferencial que se conoce como brecha hídrica. Disminuir esa brecha, y consecuentemente el riesgo hídrico, fue el objetivo del trabajo colaborativo de elaboración de Hoja de Ruta para la cuenca del río Maipo descrito en el capítulo anterior.

Las 61 **MAS** consideradas para la cuenca del río Maipo y el trabajo de diagnóstico realizado para ese territorio, permitió no partir de cero frente a la contingencia hídrica que afecta a la cuenca del río Maipo, permitiendo la ejecución de la iniciativa Maipo Resiliente, liderada por el Gobierno de Santiago, con la asesoría experta de EH2030 de Fundación Chile.

Con la mirada puesta en la seguridad hídrica, Maipo Resiliente se concibe como un plan de acción (dando por superado el periodo de diagnósticos) para diseñar, priorizar y pilotear un portafolio de soluciones hídricas de alto impacto positivo, que contribuyan a cerrar la brecha y disminuir el riesgo hídrico de la cuenca del río Maipo.

2.1 Acción local y regional

El 21 de abril de 2022, cuando ya se hablaba de una fecha estimada para el “Día Cero” en la Región Metropolitana, el Gobierno de Santiago instauró la **Mesa de Emergencia Hídrica** (MEH) para evitar el racionamiento de agua. 10 gremios, 14 empresas privadas, 4 Universidades, 10 ministerios y servicios públicos y 5 representantes de organizaciones de la sociedad civil, acudieron al llamado y participaron activamente de la instancia.

Antes de disolverse para derivar en el **Grupo Promotor** (destinado a establecer un modelo base para la gobernanza hídrica a nivel de cuenca), la Mesa de Emergencia Hídrica entregó las grandes líneas de un plan de trabajo, con priorización de iniciativas, junto a un análisis para gestionar apoyos públicos y privados.

Hacia fines de 2022, ya en el marco de **Maipo Resiliente**, se inició el levantamiento de información y el trabajo colaborativo con los 57 municipios de la cuenca del río Maipo, recibiendo la respuesta de 50 de estos gobiernos locales, utilizando una **metodología definida como “Bottom up”** (gestión ascendente), como una forma de que fueran los mismos municipios quienes definieran las iniciativas hídricas que ayudarán a reducir sus problemáticas, formulando acciones concretas para la sostenibilidad hídrica en sus territorios.

A cada municipio se le entregó información base sobre las potenciales o posibles soluciones hídricas de implementar en la cuenca -según la hoja de ruta de EH2030-, además de la situación de las subcuenas respecto al ISH. Las soluciones potenciales presentadas a los gobiernos locales buscan habilitar iniciativas de reparación de ecosistemas hídricos, áreas con alta capacidad de infiltración, territorios donde se podrían efficientar consumos de agua (tanto de riego agrícola como urbano), y nuevas fuentes posibles de aprovechar. Con estos antecedentes, los equipos municipales conceptualizaron proyectos hídricos, describiendo, localizando y estimando superficie que pudiera aprovecharse para las soluciones propuestas, así como un cálculo del número de personas beneficiadas de cada intervención, entre otros datos relevantes. De esta manera, fueron los municipios los que finalmente seleccionaron acciones de acuerdo con su realidad y prioridades, devolviendo fichas de sus iniciativas priorizadas en marzo 2023, para ser complementadas por el equipo de EH2030.

Como resultado se dispuso de una amplia gama de soluciones y proyectos para cada comuna, fomentando la atracción de capitales públicos y/o privados, señalizando oportunidades para habilitar su implementación en el corto plazo.

Más de 70 reuniones con municipios y servicios públicos, más de 800 participantes, además de más de 40 visitas a terreno, son algunas de las cifras que ayudan a dimensionar la intensidad de la labor que -en el segundo semestre de 2023- se tradujo en una contundente cartera de más de 600 proyectos para implementar soluciones hídricas a escala municipal.

Estos fueron co-construidos sobre la base de las **MAS**, en los ejes de conservación y protección de nuestros ecosistemas hídricos, eficiencia y uso estratégico del recurso hídrico



y migración e incorporación de nuevas fuentes de agua.

El flujo fue desde escala local al nivel de cuenca, cruzando las soluciones comunales predefinidas con el mapa de la cuenca del río Maipo y el análisis del potencial según la Hoja de Ruta realizada por EH2030. Así surgieron iniciativas con un aporte significativo de agua e impacto positivo para varias comunas, como fue la recuperación de las riberas del río Mapocho, en sus tramos urbano y rural; la implementación de infraestructura verde y azul urbana como jardines de lluvia a lo largo del Canal San Carlos; o soluciones para la eficiencia hídrica en parques urbanos emblemáticos, así como en la agricultura, para zonas rurales, entre otras soluciones.

En total, se proponen 34 proyectos a escala de cuenca, con un aporte de agua estimado de **564 millones de m³/año de agua**, logrando abordar el 28% de la brecha hídrica, abarcando un 15% de la superficie de la cuenca del río Maipo, y con beneficios para una población estimada de 6 millones de personas. Para dimensionar la contribución, **el potencial aporte de agua acumulado en un año por esta cartera equivaldría a 2,5 veces la capacidad máxima del embalse El Yeso.**

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

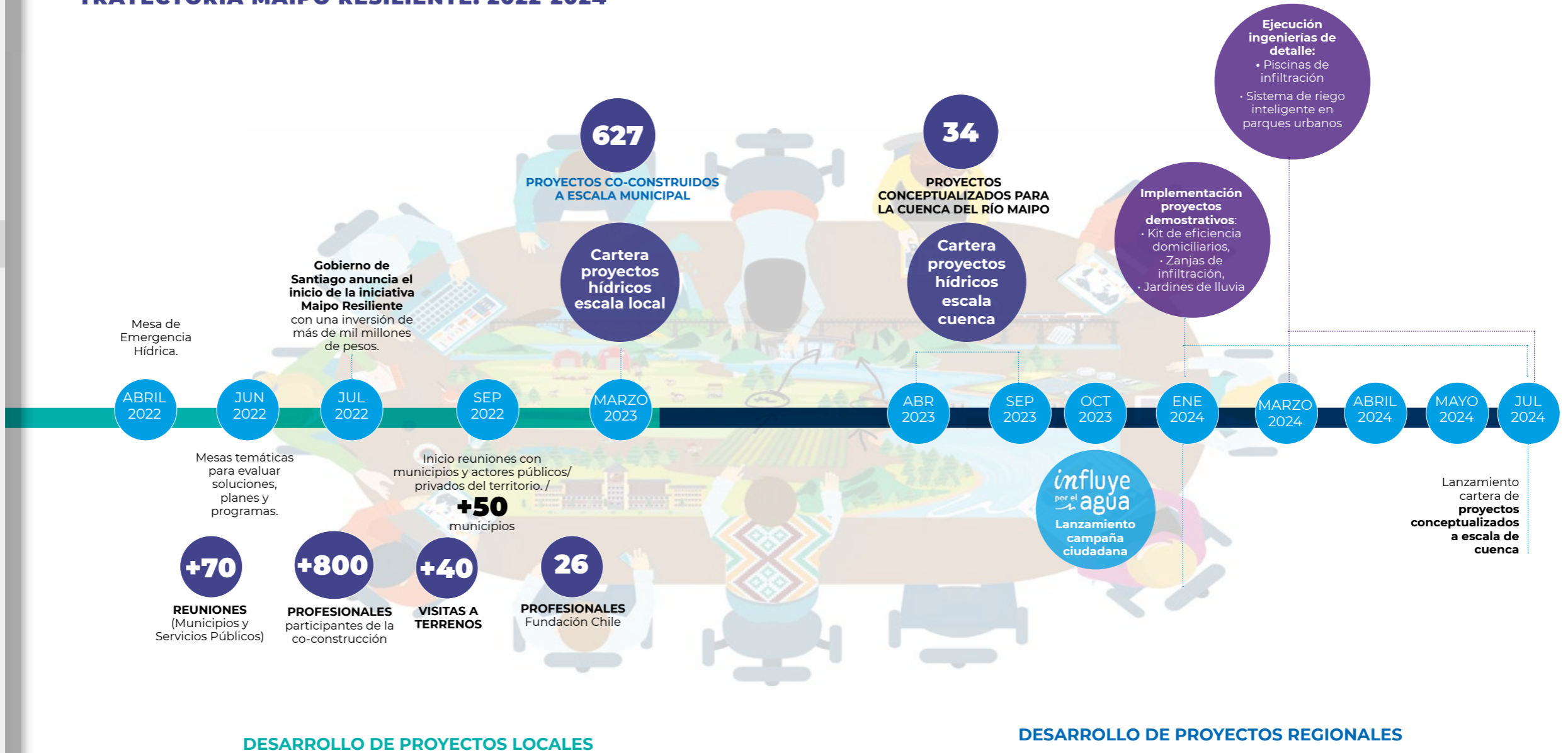
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

TRAYECTORIA MAIPO RESILIENTE: 2022-2024



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

METODOLOGÍA “BOTTOM UP”

CARTERA HÍDRICA REGIONAL

POTENCIALIDAD DE SOLUCIONES HÍDRICAS PARA LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

(FUENTE: EH2030, 2022)

34 PROYECTOS REGIONALES/ CUENCA

Proyectos aportan **564 millones de m³/año de agua, reduciendo un 28% la brecha hídrica** de la cuenca anual.
 (El aporte de agua acumulado en un año de los 34 proyectos, equivaldría a 2,5 veces el volumen máximo del embalse El Yeso).



CARTERA HÍDRICA MUNICIPAL



PROYECTOS HÍDRICOS DE INTERÉS EN 53 MUNICIPIOS

Aproximación “bottom up” permite que gobiernos locales levanten iniciativas que abordan problemáticas de sus territorios.

+40

▶ Salidas a Terrenos

+800

▶ PROFESIONALES participantes de la co-construcción

26

▶ Equipo Humano FCh

+70

▶ REUNIONES Municipios

+600 PROYECTOS HÍDRICOS MUNICIPALES, potenciales de implementar en el corto plazo mediante financiamiento público y privado.

INSUMO PARA EHL – ASCC Y OTRAS INICIATIVAS GORE.

Impactos positivos en la Cuenca del río Maipo

1 VINCULACIÓN PRIVADA

Mecanismo para señalar oportunidades de **inversión e implementación público - privada en el corto plazo.**

2 RESILIENCIA URBANA

Reducción de efectos negativos por eventos extremos, **disminuyendo gasto público y protegiendo infraestructura pública y privada.**

3 CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS

Conservación y reparación de infraestructura natural involucrada en ciclo hídrico.

4 SOLUCIONES SINÉRGICAS

Medidas que **abordan problemáticas hídricas, sociales y ambientales** de la cuenca del río Maipo.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

2.2 Del diagnóstico a la acción

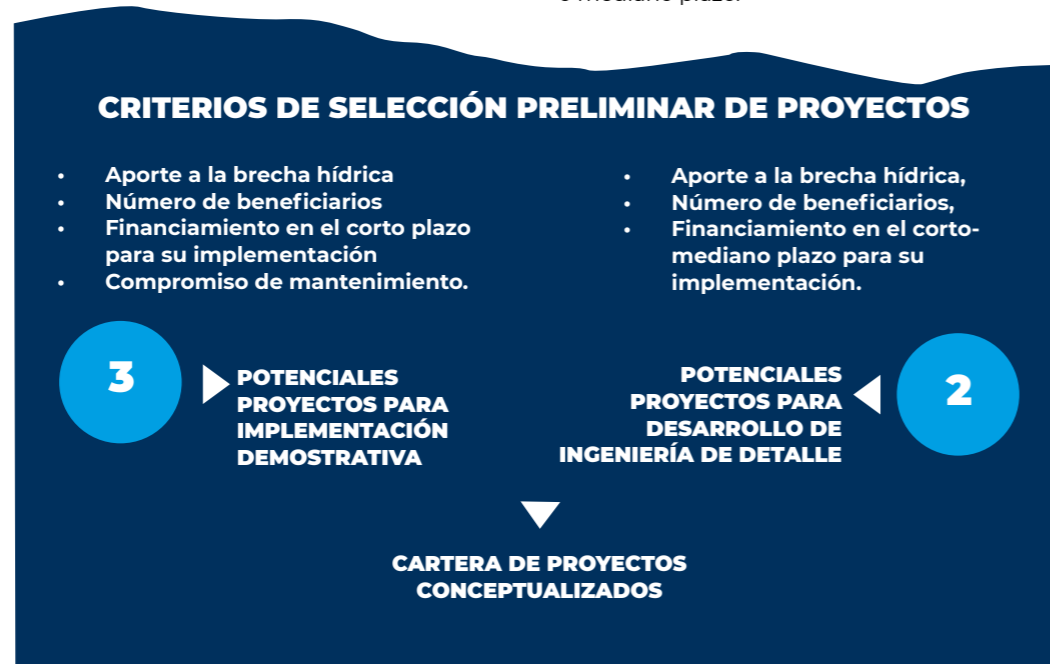
Los 34 proyectos conceptualizados en la cartera de Maipo Resiliente enfrentan problemáticas hídricas con impacto directo en la población:

- **10 de ellos abordan la brecha hídrica en zonas afectadas por la disminución de las fuentes de agua naturales.**
- **7 reducen la inequidad territorial en comunas con desigualdad socioeconómica y vulnerabilidad hídrica.**
- **6 aminoran situaciones recurrentes como sequía, inundaciones, sobreconsumo, entre otros, en municipios con dificultades en abastecimiento o eventos de exceso de agua.**

- **11 enfrentan la carencia cultural y de buenas prácticas respecto al recurso hídrico en la ciudadanía, con iniciativas que crean conciencia sobre la importancia de cuidar el agua.**

Sobre estas iniciativas de **34 proyectos conceptualizados**, se seleccionaron dos para el desarrollo de ingeniería de detalle y otros tres para la implementación de iniciativas demostrativas replicables, con el financiamiento del Gobierno de Santiago.

Los criterios que definieron qué proyectos avanzaban a ingeniería de detalle o piloto demostrativo fueron el impacto positivo en aporte o ahorro de agua para reducir la brecha hídrica y el número de personas beneficiadas. En el caso de los pilotos, un tercer factor fue el interés o compromiso público-privado para su implementación en el corto plazo y futura mantención, mientras que las ingenierías de detalle enfrentaron la exigencia de tener una oportunidad real de financiamiento en el corto o mediano plazo.



Aplicados esos criterios, los proyectos escogidos para **ingeniería de detalle** fueron:

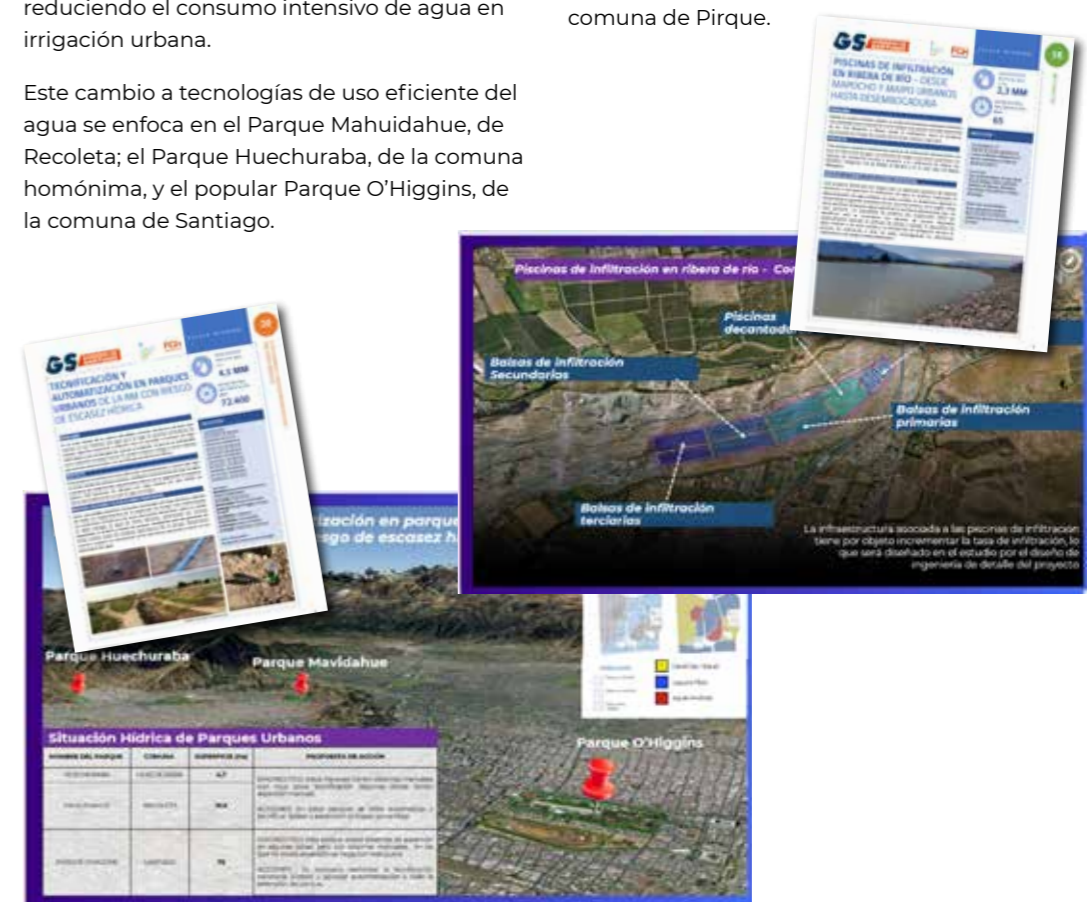
1) Tecnificación y automatización en parques urbanos de la RM con riesgo de escasez hídrica

Propone un estudio en parques urbanos de la Región Metropolitana con riesgo de escasez hídrica, donde grandes extensiones de césped, especies arbustivas y arbóreas, que actualmente se riegan en forma manual o con tecnologías ineficientes, puedan implementar tecnificación, automatización y control del riego. Esto, mediante controladores de flujo de agua y sensores de medición del requerimiento hídrico de la vegetación, reduciendo el consumo intensivo de agua en irrigación urbana.

Este cambio a tecnologías de uso eficiente del agua se enfoca en el Parque Mahuidahue, de Recoleta; el Parque Huechuraba, de la comuna homónima, y el popular Parque O'Higgins, de la comuna de Santiago.

2) Piscinas de infiltración en ribera de río, confluencia Mapocho - Maipo, al poniente

La segunda ingeniería de detalle presenta una solución al riesgo de crecidas por lluvias intensas en corto tiempo, en contexto de cambio climático, en oportunidad para retardar la velocidad del agua e infiltrarla al acuífero para su almacenamiento. A través de piscinas de infiltración, se contienen posibles inundaciones y daños en zonas aledañas a los cauces, fomentando la recarga de acuíferos en estos eventos de exceso, recuperando niveles de aguas subterráneas para su reserva y aprovechamiento en épocas de sequía. Se propone esta solución para la zona de confluencia del río Clarillo y río Maipo, en la comuna de Pirque.



PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

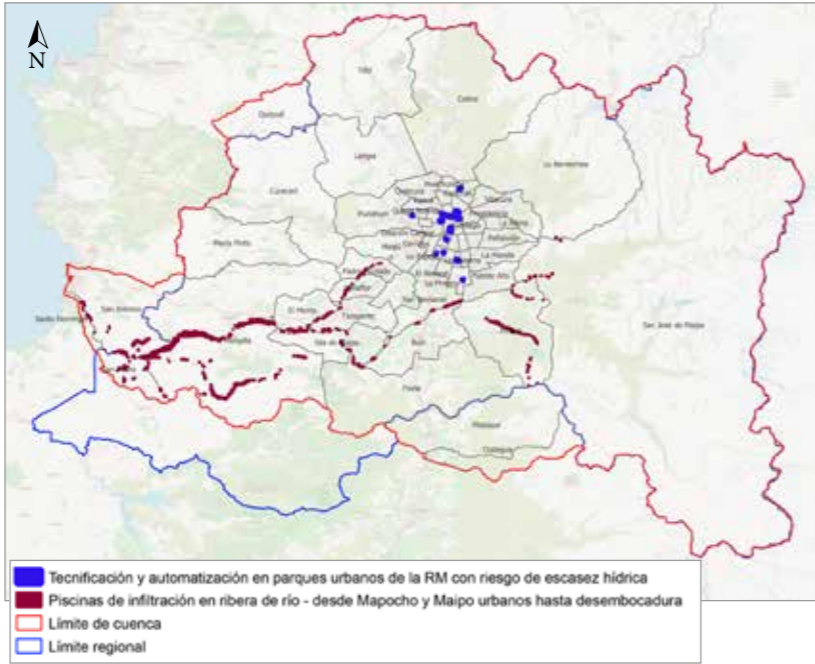
SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

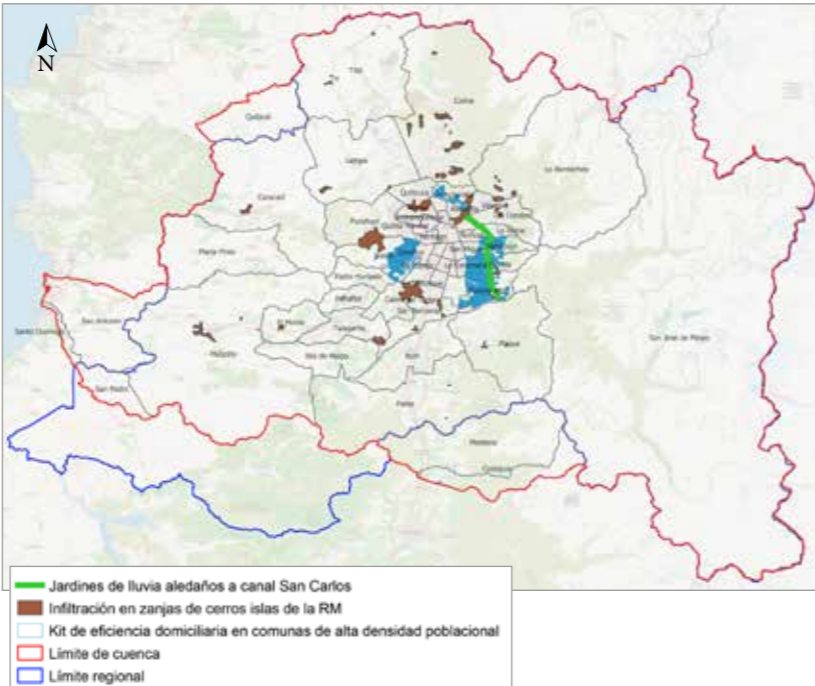
INGENIERÍAS DE DETALLE:

- Contenidos:
- Topografía
- Desarrollo de planos
- Estudios mecánica de suelo
- Estudios de agua
- Estudios, memoria de cálculo y planos técnicos
- Layout con parámetros constructivos
- Costos de maquinaria, mano de obra.



INICIATIVAS DEMOSTRATIVAS:

- Contenidos:
- Captura e infiltración de agua, eficiencia hídrica en hogares y revegetación de ecosistemas en cerros isla.



+ 600
proyectos para implementar soluciones hídricas a escala municipal



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

Por su parte, en el caso de los **pilotos demostrativos**, se seleccionaron los siguientes proyectos:

1. Entrega de kit de eficiencia domiciliar en comunas de alta densidad poblacional

Ejecutado a inicios de 2024, consistió en la entrega de kits de ahorro de agua a 4 mil hogares, junto a mil dispositivos de eficiencia hídrica destinados a colegios y centros deportivos de cinco comunas, seleccionadas principalmente por población y prioridad social: Puente Alto, Maipú, La Florida, Peñalolén y Cerrillos.

En los hogares, el recambio hacia tecnologías de eficiencia hídrica ayudará a disminuir hasta un 50% el consumo de agua en duchas, lavamanos y lavaplatos, lo que equivale a que cada integrante de la familia podría ahorrar poco más de 2 bidones de agua de 20 litros por día. En el caso de las duchas, principalmente, la reducción del consumo de agua caliente agrega un beneficio en materia de gasto energético, por lo que se produce una doble contribución a la economía familiar. En total se entregaron más de 14 mil dispositivos de eficiencia hídrica en las cinco comunas.

Este proyecto cuenta además con el apoyo de Aguas Andinas y SMAPA, quienes gestionarán los datos para monitorear la eficiencia de la solución, permitiendo evaluar los reales impactos positivos de ahorro de agua, fomentando futuras réplicas en otras comunas de la Región Metropolitana y de Chile.

2. Jardines de lluvia aledaños al Canal San Carlos

La implementación de SbN tuvo lugar en la ribera oriental del canal San Carlos, una zona históricamente propensa a inundaciones debido al agua que corre desde las quebradas de la precordillera en eventos de lluvias intensas. La intervención consistió en un enfoque integrado que combinó técnicas de paisajismo y manejo del relieve para maximizar la infiltración y el aprovechamiento del agua. Esto se logró a través del desarrollo de un paisaje de retención de agua, diseñado para acoplarse con el entorno urbano circundante y fomentar la infiltración para la recarga del acuífero.

Se incorporó vegetación nativa que imita los ecosistemas naturales, contribuyendo así a la restauración del ciclo hidrológico y la reducción de la acumulación de agua por escorrentía. Esta estrategia no solo transforma las inundaciones en una oportunidad para recuperar los niveles del acuífero, sino que también suma áreas verdes a la ciudad en forma sostenible, mejorando el paisaje urbano y su integración con el desarrollo local.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

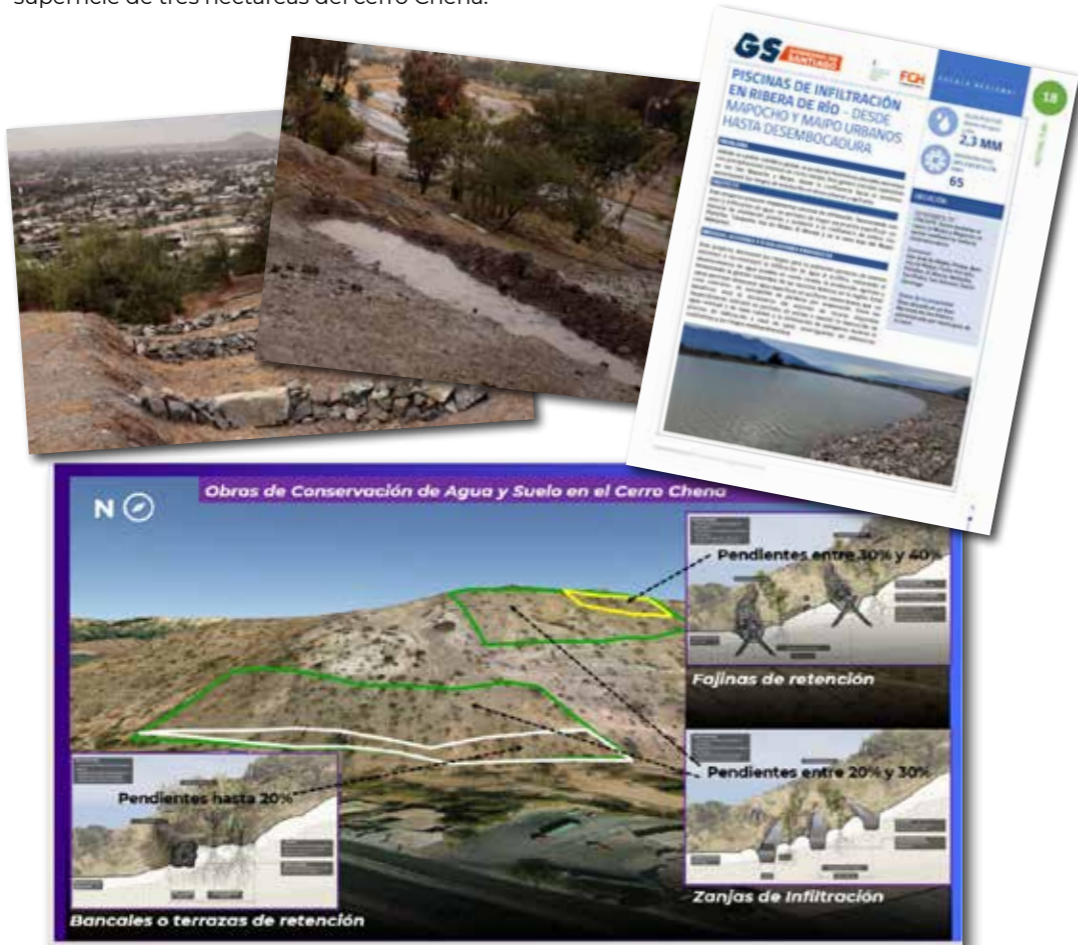
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

3. Infiltración en cerros isla del Gran Santiago

Por su parte, el proyecto de infiltración en cerros isla del Gran Santiago se centró en el cerro Chena, de San Bernardo, futuro Parque Metropolitano Sur. Posicionado en el sector La Virgen, es una intervención que busca capturar e infiltrar agua lluvia al acuífero, aportando además a la recuperación de ese degradado ecosistema. Con ese propósito, se construyeron 976 Obras de Conservación de Agua y Suelo (OCAS) para la recarga del acuífero consistentes en: 858 zanjas de infiltración, 43 bancales, 41 medialunas, 20 pozos de infiltración, 12 fajinas y 2 limanes, en una superficie de tres hectáreas del cerro Chena.

El objetivo de estas zanjas de infiltración y OCAS fue diseñar estructuras que desaceleran la escorrentía durante eventos de lluvia, permitiendo que se infiltre en el suelo en lugar de correr superficialmente. Así, se generó un paisaje de retención de agua que fomenta la recarga del acuífero, reduce la erosión del suelo y conserva el agua para generar futuros núcleos de revegetación y recuperación de suelo. Esto permite beneficiar tanto al medio ambiente como a las comunidades locales, garantizando un suministro sostenible de agua para la regeneración de los ecosistemas en el cerro Chena.



ARTICULACIÓN PÚBLICO PRIVADA

PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA EN LA CUENCA DEL MAIPO

ORGANISMO DE CUENCA

Espacio de colaboración y participación público privada para la seguridad hídrica de la Cuenca del río Maipo.

MAIPO RESILIENTE

Portafolio de soluciones que ayudan a reducir un 28% de la brecha hídrica en la Cuenca del río Maipo.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional
- Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

2.3 ¿Cómo ser Agua Positivos?

La invitación de Maipo Resiliente es ir más allá de simplemente reducir la huella hídrica. Es tomar acciones decididas a favor de la seguridad del recurso, al invertir en MAS que les permitan devolver con creces el agua que extraen de la cuenca, aportando así a liderar la sostenibilidad de usos.

Esta cartera de proyectos, tanto comunales como regionales, representa una oportunidad para **facilitar la tarea de ser “Agua Positivo”, señalizando oportunidades de inversión público-privada** para acelerar y masificar la entrada de soluciones que contribuyan a cerrar la brecha hídrica de la cuenca para la seguridad hídrica del territorio.

Ser **Agua Positivo**, a diferencia de la carbono neutralidad, es una condición ligada al territorio en que se emplaza la empresa, institución o actividad. Se puede compensar CO₂ en cualquier parte del planeta, entendiendo que su efecto es global, mientras que la problemática del agua es eminentemente local. No es lo mismo extraer agua (consumos directos e indirectos) en un lugar con abundancia de recursos hídricos, que hacerlo en una zona de estrés hídrico. Por lo tanto, las medidas de compensación deben realizarse en la misma cuenca hidrográfica, dado que -si no hay agua en el territorio- eso impactará la sostenibilidad de todos los actores, independientemente de los derechos de agua que posean o sus esfuerzos en pro de la eficiencia hídrica.

La sostenibilidad del territorio en que se emplaza es la clave, porque de ello también depende la supervivencia de la empresa o actividad que se desarrolle. En ese sentido, el desafío es cómo invertir en una acción que realmente se transforme en una solución para reparar o recuperar el ecosistema, porque el proyecto escogido podría ser



contraproducente a la larga, aunque sea demandado por la comunidad, como es el caso de una profundización de pozo o un embalse.

Para garantizar un efecto concreto y sostenible, **la cartera de proyectos de Maipo Resiliente fue diseñada a través del mecanismo de agua positiva, con fórmulas probadas y auditadas internacionalmente, que permiten asegurar que la inversión tendrá un impacto beneficioso, medible y reportable.**

Un ejemplo de empresa que ya invirtió en proyectos, bajo el mecanismo de **Agua Positivo, es Microsoft. Con 3 proyectos piloto en implementación**, Microsoft apunta a una inversión con triple impacto: social, ambiental y económico. Dentro de la cartera de Maipo Resiliente, está desarrollando proyectos de cochas y zanjas de infiltración en Fundo Rinconada Maipú de la Universidad de Chile, comuna de Maipú, y un proyecto de reúso de aguas residuales tratadas en la comuna de Curacaví.

Los primeros dos tratan de obras que incrementan la infiltración de agua, favoreciendo la seguridad hídrica para la cuenca y de comunidades aguas abajo, las que -a su vez- protegen el suelo de la erosión y retienen la humedad, propiciando

la vegetación y fauna local, factores que inciden en este calificativo de triple impacto.

Por diez años se monitoreará el volumen de infiltración, lo que implica una alianza con la Municipalidad de Maipú para la mantención de las obras en este periodo. Asimismo, el proyecto estimula una sinergia con otro proyecto de la misma universidad de reforestación “Germán Greve”, que funciona en esa reserva natural, apoyando con agua recargada para sostener esta intervención.



Tal como en el caso de Microsoft, otras empresas que operan en la cuenca del río Maipo están tomando la oportunidad de ser **Agua Positivo** y aportar a la sostenibilidad del territorio, que afecta su propia supervivencia.

A nivel internacional, el movimiento Agua Positivo está ganando impulso entre grandes corporaciones, especialmente tecnológicas, como Google y Facebook, que se comprometieron a convertirse en agua positivos para el 2030. Facebook ya está cerca de lograrlo, devolviendo 2,2 millones de los 2,3

millones de m³ que extrajo en el último año. Buscan alcanzar esos objetivos a través de mejoras de eficiencia, iniciativas de plantación de árboles en California y contribuir a la recarga de acuíferos en Oregon (Fluence Corporation, 2022)

En el ámbito local, hay múltiples oportunidades de convertirse en Agua Positivo. Para lograrlo, Maipo Resiliente propone una cartera de soluciones “empaquetadas”; es decir, con proyectos que han sido conceptualizados y se presentan con todos

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional
- Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

los antecedentes necesarios para incorporarse en procesos de evaluación e implementación en el corto o mediano plazo. Se incorporan datos de aporte de agua, inversión, beneficios ambientales y comunitarios, riesgos potenciales, incentivos, vías de financiamiento colaborativo e instrumentos de gestión pública.

Se identificaron, por ejemplo, líneas de financiamiento de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y el interés de la DOH en proyectos de infiltración, entidades que manifestaron su respaldo a algunas de las iniciativas de la cartera.

Junto con procurar las vinculaciones con organismos públicos y comunidades que faciliten la concreción de estos proyectos, hubo especial atención en conectar cada iniciativa con organismos que puedan sostener en el tiempo la solución, de modo que se mantenga su beneficio y no se transforme a la larga en una obra abandonada.

En el caso de los proyectos a escala comunal, al ser propuestos por los mismos municipios, estos ya cuentan con una pre-validación para su implementación en el corto plazo. A ello se suma que pueden ser informados como iniciativas que resuelven problemas en concreto, como -por ejemplo- la conservación de ecosistemas ligados al ciclo hídrico de la

cuenca, las soluciones para reducir procesos de inundación -como los jardines de lluvia- y el ahorro en el consumo de agua, al tecnificar el riego en plazas y parques, entre muchas otras opciones que aportan a la sostenibilidad territorial.

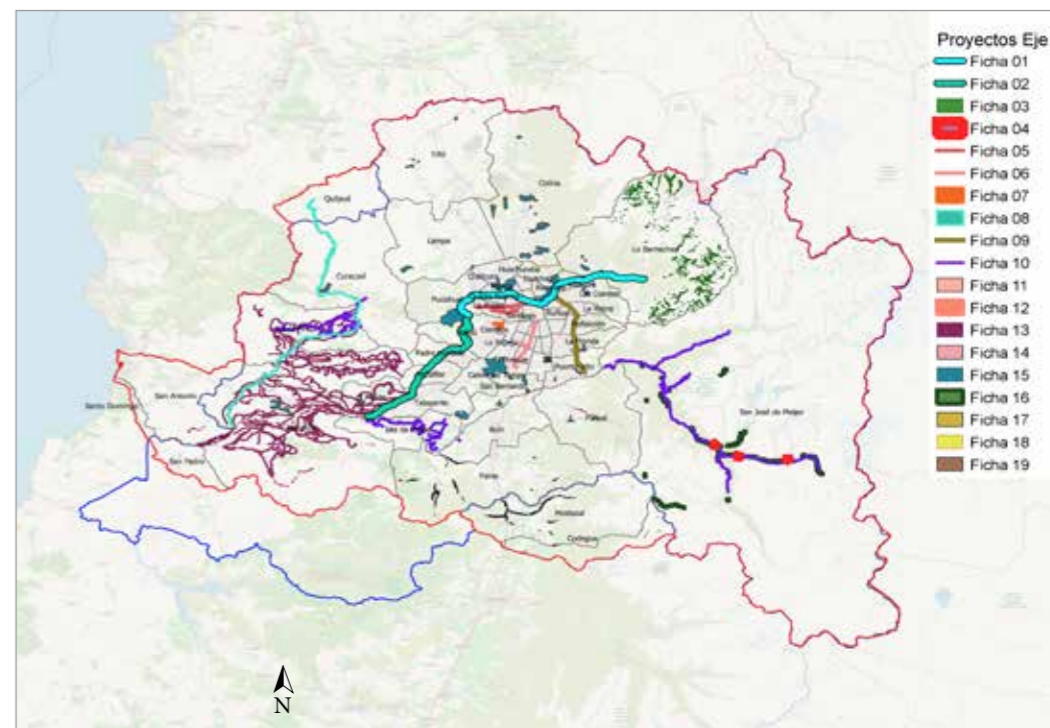
Las empresas también cuentan con instrumentos que les facilitan ir más allá de la huella del agua y la reducción interna del consumo, propiciando proyectos de valor compartido en el territorio. Este avance en su contribución hídrica permite a empresas e instituciones optar al **Certificado Azul** en su nivel 3, que es el máximo considerado por este instrumento voluntario, que se enmarca en el proyecto SuizAgua del programa latinoamericano "El Agua nos Une". En Chile, la iniciativa Certificado Azul es liderada actualmente por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC).

Salir del sistema productivo interno y transformarse en agentes de cambio en el propio territorio es el desafío que propone Maipo Resiliente. Con ese propósito, se entregan las bases técnicas de soluciones costo/eficientes (dirigidas principalmente a los privados) y otras de amplio impacto social (preferentemente para inversión pública), así como acciones donde la colaboración pública y privada es el motor que logrará concretarlas.



https://www.ascc.cl/pagina/certificado_azul

FICHAS DE PROYECTOS CONCEPTUALIZADOS PARA LA CUENCA DEL RÍO MAIPO, CORRESPONDIENTES AL EJE 2: CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS HÍDRICOS



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

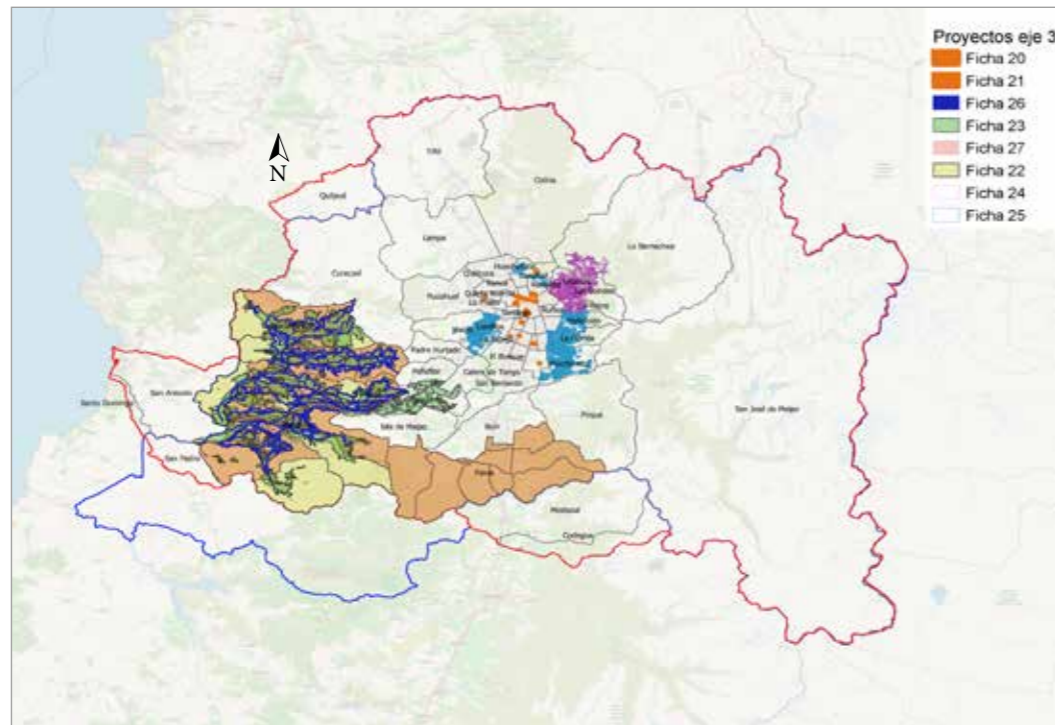
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

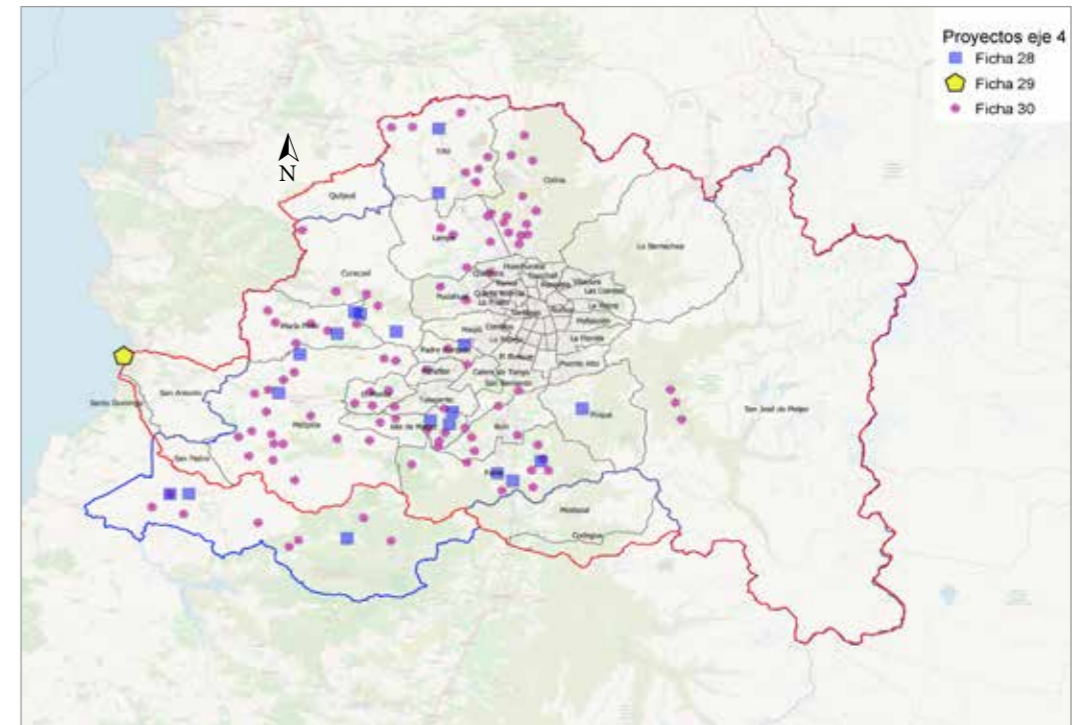
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

FICHAS DE PROYECTOS CONCEPTUALIZADOS PARA LA CUENCA DEL RÍO MAIPO, CORRESPONDIENTES AL EJE 3: EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO



FICHAS DE PROYECTOS CONCEPTUALIZADOS PARA LA CUENCA DEL RÍO MAIPO, CORRESPONDIENTES AL EJE 4: MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA



PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

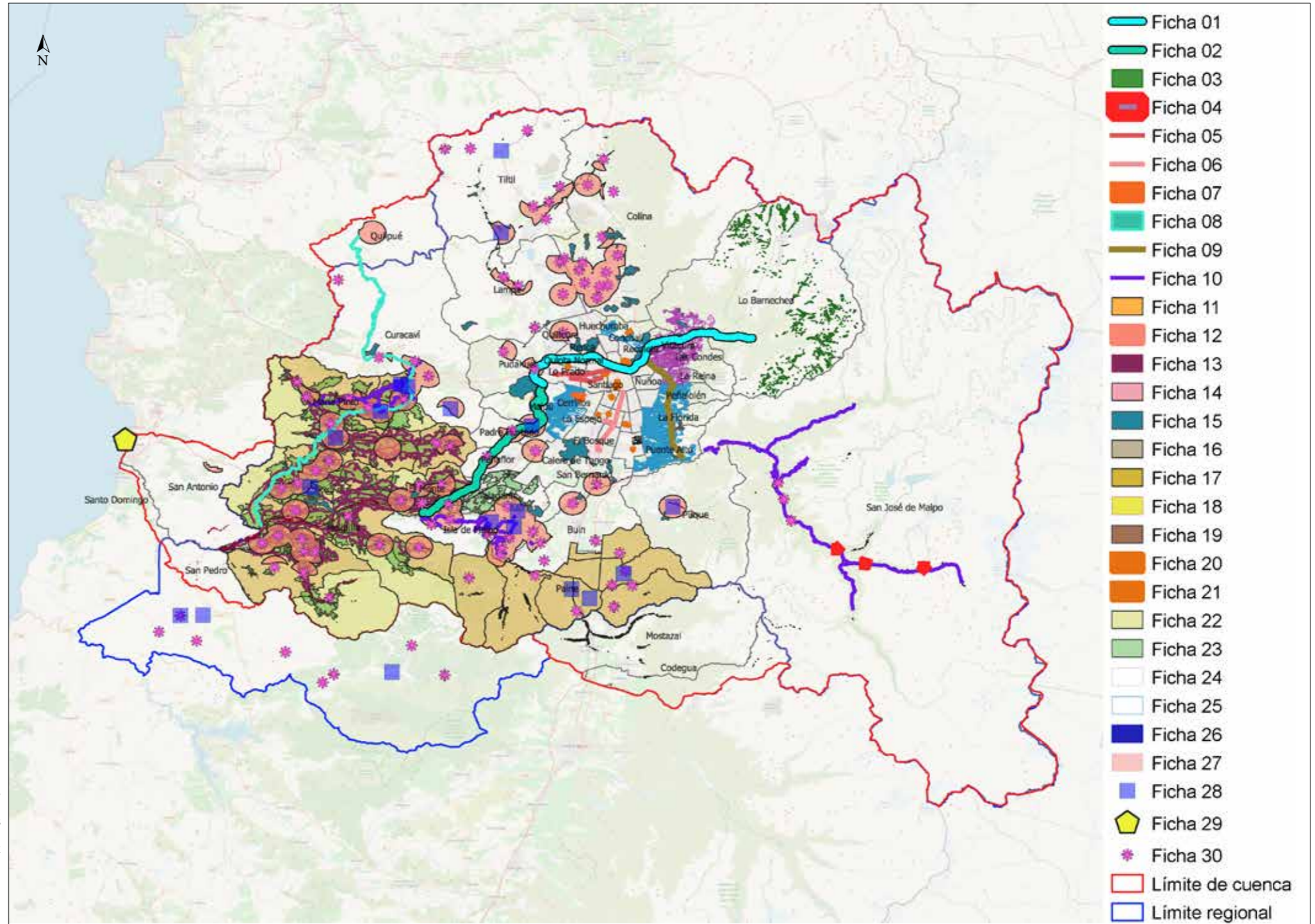
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

CARTERA DE PROYECTOS HÍDRICOS ESCALA CUENCA



ÍNDICE

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

3

34 INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

Se han podido identificar múltiples beneficios de las iniciativas contenidas en este portafolio. Adicionalmente, han sido muy bien evaluadas desde la perspectiva de las externalidades sociales, impacto ambiental y condiciones habilitadoras, como normativas, institucionalidad y programas de financiamiento existentes para su desarrollo.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional
- Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

34 Iniciativas para un Maipo resiliente



Más de 970 obras para la infiltración de agua lluvia en el Cerro Chena de San Bernardo.

Fichas 1 - 19



El presente portafolio puede ser utilizado por cualquier persona, tomador de decisión e incluso por un usuario residencial que quiere identificar soluciones a problemas específicos en la gestión de los recursos hídricos.

Contiene proyectos basados en Medidas, Acciones y Soluciones (MAS) clasificadas e identificadas por color distintivo de los ejes de la Transición Hídrica: en verde los proyectos correspondientes a “Conservación y protección de nuestros ecosistemas hídricos”; en naranja los de “Eficiencia y uso estratégico del recurso

Fichas 20 - 27



Fichas 28 - 30



hídrico”; en morado los de “Migración e incorporación de nuevas fuentes de agua”, en tanto los del eje “Gestión e institucionalidad del agua”, se distinguen por su color celeste”.

Se han podido identificar múltiples beneficios de las iniciativas contenidas en este portafolio. Adicionalmente, han sido muy bien evaluadas desde la perspectiva de las externalidades sociales, impacto ambiental y condiciones habilitadoras, como normativas, institucionalidad y programas de financiamiento existentes para su desarrollo.

Fichas 31- 34



3.1 FICHAS CARTERA DE PROYECTOS MAIPO RESILIENTE

Fichas eje Conservación y protección de ecosistemas hídricos

Los ecosistemas hídricos son la base indispensable para la vida y para sostener cualquier desarrollo posible. Este eje contempla el desarrollo de políticas, programas y planes que garanticen la protección, recuperación y conservación de ecosistemas hídricos, como: cabeceras de cuenca, glaciares, acuíferos, lagunas, riberas, humedales, turberas, ríos y otros cuerpos de agua relevantes, que son aportantes naturales de agua, reguladores de flujo, depuradores de la calidad del agua, otorgando resiliencia al territorio ante los efectos del cambio climático y por su aporte en la conservación de biodiversidad.

Generalmente, se pueden implementar acciones en el corto plazo para obtener beneficios al mediano y largo plazo.

Fichas eje Eficiencia y uso estratégico del recurso hídrico

Se estima que el uso eficiente y responsable del agua, por parte de los sectores productivos intensivos en su consumo, podría reducir considerablemente la brecha actual y futura del vital recurso. Proponemos adoptar medidas que apunten a reducir el consumo y a transformar los procesos para que requieran menos agua, buscando un equilibrio entre la demanda y la disponibilidad del recurso. Asimismo, se invita a avanzar en la priorización y uso estratégico del recurso, donde se garantice los caudales ecológicos, el derecho humano al agua, la protección de sectores vulnerables y la diversificación productiva en los territorios.

Fichas eje Migración e incorporación de nuevas fuentes de agua

En este eje se propone que los usuarios intensivos de agua se desacoplen de las fuentes de agua natural en la cuenca, dejándola disponible para otros usos vinculados a la conservación y mantención de procesos vitales. A través de estas iniciativas, se introduce nueva agua fresca para mantener los procesos productivos, generando sinergias en los territorios e impulsando proyectos multipropósito, con el fin de maximizar los beneficios y oportunidades para el desarrollo del entorno en su conjunto. Al mismo tiempo, se reducen los riesgos hídricos, al mitigar y compensar los potenciales impactos ambientales y sociales negativos.

Fichas eje Gestión e institucionalidad del agua

Para avanzar hacia la seguridad hídrica, el eje que articula, moviliza e implementa acciones y proyectos es el de gestión e institucionalidad del agua. Desde ese eje, se plantea el reconocimiento y la priorización del agua como recurso estratégico para el desarrollo del país, donde se defina una Política Hídrica Nacional de largo plazo, que considere planes de acción, con directrices, indicadores y metas claras, que guíen las intervenciones en los territorios.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

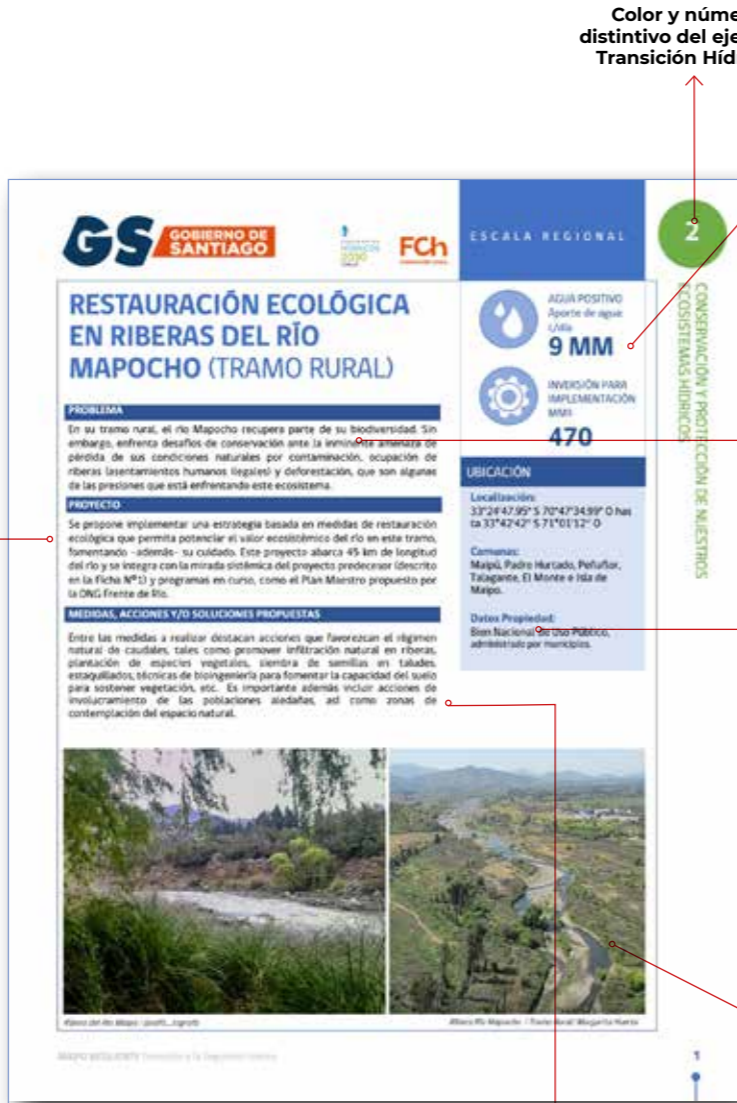
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

3.2 Indicaciones para leer las FICHAS ESCALA REGIONAL



Color y número distintivo del eje de la Transición Hídrica.

Información resumen de aporte de agua referencial y costo referencial de la solución. Costo de inversión se estimó en base área o superficie de intervención y CAPEX referencial de iniciativas de similares características, las que fueron levantadas en herramienta HESMASH.

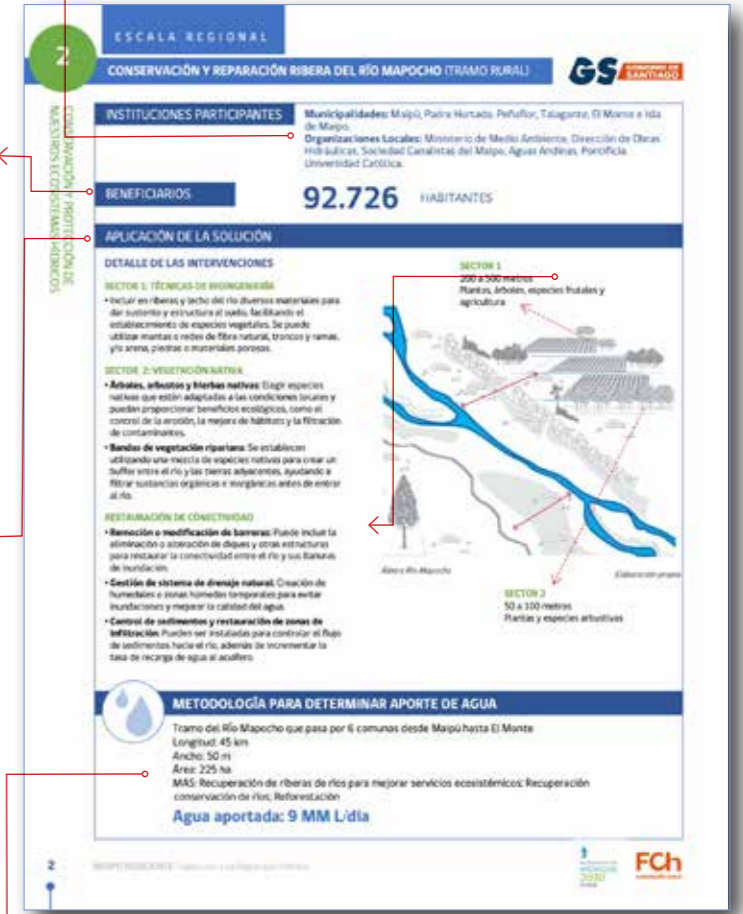
Problema: Contexto y las razones que justifican la necesidad del proyecto, identificando las deficiencias, amenazas y problemas específicos que afectan al área de interés. El propósito es proporcionar una comprensión clara de por qué es necesario el proyecto, destacando aspectos como la degradación ambiental, la escasez de agua, la contaminación, y otros factores críticos.

Ubicación: Información referencial del emplazamiento del proyecto, incluyendo coordenadas, comunas que aborda y datos de la propiedad del sitio donde se localiza.

Imagen referencial de la solución

Proyecto: Propuesta de intervención para resolver el problema identificado, proponiendo objetivos, metas a alcanzar y las estrategias generales que se emplearán para lograrlas en el marco del proyecto. También puede incluir una descripción del enfoque metodológico y la lógica detrás de la elección de las acciones propuestas.

Medidas, Acciones y/o Soluciones: Enumera y describe las acciones específicas que se implementarán para llevar a cabo el proyecto, incorporando información de técnicas y métodos específicos que se utilizarán, fundamental para entender cada medida y poder evaluar su viabilidad y efectividad a futuro.



Instituciones Participantes: Entidades y organizaciones que pueden contribuir de manera directa y/o indirecta a la ejecución a futuro del proyecto propuesto, incluyendo agencias gubernamentales, municipios, empresas privadas, ONGs, instituciones académicas, entre otros.

Beneficiarios: Número de personas, comunidades o grupos que se beneficiarán directamente del proyecto, mostrando el impacto social de las iniciativas. (Metodología para estimar la cantidad de beneficiarios desarrollada por equipo de EH2030. La cuantificación de beneficiarios se realizó mediante análisis demográfico y censal, estimando la cantidad de personas que viven cerca o hacen uso de terrenos donde se localizan los proyectos conceptualizados)

Aplicación de la Solución: Describe cómo se ejecutarán las soluciones propuestas en el proyecto, incorporando descripción de las fases de implementación, áreas de intervención, las técnicas o tecnologías que se utilizarán, materialidad, etc.

Aporte de Agua: Metodología resumida de cálculo para el aporte de agua de la solución, de acuerdo a criterios establecidos y área potencial de intervención.

Factores utilizados para el cálculo de Aporte de Agua: Estimación de la tasa de infiltración, Precipitación media anual de la cuenca del río Maipo, Factor de infiltración, N° de arranques conectados a APR y/o SSR, Superficie de áreas verdes, Tipos de cultivo presentes en el territorio evaluado, entre otros, de acuerdo con la herramienta desarrollada por EH2030 (HESMASH).

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

3.2 Indicaciones para leer las FICHAS ESCALA REGIONAL PÁG. 3

Costo-eficiencia: Permite evaluar la eficacia con la que los recursos financieros son utilizados para producir beneficios hídricos. Un proyecto es considerado más costo-eficiente si puede generar una mayor cantidad de agua aportada o ahorrada por cada unidad monetaria invertida, optimizando así la utilización de los fondos destinados a la implementación de los proyectos a escala regional.

Análisis de impacto ambiental: Aquí se presenta una descripción y evaluación cualitativa y general de los potenciales impactos positivos y negativos de las MAS en el medio ambiente, jerarquizados en bajo, medio o alto. El análisis fue desarrollado por un equipo especialista en base a experiencia práctica, guías o publicaciones técnicas de organismos nacionales o internacionales y evidencia técnica sobre el desempeño de determinada medida en distintas condiciones. En ese sentido, se consideraron en la evaluación los criterios de alteración de la biodiversidad y eficiencia en el uso del recurso hídrico y para cada uno, se evaluaron otros aspectos como impacto en la relación vegetación-suelo, fauna hidrobiológica y terrestre y alteración hídrica en cantidad y calidad. EH2030. (2019b).

Base Ambiental, Social y Técnica: Información sobre los impactos ambiental y social, además de plazos de implementación de acuerdo a condiciones legales actuales del proyecto. Incluye además referencias técnicas que respaldan la viabilidad del proyecto, además de una descripción de los criterios técnicos y ejemplos exitosos implementados a nivel nacional e internacional.

ESCALA REGIONAL	
CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN RIBERA DEL RÍO MAIPOCHO (TRAMO RURAL)	
BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS HÍDRICOS
Costo-Eficiencia	1712 \$m³
Co-beneficios ambientales	POSITIVO ALTO
Impacto ambiental	POSITIVO ALTO
Impacto social	NEGATIVO BAJO
Tiempo de implementación	MEDIANO PLAZO
Iniciativa institucional	APOYO LOCAL
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Declaración de humedal urbano. Centro Alemán de Restauración Fluvial - CIREF. (2015). ¿Por qué es importante conservar y restaurar los ríos? Revista Iagua. Disponible en URL: https://www.laguas.net/revistas/revista15/06/05/que-es-importante-conservar-y-restaurar-los-rios Society Ecological Restoration. (2018). <i>Leads: Proyecto de restauración del río Alexander</i>. Sorenburg, B., Sarawac, A. (2014). <i>The economics of restoration: costs, benefits, scale and spatial aspects</i>. International Institute for Sustainability. Presentación en Conferencia on Biological Chemistry Meeting, Ljubljana, Eslovenia. Disponible en URL: https://www.cbd.int/doc/meetings/2014/biochem/14-02/14-02-01-01-01-01-01-emp.pdf
Ejemplos exitosos	Proyecto de restauración del río Alexander en el año 1998 en Israel, con el eslogan "Devolviendo el río a la gente", contemplando eliminación de contaminantes, gestión del suministro de agua, restauración de secciones específicas del río, rehabilitación ecológica general, defensa de desagües e inundaciones, desarrollo de parques fluviales, construcción de un sendero peatonal y para bicicletas a lo largo del río, educación y participación pública, plantación de árboles en la ribera del río, entre otras acciones.

- Impacto ambiental negativo bajo
- Impacto ambiental negativo medio
- Impacto ambiental negativo alto
- Impacto ambiental positivo bajo
- Impacto ambiental positivo medio
- Impacto ambiental positivo alto

ANÁLISIS DE IMPACTO SOCIAL

- Impacto social negativo bajo
- Impacto social negativo medio
- Impacto social negativo alto

CONDICIONES LEGALES E INSTITUCIONALES

- Largo plazo de implementación **Mayor a 5 años**
- Mediano plazo de implementación **Entre 2 a 5 años**
- Corto plazo de implementación **Menor a 2 años**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Se proporciona información geográfica precisa sobre el área de intervención del proyecto. Incluye coordenadas geográficas, descripciones de los límites del proyecto, mapas, y la identificación de las características geográficas relevantes (como ríos, cuencas, áreas urbanas y rurales). Esta información ayuda a contextualizar el proyecto en su entorno físico.

RISGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL: Se debe contar con la aprobación de parte de diversas autoridades que intervienen, entre ellas DOH. Por las características de esta clase de proyectos, es necesario una coordinación de múltiples organismos. Este tipo de intervención requiere definir especies vegetales idóneas y sensibilizar a la población en cuanto a la importancia de esta iniciativa, para que así participe y se involucre en los proyectos. Debido a lo anterior, se proponen acciones específicas, pero de impacto, que permitan avanzar hacia la regeneración del río en forma gradual. Cabe señalar que la existencia de experiencia previa en la zona y organizaciones activas (con conocimiento técnico experto y que trabajan en la temática) aumenta la probabilidad de éxito del proyecto, tanto para su implementación como para su mantenimiento en el tiempo.

Riesgos y Consideraciones: Identificación de los posibles riesgos ambientales, sociales, técnicos y operativos asociados a la implementación del proyecto. También se abordan las consideraciones necesarias para asegurar la sostenibilidad y el éxito del proyecto, como la necesidad de permisos, regulaciones, financiamiento, y la coordinación interinstitucional.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

FICHAS ESCALA REGIONAL

34

iniciativas para un Maipo resiliente



ESCALA REGIONAL

1

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN RIBERAS DEL RÍO MAPOCHO (TRAMO URBANO)

PROBLEMA

El río Mapocho es el principal cuerpo de agua que fluye a través de la ciudad de Santiago. En su recorrido, desde Lo Barnechea a Pudahuel (tramo urbano), presenta diversas intervenciones que lo han degradado: extracciones de agua, obras civiles que han modificado su forma natural, canalización, descargas de contaminantes, pérdida de biodiversidad, basurales ilegales y ocupación de sus riberas, entre otras intervenciones, las que han desencadenado la subvaloración socioambiental de este sistema hídrico.

Es imprescindible buscar alternativas que permitan la revalorización de este ecosistema como corredor ecológico, considerando, además, que este río es fundamental para afrontar el cambio climático en el Gran Santiago.

PROYECTO

Se propone implementar una estrategia basada en medidas de restauración ecológica, que permita -como primer paso- la rehabilitación y/o recuperación de zonas de vegetación nativa en franjas ribereñas del río, apuntando al incremento de la biodiversidad y, consecuentemente, a mejorar la relación de los habitantes de la ciudad con su río. El proyecto abarca 65 km a lo largo de la ribera del tramo urbano del Río Mapocho, integrándose armónicamente a las acciones en curso de los proyectos de humedal urbano y Paseo Mapocho.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Se utilizarán distintas técnicas para la recuperación del suelo, incorporando materiales naturales que le den estructura. Se considera plantar especies vegetales nativas que estén adaptadas a las condiciones locales y además sean capaces de tolerar periodos de sequía e inundaciones. También se proponen acciones para generar o mejorar espacios contemplativos.



AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día

1,1 MM



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$

679 MM

UBICACIÓN

Localización:
33°21'44.80" S 70°29'36.70" O
hasta 33°24'47.95" S 70°47'34.9" O
Sitios aledaños al río Mapocho en su tramo urbano.

Comunas:
Lo Barnechea, Vitacura, Providencia, Santiago, Recoleta, Independencia, Renca, Quinta Normal, Cerro Navia y Pudahuel.

Datos Propiedad:
Bien Nacional de Uso Público administrado por municipios involucrados.



BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia:	1712 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	La restauración ecológica, a través del aumento de vegetación en el río y sus riberas, contribuye al desempeño de múltiples funciones, como resguardo del hábitat disponible para las especies y sus áreas de reproducción, conservación de la biodiversidad, protección de la oferta de nutrientes que ingresa naturalmente hacia estos sistemas y mantención del valor ecológico, estético y recreativo. Asimismo, permitirá devolver el valor patrimonial al integrar puntos de recreación y bienestar para la población del Gran Santiago. Además, ayuda a contrarrestar los efectos de isla de calor u olas de calor, proveyendo áreas verdes y de sombra. Es también relevante para reducir riesgos de contaminación de agua y suelo (filtros vegetativos), además de incrementar la disponibilidad (infiltración) de agua para reducir efectos negativos de eventos extremos de sequías y/o precipitaciones intensas.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Disminuye la magnitud de desbordes del río e inundación. Costo: Inversión necesaria para la implementación de la solución de rehabilitación de riberas. Externalidades: (+) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias al ser acumuladas e infiltradas. Conflicto: Posibles problemas con personas en situación de calle que habiten estos espacios.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Se trata de actividades que involucran una amplia gama de permisos y regulaciones relacionadas con la administración de bienes nacionales de uso público y el ordenamiento territorial, con la legislación de aguas y el control de inundaciones, la conservación y protección ambiental, y una activa coordinación entre los organismos públicos encargados. Si bien se requiere la autorización de recursos públicos, no existen programas específicos de financiamiento y de investigación sobre la materia. Son iniciativas que se pueden implementar en el mediano o largo plazo, considerando las actividades relativas a estudio, financiamiento, planificación, permisos y coordinación requeridas. En este sentido, se puede analizar la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) u ONU-REDD+, entre otros instrumentos. Puede considerarse una actividad de corto plazo en caso de intervenciones específicas.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Se cuenta con el apoyo de las municipalidades de Lo Barnechea, Vitacura y Quinta Normal, las que presentaron esta iniciativa en una de las fichas municipales ingresadas al Programa Maipo Resiliente. La idea de este proyecto es conformar un corredor ecológico urbano e invitar a ser parte del mismo a los municipios de Providencia, Santiago, Recoleta, Independencia, Renca, Cerro Navia y Pudahuel. También se buscará el apoyo de instituciones como la DOH, MMA, Sociedad Concesionaria Costanera Norte, Sociedad Canalistas del Maipo y Aguas Andinas.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Declaración de humedal urbano. Disponible en URL: https://humedaleschile.mma.gob.cl/humedales-urbanos/ • Centro Ibérico de Restauración Fluvial -CIREF (2015). ¿Por qué es importante conservar y restaurar los ríos? Revista Iagua. Disponible en URL: https://www.iagua.es/noticias/espana/ciref/15/06/05/que-es-importante-conservar-y-restaurar-rios • Society Ecological Restoration (2019). Israel: Proyecto de restauración del río Alexander. • Strassburg, B., Latawiec, A. (2014). The economics of restoration: costs, benefits, scale and spatial aspects. International Insitute for Sustainability. Presentación en Convention on Biological Diversity Meeting. Linhares, Brasil. Disponible en URL: https://www.cbd.int/doc/meetings/ecr/cbwecr-sa-01/other/cbwecr-sa-01-iis-en.pdf
Ejemplos exitosos	Proyecto de restauración del río Alexander en el año 1998 en Israel, con el eslogan "Devolviendo el río a la gente", contemplando eliminación de contaminantes, gestión del suministro de agua, restauración de secciones específicas del río, rehabilitación ecológica general, defensa de desagües e inundaciones, desarrollo de parques fluviales, construcción de un sendero peatonal y para bicicletas a lo largo del río, educación y participación pública, plantación de árboles en la ribera del río, entre otras acciones.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: Lo Barnechea, Vitacura, Providencia, Santiago, Recoleta, Independencia, Renca, Quinta Normal, Cerro Navia y Pudahuel.
Ministerio de Medio Ambiente, Dirección de Obras Hidráulicas, Sociedad Concesionaria Costanera Norte, Sociedad Canalistas del Maipo, Aguas Andinas, Pontificia Universidad Católica.

BENEFICIARIOS

194.287 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

DETALLE DE LAS INTERVENCIONES

SECTOR 1: VEGETACIÓN NATIVA

- Árboles, arbustos y hierbas nativas: Plantación de especies adaptadas al clima y suelo local, que requieren menos mantenimiento, proporcionando hábitats para la fauna local.
- Semillas y plántones: Utilización de semillas para la revegetación o plántones para un establecimiento más rápido.

SECTOR 2: VEGETACIÓN EN ZONA IMPERMEABILIZADA

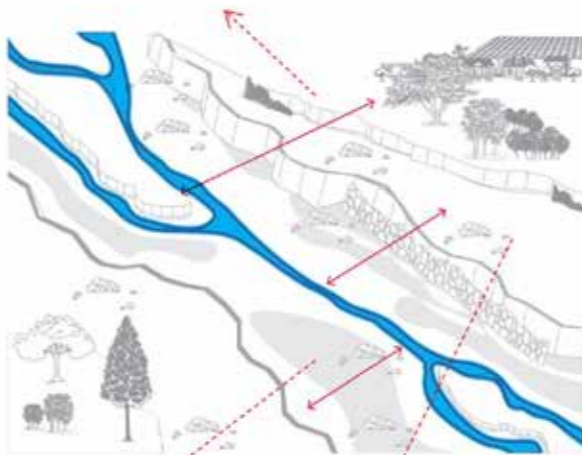
- Establecimiento de especies vegetales para incentivar la proliferación de cubiertas vegetales en zona media del tramo urbano, donde existe canalización del río.
- Puede ser necesario implementar sistemas de irrigación temporal, para apoyar el crecimiento inicial de la vegetación.

SECTOR 3: MODIFICACIÓN DEL TERRENO Y TÉCNICAS DE BIÓINGENIERÍA

- Realización de terraplenado cuidadoso y modelado del terreno para restaurar o mejorar la forma natural de la ribera, con atención en zona canalizada y no afectar ecosistemas aledaños.
- Integración de diversos materiales en riberas y lecho del río para dar sustento y estructura al suelo, lo que permitirá el establecimiento de especies vegetales. Se pueden incluir mantas o redes de fibra natural, troncos y ramas, y/o arenas, piedras o materiales porosos.
- La escollera controlará la erosión y permitirá la infiltración de agua.

SECTOR 1:

200 a 500 metros
Robustecimiento con plantación de especies vegetales variadas, generando zonas de contemplación.



SECTOR 2

50 metros
Modelado del terreno para crear zonas aptas para que la vegetación prolifere, desde Providencia (confluencia con canal San Carlos) hasta Renca.

SECTOR 3

50 a 100 metros
Fortalecer la vegetación existente, privilegiando especies nativas. Abarca desde la comuna de Lo Barnechea a Las Condes.

Elaboración propia. Este esquema corresponde a una solución genérica que debe ser adaptada a cada tramo al momento de ejecución del proyecto.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Para determinar la superficie que se propone intervenir asociada al río Maipo, se procesó la capa de información geográfica del río Maipo, descargada de IDE MINAGRI, considerando las 10 comunas por las que transita el río en el tramo urbano, desde Lo Barnechea hasta Pudahuel. Se obtuvo una longitud de 65 km, generando un buffer de 50 m de ancho promedio.

Área: 325 ha

Solución aplicada (MAS): Recuperación de riberas de ríos para mejorar servicios ecosistémicos.

Agua aportada: 1,1 MM L/día (0,4 MM m³/año)

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REGENERACIÓN RIBERA RÍO MAPOCHO (TRAMO URBANO)



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Objetivo: Conservar y reparar corredores hídricos y biológicos y patrimonio, revertiendo su creciente intervención y deterioro.

Localización del proyecto: █
 Límite de cuenca del río Maipo: █
 Límite de la región Metropolitana: █
 Ríos / Esteros: █
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES

Por las características de este tipo de proyecto, es necesaria la coordinación de múltiples organismos. Se requiere el involucramiento de los municipios y de la población de las zonas aledañas al tramo urbano. El riesgo mayor es no lograr implementar el proyecto transversalmente en todas las comunas, producto del alto grado de intervenciones humanas. Se requiere contar con un análisis y plan de acción adecuados, provisto por un equipo científico-técnico especializado y con experiencia en las soluciones técnicas, además de involucramiento comunitario, que posea una mirada multisistémica.



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN RIBERAS DEL RÍO MAPOCHO (TRAMO RURAL)

PROBLEMA

En su tramo rural, el río Maipo recupera parte de su biodiversidad. Sin embargo, enfrenta desafíos de conservación ante la inminente amenaza de pérdida de sus condiciones naturales por contaminación, ocupación de riberas (asentamientos humanos ilegales) y deforestación, que son algunas de las presiones que está enfrentando este ecosistema.

PROYECTO

Se propone implementar una estrategia basada en medidas de restauración ecológica que permita potenciar el valor ecosistémico del río en este tramo, fomentando -además- su cuidado. Este proyecto abarca 45 km de longitud del río y se integra con la mirada sistémica del proyecto predecesor (descrito en la Ficha N°1) y programas en curso, como el Plan Maestro propuesto por la ONG Frente de Río.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Entre las medidas a realizar destacan acciones que favorezcan el régimen natural de caudales, tales como promover infiltración natural en riberas, plantación de especies vegetales, siembra de semillas en taludes, estaquillados, técnicas de bioingeniería para fomentar la capacidad del suelo para sostener vegetación, etc. Es importante además incluir acciones de involucramiento de las poblaciones aledañas, así como zonas de contemplación del espacio natural.



Ribera del Río Maipo / Josefo...tografo



Ribera Río Maipo / Tramo Rural/ Margarita Huerta

AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día
0,8 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
470 MM

UBICACIÓN

Localización:
33°24'47.95" S 70°47'34.99" O
hasta 33°42'42" S 71°01'12" O

Comunas:
Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor,
Talagante, El Monte e Isla de Maipo.

Datos Propiedad:
Bien Nacional de Uso Público,
administrado por municipios.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN RIBERA DEL RÍO MAPOCHO (TRAMO RURAL)



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor, Talagante, El Monte e Isla de Maipo.
ONG Frente de Río, Ministerio de Medio Ambiente, Dirección de Obras Hidráulicas, Sociedad Canalistas del Maipo, Aguas Andinas, Pontificia Universidad Católica.

BENEFICIARIOS

92.726 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

DETALLE DE LAS INTERVENCIONES

SECTOR 1: TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA

• Incluir en riberas y lecho del río diversos materiales para dar sustento y estructura al suelo, facilitando el establecimiento de especies vegetales. Se puede utilizar mantas o redes de fibra natural, troncos y ramas, y/o arena, piedras o materiales porosos.

SECTOR 2: VEGETACIÓN NATIVA

• **Árboles, arbustos y hierbas nativas:** Elegir especies nativas que estén adaptadas a las condiciones locales y puedan proporcionar beneficios ecológicos, como el control de la erosión, la mejora de hábitats y la filtración de contaminantes.

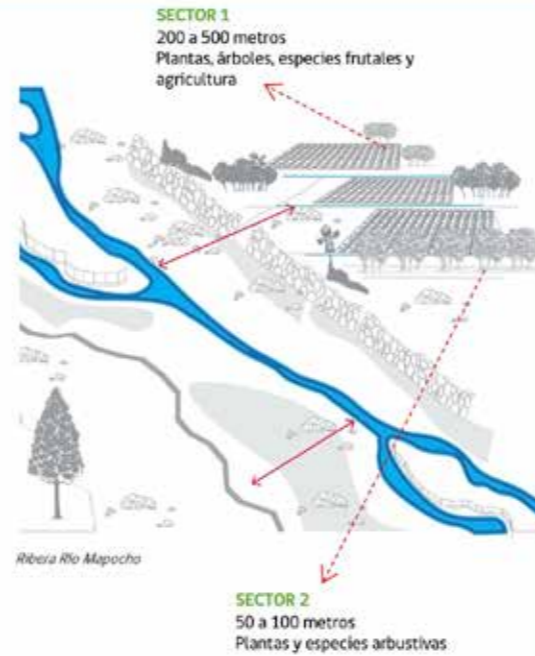
• **Bandas de vegetación ripariana:** Se establecen utilizando una mezcla de especies nativas para crear un buffer entre el río y las tierras adyacentes, ayudando a filtrar sustancias orgánicas e inorgánicas antes de entrar al río.

RESTAURACIÓN DE CONECTIVIDAD

• **Remoción o modificación de barreras:** Puede incluir la eliminación o alteración de diques y otras estructuras para restaurar la conectividad entre el río y sus llanuras de inundación.

• **Gestión de sistema de drenaje natural:** Creación de humedales o zonas húmedas temporales para evitar inundaciones y mejorar la calidad del agua.

• **Control de sedimentos y restauración de zonas de infiltración:** Pueden ser instaladas para controlar el flujo de sedimentos hacia el río, además de incrementar la tasa de recarga de agua al acuífero.



Ribera Río Maipocho

Elaboración propia. Este esquema corresponde a una solución genérica que debe ser adaptada a cada tramo al momento de ejecución del proyecto.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA

Tramo del Río Maipocho que pasa por 6 comunas desde Maipú hasta El Monte
 Longitud: 45 km
 Ancho: 50 m
 Área: 225 ha

Solución aplicada (MAS): Recuperación de riberas de ríos para mejorar servicios ecosistémicos; Recuperación conservación de ríos; Reforestación

Agua aportada: 0,8 MM L/día (0,27 MM m³/día)



CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN RIBERA DEL RÍO MAPOCHO (TRAMO RURAL)



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia:	1712 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	La restauración ecológica, a través del aumento de vegetación en el río y sus riberas, contribuye al desempeño de múltiples funciones, como resguardo del hábitat disponible para las especies y sus áreas de reproducción, conservación de la biodiversidad, protección de la oferta de nutrientes que ingresa naturalmente hacia estos sistemas y mantención del valor ecológico, estético y recreativo. Asimismo, permitirá devolver el valor patrimonial al integrar puntos de recreación y bienestar para la población del Gran Santiago. Además, tiene beneficios en el efecto isla de calor, al proveer de zonas verdes y de sombra. Es también relevante la disminución de riesgos por daños por contaminación y eventos extremos de sequías y/o precipitaciones intensas.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Inversión necesaria para la implementación de la solución de rehabilitación de riberas. Externalidades: (+) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias al ser acumuladas e infiltradas. Conflicto: No se perciben.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Se trata de actividades que involucran una amplia gama de permisos y regulaciones relacionadas con la administración de bienes nacionales de uso público y el ordenamiento territorial, con la legislación de aguas y el control de inundaciones, la conservación y protección ambiental, y una activa coordinación entre los organismos públicos encargados. Si bien se requiere la autorización de recursos públicos, no existen programas específicos de financiamiento y de investigación sobre la materia. Son iniciativas que se pueden implementar en el mediano o largo plazo, considerando las actividades relativas a estudio, financiamiento, planificación, permisos y coordinación requeridas. En este sentido, se puede analizar la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) y el fondo de financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) u ONU-REDD+, entre otros instrumentos. Pudiera considerarse una actividad de corto plazo sólo en intervenciones menores y puntuales.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Se cuenta con el apoyo de las municipalidades de Lo Barnechea, Vitacura y Quinta Normal, las que presentaron esta iniciativa en una de las fichas municipales ingresadas al Maipo Resiliente. La idea de este proyecto es conformar un corredor ecológico urbano e invitar a ser parte del mismo a los municipios de Providencia, Santiago, Recoleta, Independencia, Renca, Cerro Navia y Pudahuel. También se buscará el apoyo de DOH, MMA, Sociedad Concesionaria Costanera Norte, Sociedad Canalistas del Maipo y Aguas Andinas.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Declaración de humedal urbano. • Centro Ibérico de Restauración Fluvial -CIREF. (2015). ¿Por qué es importante conservar y restaurar los ríos? Revista Iagua. Disponible en URL: https://www.lagua.es/noticias/espana/ciref/15/06/05/que-es-importante-conservar-y-restaurar-rios • Society Ecological Restoration. (2019). Israel: Proyecto de restauración del río Alexander. • Strassburg, B., Latawiec, A. (2014). The economics of restoration: costs, benefits, scale and spatial aspects. International Institute for Sustainability. Presentación en Convention on Biological Diversity Meeting. Linhares, Brasil. Disponible en URL: https://www.cbd.int/doc/meetings/ecr/cbwecr-sa-01/other/cbwecr-sa-01-lis-en.pdf • Plan Maestro borde ríos, Mapocho y Maipo comunas: Peñaflor, El Monte, Talagante e Isla de Maipo https://gefmontana.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/PLAN-MAESTRO-Borde-Rios_gefmontana.pdf
Ejemplos exitosos	Proyecto de restauración del río Alexander en el año 1998 en Israel, con el eslogan "Devolviendo el río a la gente", contemplando eliminación de contaminantes, gestión del suministro de agua, restauración de secciones específicas del río, rehabilitación ecológica general, defensa de desagües e inundaciones, desarrollo de parques fluviales, construcción de un sendero peatonal y para bicicletas a lo largo del río, educación y participación pública, plantación de árboles en la ribera del río, entre otras acciones.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN RIBERA DEL RÍO MAPOCHO (TRAMO RURAL)



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Conservar y reparar corredores hídricos y biológicos y patrimonio, revirtiendo su creciente intervención y deterioro.

Localización del proyecto: █
 Límite de cuenca: █
 Límite regional: █
 Ríos / Esteros: █
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

Se debe contar con la aprobación de parte de diversas autoridades que intervienen, entre ellos DOH. Por las características de esta clase de proyectos, es necesario una coordinación de múltiples organismos. Este tipo de intervención requiere definir especies vegetales idóneas y sensibilizar a la población en cuanto a la importancia de esta iniciativa, para que así participe y se involucre en los proyectos. Debido a lo anterior, se proponen acciones específicas, pero de impacto, que permitan avanzar hacia la regeneración del río en forma gradual. Cabe señalar que la existencia de experiencia previa en la zona y organizaciones activas (con conocimiento técnico experto y que trabajan en la temática) aumenta la probabilidad de éxito del proyecto, tanto para su implementación como mantención en el tiempo.



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

REPARACIÓN DE HUMEDALES EN CABECERA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO MAPOCHO

PROBLEMA

Los ecosistemas de montaña, que alberga la cabecera de la subcuenca del Maipo, se encuentran degradados, generando pérdida de servicios ecosistémicos, tales como disminución de la capacidad de regulación de riesgos por eventos extremos (aluviones y sequías) cada vez más frecuentes en el contexto del cambio climático.

PROYECTO

Se propone implementar un programa de conservación y restauración ecológica de humedales, específicamente bofedales andinos en la naciente del río Maipo, con el propósito de proteger el ecosistema y -consecuentemente- la calidad y cantidad de agua en la cabecera de la subcuenca. El proyecto abarca 97 hectáreas de bofedales andinos, ubicados principalmente dentro del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Como primer paso, se propone realizar un estudio detallado de caracterización del territorio para generar medidas concretas que consideren la situación actual de degradación de los bofedales. El tipo de medidas para fomentar la conservación y recuperación son, por ejemplo, apertura de canales para redistribución de agua, construcción de pequeños diques de piedra para disminuir la velocidad del agua y revegetación con especies ya existentes en estos bofedales. En algunos casos, corresponderá incluir cercos de clausura para evitar el sobrepastoreo.



Santuario Yerba Loca



UBICACIÓN

Localización:
33°17'37.06"S, 70°18'47.78"O

Vegas de la cordillera de la subcuenca del Maipo Alto, algunas de éstas situadas en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca.

Comunas:
Lo Barnechea

Datos Propiedad:
Predios municipales, Bienes de Uso Público, así como privados.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REPARACIÓN DE HUMEDALES EN CABECERA DE LA CUENCA DEL RÍO MAPOCHO



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidad: Lo Barnechea
Santuario Yerba Loca
Fundación Cosmos
Corporación Robles de Cantillana

BENEFICIARIOS

126.816 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

PREPARACIÓN DEL SITIO:

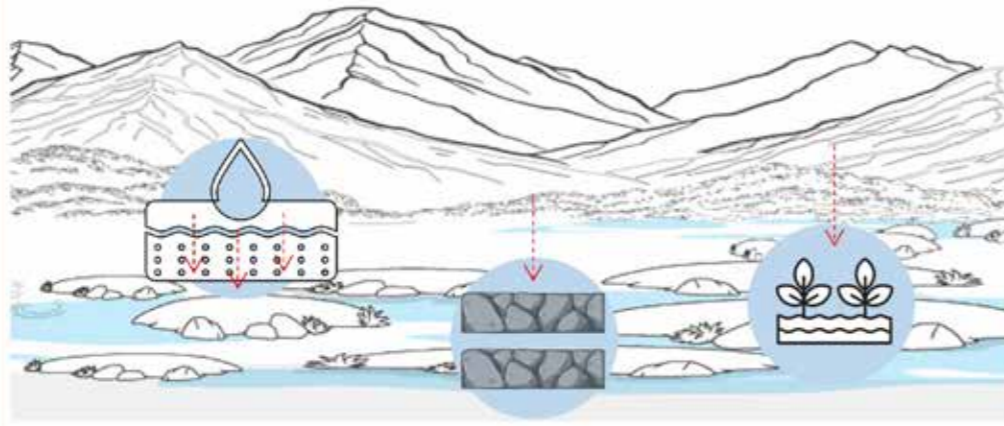
- Prácticas manuales y mecánicas controladas para remoción de capas superficiales de suelo estresado o compactado sin dañar las capas subyacentes, favoreciendo el uso de herramientas manuales, siempre que sea posible.
- Establecimiento de material orgánico blando (Bofo o turba) con alta capacidad de colectar y retener agua, esencial para restaurar la capacidad hídrica del sitio.

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS PARA LA CANALIZACIÓN DE AGUAS:

- Establecimiento de estructuras temporales de drenaje, que controlen el flujo de agua durante el proceso de restauración.
- Establecimiento de estructuras de soporte con piedras y/o gravilla, que creen canales y diques para optimizar la velocidad del escurrimiento y mejore la tasa de infiltración.

TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN:

- Establecimiento de especies nativas adaptadas a las condiciones locales para estabilizar el suelo y fomentar revegetación del sitio, que ayude a mejorar la retención e infiltración de agua.
- Implementar técnicas de restauración que involucren descontaminación de aguas.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA



Para la obtención de la superficie potencial se trabajó con los polígonos de bofedales o humedales andinos de la subcuenca del Maipo Alto, proporcionados por la comuna de Lo Barnechea. Áreas: 97 Ha.

Solución aplicada (MAS): Conservación y reparación de bofedales, reforestación y forestación

Agua aportada: 1,0 MM L/día (0,35 MM m³/año)

REPARACIÓN DE HUMEDALES EN CABECERA DE LA CUENCA DEL RÍO MAPOCHO



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	1,1 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	En el caso de la reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres , el impacto es positivo alto si se trabaja con especies nativas. La reforestación con especies nativas debe darse en una época adecuada para tener éxito en el prendimiento de plantas; de lo contrario, se corre el riesgo de incrementar el uso de agua para consolidar plántulas e incluso perderlas. Asimismo, en el caso de la recuperación y conservación de bofedales , el impacto es positivo, dado que proporciona una variedad de servicios ecosistémicos, como suministro constante de agua, prevención y regulación de inundaciones y sequías, control de la erosión y captura de nutrientes.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Reforestación: Clasificación: Impacto social negativo bajo. Beneficio: Evita daño al disminuir la probabilidad de inundaciones. Costo: asociado a la forestación y reforestación. Externalidades: (+) Disminuye la cantidad de aguas lluvias que escurren en superficie, permite generación de áreas de sombra, (+) aumenta producción de oxígeno. Conflictos: La reforestación compite con intereses económicos para la explotación del suelo en otros usos. Recuperación de bofedales: Clasificación: Impacto social negativo bajo. Beneficio: Utilización de la capacidad de almacenamiento de aguas subterráneas para su uso cuando se requiera. Costo: costos asociados a la inversión de los bofedales. Externalidades: (+) Permite disponer de mayor cantidad de agua. Conflicto: No se aprecian.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	Las técnicas de reforestación y restauración ecológica tienen un corto plazo de implementación y no presentan limitaciones para su uso. Sin embargo, en el caso de pequeños propietarios, puede requerirse el apoyo de programas estatales para su implementación inmediata. En el caso de iniciativas emplazadas en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, éstas deberán ingresar un requerimiento al consejo de monumentos nacionales, entidad que tiene la tutela de estas áreas protegidas. Además, pueden requerir recursos públicos en el caso de bienes nacionales. La falta de legislación para abordar la recuperación de pasivos ambientales históricos puede generar limitaciones legales y financieras. No obstante, una vez resueltos estos problemas, la solución podría aplicarse en el corto plazo. De acuerdo a lo establecido en la Ley 19.300, la ejecución de obras debe ingresar al SEIA cuando se trate de programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualquiera otra área colocada bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	En el caso del piloto en el Santuario de la Naturaleza (SN) Yerba Loca, este se propuso desde la Municipalidad de Lo Barnechea. El Municipio se encuentra trabajando en conjunto con la Corporación Robles de Cantillana, a cargo de administrar el Santuario, mientras que la Municipalidad es el propietario, y coordina el trabajo con la Fundación Cosmos, liderando esta última la línea de educación ambiental en bofedales. La administración del SN se hará cargo de la mantención del cerco y obras asociadas a la reforestación. En cuanto a la tenencia de la propiedad, ésta corresponde a la vega Manantiales, localizada en el predio municipal Fundo Cuarta Higuera Yerba Loca, lote B, que forma parte del Parque Yerba Loca, predio privado con acceso al público.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> DECRETO N° 937 (1973) que crea el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/decretos/SN_00123_1973_D00937.PDF Ley 19.300, DTO 771/1981 Ratifica Convención de Ramsar, Ley 21.202 Protección de Humedales Urbanos, Código de Agua Arts 66-67 "Recarga de Acuíferos" y Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022), Ley de Humedales Urbanos (Ley 21.202). Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030. LEY 20930 Firma electrónica ESTABLECE EL DERECHO REAL DE CONSERVACIÓN MEDIOAMBIENTAL
Ejemplos exitosos	https://www.conaf.cl/cien-hectareas-de-bofedales-atendera-este-ano-el-convenio-conaf-conadi/ https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=2131029824

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

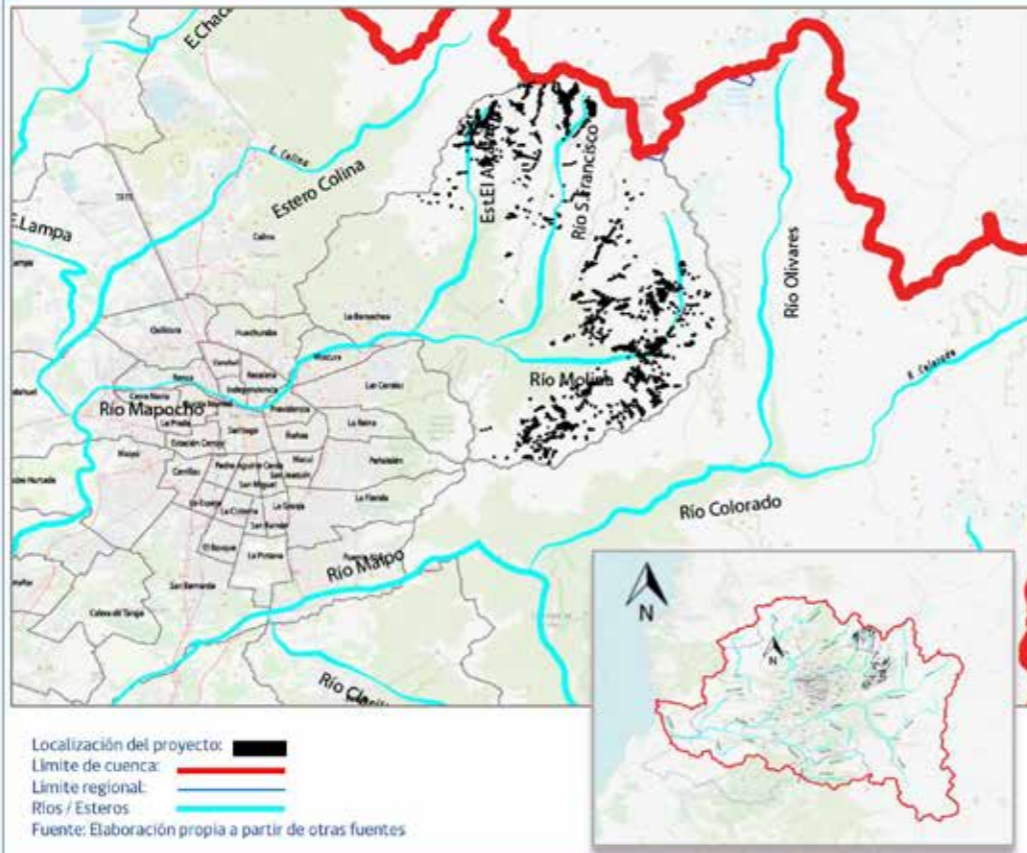
AGRADECIMIENTOS

REPARACIÓN DE HUMEDALES EN CABECERA DE LA CUENCA DEL RÍO MAPOCHO



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Los riesgos asociados a la reforestación incluyen la necesidad de definir especies vegetales idóneas y sitios con un suelo adecuado para el establecimiento de las especies identificadas. Si no está bien planificada, una reforestación intensiva con especies no adecuadas puede reducir la escorrentía y la recarga de aguas subterráneas, debido a la evaporación y transpiración aumentada, por lo que se recomienda emplear especies nativas.
- Es fundamental sensibilizar a la población y contar con un equipo científico y técnico especializado y experimentado. Por otro lado, para implementar con éxito la restauración de humedales, es esencial controlar e identificar las presiones a las que está expuesto el ecosistema, como la extracción de agua para fines productivos o el pastoreo excesivo de ganado.
- La restauración ecológica requiere un estudio detallado del estado de afectación y fuentes de impacto para planificar las acciones necesarias y llevar el ecosistema degradado al estado deseado. Una de las dificultades principales es la falta de un ecosistema de comparación que pueda ser un ecosistema natural no alterado.



REPARACIÓN DE HUMEDALES EN CABECERA DE CUENCA DEL RÍO MAIPO

PROBLEMA

En el origen del río Maipo, encontramos bofedales o vegas, humedales andinos que enfrentan un problema crítico de degradación. Estas áreas son esenciales para el equilibrio hidrológico y la protección contra eventos naturales extremos, como sequías y aluviones. Preservar estos servicios ecosistémicos es indispensable, especialmente en el contexto del cambio climático.

PROYECTO

Se propone implementar un programa de conservación y restauración ecológica de humedales (conocidos como bofedales andinos y/o vegas) en la naciente del río Maipo, con el propósito de proteger el ecosistema y -consecuentemente- la calidad y cantidad de agua en la cabecera de la cuenca. El proyecto abarca aprox. 8 hectáreas de bofedales andinos, ubicados en la comuna de San José de Maipo. Esta iniciativa va en línea con la declaración de humedal urbano en Baños Morales.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Como primer paso, se propone realizar un estudio detallado de caracterización del territorio, que consideren la situación actual de degradación de los bofedales. El tipo de medidas para fomentar la conservación y recuperación son -por ejemplo- apertura de canales para redistribución de agua, construcción de pequeños diques de piedra para disminuir la velocidad del agua y revegetación con especies ya existentes en estos bofedales. En algunos casos, corresponderá incluir cercos de clausura para evitar el sobrepastoreo. También se plantea implementar accesos peatonales, senderos interpretativos de trekking y fortalecer campañas informativas a turistas.



Humedal de Baños Morales (Municipalidad de San José de Maipo)

AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día
0,1 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
0,03 MM

UBICACIÓN

Localización:
33°45'36.84"S; 70°11'3.43"O
Vegas y bofedales presentes en la subcuenca del Maipo alto.

Comunas:
San José de Maipo

Datos Propiedad:
Predios municipales, Bienes de Uso Público, así como privados.



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REPARACIÓN HUMEDALES EN CABECERA DE CUENCA RÍO MAIPO



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidad: San José de Maipo
Fundación del Desarrollo Sostenible, CONAF, Junta de vecinos Villa del Valle (Baños Morales), Fundación Travertinos de Baños Morales

BENEFICIARIOS

18.917 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

PREPARACIÓN DEL SITIO:

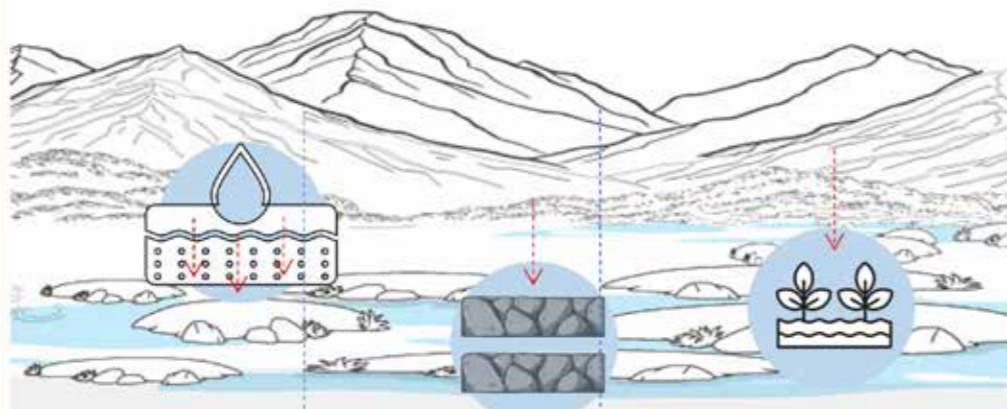
- Prácticas manuales y mecánicas controladas para remoción de capas superficiales de suelo estresado o compactado sin dañar las capas subyacentes, favoreciendo el uso de herramientas manuales, siempre que sea posible.
- Establecimiento de material orgánico blando (Bofo o turba) con alta capacidad de colector y retener agua, esencial para restaurar la capacidad hídrica del sitio.

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS PARA LA CANALIZACIÓN DE AGUAS:

- Establecimiento de estructuras temporales de drenaje, que controlen el flujo de agua durante el proceso de restauración.
- Establecimiento de estructuras de soporte con piedras y/o gravilla, que creen canales y diques para optimizar la velocidad del escurrimiento y mejore la tasa de infiltración.

TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN:

- Establecimiento de especies nativas adaptadas a las condiciones locales para estabilizar el suelo y fomentar revegetación del sitio, que ayude a mejorar la retención e infiltración de agua.
- Implementar técnicas de restauración que involucren descontaminación de aguas.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Para la obtención de la superficie potencial se trabajó con los polígonos de bofedales o humedales andinos de la subcuenca del Maipo Alto, con datos proporcionados por la comuna de San José de Maipo en una de sus fichas.

Área: 8,2 Ha.

Solución aplicada (MAS): Reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres; reparación y conservación de bofedales.

Agua aportada: 0,1 MM L/día (0,03 m³/año)

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS



REPARACIÓN HUMEDALES EN CABECERA DE CUENCA RÍO MAIPO

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Co-Eficiencia	1 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	En el caso de la Reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres , el impacto es positivo alto si se trabaja con especies nativas. La reforestación con especies nativas debe darse en una época adecuada para tener éxito en el prendimiento de plantas; de lo contrario, se corre el riesgo de incrementar el uso de agua para consolidar plántulas e incluso perderlas. Asimismo, en el caso de Recuperación y conservación de bofedales , el impacto es positivo, dado que proporciona una variedad de servicios ecosistémicos, como suministro constante de agua, prevención y regulación de inundaciones y sequías, control de la erosión y captura de nutrientes.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Reforestación: Clasificación: Impacto social negativo bajo. Beneficio: Evita daño al disminuir las probabilidades de inundaciones. Costo: asociado a la forestación y reforestación. Externalidades: (+) Disminuye la cantidad de aguas lluvias que escurren en superficie, permite generación de áreas de sombra, (+) aumenta la producción de oxígeno. Conflictos: La reforestación compite con intereses económicos para la explotación del suelo en otros usos. Recuperación de bofedales: Clasificación: Impacto social negativo bajo. Beneficio: Utilización de la capacidad de almacenamiento de aguas subterráneas para su uso cuando se requiera. Costo: costos asociados a la inversión de los bofedales. Externalidades: (+) Permite disponer de mayor cantidad de agua. Conflictos: No se aprecian.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	Las técnicas de reforestación y restauración ecológica tienen un corto plazo de implementación y no presentan limitaciones para su uso. Sin embargo, en el caso de pequeños propietarios, puede requerirse el apoyo de programas estatales para su implementación inmediata. En cuanto a iniciativas emplazadas en el Santuario de la Naturaleza Cascada de las Animas, éstas deberán ingresar un requerimiento al consejo de monumentos nacionales, entidad que tiene la tutela de estas áreas protegidas. Además, pueden requerir recursos públicos en el caso de bienes nacionales. La falta de legislación para abordar la recuperación de pasivos ambientales históricos podría generar limitaciones legales y financieras. No obstante, una vez resueltos estos problemas, la solución podría aplicarse en el corto plazo. De acuerdo con lo establecido en la Ley 19.300, la ejecución de obras debe ingresar al SEIA cuando se trate de programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualquiera otra área colocada bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	En este caso existen humedales que se encuentran bajo la tuición municipal (RENAMU) y otros ya son Santuarios de la Naturaleza, lo que facilita la mantención de estos ecosistemas y obras asociadas a su reforestación y cuidado.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto N° 480 (1995) • DECLARA SANTUARIO DE LA NATURALEZA PREDIO "CASCADA DE LAS ANIMAS"; MINISTERIO DE BIENES NACIONALES CREA EL "PARQUE NACIONAL GLACIARES DE SANTIAGO", EN LA COMUNA DE SAN JOSÉ DE MAIPO, PROVINCIA DE CORDILLERA, REGIÓN METROPOLITANA • Núm. 25.- Santiago, 2 de mayo de 2023 Ley 19.300, DTO 771/1981 Ratifica Convención de Ramsar, Ley 21.202 Protección de Humedales Urbanos, Código de Agua Arts 66-67 *Recarga de Acuíferos* y Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022), Ley de Humedales Urbanos (Ley 21.202), Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030. LEY 20930 Firma electrónica ESTABLECE EL DERECHO REAL DE CONSERVACIÓN MEDIOAMBIENTAL
Ejemplos exitosos	https://www.conaf.cl/cien-hectareas-de-bofedales-atendera-este-ano-el-convenio-conaf-conadi/ https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=2131029824

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

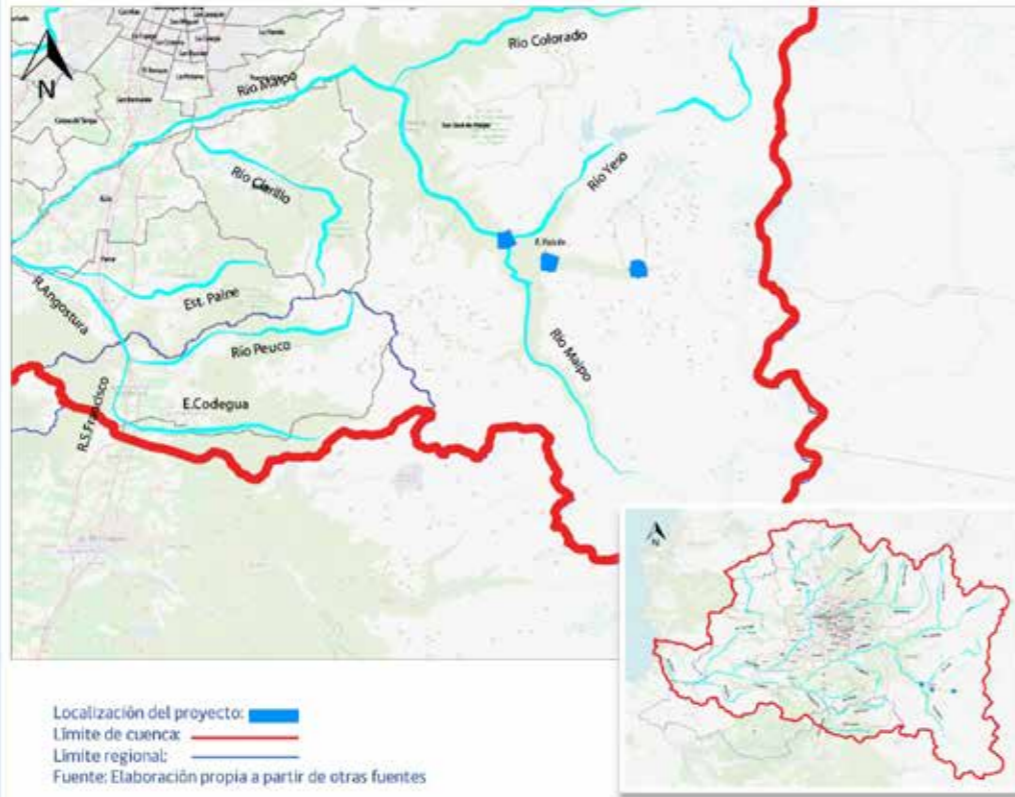
AGRADECIMIENTOS

REPARACIÓN HUMEDALES EN CABECERA DE CUENCA RÍO MAIPO



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Los riesgos asociados a la reforestación incluyen la necesidad de definir especies vegetales idóneas y sitios con un suelo adecuado para el establecimiento de las especies identificadas. Si no está bien planificada, una reforestación intensiva con especies no adecuadas puede reducir la escorrentía y la recarga de aguas subterráneas, debido a la evaporación y transpiración aumentada, por lo que se recomienda emplear especies nativas. Es fundamental sensibilizar a la población y contar con un equipo científico y técnico especializado y experimentado.
- Por otro lado, para implementar con éxito la restauración de humedales, es esencial controlar e identificar las presiones a las que está expuesto el ecosistema, como la extracción de agua para fines productivos o el pastoreo excesivo de ganado. La restauración ecológica requiere un estudio detallado del estado de afectación y fuentes de impacto para planificar las acciones necesarias y llevar el ecosistema degradado al estado deseado. Una de las dificultades principales es la falta de un ecosistema de comparación que pueda ser un ecosistema natural no alterado.



IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO (SUDS) EN ZONAS DE ANEGAMIENTOS HISTÓRICOS SANTIAGO PONIENTE

PROBLEMA

Santiago poniente ha presentado históricamente problemas de inundaciones, lo que se ha acrecentado por lluvias de alta intensidad atribuibles al cambio climático. Estos eventos pluviales generan colapso de sistemas de evacuación y cortes de rutas, además de anegamiento en áreas vulnerables de alta densidad poblacional.

PROYECTO

El proyecto contempla la implementación de un set de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), de bajo impacto ambiental, en distintos puntos de Santiago poniente (aprox. 20 hectáreas). Esta intervención tiene el propósito de minimizar las externalidades negativas de las escorrentías y anegamientos, reconstruyendo -en la medida de lo posible- el ciclo hidrológico natural del territorio, promoviendo la retención, infiltración y depuración de aguas lluvias en la ciudad.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS.

Los SUDS mejor evaluados para Santiago poniente corresponden a la implementación de zonas de pavimentos permeables (creación o reemplazo), la creación de jardines de lluvia y la reconversión de espacios públicos en plazas de agua.



Pavimento permeable en estacionamiento público: <https://unicosafiltros.es/asfalto-permeable/>

AGUA POSITIVO
Aporte de agua L/día
0,14 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$ **2.557 MM**

UBICACIÓN

Localización:
 (1) 33°26'38.21"S 70°46'55.92"O
 33°26'5.34"S 70°39'38.96"O
 Jardín de lluvia en platibanda Avenida San Pablo, Santiago - Pudahuel.
 (2) 33°27'28.30"S 70°42'44.92"O
 a 33°27'6.16"S 70°41'31.02"O
 Jardín de lluvia en platibanda Avenida Ecuador;
 31.16"O; 33°26'24.84"S 70°42'46.71"O
 Plaza de Agua, Lo Prado.
 (3) 33°28'26.56"S 70°43'9.92"O a 33°28'27.08"S 70°43'12.40"O
 Pavimento permeable: Villa Francia Estación Central.

Comunas
 Santiago, Lo Prado, Estación Central, Quinta Normal, Pudahuel.

Datos Propiedad:
 Bienes de Uso Público, bajo la administración de los municipios, mantención de sumideros DOH.

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REDUCCIÓN DE INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS HISTÓRICOS (STGO PONIENTE)



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES		Municipalidades: Lo Prado, Santiago, Estación Central, Pudahuel. Ministerio de Obras Públicas, SERVIU RM, Dirección de Obras Hidráulicas
BENEFICIARIOS		120.800 HABITANTES
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN		
PAVIMENTOS PERMEABLES	PLAZAS DE AGUA	JARDINES DE LLUVIA
<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de suelo: Movimiento de tierra, excavaciones, saneamiento, perfilado o remoción de superficies con maquinaria y herramientas manuales. Concreto Poroso o Asfalto Permeable: Construido con materiales que facilitan el paso del agua y ligantes sintéticos. Adoquines con Espacios: Diseñados con huecos que se rellenan con grava o hierba para permitir infiltración. Grava y Arena: Usadas en la base y sub-base para facilitar la filtración y almacenamiento temporal del agua. Geotextiles: Para separar las capas y mejorar la estabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de zonas de alta infiltración: Excavaciones y pruebas de infiltración para determinar zonas más aptas. Piedra triturada o grava: Para la base, mejorando el drenaje y previniendo la saturación del sistema. Mezcla de suelo permeable: Combinación de tierra, compost y arena. Mulch: Retiene la humedad y reduce las malas hierbas. Establecimiento primera capa: Carpeta superficial con alta conductividad hidráulica. Especies nativas y tolerantes al agua: Seleccionadas para adaptarse a humedad variable. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de zonas de alta infiltración: Excavaciones y pruebas de infiltración para determinar zonas más aptas. Estructuras de retención de agua: Como estanques de retención o cisternas para almacenar el agua. Sistema de drenaje: Canales, zanjas de infiltración y/o tuberías para manejar exceso de agua. Vegetación nativa: Para añadir valor estético y promover la biodiversidad.
METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA		
<p>El cálculo del agua considera las siguientes soluciones aplicadas (MAS) y superficies correspondientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Jardines de lluvia, Avenida San Pablo 12,45 Ha. Jardines de lluvia Avenida San Pablo 5,5 Ha. Jardines de lluvia Avenida Ecuador 1,3 Ha. Plaza de agua en Lo Prado 2,2 Ha Jardines de lluvia en Pudahuel 0,1738 Ha. Pavimento permeable en Estación Central 0,078 Ha <p>Agua aportada: 0,14 MM L/día (0,05 m³/año)</p>		

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS



REDUCCIÓN DE INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS HISTÓRICOS (STGO PONIENTE)

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	
Co-Eficiencia	49.183 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	<p>Contribuyen a disminuir el impacto y daño de las inundaciones, mejoran la calidad y el suministro del agua, y controlan el riesgo de erosión y contaminación, aportando también a la recarga de acuíferos. Asimismo, generan entornos para el disfrute de la población, que además reducen el efecto de isla de calor.</p> <p>Pavimentos permeables: Favorece el manejo de las aguas lluvia bajo cualquier escenario, aun con pocas precipitaciones. Disminuye riesgo de inundaciones, creando una ciudad esponja y volviendo a tener permeabilidad de los suelos en corto tiempo.</p> <p>Jardín de lluvia: Impacto positivo en áreas desprovistas de sistemas de infiltración, permitiendo crear amortiguación de crecidas, reducir la escorrentía de agua de lluvia en el sistema y la carga contaminante. Facilitan la infiltración del agua, mejorando la recarga de aguas subterráneas. La vegetación asociada ayuda a bajar la temperatura en las zonas urbanas.</p> <p>Plaza de agua: Impactos positivos en zonas urbanas cuyas áreas de recarga natural han sido modificadas. Sin embargo, pueden generarse condiciones de riesgo a la población por crecidas.</p>
Impacto social: NEGATIVO BAJO	<p>Pavimentos permeables: Beneficios: Aumenta la disponibilidad del recurso hídrico. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidad: No se aprecia. Conflicto: No se aprecia.</p> <p>Jardín de lluvia: Beneficios: Disminución de las escorrentías de aguas pluviales. Aumenta la disponibilidad del recurso hídrico al liberar agua para riego. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidad: (+) Facilita la infiltración de agua. (-) Disminuye la probabilidad de inundación. Conflicto: No se aprecia</p> <p>Plaza de agua: Beneficio: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Costo por adquisición de la tecnología. Externalidades: (-) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias. Conflicto: No se percibe</p>
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	No se identifican condiciones que limiten o incentiven el uso de estas técnicas, ya que su uso está en el ámbito de atribuciones de los propios municipios, servicios públicos responsables o de los propietarios de los terrenos. Es una solución de implementación inmediata.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Existe la posibilidad de contar con el apoyo de las municipalidades en gestiones para el emplazamiento en terrenos municipales.
Referencias técnicas de la solución	<p>Pavimento permeable: Antecedentes más actuales, con especificaciones de diferentes tipos de pavimento permeable, en Manual de Elementos Urbanos Sustentables Tomo II MINVU año 2018. https://csustentable.minvu.gov.cl/wp-content/uploads/2018/09/MANUAL-DE-ELEMENTOS-URBANOS-SUSTENTABLES-TOMO-II.pdf.</p> <p>Jardín de lluvia: Solución considerada en el documento del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (MINVU, 1996), "Técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos. Guía diseño. También está en el "Manual de drenaje urbano", del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2013)12.</p> <p>Plazas de agua</p> <p>Bokern, A. (2015). Water Squares in Rotterdam. Urbanisten. Disponible en URL: http://www.urbanisten.nl/wp/wp-content/uploads/publication_UB_Topos_2015.pdf</p> <p>Martínez Gaete, C. (2018). Parque Inundable Víctor Jara: la nueva vida del maltraído Zanjón de la Aguada. El Definido. Disponible en URL: https://www.eldefinido.cl/actualidad/pais/9606/Parque-Inundable-Victor-Jara-la-nueva-vida-del-maltraido-Zanjon-de-la-Aguada/</p>
Ejemplos exitosos	<p>Pavimentos permeables: Pavimento permeable en Villarrica, Chile. Fuente: Polpaico</p> <p>Jardín de lluvia: El programa Rainwater Gardens en Tucson, Estados Unidos, permitió convertir un barrio desértico en un oasis verde.</p>

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REDUCCIÓN DE INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS HISTÓRICOS (STGO PONIENTE)



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS.

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto: ■
 Limite de cuenca: —
 Limite regional: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- **Pavimento permeable:** Los principales riesgos están en la construcción de este tipo de pavimentos y su adecuado mantenimiento periódico, como barrer y lavar a presión sin jabón, para funcionar correctamente. Es necesario eliminar plantas, tierra u otro elemento que pueda impedir la permeabilidad, como medida preventiva para evitar el taponamiento de los poros. No recomendado para áreas con nivel freático alto. Requiere mantenimiento anual (hidrolavado o aspirado).
- **Jardín de lluvia:** Los principales riesgos están en la construcción de los jardines, los cuales deben seguir las técnicas de ubicación, drenajes y construcción recomendadas, así como un mantenimiento adecuado (eliminar malezas), el cual debe ser realizado por las entidades locales comprometidas con su operación. Requiere un riego inicial en la primera temporada para permitir que las plantas afirmen su raíz. Una vez establecidas, éstas prosperarán sin riego adicional.
- **Plaza de Agua:** Los principales riesgos están en la construcción, donde se deben seguir las técnicas de ubicación, drenajes y construcción recomendadas, así como un mantenimiento adecuado, el cual debe ser realizado por las entidades locales comprometidas con su operación. Estas plazas de agua o parques inundables tienen una capacidad límite de acumulación de agua; por ello, es importante considerar las características del suelo para asegurar que cumplirá la función de almacenar y recargar acuíferos. Requiere de mantención adecuada para aumentar su vida útil, especialmente en las zonas destinadas para infiltración del agua lluvia.



IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO (SUDS) EN ZONAS DE ANEGAMIENTOS HISTÓRICOS SANTIAGO SUR

PROBLEMA

Las comunas de Santiago sur han sido vulnerables ante inundaciones ocasionadas por eventos breves e intensos de lluvias. Debido a la urbanización, el cambio de uso de suelos impermeabilizados en estas zonas incrementa los anegamientos de ejes principales y pasos bajo nivel, generando cortes de tránsito y limitación de la movilidad.

PROYECTO

El proyecto contempla la implementación de un set de sistemas de drenaje urbano sostenibles (SUDS), de bajo impacto ambiental, en distintos puntos de Santiago sur propuestos por Municipios para resolver problemas de inundaciones urbanas (aprox. 6,5 hectáreas). El propósito es minimizar las externalidades negativas de las escorrentías y anegamientos, reconstruyendo -en la medida de lo posible- el ciclo hidrológico natural del territorio, promoviendo la retención, infiltración y depuración de aguas de lluvias en la ciudad.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Los SUDS mejor evaluados para Santiago sur corresponden a la implementación de zonas de pavimentos permeables (creación o reemplazo), jardines de lluvia, zanjas de infiltración y la instalación de cámaras pluviales y/o celdas de acumulación.



AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día

0,19 MM



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$

2.048 MM

UBICACIÓN

Localización

- 1) 33°31'10.65"S 70°39'34.61"O
33°31'3.08"S 70°40'11.11"O
Jardín de lluvia en Gran Avenida J.M. Carrera con Zurich, La Cisterna.
- 2) 33°32'25.52"S 70°39'3.50"O a 33°32'31.87"S 70°38'13.45"O
Pavimento permeable en Caletera Av. Américo Vespucio (entre Santa Rosa y Cerro Negro), San Ramón
- 3) 33°31'41.66"S 70°38'8.00"O
33°31'31.79"S 70°39'5.67"O
Jardín de lluvia en Bandejón Intercomunal Av. Elías Fernández (entre Santa Rosa y límite La Granja), San Ramón
- 4) 33°33'34.03"S 70°40'45.49"O
33°33'47.12"S 70°40'41.37"O
Jardín de lluvia en Gran Avenida J.M. Carrera (entre paradero 33 y 38), El Bosque.
- 5) 33°33'28.77"S; 70°39'22.80"O
Cámaras ADS StormTech para control pluvial, en intersección Alejandro Guzmán con Av. San Francisco, El Bosque
- 6) 33°34'6.21"S 70°41'11.46"O
33°34'16.66"S 70°41'19.43"O
Zanjas de infiltración en frentis de Escuela de Aviación, El Bosque

Comunas

La Cisterna, San Ramón, El Bosque, La Granja, San Joaquín, San Miguel, La Pintana.

Datos Propiedad

Bienes de uso público, bajo la tutela de los municipios. Mantención de sumideros: DOH.

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

MUNICIPALIDADES: San Joaquín, San Miguel, San Ramón, La Cisterna, La Granja, El Bosque, La Pintana, San Bernardo
Ministerio de Obras Públicas, SERVIU RM, Dirección de Obras Hidráulicas.

BENEFICIARIOS

101.661 HABITANTES

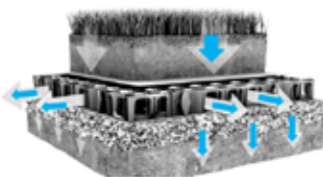
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

PAVIMENTOS PERMEABLES

- **Adecuación de suelo:** Movimiento de tierra, excavaciones, saneamiento, perfilado o remoción de superficies con maquinaria y herramientas manuales.
- **Concreto Poroso o Asfalto Permeable:** Construido con materiales que facilitan el paso del agua y ligantes sintéticos.
- **Adoquines con Espacios:** Diseñados con huecos que se rellenan con grava o hierba para permitir infiltración.
- **Grava y Arena:** Usadas en la base y sub-base para facilitar la filtración y almacenamiento temporal del agua.
- **Geotextiles:** Para separar las capas y mejorar la estabilidad.

CELDAS PLUVIALES

- **Contenedores o estructuras de almacenamiento:** Fabricados en materiales como plástico reciclado o concreto.
- **Sistema de drenaje:** Incluye tuberías, y posiblemente bombas, para gestionar el excedente de agua.
- **Medios filtrantes:** Implementación de zonas de infiltración, usando arena, grava, y tierra vegetal.
- **Vegetación:** Plantas adecuadas para condiciones húmedas y para la absorción de agua en zonas alledañas.



JARDINES DE LLUVIA

- **Identificación de zonas de alta infiltración:** Excavaciones y pruebas para determinar zonas aptas.
- **Piedra triturada o grava:** Para la base, mejorando el drenaje y previniendo la saturación del sistema.
- **Mezcla de suelo permeable:** Tierra, compost y arena.
- **Mulch:** Retiene la humedad y reduce malezas.
- **Establecimiento primera capa:** Carpeta superficial con alta conductividad hidráulica.
- **Especies nativas y tolerantes al agua:** Seleccionadas para adaptarse a condiciones de humedad variable.

ZANJAS DE INFILTRACIÓN

- **Ubicación estratégica:** Identificación de áreas de captura eficiente del agua de lluvia o escurrimiento pluvial.
- **Movimiento de material:** Excavaciones, saneamiento, perfilado del terreno o remoción de superficies.
- **Barreras o bordillos:** Para delinear la zanja y evitar la erosión de los bordes.
- **Revegetación:** Aplicación de bombas de semilla e hidrosiembra que favorezca la revegetación.
- **Estructuración de OCAS:** Intervenciones como limanes, bancales, medialunas y obras complementarias.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA

Para el cálculo del agua ahorrada, se consideró las siguientes **soluciones aplicadas (MAS)** y su correspondiente superficie:

- Jardín de lluvia en Gran Avenida J.M. Carrera (0,8 ha). Aporte de agua 5.260 L/día
- Pavimento permeable en caletería A. Vespucio (2,6 ha). Aporte de agua: 17.095 L/día
- Jardín de lluvia en Bandejón Elías Fernández (1,9 ha). Aporte de agua: 12.493 L/día
- Cámaras pluviales en intersección Av. Alejandro Guzmán y Av. San Francisco (0,13 ha). Aporte de agua: 149.589 L/día.
- Jardines de lluvia en Gran Avenida, entre paradero 33 y 38 (1 ha). Aporte de agua: 6.575 L/día
- Zanjas de infiltración en frentes de Escuela Aviación (0,04 ha). Aporte de agua: 271 L/día.

Agua aportada: 0,19 MM L/día (0,07 MM m³/año)

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	29.347 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Las técnicas aplicadas disminuyen el impacto de las inundaciones, mejoran la calidad y el suministro del agua, controlan el riesgo de erosión y contaminación, contribuyen a la recarga de acuíferos y a disminuir el efecto de isla de calor. Asimismo, generan entornos para el disfrute de la población. El beneficio principal de abordar este gran eje de la zona sur de Santiago es convertir un problema en una oportunidad para contribuir con nuevas obras resilientes que mitigan el Cambio Climático y cierran la brecha hídrica de la cuenca.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Pavimentos permeables: Beneficios: Aumenta la disponibilidad del recurso hídrico. Costo Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidad: No se aprecia. Conflicto: No se aprecia. Jardín de lluvia: Beneficios: Disminución de las escorrentías de aguas pluviales. Aumenta la disponibilidad del recurso hídrico al liberar agua para riego. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidad: (+) Facilita la infiltración de agua. (-) Disminuye la probabilidad de inundación. Conflicto: No se aprecia Cámaras ADS StormTech® para el control del agua pluvial: Beneficio: Aumentar la capacidad de almacenamiento permite disponer del recurso hídrico en los períodos de escasez en los que se requiera. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidades: (-) Generación de desechos contaminantes para el medio ambiente. Conflicto: No se aprecia. Zanjas de infiltración: Beneficio: Mayor infiltración de agua en el suelo. Costo: Costos asociados a la inversión de las zanjas de infiltración. Externalidades: (+) Aumenta la humedad de las plantas en los alrededores de la intervención. Conflicto: No se percibe.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	Pavimento permeable; jardines de lluvia; Cámaras ADS para el control de aguas pluviales y zanjas de infiltración. No se identifican condiciones que limiten o incentiven el uso de esta técnica, ya que su uso está en el ámbito de atribuciones de los propios municipios, servicios públicos responsables o de los propietarios de los terrenos. Es una solución de implementación inmediata.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Existe la posibilidad de contar con el apoyo de las municipalidades en gestiones para el emplazamiento en terrenos municipales.
Referencias técnicas de la solución	Pavimento permeable: Antecedentes más actuales con especificaciones de diferentes tipos de pavimento permeable en Manual de Elementos Urbanos Sustentables Tomo II MINVU año 2018. https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/09/MANUAL-DE-ELEMENTOS-URBANOS-SUSTENTABLES-TOMO-II.pdf . Jardín de lluvia: Solución considerada en el documento del Ministerio de Vivienda y Urbanismo en Chile (MINVU, 1996), "Técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos. Guía diseño. También está en el "Manual de drenaje urbano" del Ministerio de Obras Públicas en Chile (MOP, 2013)12. Zanjas de infiltración Jorge, C., & David, M. (s.f.). Ficha Técnica 05. Técnicas de conservación de suelos y aguas. Zanjas de infiltración. Pizarro Tapia, R., Flores Villanelo, J., Sangüesa Pool, C., & Martínez Araya, E. (2004). Monografías Zanjas de Infiltración. Talca.
Ejemplos exitosos	Pavimentos permeables: Pavimento permeable en Villarrica, Chile. Fuente: Polpaico. Jardín de lluvia: El programa Rainwater Gardens en Tucson, Estados Unidos, permitió convertir un barrio desértico en un oasis verde. https://ecoinventos.com/jardines-de-lluvia-dunbar-spring/ Cámaras ADS StormTech® para el control del agua pluvial: StormTech cuenta con miles de sistemas de cámaras en servicio en todo el mundo. Por mencionar algunas, Seattle (USA), Orlando (USA), Dubái (UAE), entre otras. Zanjas de infiltración En Viña del Mar y Curepto, Chile, se utilizó esta solución de origen ancestral, logrando buenos resultados en localidades cercanas, donde se recuperaban los pozos después de cada lluvia.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

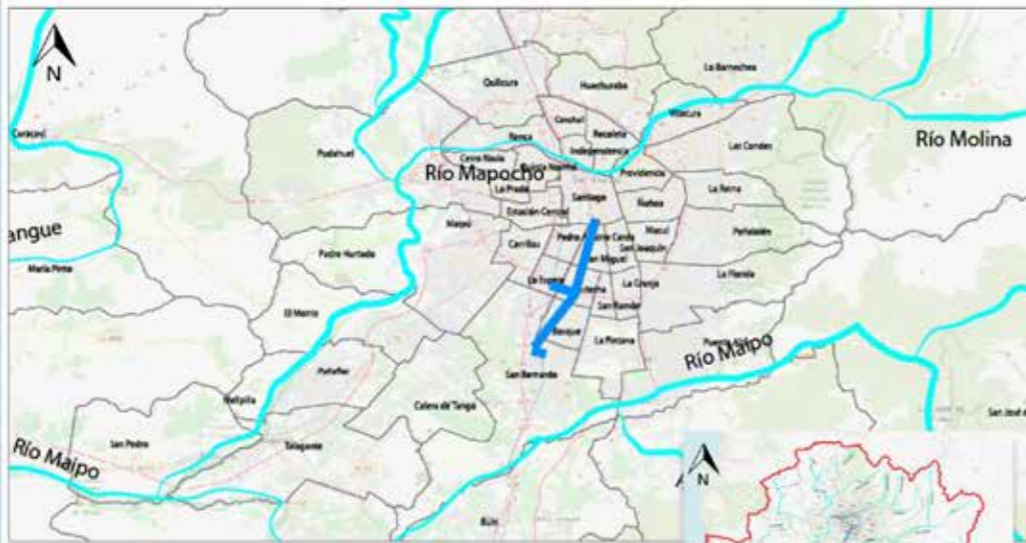
AGRADECIMIENTOS

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto: █
 Límite de cuenca: █
 Límite regional: █
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES

- **Pavimento permeable:** Los principales riesgos están en la construcción de este tipo de pavimentos y su adecuado mantenimiento periódico, como barrer y lavar a presión sin jabón, para funcionar correctamente. Es necesario eliminar plantas, tierra u otro elemento que pueda impedir la permeabilidad, como medida preventiva para evitar el taponamiento de los poros. No es recomendable para áreas con nivel freático alto y requiere mantenimiento anual (hidrolavado o aspirado). Tampoco se recomienda para zonas de alto tráfico o con tránsito de vehículos pesados.
- **Jardín de lluvia:** Los principales riesgos están en la construcción de los jardines, los cuales deben seguir las técnicas de ubicación, drenajes y construcción recomendadas, así como un mantenimiento adecuado (eliminar malezas), el cual debe ser realizado por las entidades locales comprometidas con su operación. Requiere un riego inicial en la primera temporada para permitir que las plantas afirmen su raíz. Una vez establecidas, éstas prosperarán sin riego adicional.
- **Cámaras ADS StormTech® para el control del agua pluvial:** No se presentan mayores riesgos. El mantenimiento y limpieza del sistema se debe realizar por un proceso de lavado con agua a presión, por lo que se requiere de un camión hidrojet para ello. Deben considerarse las recomendaciones del fabricante para cada limpieza y mantención para minimizar riesgos.
- **Zanjas de infiltración:** No se presentan mayores riesgos. Requieren de mantenimiento anual, especialmente después de lluvias intensas para eliminar sedimentos, y en su construcción debe considerar el máximo de pendiente (no más de un 30%) para dar seguridad a las zonas bajas, ya que en pendiente superiores la velocidad del agua es superior a la capacidad de infiltración, revistiendo un peligro de eventos de exceso que puedan afectar comunidades aguas abajo.



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

RESTAURACIÓN HUMEDALES: EJE ZANJÓN DE LA AGUADA - EL PAJONAL

PROBLEMA

Los ecosistemas del Zanjón de la Aguada y el humedal "El Pajonal" se encuentran fuertemente intervenidos. El primero es un cauce natural que está impermeabilizado en su tramo urbano, mientras que el segundo, se ha transformado en un vertedero ilegal por más de 20 años, además de estar ocupado por ocupación ilegal. Es importante recuperar el humedal, pero también potenciar la conectividad de estos sistemas.

PROYECTO

Se propone la restauración ecológica del humedal El Pajonal, en sinergia con el futuro Parque Intercomunal El Pajonal (MOP). Asimismo, se reforzarán zonas con vegetación a lo largo del Zanjón de la Aguada, tal como se expone en apartados siguientes de la ficha. El proyecto abarca 24 hectáreas de humedal.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

La recuperación de estos ecosistemas puede requerir intervenciones de restauración de distinto grado, dependiendo del nivel de perturbación. A través de técnicas como descontaminación, reintroducción de biodiversidad, entre otras, estas medidas buscan recuperar ecosistemas aledaños a cursos de agua. De este modo, se busca restablecer los servicios ecosistémicos que éstos brindaban, como -por ejemplo- la protección contra fenómenos naturales, control de la temperatura y la recreación.



Laderasur.com, El Pajonal, @Alex Rodríguez

AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día
0,33 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN \$
57 MM

UBICACIÓN

Localización
33°29'29,5" S; 70°44'0,3" O
Terrenos eriazos aledaños al Zanjón de la Aguada y humedal El Pajonal

Comunas:
Peñalolén, La Florida, Macul, San Joaquín, San Miguel, Santiago, PAC, Est. Central, Cerrillos, Maipú.

Datos Propiedad:
BNUP, parte del corredor pertenece a terrenos municipales de áreas verdes no asociadas a riego ni mantención. Áreas específicas son propiedad de inmobiliaria, que destinó ese terreno a área verde.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

RESTAURACIÓN HUMEDAL EL PAJONAL CONECTADO CON ZANJÓN DE LA AGUADA



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades De Peñalolén, La Florida, Macul, San Joaquín, San Miguel, Santiago, Pedro Aguirre Cerda, Estación Central, Cerrillos, Maipú. Organizaciones Locales y Asociación de Canalistas.

BENEFICIARIOS

218.000 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

DETALLE DE LAS INTERVENCIONES

RESTAURACIÓN DE CONECTIVIDAD

Remoción o modificación de barreras: Por ej., diques y otras estructuras que interrumpan el flujo del agua. Incluye retiro de basura y limpieza de sedimentos.

VEGETACIÓN NATIVA

Árboles, arbustos y hierbas nativas: Priorizar aquellas adaptadas al clima y suelo local, proporcionando hábitats adecuados para la fauna endémica.

CREACIÓN DE ESPACIOS DE CONTEMPLACIÓN

Incluye zonas demarcadas para observación del hábitat restaurado. Participación ciudadana en la recuperación del humedal.

TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA

Creación de humedales en riberas:

Implementación de zonas de estabilización de los márgenes del corredor ecológico, posibilitando así procesos de revegetación.

Bandas de vegetación ripariana: Mezcla de especies nativas que crean un buffer entre el río y las tierras adyacentes, filtrando sustancias orgánicas e inorgánicas.

Incluir en riberas, humedales y lecho del río diversos materiales para dar sustento y estructura al suelo. Se puede incluir mantas o redes de fibra natural, troncos y ramas, y/o arenas, piedras o materiales porosos.



Elaboración propia



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Se determinó la superficie mediante polígonos proporcionados por la agrupación comunitaria Humedal Pajonal. Además, se empleó el supuesto de un área de aprox. 20 m a lo largo de los 27 km que recorre el Zanjón de la Aguada. Se calculó el aporte de agua de acuerdo a las siguientes técnicas:

Área: 24 ha de recuperación y conservación de humedales naturales, correspondientes al Proyecto MOP que comienza en 2024; **56,1 ha de reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres.**

Solución aplica (MAS): Recuperación y conservación de humedales naturales; Reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres.

Agua ahorrada 0,33 MM L/día (0,12 MM m³/año)



RESTAURACIÓN HUMEDAL EL PAJONAL CONECTADO CON ZANJÓN DE LA AGUADA

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia:	481 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	La restauración ecológica favorece la resiliencia de los ecosistemas y permite recuperar servicios ecosistémicos de vital importancia para la población humana. La recuperación de riberas de sistemas acuáticos disminuye riesgos por crecidas, reduce la carga de contaminantes o arrastre de sedimentos en las aguas, favorece los aportes de nutrientes sobre las aguas y los hábitats de especies. Asimismo, la recuperación y/o fomento de zonas de humedales en las riberas potencia la salud y biodiversidad de los ecosistemas lacustres. Además, facilita la contemplación de la naturaleza, lo que ayuda a crear conciencia sobre su valor y cuidado.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Recuperación de humedales: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Asociado a la inversión en la conservación y rehabilitación. Externalidades: (+) Conservación de la flora y fauna, (+) Disminuye la escorrentía superficial y aumenta la infiltración al acuífero. Conflicto: Aparición de nueva fauna puede generar rechazo en la comunidad local, por los eventuales daños que provoca la deposición de las aves. Reforestación: Evita daño al disminuir las probabilidades de inundaciones. Costo: Asociado a la forestación y reforestación. Externalidades: (+) Disminuye la escorrentía superficial y aumenta la infiltración al acuífero, junto con generar áreas de sombra, (+) Permite producción de oxígeno. Conflictos: La reforestación compete con intereses económicos para la explotación del suelo en otros usos.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	La recuperación y conservación de humedales naturales, al igual que la reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres, requiere un corto plazo de implementación, ya que no existen limitaciones para la utilización de estas técnicas. Sin embargo, en el caso que requieran permisos sectoriales derivados de la regulación urbana, podría extenderse a un mediano a largo plazo. Tratándose de bienes nacionales, se requiere de la asignación de recursos públicos. Existen limitaciones legales y de financiamiento asociadas a la ausencia de una legislación que aborde la recuperación de pasivos ambientales históricos. En los casos en que estén resueltos los problemas señalados, la solución se podría aplicar en el corto plazo.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Existe la posibilidad de contar con el apoyo de las municipalidades en cuanto a las gestiones para el emplazamiento en terrenos municipales. En cuanto al parque proyectado por el MOP en el humedal El Pajonal, este se comenzará a implementar este año 2024.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1152029 • https://fundacionlobalnature.org/wp-content/uploads/2020/11/Manual-Humedales.pdf • Guías metodológicas del Ministerio del Medio Ambiente: https://humedaleschile.mma.gob.cl/legislacion/guias-metodologicas/
Ejemplos exitosos	Humedal Baquedano en Llanquihue. https://www.eldesconcerto.cl/medio-ambiente-y-naturaleza/2021/02/18/restauracion-comunitaria-de-humedales-urbanos-el-exitoso-caso-del-humedal-baquedano.html Humedales altoandinos de la cuenca del Maipo. https://www.nature.org/es-us/sobre-tnc/donde-trabajamos/tnc-en-latinoamerica/chile/historias-en-chile/estudio-potencial-humedales-altoandinos/

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

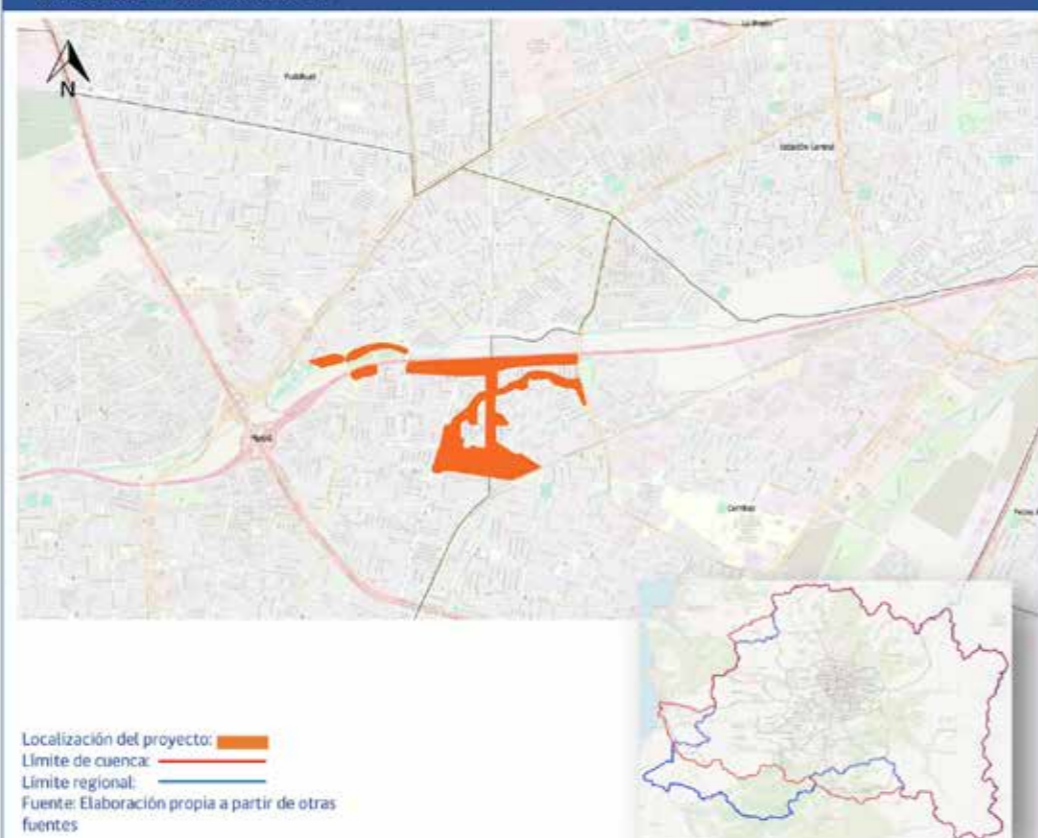
AGRADECIMIENTOS

RESTAURACIÓN HUMEDAL EL PAJONAL CONECTADO CON ZANJÓN DE LA AGUADA



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Recuperar humedales presenta desafíos vinculados a su nivel de degradación y la necesidad de analizar y tratar los contaminantes presentes, lo que puede requerir la eliminación y/o manejo de contaminantes. La restauración de humedales también exige una base de pruebas sólida para demostrar y comunicar los diversos beneficios que brindan, evitando la priorización de un beneficio sobre otros.
- La complejidad de restaurar un ecosistema degradado se ve agravada por la falta de ecosistemas de comparación no alterados y la dificultad para determinar su estado original, debido a la intervención humana y el cambio en el tiempo. La rehabilitación de humedales implica plantar especies nativas e involucrar a la comunidad local para fomentar la conservación.
- La reforestación, por otro lado, requiere claridad en sus objetivos y consideración de factores como eventos de inundaciones, tipos de suelo y precipitación. Es fundamental la sensibilización pública y la participación de equipos especializados y con experiencia en ambas medidas. De esta forma, uno de los principales riesgos es la dificultad de vincular y hacer partícipe a la población asociada a los sitios a restaurar, desde etapas tempranas de diseño, implementación y monitoreo de las acciones.



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

RESTAURACIÓN DE CORREDOR ECOLÓGICO ASOCIADO AL ESTERO PUANGUE EN LA SUBCUENCA DEL MAIPO BAJO

PROBLEMA

El estero Puangue es el cauce principal de la subcuenca del Maipo Bajo. Corre de norte a sur, desde su nacimiento en la comuna de Quilpué, en la región de Valparaíso, hasta su confluencia con el río Maipo. Se encuentra fuertemente intervenido, principalmente por agricultura, fragmentando los ecosistemas nativos y relegándolos a ciertas quebradas. Esto se traduce en pérdida de servicios ecosistémicos como biodiversidad, regulación de desastres causados por eventos extremos (sequías e inundaciones), así como control de escorrentía y calidad de agua.

PROYECTO

Se propone la restauración de los ecosistemas ribereños, franjas de bosques y humedales asociados al estero Puangue, con énfasis en la restauración de su nacimiento en Quilpué. El proyecto tiene un alcance completo de 184 hectáreas.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

La recuperación de riberas de ríos implica la eliminación de elementos que causan impacto en estas áreas, permitiendo que el sistema se recupere de las perturbaciones. El tipo de acciones corresponden a limpieza del cauce, eliminando obras que interrumpan el flujo natural de agua para promover un régimen natural de caudales. También se incluyen técnicas de bioingeniería para mejorar la estructura del suelo, restauración o creación de zonas de humedales, plantación de especies vegetales nativas y reinserción de fauna local. Es recomendable realizar, además, plantación de árboles nativos en las zonas aledañas al curso de agua que está inserto en la matriz agrícola de la zona (bandas riparianas).



Humedal Puangue



UBICACIÓN

Localización:

Inicio: 33°10'29.84"S; 71° 9'56.35"O
Final: 33°44'28.69"S; 71°21'23.66"O

Terrenos aledaños a la ribera del estero Puangue.

Comunas:

Quilpué, Curacaví, María Pinto, Melipilla

Datos Propiedad:

Bien Nacional de Uso Público que cruza zonas rurales y urbanas, con procesos en curso de declaración de humedal urbano en Curacaví y Melipilla. Además, en algunas zonas existen terrenos privados asociados a la ribera del estero.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

RESTAURACIÓN DE CORREDORES ECOLÓGICOS ASOCIADOS A ESTERO PUANGUE



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: María Pinto, Curacaví, Melipilla.
Comité Ambiental Comunal: María Pinto, Curacaví, Melipilla.
ONG: Guardianes del estero Puangue, Curacaví.
Junta de vigilancia del estero Puangue.

BENEFICIARIOS

27.733 PERSONAS

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

RECUPERACIÓN DE RIBERAS CON TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA

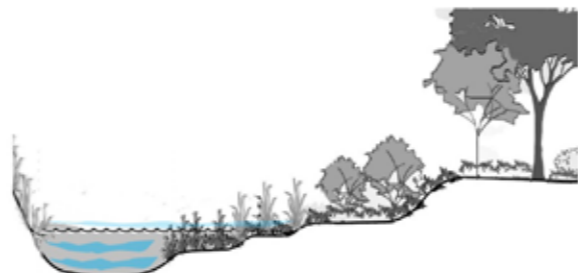
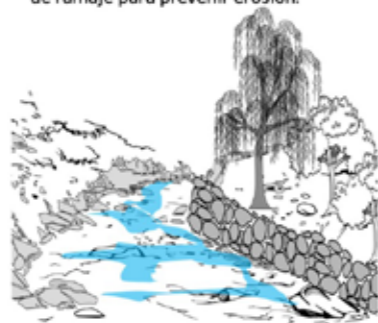
- Remoción cuidadosa de capas superficiales de suelo estresado.
- Recubrimiento y fortalecimiento de ribera con especies como sauces, chopos y tarajes, de reproducción vegetativa.
- Mallas biodegradables o esteras de ramaje para prevenir erosión.

CREACIÓN DE ZONAS DE HUMEDALES

- Plantas autóctonas hidrófilas para crear un buffer entre el río y tierras adyacentes, filtrando sustancias.
- Uso de geotextiles para delinear y proteger las áreas cercanas al humedal.

FRANJA DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS COMO CORTINA VERDE

- Barrera vegetal nativa entre las áreas agrícolas y las riberas.
- Aplicación de nutrientes y abonos.
- Estructuras de contención de madera y rocas en áreas propensas a inundaciones.



Elaboración propia



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Para determinar la superficie potencial, se usó el polígono del expediente de humedal urbano solicitado por la comuna de Curacaví, de 813 ha. Además, se agregó un polígono correspondiente a la superficie de la caja de río, obtenido en base a foto interpretación con imágenes satelitales de libre acceso (Google Earth). En el caso de las superficies piloto, se trabajó con los polígonos enviados por los municipios de Curacaví, Melipilla y María Pinto.

Área: 9 ha de zonas de infiltración

175 ha de recuperación de riberas de ríos para mejorar servicios ecosistémicos.

Solución aplicada (MAS): Recuperación de riberas de ríos para mejorar servicios ecosistémicos.

Agua ahorrada: 0,44 MM L/día (0,16 MM m³/año)

RESTAURACIÓN DE CORREDORES ECOLÓGICOS ASOCIADOS A ESTERO PUANGUE



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	1,9 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	La restauración ecológica favorece la resiliencia de los ecosistemas y permite recuperar servicios ecosistémicos de vital importancia para la población. La recuperación de riberas de sistemas acuáticos disminuye riesgos por crecidas, reduce la carga de contaminantes o arrastre de sedimentos en las aguas, favorece los aportes de nutrientes sobre las aguas y los hábitats de especies. Asimismo, la recuperación y/o fomento de zonas de humedales en las riberas potencia la salud y biodiversidad de los ecosistemas lacustres. Además, propicia sitios de contemplación de la naturaleza, lo que ayuda a crear conciencia sobre su valor y cuidado.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Clasificación: Impacto social negativo bajo. Beneficio: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Inversión necesaria para la rehabilitación de riberas. Externalidades: (+) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias al ser acumuladas e infiltradas. Conflicto: No se percibe.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Se trata de actividades que involucran una amplia gama de permisos y regulaciones relacionadas con la administración de los bienes nacionales de uso público y el ordenamiento del territorio, con la legislación de aguas y el control de inundaciones, con la conservación y protección ambiental, y una activa coordinación entre los organismos públicos encargados. La solución se ve obstaculizada por la baja capacidad de coordinación e integración que posee la compleja estructura institucional pública existente. Aunque requiere la autorización de recursos públicos, no existen programas específicos de financiamiento y de investigación sobre la materia. La iniciativa se puede implementar en el mediano o largo plazo, considerando las actividades relativas a estudio, financiamiento, planificación, permisos y coordinación requeridas.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Existe la posibilidad de contar con el apoyo de la Municipalidad de María Pinto respecto a las gestiones para el emplazamiento en terrenos municipales para experiencias piloto.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Humedales urbanos: DECRETO 82 APRUEBA REGLAMENTO DE SUELOS, AGUAS Y HUMEDALES MINISTERIO DE AGRICULTURA: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1022943&idParte= ; (Resolución) • Núm. 453 exenta.- Santiago, 4 de mayo de 2022. Estero Puangue humedal urbano: https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2022/06/10/43275/01/2140145.pdf • Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030. LEY 20930 Firma electrónica ESTABLECE EL DERECHO REAL DE CONSERVACIÓN MEDIOAMBIENTAL
Ejemplos exitosos	Humedal Baquedano en Llanquihue. https://www.eldesconcierto.cl/medio-ambiente-y-naturaleza/2021/02/18/restauracion-comunitaria-de-humedales-urbanos-el-exitoso-caso-del-humedal-baquedano.html

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

JARDINES DE LLUVIA ALEDAÑOS A CANAL SAN CARLOS



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: Puente Alto, La Florida, Peñalolén, La Reina, Ñuñoa, Las Condes y Providencia.
Asociación de Canalistas.

BENEFICIARIOS

218.114

HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

JARDINES DE LLUVIA

- Identificación de zonas de alta infiltración:** Excavaciones y pruebas de infiltración para determinar ubicación.
- Piedra triturada o grava:** Para la base, mejorando el drenaje y previniendo la saturación del sistema.

- Mezcla de suelo permeable:** Combinación de tierra, compost y arena para infiltración y retención de agua.
- Mulch:** Utilizados para retener la humedad y reducir la maleza.
- Establecimiento primera capa:** Carpeta superficial con alta conductividad hidráulica para la siembra de plantas.
- Especies nativas y tolerantes al agua:** Seleccionadas para adaptarse a condiciones de humedad variable.

Elaboración propia

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Extensión de 24 km del Canal San Carlos, desde Puente Alto hasta Providencia-Las Condes. Se propone trabajar de forma priorizada en las comunas de Peñalolén y La Florida, identificando mediante fotointerpretación 38,5 Ha. En dichas comunas, el tramo del canal tiene una extensión de 10 km.

Área: Jardines de lluvia (2 has).
Cambio a vegetación nativa (36,5 has).

Solución aplicada (MAS): Jardines de lluvia para recolección de agua de escorrentía; Cambio a vegetación nativa de menor requerimiento hídrico en áreas verdes urbanas.

Agua ahorrada: 1,9 MM L/día (0,68 MM m³/año)

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS



JARDINES DE LLUVIA ALEDAÑOS A CANAL SAN CARLOS

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Co-Eficiencia	3.496 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	El cambio de vegetación nativa tiene un impacto positivo en áreas desprovistas de sistemas de infiltración, creando amortiguadores de crecidas en áreas urbanas. Debe ser considerado complementario a la recarga natural de acuíferos. De la misma forma, los jardines de lluvia presentan un impacto positivo en cuanto a la recuperación de vegetación nativa, aumento de superficie de absorción de contaminantes y mejora en las condiciones de calidad del aire en ciudades. Además, recupera la biodiversidad de la zona, proporcionando un atractivo paisaje visual. Existe suficiente información y dominio, por parte de jardines botánicos, para apoyar esta iniciativa, así como jardines especializados que conocen los requerimientos y tipos de plantas para cada zona del territorio.
Impacto social: NEGATIVO ALTO	Cambio de vegetación nativa de menor requerimiento hídrico en áreas urbanas: Clasificación: Impacto social negativo alto. Beneficio: Menor requerimiento del recurso hídrico. Costo: Asociado a la inversión de replantación. Externalidades: (-) Eventual disminución de las áreas de sombra. Conflicto: Rechazo al cambio en el paisaje y a la eventual utilización de los espacios públicos. Jardines de lluvia: Clasificación: Impacto social negativo bajo. Beneficios: Disminución de las escorrentías de aguas fluviales. Aumenta la disponibilidad del recurso hídrico al liberar agua para riego. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidad: (+) Facilita la infiltración de agua, (+) disminuye la probabilidad de inundación. Conflicto: No se aprecia.
Tiempo de Implementación: CORTO PLAZO	El cambio de vegetación nativa tiene un corto plazo de implementación. No se identifican condiciones que limiten o incentiven el uso de estas técnicas, ya que su uso está en el ámbito de atribuciones de los propios municipios, servicios públicos responsables o de los propietarios, según sea el caso. No se identifican condiciones que limiten o incentiven el uso de estas técnicas, ya que su aplicación está en el ámbito de atribuciones de los municipios o de los propietarios, según corresponda. Por lo tanto, son soluciones de implementación inmediata.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Existe la disposición de la Dirección de Sustentabilidad de la Municipalidad de La Florida para gestionar terrenos municipales para la implementación de jardines de lluvia y/o recambio de especies vegetales.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> http://pavimentacion.metropolitana.minvu.cl/doc/MPALL/mpall3docs/Cap%205%20Diseno%20de%20Elementos%20Urbanos%20de%20Infraestructura%20de%20Aguas%20Lluvias.pdf https://admiweb.col.gov.mx/archivos_prensa/banco_img/file_6350ad7fc018b_MANUAL_de_lluvia_digital_OK_001.pdf?fbclid=IwAR0iAMQIrbMvOMUS0vPc5DLE3kv3NGT7ELaTmogXX0NZinKLD_oynNqwig
Ejemplos exitosos	Providencia https://providencia.cl/provi/explora/noticias/medio-ambiente/finalizo-plantacion-de-jardines-sustentables-en-calle-suecia

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REDUCCIÓN DE INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS EN ZONAS RURALES



CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: San José de Maipo, Isla de Maipo, María Pinto
SERVIU
Dirección de Vialidad

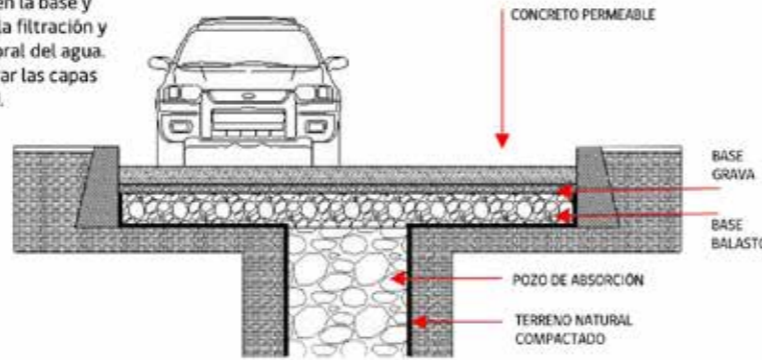
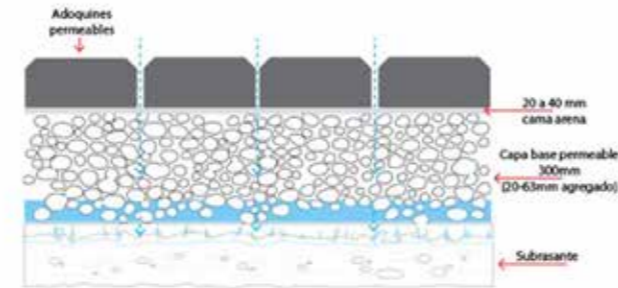
BENEFICIARIOS

7.485 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

PAVIMENTOS PERMEABLES

- **Adecuación de suelo:** Movimiento de tierra, excavaciones, saneamiento, perfilado del terreno o remoción de superficies intervenidas con maquinaria de construcción y herramientas manuales comunes de obras civiles.
- **Concreto poroso o asfalto permeable:** Construido con materiales que permiten el paso del agua y ligantes sintéticos.
- **Adoquines con espacios:** Diseñados para dejar espacios que se rellenan con grava o hierba.
- **Grava y arena:** Usadas en la base y sub-base para facilitar la filtración y almacenamiento temporal del agua.
- **Geotextiles:** Para separar las capas y mejorar la estabilidad.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Se consideró 89 caminos rurales de 3 comunas rurales: Isla de Maipo, San José de Maipo y María Pinto
Área: 297 ha
Solución aplicada (MAS): Pavimento permeable

Agua ahorrada: 1,95 MM L/día (0,71 MM m³/año)



REDUCCIÓN DE INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS EN ZONAS RURALES

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE NUESTROS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia		10000 \$/m³
Costo-Beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO		Pavimentos permeables: Apoya la recarga de los acuíferos ubicados bajo ciudades o áreas pavimentadas que han perdido su capacidad de infiltración. Bajan la temperatura en las ciudades, protegiendo el equilibrio del ecosistema. Permite el paso de agua y oxígeno a las raíces de los árboles. Disminuye el riesgo de inundaciones, creando una "ciudad esponja", devolviendo la permeabilidad de los suelos en corto plazo. Se ha demostrado que un pavimento permeable puede remover entre 60 y 95% de sólidos en suspensión y entre 70 y 90% de hidrocarburos, mitigando la contaminación de los acuíferos.
Impacto social: NEGATIVO ALTO		Clasificación: Impacto social negativo bajo. Beneficios: Aumenta la disponibilidad del recurso hídrico. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidad: No se aprecia. Conflicto: No se aprecia.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO		No se identifican condiciones que limiten o incentiven el uso de esta técnica, ya que su uso está en el ámbito de atribuciones de los propios municipios, servicios públicos responsables o de los propietarios de los terrenos. Es una solución de implementación inmediata, para habilitar en un corto plazo.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL		Existe la posibilidad de contar con apoyos locales en las comunas rurales.
Referencias técnicas de la solución		<ul style="list-style-type: none"> • ChileCubica. (s.f.). Pavimentos Permeables. / Hiriart, E. (s.f.). Pavimentos Permeables. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Disponible en URL: https://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm • SOCODREN. (s.f.). ¡Nuevo Sistema de atenuación e infiltración de aguas ACO STORMBRIXI!. Hormigones HormiDREN. Disponible en URL: https://www.polpaico.cl/hormigon/hormidren/
Ejemplos exitosos		<ul style="list-style-type: none"> • Pavimento permeable en Villarrica, Chile. Fuente: Polpaico. Disponible en URL: https://www.polpaico.cl/wpcontent/uploads/Ficha_3_HormiDREN.pdf

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: Til-Til, Colina, Lampa, Pirque, Quilicura, Pudahuel, Padre Hurtado, Peñaflo, Calera de Tango, San Bernardo, Buin, Talagante, Isla de Maipo, El Monte, Melipilla, María Pinto, Curacavi. Comités y/o Cooperativas de SSR, Agricultores, Junta de Vigilancia,

BENEFICIARIOS

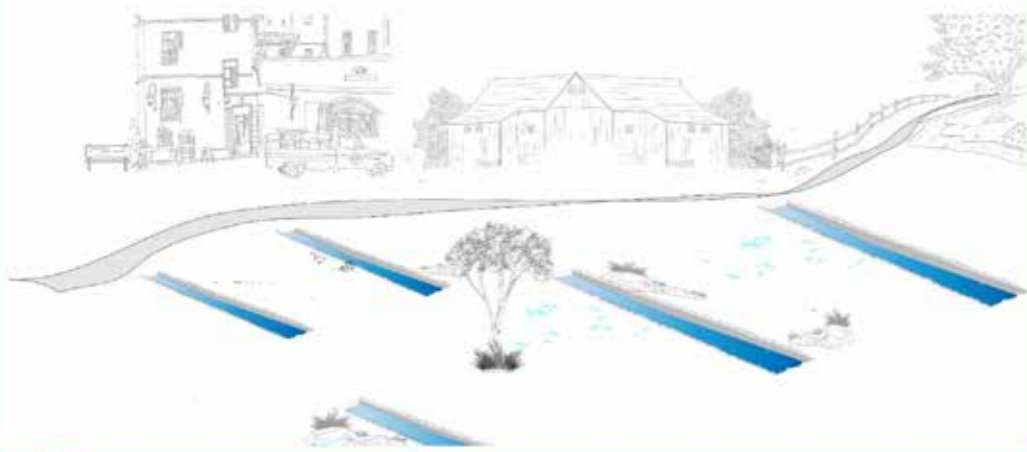
109.856 PERSONAS

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

ZANJAS DE INFILTRACIÓN

- Identificación de áreas de captura eficiente del agua de lluvia o escurrimiento pluvial, como las laderas de colinas, bordes de campos, o alrededor de áreas urbanas para implementación de zanjas de infiltración.
- Excavaciones, saneamiento, perfilado del terreno y/o remoción de superficies intervenidas para la construcción de las zanjas. En ello se pueden emplear técnicas de construcción manuales o mecanizadas.

- Construcción de barreras o bordillos para delinear la zanja y evitar la erosión de los bordes.
- Revegetación del sitio mediante la aplicación de bombas de semilla e hidrosiembra.
- Estructuración de otras Obras de Conservación Agua y Suelo (OCAS) como limanes, bancales, medialunas, fajas, además de obras complementarias, como sombreaderos, perchas, casa nido, etc.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

El cálculo del aporte de agua en estas zonas agrícolas considera el volumen de recarga natural de la cuenca del Maipo, la precipitación media anual, así como factores de infiltración propios de las zanjas. Se consideró 78 SSR que abastecen de agua potable a comunidades, identificando aquellos que son abastecidos por camiones aljibe o han presentado déficit en el suministro en algunos periodos de tiempo.

Área : 94.615 ha

Solución aplicada (MAS): Zanjas de infiltración

Agua aportada: 622 MM L/día (227 MM m³/año)

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	127 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Facilita la recarga del acuífero en épocas de lluvia, incrementando niveles de pozos para abastecimiento de SSR. La solución, por tanto, apoya la resiliencia de zonas rurales, reduciendo la dependencia de acciones de emergencia, incrementando el abastecimiento de agua natural. Esto mejora la calidad de vida de las comunidades, al garantizar el suministro de agua de manera continua.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Mayor infiltración de agua en el suelo. Costo: Costos asociados a la inversión de las zanjas de infiltración. Externalidades: (+) Aumenta la humedad de las plantas en los alrededores de la intervención. Conflicto: No se percibe.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	No existen limitaciones para la utilización de estas técnicas. Sin embargo, usualmente, en el caso de pequeños propietarios y comunidades indígenas, se requiere de apoyo de programas estatales (CONAF, CONADI, INDAP). Con esta consideración, normalmente son soluciones de implementación inmediata.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La sostenibilidad del proyecto se refuerza por la motivación de agricultores de la comuna de Melipilla, específicamente por la agrícola Vista Hermosa, quienes se han interesado en implementar soluciones de infiltración en terrenos agrícolas. Esta intención determina la posibilidad de incorporar a estos actores privados en soluciones que impactan el territorio colindante, así como al resto de la cuenca aguas abajo, siendo un incentivo para otros actores y stakeholders. El proyecto refuerza su sostenibilidad por la incorporación de financiamiento público, donde organismos como CNR han manifestado interés en financiar obras de zanjas de infiltración implementadas por privados, asociado a bonificación extra al adjudicar recursos por medio de la Ley de Fomento al Riego. Esta solución tiene una alta posibilidad de réplica en otras zonas de la cuenca que enfrentan desafíos similares, aumentando el abastecimiento para otras actividades humanas.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Jorge, C., & David, M. (s.f.). Ficha Técnica 05. Técnicas de conservación de suelos y aguas. Zanjas de infiltración. Disponible en URL: https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/66777 Pizarro Tapia, R., Flores Villanelo, J., Sangüesa Pool, C., & Martínez Araya, E. (2004). Monografías Zanjas de Infiltración. Talca. Disponible en URL: https://www.cuhs.otalca.cl/ex-c/ta/Docs/pdf/Publicaciones/libros/Zanjas.pdf Proyecto JALDA (s.f.). Manual de técnicas participativas. Guías y manuales, documento 10. Disponible en URL: http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/uploads/documents/ease_taller08_m6_anexo2.pdf
Ejemplos exitosos	En localidades de Viña del Mar y Curepto, Chile, se utilizó esta solución de origen ancestral, logrando buenos resultados, con la recuperación de los pozos después de cada lluvia.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

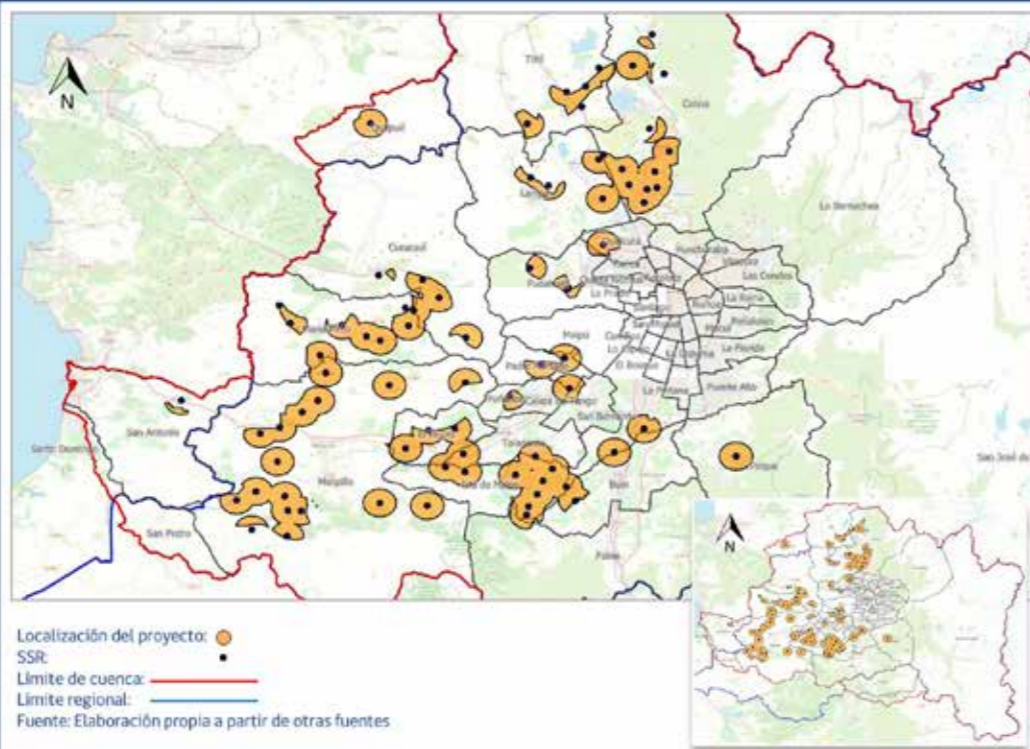
AGRADECIMIENTOS

INFILTRACIÓN PARA INCREMENTO DE NIVEL DE POZOS EN SSR VULNERABLES



INFILTRACIÓN

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Se deben implementar medidas de control para evitar que contaminantes presentes en la superficie (pesticidas, fertilizantes, aguas residuales sin tratar, etc.) permeen el suelo y lleguen a los pozos de agua. Se debe, por tanto, planificar adecuadamente la localización de este tipo de soluciones, para evitar cualquier afectación a las fuentes de agua para consumo humano, así como reducir efectos nocivos sobre ecosistemas locales y el equilibrio ecológico del territorio.
- Requieren de mantenimiento anual –especialmente después de lluvias intensas– para eliminar sedimentos, los que podrían reducir su capacidad de infiltración.
- El paso de animales también puede afectar la solución, derrumbando los bordes de la zanja o entrando en ellas, con potenciales efectos de erosión, por lo que se deben implementar en zonas donde no haya ingreso de ganado, o generar estructuras de contención.
- No es recomendable la construcción de zanjas en terrenos que están totalmente erosionados hasta la capa de roca madre.
- Su construcción debe considerar el máximo de pendiente (no más de un 30%) para dar seguridad a las zonas bajas, ya que en pendiente superiores la velocidad del agua es superior a la capacidad de infiltración, revistiendo un peligro de eventos de exceso que puedan afectar a comunidades aguas abajo.



SISTEMAS DE INFILTRACIÓN OCAS EN QUEBRADA DE LA PLATA

PROBLEMA

Las laderas con pendientes pronunciadas son áreas vulnerables a la erosión, las que pueden experimentar aluviones durante lluvias intensas. Esto, además de significar un deterioro al ecosistema, puede generar daños en viviendas e infraestructuras pública, así como poner en peligro la vida de las personas.

PROYECTO

Se propone implementar obras de conservación de agua y suelo (OCAS), como zanjas de infiltración y cochas, en el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata en Maipú, reduciendo así la velocidad de la escorrentía superficial y promoviendo la infiltración de agua al acuífero.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Las zanjas de infiltración están diseñadas para capturar la escorrentía superficial y facilitar la infiltración del agua en el suelo. Se construyen en la curva de nivel y, para optimizar el aprovechamiento del agua, se recomienda plantar especies herbáceas o arbustos, preferiblemente nativas, que actúen como barreras vivas. Los materiales necesarios para su construcción son simples, tales como nivel tipo A, palas, picotas, lienza y estacas para trazar la zanja.



AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día

0,12 MM



INVERSIÓN PARA
IMPLEMENTACIÓN
\$

43 MM

UBICACIÓN

33°29'43.24"S; 70°49'49.45"O
Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata

Comunas:
Maipú

Datos de la propiedad
Propiedad privada, perteneciente a la Estación Experimental Agronómica "Germán Greve", de la Universidad de Chile, Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata.



Zanjas filtrantes

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

INSTITUCIONES PARTICIPANTES	Municipalidad: Maipú Escuela de Suboficiales del Ejército, Universidad de Chile, Microsoft
BENEFICIARIOS	29.203 HABITANTES
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	
<p>ZANJAS DE INFILTRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación de áreas de captura eficiente del agua de lluvia o escurrimiento pluvial, como las laderas de colinas, bordes de campos, o alrededor de áreas urbanas para implementación de zanjas de infiltración. Excavaciones, saneamiento, perfilado del terreno y/o remoción de superficies intervenidas para la construcción de las zanjas. En ello se pueden emplear técnicas de construcción manuales o mecanizadas. Construcción de barreras o bordillos para delinear la zanja y evitar la erosión de los bordes. Revegetación del sitio mediante la aplicación de bombas de semilla e hidrosiembra. Estructuración de otras Obras de Conservación Agua y Suelo (OCAS) como limanes, bancales, medialunas, fajinas, además de obras complementarias, como sombreaderos, perchas, casa nido, etc. 	
	
<p>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA</p> <p>Para la implementación de las zanjas de infiltración, se identificaron zonas de alta recarga que tuvieran pendientes moderadas (hasta 30%), localizando un sector con estas características en un espacio de 9,73 ha, vecino a la Escuela de Suboficiales del Ejército en Maipú. En el caso de la cocha, esta será construida también aledaña a la Escuela de Suboficiales del Ejército en Maipú, en un terreno con una superficie de 8,4 hectáreas. El cálculo del aporte de agua de ambas infraestructuras considera el volumen de recarga natural de la cuenca del Maipo, la precipitación media anual, así como factores de infiltración propios de cada tipo de infraestructura.</p> <p>Área: 18,13 ha</p> <p>Solución aplicada (MAS): Zanjas de infiltración Sistema tradicional de captación y almacenamiento de aguas lluvias (Cochas)</p> <p>Agua ahorrada: 0.12 MM L/día (0,04 MM m³/año)</p>	

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	997 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Zanjas de infiltración y cochas incrementan la infiltración de agua en zonas intervenidas, favoreciendo la seguridad hídrica para la cuenca y comunidades aguas abajo. Además, son una medida de contención de escorrentías en terrenos con pendientes, lo que a su vez protege el suelo de la erosión y retiene la humedad. Esto favorece la proliferación de especies vegetales y fauna local. En el caso particular de las cochas, presentan un impacto positivo sobre ecosistemas, además de evitar la construcción de infraestructura gris para el desarrollo de sistemas de almacenamiento, aprovechando condiciones naturales para acumulación de agua.
Impacto social: NEGATIVO MEDIO	Beneficio: Mayor infiltración de agua en el suelo. Costo: Asociado a la inversión de las zanjas de infiltración. Externalidades: (+) Aumenta la humedad del suelo y disponibilidad para plantas en los alrededores de la intervención. Conflicto: No se percibe.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	No existen limitaciones normativas para la implementación de estas técnicas. Sin embargo, en el caso de pequeños propietarios y comunidades indígenas, usualmente se requiere el apoyo de programas estatales (CONAF, CONADI, INDAP). Cuando se trata de iniciativas emplazadas en Santuarios de la Naturaleza, éstas deberán ingresar un requerimiento al Consejo de Monumentos Nacionales, entidad que tiene la tutela de estas áreas protegidas. Con esta consideración, eventualmente son soluciones de implementación inmediata. Por tanto, resulta jurídicamente viable su implementación, sin perjuicio de los permisos sectoriales que sea necesario tramitar. Se debe tener en consideración que esta solución por lo general se emplazará en territorios de propiedad privada, por lo que el instrumento de financiamiento debe contemplar este aspecto para su adjudicación, tomando medidas que tiendan a solucionar cualquier traba (p.e. acuerdos con privados para implementación de zanjas, financiamiento privado, acuerdos para ceder terreno, etc.).
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Municipio Maipú, financiamiento comprometido por Microsoft para la implementación de ambas obras.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Machorro, J. (2015). Jagüeyes, la mejor opción para dotar de agua a comunidades. Obtenido de Mi Ambiente. Disponible en URL: https://www.miambiente.com.mx/general/jagueyes-la-mejor-opcion-para-dotar-de-agua-a-comunidades/ Jorge, C., & David, M. (s.f.). Ficha Técnica 05. Técnicas de conservación de suelos y aguas. Zanjas de infiltración. Disponible en URL: https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/66777 Pizarro Tapia, R., Flores Villanelo, J., Sangüesa Pool, C., & Martínez Araya, E. (2004). Monografías Zanjas de Infiltración. Talca. Disponible en URL: https://www.cuhs.utalca.cl/ex-ctha/Docs/pdf/Publicaciones/libros/Zanjas.pdf
Ejemplos exitosos	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio del Ambiente de Perú. (s.f.). Las Qochas: sistemas de recargas de agua en microcuencas altoandinas. Disponible en URL: http://www.minam.gob.pe/glaciares/historia-inspiradoras/las-qochas-sistemas-de-recargas-de-agua-en-microcuencas-altoandinas/ PACC-Perú. (2014). Las Qochas Rústicas, una alternativa en los Andes para la siembra y cosecha de agua en un contexto de cambio climático. https://1library.co/document/y932wnwy-qochas-rusticas-alternativa-andes-siembra-cosecha-contexto-climatico.html

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Zanjas de infiltración:
 Cocha:
 Límite del espejo de agua:
 Límite de cuenca:
 Límite regional:
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes.



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

Esta medida no presenta mayores riesgos siempre que se resguarde su status de Santuario de la Naturaleza. Dada esta condición, es importante considerar -al momento de realizar estas obras- que no se intervengan zonas de conservación, evitando dañar ecosistemas que se desarrollan en el territorio. Se deben realizar las vinculaciones pertinentes con la autoridad y sectores intervinientes (como la estación experimental agronómica "Germán Greve", de la Universidad de Chile), para así acoplar cualquier obra a los esfuerzos que se han realizado para la recuperación socio-ecológica del Santuario.

INFILTRACIÓN EN ZANJAS DE TERRENOS AGRÍCOLAS DURANTE PERIODOS SIN CULTIVO

PROBLEMA

Durante los eventos de lluvias intensas, el volumen de agua en muchos casos supera la dimensión del cauce, lo que genera desbordes hacia las llanuras de inundación, afectando infraestructura pública y privada. Con el cambio climático, estos eventos meteorológicos están sucediendo en cortos periodos de tiempo, lo que dificulta la retención e infiltración de agua, debido a que el gran volumen de agua no alcanza a infiltrar en el acuífero.

PROYECTO

El proyecto considera la construcción de zanjas en terrenos agrícolas en barbecho (descanso o sin cultivos), donde el ingreso de agua proveniente de cauces superficiales y canales pueda permean de manera natural al acuífero. El proyecto abarca aprox. 32 mil hectáreas.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

La infiltración de agua en zonas agrícolas aprovecha las capacidades naturales de estos terrenos para la recarga natural de acuíferos, siendo una medida de resiliencia de la cuenca frente al escenario actual de disminución de las precipitaciones.



AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día
215 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
49.221 MM

UBICACIÓN

33°34'51.45"S; 71° 8'24.62"O
Terrenos agrícolas.

Comunas:
El Monte, Melipilla y María Pinto

Datos de la propiedad
Propiedad privada, perteneciente a agricultores de la zona.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional



Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES	Agrupación de Agricultores Maipo Poniente, Comisión Nacional de Riego, Dirección de Obras Hidráulicas, Dirección General de Aguas.
BENEFICIARIOS	207.798 HABITANTES
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	
INFILTRACIÓN EN TERRENOS AGRÍCOLAS	
<ul style="list-style-type: none"> Remoción de capa impermeable: Uso de instrumentos o maquinaria, como subsoladores, que permitan romper las capas compactadas y aumentar la infiltración, sin perturbar significativamente la estructura del suelo. Apertura de zonas de infiltración: Construcción de estructuras, tales como pequeñas represas, terrazas o zanjas de infiltración, que apoyen la retención de agua superficial, incrementando el tiempo para la infiltración. Estudio de tasa de infiltración: Análisis de infiltración (usando infiltrómetros) dejando entrar agua para estudiarla en reposo durante unos minutos, hasta que se infiltre y se sature en el suelo, lo que indicará el tiempo preciso en que se ha saturado en su totalidad, para luego circular a las demás áreas de cultivo. De esta manera, se puede optimizar la infiltración en el terreno agrícola. 	 
METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA	
<p>El cálculo del aporte de agua en estas zonas agrícolas considera el volumen de recarga natural de la cuenca del Maipo, la precipitación media anual, así como factores de infiltración propios de este tipo de infraestructura. La superficie corresponde a un buffer de 200 metros de terrenos agrícolas aledaños a canales de regadío existentes en las comunas de El Monte, Melipilla y María Pinto, hacia donde ingrese el agua para aprovechar su capacidad de infiltración.</p> <p>Área: 32.814 ha Solución aplicada (MAS): Infiltración en predios agrícolas</p> <p>Aporte de agua: 215 MM L/día (78 MM m³/año)</p>	

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	
Costo-Eficiencia	625 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Produce modificación de suelos. Sin embargo, ofrece solución a la infiltración de agua de forma natural. La infiltración controlada del agua excedente en zonas agrícolas permite absorber el recurso gradualmente, siendo además un buffer para disminuir la velocidad de la escorrentía y, con esto, reduciendo el riesgo de inundaciones en las áreas bajas y a lo largo de los cursos de agua. Es una iniciativa de mitigación al estrés hídrico en zonas rurales de la cuenca, fomentando un abastecimiento de agua a largo plazo.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Mejoramiento de la calidad de vida de las personas, al garantizar el incremento de la tasa de infiltración de agua, aumentando la disponibilidad del recurso para abastecimiento de agua para consumo humano y el ecosistema, y reduciendo su vulnerabilidad ante la escasez hídrica. Genera reducción de costos a largo plazo y la necesidad de inversión en soluciones de emergencia, disminuyendo la presión sobre los recursos hídricos.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	No existen limitaciones para la utilización de estas técnicas. Sin embargo, en el caso de pequeños propietarios, usualmente se requiere apoyo de programas estatales (CNR, INDAP, CORFO). Es posible que se exijan permisos sectoriales para la apertura de compuertas (DGA, DOH), lo que cuenta con precedentes, por lo que esta situación no influiría en el tiempo de implementación. Con esta consideración, generalmente son soluciones de implementación inmediata.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La sostenibilidad de este proyecto se ve reforzada por la disposición de agricultores de la comuna de Melipilla, interesados en disponibilizar terrenos para implementar la solución. Esta iniciativa considera el apoyo de la CNR (Comisión Nacional de Riego), que cuenta con líneas de financiamiento disponibles para apoyar la implementación de la iniciativa a través de la Ley de Riego. Se han realizado consultas a autoridades pertinentes, contando con disposición favorable de la DGA y DOH para la apertura de compuertas para el ingreso de agua a predios que induzcan infiltración al acuífero.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Jorge, C., & David, M. (s.f.). Ficha Técnica 05. Técnicas de conservación de suelos y aguas. Zanjas de infiltración. Disponible en URL: https://biblioteca.inia.cl/handle/20500.14001/66777 Pizarro Tapia, R., Flores Villanelo, J., Sangüesa Pool, C., & Martínez Araya, E. (2004). Monografías Zanjas de Infiltración. Talca. Disponible en URL: https://www.cuhs.utaica.cl/ex-ctha/Docs/pdf/Publicaciones/libros/Zanjas.pdf Proyecto JALDA (s.f.). Manual de técnicas participativas. Guías y manuales, documento 10. Disponible en URL: http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/uploads/documents/ease_taller08_m6_anexo2.pdf
Ejemplos exitosos	Flood-Managed Aquifer Recharge (Flood-MAR), California. URL: https://water.ca.gov/programs/all-programs/flood-mar

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

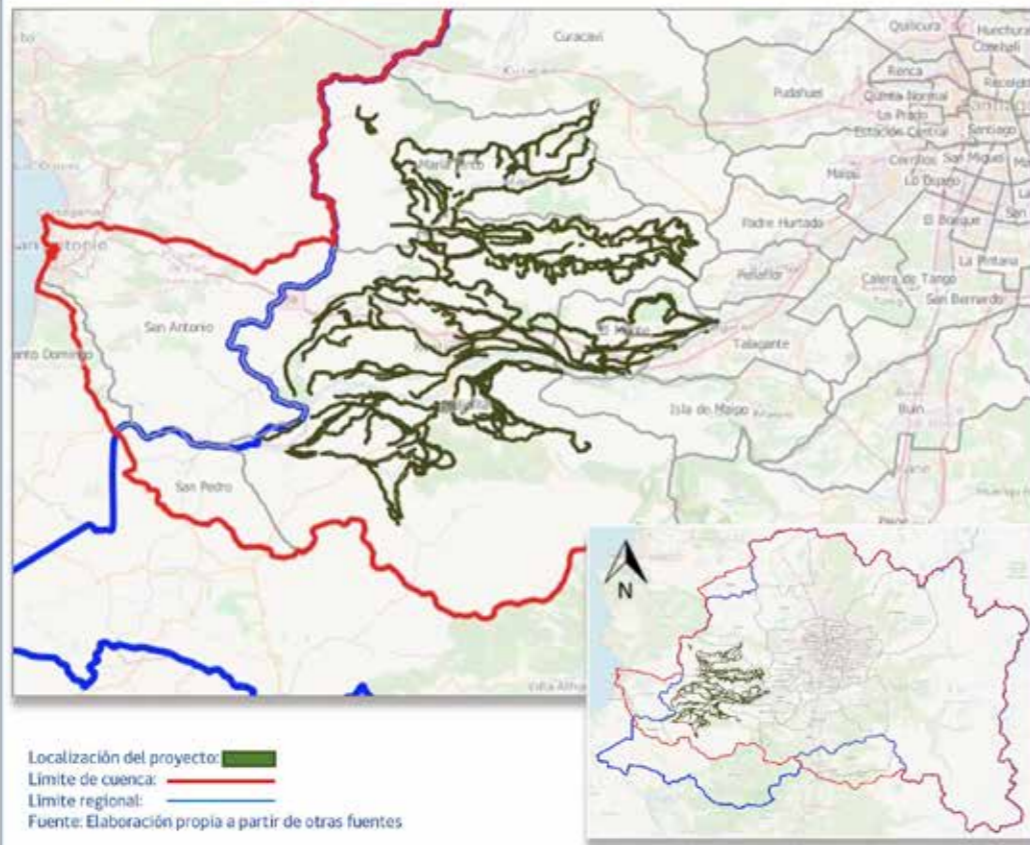
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

INFILTRACIÓN EN PREDIOS AGRICOLAS EN PERIODOS DE DESCANSO DEL SUELO



UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- La elección de cualquier solución de infiltración dependerá de las condiciones hidrogeológicas locales, así como la disponibilidad de agua para la infiltración.
- Los acuerdos que se logren para aprovechar fuentes hídricas deben ser incorporados de manera temprana para asegurar la continuidad de la solución, lo que determinará la sostenibilidad y eficacia de proyectos de infiltración en zonas agrícolas. Por tanto, es importante generar acuerdos y permisos de largo plazo con agricultores y servicios públicos, respectivamente, que viabilicen la implementación y operación de este tipo de soluciones.
- Otro de los riesgos corresponde a procesos de contaminación que se puedan generar en el acuífero, dado el uso de pesticidas y fertilizantes en los campos. Para evitar este riesgo, se debe seleccionar adecuadamente el sitio de emplazamiento de la iniciativa. En cuanto a la calidad del agua que infiltre, esta debe monitorearse permanentemente, a modo de evitar la presencia de productos químicos, así como contaminantes naturales como cloruros, sulfatos, nitratos u otros que afecten la calidad natural de suelo y fuentes hídricas naturales.



IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO (SUDS) EN ECO-BARRIO LA PLATINA

PROBLEMA

El fundo La Platina es un terreno agrícola de 150 ha aprox., inmerso en una zona que históricamente ha sufrido inundaciones. Actualmente, tiene un rol positivo en el manejo de las aguas lluvias de la zona, al ser un área de buffer natural, que permite la acumulación y posterior infiltración del exceso de aguas lluvias. Existe preocupación por el cambio de uso de suelo a desarrollo inmobiliario y las posibles consecuencias que eso tendría sobre la ya anegada zona.

PROYECTO

Este proyecto busca mitigar el potencial impacto negativo que tendrá la transformación del terreno de uso agrícola a desarrollo del proyecto inmobiliario "Eco-Barrio La Platina", a través de la implementación de un set de sistemas de drenaje urbano sostenibles, SUDS, de bajo impacto ambiental. Los SUDS permitirían maximizar la capacidad de infiltración del proyecto inmobiliario, promoviendo la retención, infiltración y depuración de aguas de lluvias en la ciudad. El objetivo es mantener las condiciones de permeabilidad natural en el área donde se emplazarán las viviendas, reduciendo con esto la incidencia de inundación producto de lluvias intensas.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Los SUDS mejor evaluados para el Fundo La Platina corresponden a la implementación de zonas de pavimentos permeables y a la construcción de una plaza de agua.



Fuente: Emol (2021), ECO-BARRIO LA PLATINA



AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día
0,12 MM



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
13.397

UBICACIÓN

33°34'33.01"S; 70°37'11.62"O

Comuna:
La Pintana

Datos de la propiedad
Integrado en el Programa Fondo Solidario de Elección de Vivienda del MINVU.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

ZONAS INFILTRACIÓN EN PARQUE URBANO LA PLATINA



INFILTRACIÓN

INSTITUCIONES PARTICIPANTES	Municipalidad: La Pintana Ministerio de Vivienda y Urbanismo
BENEFICIARIOS	13.500 HABITANTES
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	
<p>PAVIMENTOS PERMEABLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Adecuación de suelo: Trabajos de movimiento de tierra, excavaciones, saneamiento, perfilado del terreno natural o remoción de superficies intervenidas con maquinaria de construcción y herramientas manuales. Concreto poroso o asfalto permeable: Construido con materiales que permiten el paso del agua, usando áridos y ligantes sintéticos para mejorar la resistencia del material al corte. Adoquines con espacios: Diseñados para dejar espacios que se rellenan con grava o hierba. Grava y Arena: Usadas en la base y sub-base para facilitar la filtración y almacenamiento temporal del agua. Geotextiles: Para separar las capas y mejorar la estabilidad. 	<p>PLAZAS DE AGUA</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación de zonas de alta infiltración: Excavaciones y pruebas de infiltración para determinar ubicación. Estructuras de retención de agua: Como estanques de retención o cisternas para almacenar el agua. Sistema de drenaje: Canales, zanjas de infiltración y tuberías para manejar el exceso de agua. Vegetación nativa: Para añadir valor estético y promover la biodiversidad. Materiales de construcción: Madera, metal y concreto para mobiliario y estructuras decorativas. Asociación con otras obras de infiltración: Como pavimentos permeables y áreas verdes, que faciliten la infiltración y gestión del agua pluvial.
<p>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA</p> <p>Para el cálculo del agua ahorrada, se consideró las siguientes soluciones (MAS):</p> <ul style="list-style-type: none"> Pavimento permeable (17 ha). Aporte de agua: 0,11 L/día Jardín de lluvia (2 ha). Aporte de agua: 0,01 L/día <p>Agua aportada: 0,12 MM L/día (0,05 MM m³/año)</p>	



ZONAS INFILTRACIÓN EN PARQUE URBANO LA PLATINA

INFILTRACIÓN

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	
Costo-Eficiencia	293.797 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Las técnicas implicadas dentro de este proyecto tienen diversos beneficios. Contribuyen a disminuir el impacto y daño de las inundaciones, mejoran la calidad y el suministro del agua, y controlan el riesgo de erosión y contaminación, aportando también a la recarga de acuíferos. Asimismo, generan entornos para el disfrute de la población, que además ayudan a disminuir el efecto de isla de calor. Pavimentos permeables: Favorecen el manejo de las aguas lluvia bajo cualquier escenario, aun con pocas precipitaciones. Disminuyen el riesgo de inundaciones, creando una ciudad esponja y volviendo a tener permeabilidad de los suelos en corto tiempo. Plaza de agua: Impactos positivos en zonas urbanas, cuyas áreas de recarga natural han sido modificadas. Sin embargo, pueden generarse condiciones de riesgo a la población por crecidas.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Pavimentos permeables: Beneficios: Aumenta la disponibilidad del recurso hídrico. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidad: No se aprecia. Conflicto: No se aprecia. Plaza de agua: Beneficio: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Por adquisición de la tecnología. Externalidades: (+) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias. Conflicto: No se percibe.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	No se identifican condiciones que limiten o incentiven el uso de esta técnica, ya que su uso está en el ámbito de atribuciones de los propios municipios, servicios públicos responsables o de los propietarios, según sea el caso. Son soluciones de implementación inmediata.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Iniciativa sustentable, desde la óptica de los impactos sociales que genera, al reducir eventos de inundación. MINVU ha manifestado que, aun cuando no existen pruebas para incorporar los pavimentos permeables dentro de las obras que se financian, un piloto de este tipo serviría para incidir en incorporar esta nueva materialidad en futuros proyectos inmobiliarios.
Referencias técnicas de la solución	Pavimento permeable: Antecedentes más actuales, con especificaciones de diferentes tipos de pavimento permeable, en Manual de Elementos Urbanos Sustentables Tomo II MINVU año 2018. https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/09/MANUAL-DE-ELEMENTOS-URBANOS-SUSTENTABLES-TOMO-II.pdf Plazas de agua Bokern, A. (2015). Water Squares in Rotterdam. Urbanisten. Disponible en URL: http://www.urbanisten.nl/wp-content/uploads/publication_UB_Topos_2015.pdf Martínez Gaete, C. (2018). Parque Inundable Víctor Jara: la nueva vida del maltraído Zanjón de la Aguada. El Definido. Disponible en URL: https://www.elfinido.cl/actualidad/pais/9606/Parque-Inundable-Victor-Jara-la-nueva-vida-del-maltraido-Zanjon-de-la-Aguada/
Ejemplos exitosos	• En Chile se ha utilizado para pavimentar calles en Villarrica. Se está construyendo el Parque Víctor Jara en San Joaquín, para evitar riesgo de inundación cuando el Zanjón de la Aguada. También están la Hondonada Río Viejo, el Área de Regulación del Barón de Juras Reales, en Santiago; el Parque Ramón Rada, en Punta Arenas, parques implementados por la Dirección de Obras Hidráulicas

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Pavimentos permeables:
 Plaza de agua:
 Límite de cuenca:
 Límite regional:
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- La incorporación de soluciones de infiltración natural podría requerir cambios en la planificación y diseño de la infraestructura, como cimientos especiales, drenaje adecuado y sistemas de captación y conducción de agua.
- Si no se realiza de manera adecuada, podría generar daños a edificios y otras estructuras, lo que repercutiría en incrementar los costos de construcción y desarrollo de proyectos inmobiliarios.
- Los sistemas de infiltración natural requieren operación y mantenimiento adecuado para garantizar su funcionamiento óptimo, por lo que es necesario incorporar mecanismos que aseguren el funcionamiento eficiente de sistemas de infiltración urbana (pavimentos permeables, por ejemplo) para impedir que se obstruyan con el tiempo, evitando problemas de inundación y/o erosión.

INFILTRACIÓN EN ZANJAS DE CERROS ISLAS DE LA RM

PROBLEMA

En la Región Metropolitana existen 62 cerros islas, de los cuales 26 se encuentran dentro o adyacentes a la trama urbana. Los cerros islas representan un desafío en términos de eficiencia hídrica, ya que han sido fuertemente deforestados y se encuentran erosionados. Debido a la pendiente del terreno, se ve limitada la capacidad de infiltración y acumulación de agua.

PROYECTO

Se proponen Obras de Conservación de Agua y Suelo (OCAS) en los cerros isla de la región, que favorezcan la recuperación de suelos, mediante el diseño y construcción de zanjas de infiltración. Estas permitirán capturar la escorrentía superficial, favoreciendo así la retención e infiltración del agua en el suelo y proporcionando humedad a los ecosistemas presentes. Con ello, se ayudará a la restauración de la biodiversidad y servicios ecosistémicos en estos cerros.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

La zanja de infiltración es una obra de recuperación de suelos, manual o mecanizada, diseñada y construida para capturar la escorrentía superficial, favorecer la infiltración del agua en el suelo y proporcionar humedad a las plantas establecidas en los bordes de ellas. Se construye transversalmente a la pendiente, en la curva de nivel y su uso fundamentalmente es en zonas de baja precipitación. Para un adecuado aprovechamiento de las aguas en la parte superior e inferior de estas zanjas, se deben plantar especies vegetales herbáceas, idealmente perennes, o plantas arbustivas, que sirvan como barreras vivas. Los materiales para su construcción son simples (Nivel tipo A para el trazado de la línea de ubicación, palas y picotas, lienzo y estacas para trazar la zanja)



AGUA POSITIVO
 Aporte de agua:
 L/día
0,71 MM



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
 \$
162 MM

UBICACIÓN

33°27'54,72"S; 70°49'42,40"O.
 Terrenos en cerros isla de la Región Metropolitana

Comunas:

Quilicura, San Bernardo, Pirque, Recoleta, Colina, Tiltil, Calera de Tango, Puente Alto, La Florida, Lampa, Pirque, Melipilla, Paine, El Monte, Talagante, Curacaví, Huechuraba, Lo Barnechea, Las Condes, Providencia, Santiago, Vitacura.

Datos de la propiedad

En su mayoría, estos cerros son de propiedades privadas.



Foto: Guy Werburne

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

INFILTRACIÓN EN CERROS ISLAS DEL GRAN SANTIAGO



INFILTRACIÓN

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: Quilicura, San Bernardo, Pirque, Recoleta, Colina, Tiltil, Calera de Tango, Puente Alto, La Florida, Lampa, Pirque, Melipilla, Paine, El Monte, Talagante, Curacaví, Huechuraba, Lo Barnechea, Las Condes, Providencia, Santiago, Vitacura.
Fundación Cerros Isla
Gobierno de Santiago

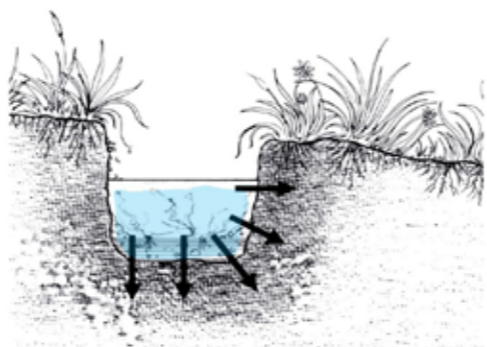
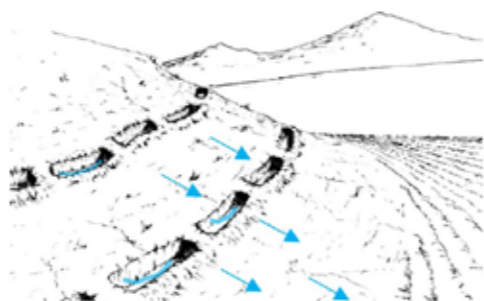
BENEFICIARIOS

168.266 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

ZANJAS DE INFILTRACIÓN

- Identificación de áreas donde se puede capturar eficientemente el agua de lluvia o escurrimiento pluvial, como las laderas de colinas, bordes de campos o alrededor de áreas urbanas para implementación de zanjas de infiltración.
- Excavaciones, saneamiento, perfilado del terreno natural y/o remoción de superficies intervenidas para la construcción de las zanjas. En ello se pueden emplear técnicas de construcción manuales o mecanizadas.
- Construcción de barreras o bordillos para delinear la zanja y evitar la erosión de los bordes, pudiendo utilizar la misma tierra que se extrae al momento de la excavación.
- Revegetación del sitio mediante la aplicación de bombas de semilla e hidrosiembra.
- Estructuración de otras Obras de Conservación Agua y Suelo (OCAS) como limanes, bancales, medialunas, fajinas; además de obras complementarias, como sombreaderos, perchas, casa nido, etc., que apoyen la revitalización ecológica del territorio.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA

Para la implementación de las zanjas de infiltración se localizaron zonas de alta recarga que tuvieran pendientes moderadas (hasta 30%). El cálculo del aporte de agua de estas infraestructuras considera el volumen de recarga natural de la cuenca del Maipo, la precipitación media anual, así como factores de infiltración propios de cada tipo de infraestructura.

Área: 108 ha

Solución aplicada (MAS): Zanjas de infiltración

Aporte de agua: 0,71 MM L/día (0,3 MM m³/año)



INFILTRACIÓN EN CERROS ISLAS DEL GRAN SANTIAGO

INFILTRACIÓN

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	625 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Zanjas de infiltración y cochas incrementan la infiltración de agua en zonas intervenidas, favoreciendo la seguridad hídrica para la cuenca y comunidades aguas abajo. Además, son una medida de contención de escorrentías en terrenos con pendientes, lo que a su vez protege el suelo de la erosión y retiene humedad, favoreciendo la proliferación de especies vegetales y fauna local. En el caso particular de las cochas, presentan un impacto positivo sobre ecosistemas. Permiten evitar la construcción de infraestructura gris para el desarrollo de sistemas de almacenamiento, aprovechando condiciones naturales para acumulación de agua.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Mayor infiltración de agua en el suelo. Costo: Asociados a la inversión de las zanjas de infiltración. Externalidades: (+) Aumenta la humedad de las plantas en los alrededores de la intervención. Conflicto: No se percibe. Influye positivamente en la identidad de la comunidad representada por el paisaje vegetal local, además de aprovechar espacios verdes, recreativos y de contacto con la naturaleza dentro de la ciudad. Por tanto, es una iniciativa que potencia la identidad cultural e histórica de los cerros isla de la RM. Apoya el desarrollo de actividades que generan empleo, como el turismo y el comercio alrededor de estos ecosistemas naturales. La disponibilidad de agua en estos cerros isla incrementa el desarrollo de pulmones verdes urbanos, ayudando a mejorar las condiciones del aire y la calidad de vida de las personas.
Tiempo de Implementación: CORTO PLAZO	No existen limitaciones para la utilización de estas técnicas. Sin embargo, en el caso de pequeños propietarios y comunidades indígenas, usualmente se requiere de apoyo de programas estatales (CONAF, CONADI, INDAP). Con esta consideración, generalmente son soluciones de implementación inmediata.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Existen iniciativas en curso donde hay espacio para acoplar este tipo de infraestructura de infiltración. El cerro La Cantera de San Bernardo posee un proyecto de restauración, el cual se encuentra en proceso de licitación de diseño, donde se ha explorado la posibilidad de implementar este tipo de obras. Se puede complementar con circuitos de senderos, restauración, reforestación nativa. La existencia de planes maestros en 3 cerros; La Cantera (San Bernardo), Cerros de Renca (Renca), Cerro del Medio (Lo Barnechea), a cargo de Fundación Cerros Isla, también podría incentivar la implementación de zanjas de infiltración si encuentra financiamiento adecuado.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Jorge, C., & David, M. (s.f.). Ficha Técnica 05. Técnicas de conservación de suelos y aguas. Zanjas de infiltración. Disponible en URL: https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/66777 • Pizarro Tapia, R., Flores Villanelo, J., Sangüesa Pool, C., & Martínez Araya, E. (2004). Monografías Zanjas de Infiltración. Talca. Disponible en URL: https://www.cubs.uta.cl/ex-ctha/Docs/pdf/Publicaciones/libros/Zanjas.pdf • Proyecto JALDA (s.f.). Manual de técnicas participativas. Guías y manuales, documento 10. Disponible en URL: http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/uploads/documents/ease_taller08_m6_anexo2.pdf
Ejemplos exitosos	<ul style="list-style-type: none"> • En la ciudad de Sucre, en Bolivia, el proyecto JALDA promocionó las zanjas de infiltración como una técnica de conservación de aguas y suelos para laderas descubiertas de vegetación. • En Viña del Mar y Curepto, se utilizó esta solución de origen ancestral, logrando buenos resultados en localidades cercanas, donde se recuperaban los pozos después de cada lluvia.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

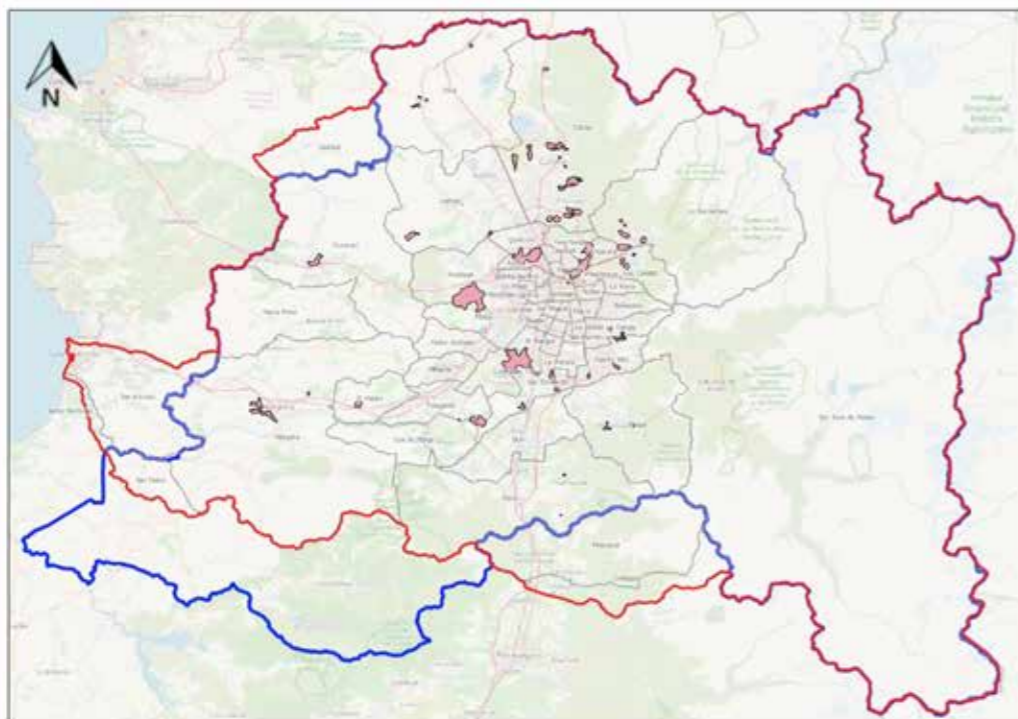
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

INFILTRACIÓN EN CERROS ISLAS DEL GRAN SANTIAGO



UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto: █
 Límite de cuenca: █
 Límite regional: █
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Se deben diseñar adecuadamente las zanjas de infiltración, para evitar el incremento de erosión en suelos de los cerros, además de la degradación e inestabilidad de la ladera, ayudando con esto a conservar la vegetación nativa.
- Dependiendo del diseño y la ubicación de las zanjas de infiltración, podrían tener un impacto visual negativo en el paisaje, lo que podría afectar la apreciación estética del entorno natural y reducir el valor escénico de la zona, por lo que su ubicación debe considerar no intervenir el valor paisajístico del entorno.
- La acumulación de sedimentos después de las lluvias podría reducir su capacidad de infiltración, por lo que requieren de mantenimiento anual.
- Se debe impedir el paso de animales por la zona, evitando que derrumben los bordes de la zanja o entren en ellas, lo que podría incrementar además procesos de erosión. En este sentido, no es recomendable la construcción de zanjas en terrenos que están totalmente erosionados hasta la capa de roca madre.
- Su construcción debe considerar como máximo una pendiente de un 30%, dando seguridad a las zonas bajas, ya que en pendiente superiores la velocidad del agua es mayor, avanzando una mayor cantidad, pudiendo afectar comunidades aguas abajo.



PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DEL RÍO - MAIPO ALTO

PROBLEMA

El cambio climático representa desafíos tanto ambientales como sociales, aumentando los eventos extremos de sequías con ocasionales lluvias intensas que afectan sectores cordilleranos, al situarse la isoterma cero a mayor altura. Estos incrementan el riesgo de crecidas, aluviones e inundaciones aguas abajo en la cuenca del Maipo.

PROYECTO

Se propone la implementación de piscinas de infiltración en llanuras de inundación. Los objetivos son mejorar la gestión sostenible del agua, incrementar la infiltración de agua al acuífero, reducir los efectos negativos de crecidas -producto de lluvias intensas aguas abajo- y el fortalecimiento de la resiliencia de la cuenca frente a eventos climáticos extremos.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Las piscinas actúan como filtros naturales, mejorando la calidad de agua que llega a la napa, conteniendo el exceso de sedimentos y material no deseado.

Esta solución ayudaría a reducir problemas de turbiedad y riesgos por eventos climáticos extremos, además de ser un aporte de agua al acuífero, siendo una de las soluciones que apoyaría a dar seguridad de abastecimiento de agua potable a la Región Metropolitana.

AGUA POSITIVO
 Aporte de agua:
 L/día
0,09 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
 \$
652 MM

UBICACIÓN

Coordenadas de referencia:
 Río Volcán
 33°51'28.7" S; 69°59'51.5" O
 Río Maipo
 33°35'19.8" S; 70°24'1.3" O

Ribera del río Maipo, entre zona previa a Baños Morales y San José de Maipo, en la comuna del mismo nombre.

Datos de la propiedad
 2 ha de ribera de río, área ubicada en un Bien Nacional de Uso Público, administrada por el municipio.



[/rionomaipo.cl/](http://rionomaipo.cl/)

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - MAIPO ALTO



INFILTRACIÓN

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidad: San José De Maipo
Dirección De Obras Hidráulicas

BENEFICIARIOS

1.892 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN : PISCINAS DE INFILTRACIÓN

1. REDUCTOR DE VELOCIDAD

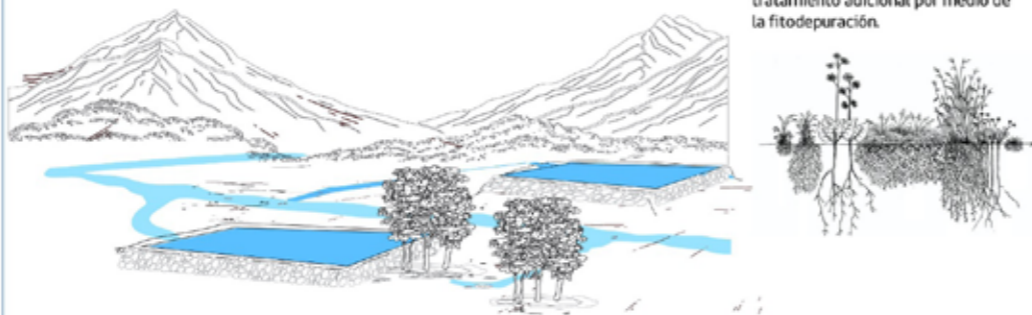
- **Movimiento de material:** Excavaciones de depresión poco profunda para generar piscina, con uso de equipos mecánicos, como excavadoras, rodillos y técnicas manuales.
- **Estructuras de disipación:** Posicionamiento de acuerdo al diseño de bloques de concreto, grandes piedras o troncos para reducir la energía del agua que entra.
- **Canales de entrada:** Conformados por materiales resistentes a la erosión, como concreto o gaviones.
- **Instrumentos y equipos hidráulicos:** Bombas o sistema de control, monitoreo y recuperación de agua para impulsar agua a la siguiente etapa.
- **Geotextiles:** Usados para estabilizar el área alrededor de la entrada y evitar la erosión.

2. DECANTADOR

- **Movimiento de material:** Excavaciones de depresión poco profunda en la superficie de la tierra para generar estructura de acumulación de sedimentos.
- **Barreras o muros de contención:** Fabricados con concreto, piedras o gaviones para mantener la estructura del decantador y retener los sedimentos.
- **Instrumentos y equipos hidráulicos:** Bombas o sistema de control, monitoreo y recuperación de agua para impulsar agua a la siguiente etapa.
- **Sistema de drenaje:** Tuberías o canales para eliminar el exceso de agua, una vez decantados los sólidos, para pasar a la siguiente etapa.

3. PISCINA O POZA DE INFILTRACIÓN

- **Excavación para fomentar infiltración:** Retiro de material impermeabilizante para lograr infiltración, incorporando sistemas que determinen tasa de infiltración y afluyente de ingreso.
- **Capa filtrante:** De manera opcional, poner capas de grava y arena para filtrar agua que infiltrará en el suelo.
- **Revestimiento:** Geomembranas semi-permeables o arcilla compactada, para controlar la infiltración en suelos muy permeables o proteger el acuífero de posibles contaminantes.
- **Vegetación:** Plantas nativas establecidas en orilla de piscina de infiltración, que ayuden a estabilizar la estructura y provean un tratamiento adicional por medio de la fitodepuración.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Para la implementación de las piscinas de infiltración se localizaron zonas de alta recarga en la ribera del río, denominadas llanuras de infiltración. El cálculo del aporte de agua de estas infraestructuras considera el volumen de recarga natural de la cuenca del Maipo, la precipitación media anual, así como factores de infiltración propios de cada tipo de infraestructura.

Área: 13 ha

Solución aplicada (MAS): Reconexión de cauces con llanuras de inundación

Aporte de agua: 0,09 MM L/día (0,03 MM m³/año)



PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - MAIPO ALTO

INFILTRACIÓN

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	20260 \$/m ³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Impacto positivo asociado a la ecología de los sistemas y renaturalización de estos. Pueden existir impactos negativos indirectos si no se consideran los períodos de crecidas, la comunidad aledaña, áreas de inundación libres de viviendas e infraestructura de servicios (red sanitaria, estaciones de monitoreo u otros).
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Inversión necesaria para la reconexión de los cauces. Externalidades: (+) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias al ser acumuladas. Conflicto: No se perciben.
Tiempo de implementación: MEDIANO - LARGO PLAZO	Se trata de actividades que involucran una amplia gama de permisos y regulaciones relacionados con la administración de los bienes nacionales de uso público y el ordenamiento del territorio, con la legislación de aguas, el control de inundaciones, la conservación y protección ambiental, y una activa coordinación entre los organismos públicos encargados. La solución se ve obstaculizada por la baja capacidad de coordinación e integración que posee la compleja estructura institucional pública existente. Aunque requiere la autorización de recursos públicos, no existen programas específicos de financiamiento y de investigación sobre la materia. Son iniciativas que se pueden implementar en el mediano o largo plazo, considerando las actividades relativas a estudio, financiamiento, planificación, permisos y coordinación requeridas.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La DOH ha manifestado su interés en financiar iniciativas de resiliencia asociadas a captura de agua en riberas de río. Esta alternativa resulta de gran interés, existiendo líneas de financiamiento de este servicio público para su implementación. El requisito es contar con ingeniería de detalle, la cual cuente con elementos y consideraciones que MIDESO adopta para entregar Recomendación Favorable (RS) para la iniciativa.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Rijkswaterstaat. (2016). Programa Holandés "Espacio para el río". Países Bajos. Disponible en URL: https://www.eea.europa.eu/es/publications/senales-de-la-aema-2018/download • Solutions for Water. (s.f.). Removal of the Kernansquillec dam over the River Léguer. Disponible en URL: https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/en/doc/documentation/REX_Hydromorphology_2010_Leguer.pdf • Strassburg, B., Latawiec, A. (2014). The economics of restoration: costs, benefits, scale and spatial aspects. International Insitute for Sustainability. Presentación en Convention on Biological Diversity Meeting. Linhares, Brasil. Disponible en URL: https://www.cbd.int/doc/meetings/ecr/cbwecr-sa-01/other/cbwecr-sa-01-iis-en.pdf
Ejemplos exitosos	Solución implementada en la región de Coquimbo y de Valparaíso, con obras a la orilla de cursos de agua superficial, los cuales se usan como buffer en períodos de crecida del río. https://ecodes.org/hacemos/ciudades-sostenibles/impulsamos-la-gestion-sostenible-del-agua

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

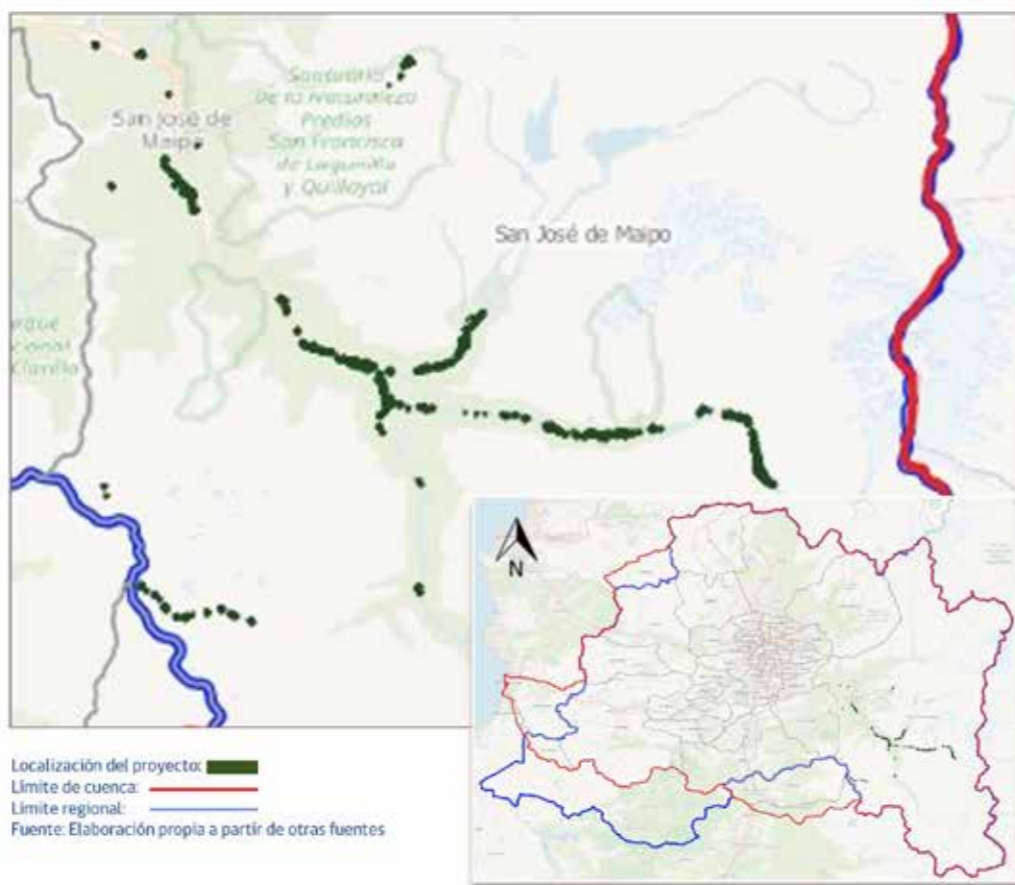
AGRADECIMIENTOS

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - MAIPO ALTO



INFILTRACIÓN

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- La implementación de piscinas de infiltración en llanuras puede conllevar riesgos que deben ser considerados, como posibilidad de desbordamiento durante eventos de lluvia intensos por llenado acelerado de las piscinas de infiltración que sobrepase capacidad de permeabilidad de la obra. Para evitar este riesgo, esta infraestructura debe ser emplazada lejos de zonas urbanas, además de diseñar adecuadamente el sistema de drenaje natural para manejar grandes volúmenes, sumado a un sistema de regulación de caudal de ingreso adecuado a la piscina.
- La construcción de piscinas de infiltración podría alterar el paisaje natural de las llanuras de inundación, afectando hábitats acuáticos y terrestres existentes, así como a la flora y fauna local, lo que debe ser considerado al momento de construir estos sistemas de infiltración natural.
- La modificación del flujo natural del agua en la llanura de inundación podría generar riesgo de erosión en ciertas áreas y afectar la estabilidad del suelo, lo que también debe ser considerado.



PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - ZONA NORTE DE LA CUENCA

PROBLEMA

La provincia de Chacabuco, en la Región Metropolitana, enfrenta complejos desafíos relacionados a eventos de sequía e inundaciones, así como problemas de contaminación de napas subterráneas y conflictos en la distribución del recurso hídrico.

PROYECTO

Se propone un proyecto de implementación de piscinas de infiltración en cauce de río o llanuras de inundación de esteros Tiltit, Peldehue (Colina) y Lampa. Esta iniciativa busca aprovechar las capacidades de infiltración natural de estas zonas, permitiendo infiltrar agua en épocas de alta escorrentía.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Se presenta como una solución integral y sostenible para los desafíos hídricos de la provincia de Chacabuco, mitigando riesgos de inundación y promoviendo la infiltración de agua al acuífero. De este modo, se propicia un desarrollo territorial más seguro y sostenible. En específico, los objetivos son almacenar agua superficial, que es susceptible de perderse por evaporación, en acuíferos subterráneos, incrementando el volumen de recurso disponible (especialmente valorado en períodos de estiaje o sequía); depurar o filtrar agua residual o de mala calidad, y eliminar patógenos durante el proceso de infiltración a nivel de suelo, amortiguando las diferencias cualitativas y los riesgos medioambientales.



AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día
0,12 MM



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
892 MM

UBICACIÓN

Coordenadas de referencia:
Río Mapocho
33°15'19.1" S; 70°45'4.3" O
Quebrada La Rinconada
33°2'36.8" S; 33°2'14.7" O
Estero Tiltit
33°2'3.8" S; 70°50'34.4" O.

Comunas:
Colina, Tiltit, Lampa

Datos de la propiedad
Área ubicada en un Bien Nacional de Uso Público, administrado por los municipios.



INFILTRACIÓN

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - ZONA NORTE DE LA RM



INFILTRACIÓN

INSTITUCIONES PARTICIPANTES	Municipalidades: Tiltil, Colina, Lampa Dirección de Obras Hidráulicas
BENEFICIARIOS	33.882 HABITANTES
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN : PISCINAS DE INFILTRACIÓN	
<p>1. REDUCTOR DE VELOCIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> Movimiento de material: Excavaciones de depresión poco profunda para generar piscina, con uso de equipos mecánicos, como excavadoras, rodillos y técnicas manuales. Estructuras de disipación: Posicionamiento de acuerdo al diseño de bloques de concreto, grandes piedras o troncos para reducir la energía del agua que entra. Canales de entrada: Conformados por materiales resistentes a la erosión, como concreto o gaviones. Instrumentos y equipos hidráulicos: Bombas o sistema de control, monitoreo y recuperación de agua para impulsar agua a la siguiente etapa. Geotextiles: Usados para estabilizar el área alrededor de la entrada y evitar la erosión. 	<p>2. DECANTADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> Movimiento de material: Excavaciones de depresión poco profunda en la superficie de la tierra para generar estructura de acumulación de sedimentos. Barreras o muros de contención: Fabricados con concreto, piedras o gaviones para mantener la estructura del decantador y retener los sedimentos. Instrumentos y equipos hidráulicos: Bombas o sistema de control, monitoreo y recuperación de agua para impulsar agua a la siguiente etapa. Sistema de drenaje: Tuberías o canales para eliminar el exceso de agua, una vez decantados los sólidos, para pasar a la siguiente etapa.
<p>3. PISCINA O POZA DE INFILTRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Excavación para fomentar infiltración: Retiro de material impermeabilizante para lograr infiltración, incorporando sistemas que determinen tasa de infiltración y afluyente de ingreso. Capa filtrante: De manera opcional, poner capas de grava y arena para filtrar agua que infiltrará en el suelo. Revestimiento: Geomembranas semi-permeables o arcilla compactada, para controlar la infiltración en suelos muy permeables o proteger el acuífero de posibles contaminantes. Vegetación: Plantas nativas establecidas en orilla de piscina de infiltración, que ayuden a estabilizar la estructura y provean un tratamiento adicional por medio de la fitodepuración. 	
 	
<p>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA</p> <p>Para la implementación de las piscinas de infiltración, se utilizó información que identifica zonas de alta recarga en ribera de río, denominadas llanuras de infiltración. El cálculo del aporte de agua de estas infraestructuras considera el volumen de recarga natural de la cuenca del Maipo, la precipitación media anual, así como factores de infiltración propios de cada tipo de infraestructura.</p> <p>Área: 17,8 ha Solución aplicada (MAS): Reconexión de cauces con llanuras de inundación Aporte de agua: 0,12 MM L/día (0,04 MM m³/año)</p>	



PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - ZONA NORTE DE LA RM

INFILTRACIÓN

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	
Costo-Eficiencia	26457 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Impacto positivo asociado a la ecología de los sistemas y renaturalización de éstos. Pueden existir impactos negativos indirectos si no se consideran los períodos de crecidas, la comunidad aledaña, áreas de inundación libres de viviendas e infraestructura de servicios (red sanitaria, estaciones de monitoreo u otros).
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Inversión necesaria para la reconexión de los cauces. Externalidades: (+) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias al ser acumuladas. Conflicto: No se perciben.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Se trata de actividades que involucran una amplia gama de permisos y regulaciones relacionados con la administración de los bienes nacionales de uso público y el ordenamiento del territorio, con la legislación de aguas, el control de inundaciones, la conservación y protección ambiental y una activa coordinación entre los organismos públicos encargados. La solución se ve obstaculizada por la baja capacidad de coordinación e integración que posee la compleja estructura institucional pública existente. Aunque requiere la autorización de recursos públicos, no existen programas específicos de financiamiento y de investigación sobre la materia. Son iniciativas que se pueden implementar en el mediano o largo plazo, considerando las actividades relativas a estudio, financiamiento, planificación, permisos y coordinación requeridas.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La DOH ha manifestado su interés en financiar iniciativas de resiliencia asociadas a captura de agua en riberas de río. Esta alternativa resulta de gran interés, existiendo líneas de financiamiento de este servicio público para su implementación. El requisito es contar con ingeniería de detalle, que incluya elementos y consideraciones que MIDESO adopta para entregar Recomendación Favorable (RS) para la iniciativa.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Rijkswaterstaat. (2016). Programa holandés "Espacio para el río". Países Bajos. Disponible en URL: https://www.eea.europa.eu/es/publications/senales-de-la-aema-2018/download Solutions for Water. (s.f). Removal of the Kernansquillec dam over the River Léguer. Disponible en URL: https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/en/doc/documentation/REX_Hydromorphology_2010_Leguer.pdf Strassburg, B., Latawiec, A. (2014). The economics of restoration: costs, benefits, scale and spatial aspects. International Insitute for Sustainability. Presentación en Convention on Biological Diversity Meeting. Linhares, Brasil. Disponible en URL: https://www.cbd.int/doc/meetings/ecr/cbwecr-sa-01/other/cbwecr-sa-01-ijs-en.pdf
Ejemplos exitosos	Solución implementada en la región de Coquimbo y de Valparaíso, con obras a la orilla de cursos de agua superficial, los cuales se usan como buffer en períodos de crecida del río.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

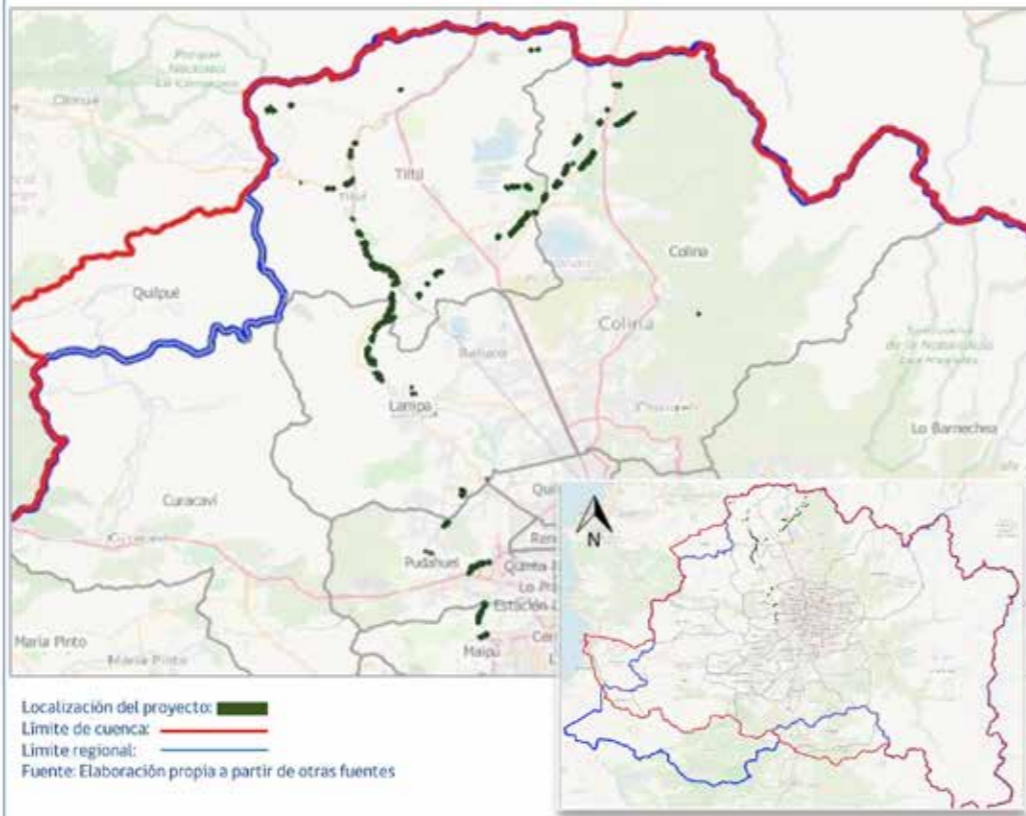
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- **La implementación de zonas de infiltración en llanuras** puede conllevar riesgos que deben ser considerados, como la posibilidad de desbordamiento durante eventos de lluvia intensos, por llenado acelerado de las piscinas de infiltración que sobrepase la capacidad de permeabilidad de la obra. Para evitar este riesgo, esta infraestructura debe ser construida alejada de zonas urbanas, además de diseñar adecuadamente el sistema de drenaje natural para manejar grandes volúmenes, sumado a un sistema de regulación de caudal de ingreso a la piscina.
- **La construcción de piscinas de infiltración** podría alterar el paisaje natural de las llanuras de inundación, afectando hábitats acuáticos y terrestres existentes, así como a la flora y fauna local, lo que debe ser considerado al momento de construir estos sistemas de infiltración natural.
- **La modificación del flujo natural del agua en la llanura** de inundación podría generar riesgo de erosión en ciertas áreas y afectar la estabilidad del suelo, lo que también debe ser considerado.

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - DESDE MAPOCHO Y MAIPO URBANOS HASTA DESEMBOCADURA

PROBLEMA

Debido al cambio climático global, se producen fenómenos pluviales extremos, con precipitaciones intensas en corto tiempo. Esto genera crecidas repentinas en los ríos Mapocho y Maipo, desde la confluencia hacia el poniente, aumentando los riesgos de inundación en áreas urbanas y agrícolas.

PROYECTO

Este proyecto propone implementar piscinas de infiltración, favoreciendo con esto la infiltración de agua -en períodos de mayor escorrentía superficial- en llanuras de inundación previas y posterior a la confluencia de ambos ríos (Peñaflor, Talagante, Isla de Maipo, El Monte) y en la zona baja del Maipo (Melipilla).

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Este proyecto disminuirá los riesgos para la población producto de eventos extremos e incrementará la infiltración de agua al acuífero, mejorando el abastecimiento de agua potable en zonas rurales, la producción agrícola y fomentando la gestión sostenible de los recursos hídricos en la región. Estas obras permiten almacenar agua superficial en acuíferos subterráneos, que -en caso contrario- es susceptible de perderse por evaporación. Entre sus beneficios está el incremento del volumen de recurso disponible (especialmente valorado en períodos de estiaje o sequía), la depuración de agua residual o de mala calidad y la eliminación de patógenos durante el proceso de infiltración a nivel de suelo, amortiguando las diferencias cualitativas y los riesgos medioambientales.



UBICACIÓN

Coordenadas de referencia:
Río Mapocho
33°32'55.7" S; 70°50'6.7" O.
Río Maipo
33°45'4.5" S; 70°26'28.8" O.
Río Maipo (desembocadura)
33°38'46.3" S; 71°35'11.1" O.

Zonas aleañas al cauce el Maipo y Mapocho en sector confluencia, hasta la desembocadura.

Comunas:
San José de Maipo, Pirque, Buin, Isla de Maipo, Padre Hurtado, Peñaflor, El Monte, Melipilla, San Pedro, San Antonio, Santo Domingo

Datos de la propiedad
Área ubicada en un Bien Nacional de Uso Público, administrado por municipios de la zona.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - CONFLUENCIA MAPOCHO Y MAIPO



INFILTRACIÓN

INSTITUCIONES PARTICIPANTES		Municipalidades: Peñaflor, Talagante, Isla De Maipo, El Monte, Melipilla. Dirección De Obras Hidráulicas.
BENEFICIARIOS		137.531 HABITANTES
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN		
<p>1. REDUCTOR DE VELOCIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> Movimiento de material: Excavaciones de depresión poco profunda para generar piscina. Puede emplearse equipos mecánicos, como excavadoras y rodillos, y técnicas manuales. Estructuras de disipación: Posicionamiento de acuerdo a diseño de bloques de concreto, grandes piedras o troncos para reducir la energía del agua que entra. Canales de entrada: Conformados por materiales resistentes a la erosión, como concreto o gaviones. Instrumentos y equipos hidráulicos: Bombas o sistema de control, monitoreo y recuperación de agua para impulsar agua a la siguiente etapa. Geotextiles: Usados para estabilizar el área alrededor de la entrada y evitar la erosión. 	<p>2. DECANTADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> Movimiento de material: Excavaciones de depresión poco profunda en la superficie para generar la estructura de acumulación de sedimentos. Barreras o muros de contención: Fabricados con concreto, piedras o gaviones para mantener la estructura del decantador y retener los sedimentos. Instrumentos y equipos hidráulicos: Bombas o sistema de control, monitoreo y recuperación de agua para impulsar agua a la siguiente etapa. Sistema de drenaje: Tuberías o canales para eliminar el exceso de agua, una vez decantados los sólidos, para pasar a siguiente etapa. 	<p>3. PISCINA O POZA DE INFILTRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Excavación para fomentar infiltración: Retiro de material impermeabilizante para permitir infiltración al acuífero, incorporando sistemas de análisis para obtener tasa de infiltración y calcular el afluente de ingreso. Capa filtrante: De manera opcional, poner capas de grava y arena para filtrar agua que infiltrará en el suelo. Revestimiento: Geomembranas semi-permeables o arcilla compactada, si es necesario, para controlar la infiltración en suelos muy permeables o proteger el acuífero de posibles contaminantes. Vegetación: Plantas nativas establecidas en orilla de piscina de infiltración, que ayuden a estabilizar la estructura y proporcionar un tratamiento adicional por medio de la fitodepuración.
<p>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA</p> <p>Para la implementación de las piscinas de infiltración, se utilizó información que identifica zonas de alta recarga en ribera de río, denominadas llanuras de infiltración. El cálculo del aporte de agua de estas infraestructuras considera el volumen de recarga natural de la cuenca del Maipo, la precipitación media anual, así como factores de infiltración propios de cada tipo de infraestructura.</p> <p>Área: 347 ha Solución propuesta (MAS): Reconexión de cauces con llanuras de inundación</p> <p>Aporte de agua: 2,3 MM L/día (0,8 MM m³/año)</p>		

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - CONFLUENCIA MAPOCHO Y MAIPO



INFILTRACIÓN

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	
Costo-Eficiencia	20820 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Impacto positivo asociado a la ecología de los sistemas y renaturalización de estos. Pueden existir impactos negativos indirectos si no se consideran los períodos de crecidas, la comunidad aledaña, áreas de inundación libres de viviendas e infraestructura de servicios (red sanitaria, estaciones de monitoreo u otros).
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Inversión necesaria para la reconexión de los cauces. Externalidades: (+) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias al ser acumuladas. Conflicto: No se perciben.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Se trata de actividades que involucran una amplia gama de permisos y regulaciones relacionados con la administración de los bienes nacionales de uso público y el ordenamiento del territorio, con la legislación de aguas, el control de inundaciones, la conservación y protección ambiental y una activa coordinación entre los organismos públicos encargados. La solución se ve obstaculizada por la baja capacidad de coordinación e integración que posee la compleja estructura institucional pública existente. Aunque requiere la autorización de recursos públicos, no existen programas específicos de financiamiento y de investigación sobre la materia. Son iniciativas que se pueden implementar en el mediano o largo plazo, considerando las actividades relativas a estudio, financiamiento, planificación, permisos y coordinación requeridas.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La DOH ha manifestado su interés en financiar iniciativas de resiliencia asociadas a captura de agua en riberas de río. Esta alternativa resulta de gran interés, existiendo líneas de financiamiento de este servicio público para su implementación. El requisito es contar con ingeniería de detalle, que incluya elementos y consideraciones que MIDESO adopta para entregar una Recomendación Favorable (RS) para la iniciativa.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Rijkswaterstaat. (2016). Programa holandés "Espacio para el río". Países Bajos. Disponible en URL: https://www.eea.europa.eu/es/publications/senales-de-la-aema-2018/download Solutions for Water. (s.f.). Removal of the Kernansquillec dam over the River Léguer. Disponible en URL: https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/en/doc/documentation/REX_Hydromorphology_2010_Leguer.pdf Strassburg, B., Latawiec, A. (2014). The economics of restoration: costs, benefits, scale and spatial aspects. International Insitute for Sustainability. Presentación en Convention on Biological Diversity Meeting. Linhares, Brasil. Disponible en URL: https://www.cbd.int/doc/meetings/ecr/cbwecr-sa-01/other/cbwecr-sa-01-iis-en.pdf
Ejemplos exitosos	Solución implementada en las regiones de Coquimbo y de Valparaíso, con obras a la orilla de cursos de agua superficial, las cuales se usan como buffer en períodos de crecida del río. Solución implementada en Nantoco, Tierra Amarilla, región de Atacama. Se implementaron dos piscinas de infiltración, las que favorecieron la infiltración y la recuperación de humedales antiguos, con la consecuente mejora de servicios ecosistémicos y bienestar de la población. https://ecodes.org/hacemos/ciudades-sostenibles/impulsamos-la-gestion-sostenible-del-agua

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

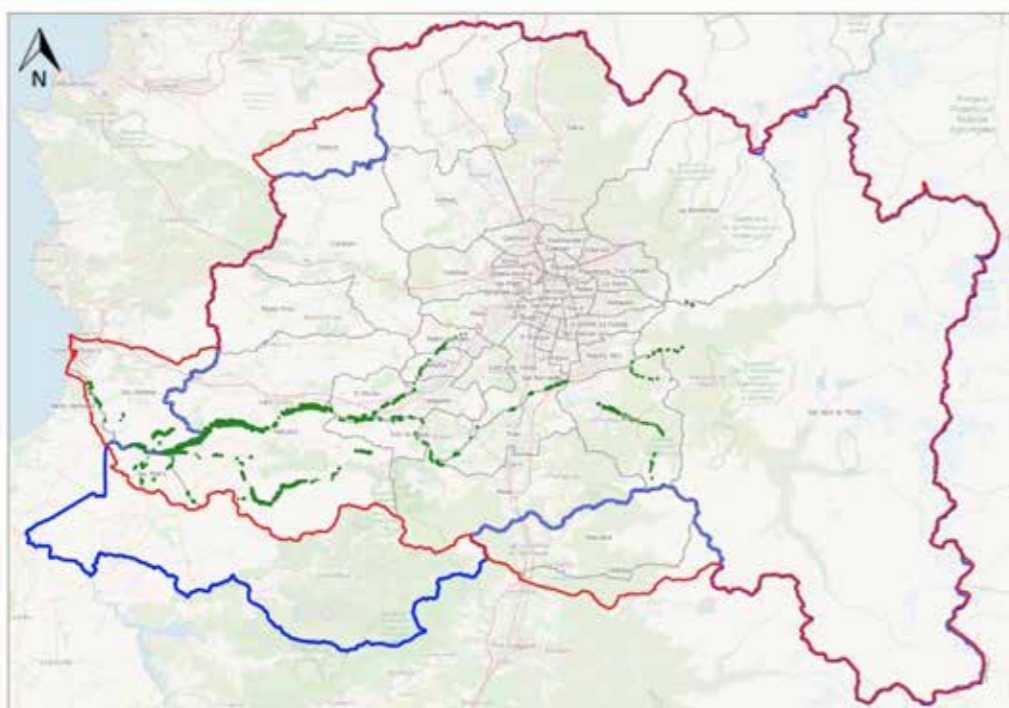
AGRADECIMIENTOS

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - CONFLUENCIA MAPOCHO Y MAIPO



INFILTRACIÓN

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto: ■
 Límite de cuenca: —
 Límite regional: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- **La implementación de zonas de infiltración en llanuras** puede conllevar riesgos que deben ser considerados, como posibilidad de desbordamiento durante eventos de lluvia intensos por el llenado acelerado de las piscinas de infiltración que sobrepase capacidad de permeabilidad de la obra. Para evitar este riesgo, esta infraestructura debe ser construida alejada de zonas urbanas, además de diseñar adecuadamente el sistema de drenaje natural para manejar grandes volúmenes, sumado a un sistema de regulación de caudal de ingreso a la piscina.
- **La construcción de piscinas de infiltración** podría alterar el paisaje natural de las llanuras de inundación, afectando hábitats acuáticos y terrestres existentes, así como a la flora y fauna local, lo que debe ser considerado al momento de construir estos sistemas de infiltración natural.
- **La modificación del flujo natural del agua en la llanura** de inundación podría generar riesgo de erosión en ciertas áreas y afectar la estabilidad del suelo, lo que también debe ser considerado.



INFILTRACIÓN

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - ZONA SUR DE LA CUENCA

PROBLEMA

La zona sur de la cuenca del río Maipo ha sufrido una disminución alarmante de los niveles del acuífero, debido a factores climáticos y a la sobreexplotación para actividades humanas. La baja de este sistema de aguas subterráneas se evidencia en la sequía prolongada que ha afectado a la laguna de Aculeo, la que -gracias a los sistemas frontales de año 2023- presentó un espejo de agua luego de 5 años sin presencia de agua superficial.

PROYECTO

Se propone la implementación de piscinas de infiltración en llanuras de inundación del estero Pintué (Paine), el río Angostura (límite entre Paine y Buin), el río Peuco (Mostaza) y el estero Codegua (Codegua), favoreciendo con esto la infiltración de agua en periodos de mayor escorrentía superficial.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

La recarga de acuíferos, mediante piscinas de infiltración, permite incrementar las aguas subterráneas, mejorando y regularizando el suministro para diferentes usos. Sus objetivos fundamentales son almacenar en acuíferos el agua superficial susceptible de perderse por evaporación, incrementando el volumen del recurso disponible (especialmente valorado en periodos de estiaje o sequía), junto con depurar o filtrar agua residual o de mala calidad y eliminar patógenos durante el proceso de infiltración a nivel de suelo, amortiguando las diferencias cualitativas y los riesgos medioambientales.

AGUA POSITIVO
 Aporte de agua:
 L/día
0,9 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
 \$
100 MM

UBICACIÓN

Coordenadas de referencia:
 Estero Codegua
 34°2'2.6" S; 70°35'35.3" O.
 Estero Peuco
 34°55'2.9" S; 70°33'20.1" O.
 Río Peuco
 34°55'33.3" S; 70°43'27.8" O.

Ribera de esteros Pintué (Paine) y río Angostura (límite entre Paine y Buin)

Comunas:
 Paine, Buin, Codegua, Mostaza.

Datos de la propiedad
 Bien Nacional de Uso Público, administrado por los municipios de la zona.



Asociación de Canalistas Sociedad del Canal de Maipo

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO – ZONA SUR DE LA RM



INFILTRACIÓN

INSTITUCIONES PARTICIPANTES		Municipalidades: Paine, Buin Dirección De Obras Hidráulicas
BENEFICIARIOS		47.665 HABITANTES
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN		
<p>1. REDUCTOR DE VELOCIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> Movimiento de material: Excavaciones de depresión poco profunda para generar piscina, con uso de equipos mecánicos, como excavadoras, rodillos y técnicas manuales. Estructuras de disipación: Posicionamiento de acuerdo al diseño de bloques de concreto, grandes piedras o troncos para reducir la energía del agua que entra. Canales de entrada: Conformados por materiales resistentes a la erosión, como concreto o gaviones. Instrumentos y equipos hidráulicos: Bombas o sistema de control, monitoreo y recuperación de agua para impulsar agua a la siguiente etapa. Geotextiles: Usados para estabilizar el área alrededor de la entrada y evitar la erosión. 	<p>2. DECANTADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> Movimiento de material: Excavaciones de depresión poco profunda en la superficie de la tierra para generar estructura de acumulación de sedimentos. Barreras o muros de contención: Fabricados con concreto, piedras o gaviones para mantener la estructura del decantador y retener los sedimentos. Instrumentos y equipos hidráulicos: Bombas o sistema de control, monitoreo y recuperación de agua para impulsar agua a la siguiente etapa. Sistema de drenaje: Tuberías o canales para eliminar el exceso de agua, una vez decantados los sólidos, para pasar a la siguiente etapa. 	<p>3. PISCINA O POZA DE INFILTRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Excavación para fomentar infiltración: Retiro de material impermeabilizante para lograr infiltración, incorporando sistemas que determinen tasa de infiltración y afluente de ingreso. Capa filtrante: De manera opcional, poner capas de grava y arena para filtrar agua que infiltrará en el suelo. Revestimiento: Geomembranas semi-permeables o arcilla compactada, para controlar la infiltración en suelos muy permeables o proteger el acuífero de posibles contaminantes. Vegetación: Plantas nativas establecidas en orilla de piscina de infiltración, que ayuden a estabilizar la estructura y provean un tratamiento adicional por medio de la fitodepuración.
<p>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA</p> <p>Para la implementación de las piscinas de infiltración se localizaron zonas de alta recarga en ribera de río, denominadas llanuras de infiltración. El cálculo del aporte de agua de estas infraestructuras considera el volumen de recarga natural de la cuenca del Maipo, la precipitación media anual, así como factores de infiltración propios de cada tipo de infraestructura.</p> <p>Área: 141 ha Solución propuesta (MAS): Reconexión de cauces con llanuras de inundación</p> <p>Aporte de agua: 0,9 MM L/día (0,3 MM m³/año)</p>		



PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO – ZONA SUR DE LA RM

INFILTRACIÓN

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	
Costo-Eficiencia	296 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Impacto positivo asociado a la ecología de los sistemas y renaturalización de estos. Pueden existir impactos negativos indirectos si no se consideran los períodos de crecidas, la comunidad aledaña, áreas de inundación libres de viviendas e infraestructura de servicios (red sanitaria, estaciones de monitoreo u otros).
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Evita daño al disminuir el riesgo de inundación. Costo: Inversión necesaria para la reconexión de los cauces. Externalidades: (+) Disminuye las pérdidas de aguas lluvias al ser acumuladas. Conflicto: No se perciben.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Se trata de actividades que involucran una amplia gama de permisos y regulaciones relacionados con la administración de los bienes nacionales de uso público y el ordenamiento del territorio, con la legislación de aguas, el control de inundaciones, la conservación y protección ambiental y una activa coordinación entre los organismos públicos encargados. La solución se ve obstaculizada por la baja capacidad de coordinación e integración que posee la compleja estructura institucional pública existente. Aunque requiere la autorización de recursos públicos, no existen programas específicos de financiamiento y de investigación sobre la materia. Son iniciativas que se pueden implementar en el mediano o largo plazo, considerando las actividades relativas a estudio, financiamiento, planificación, permisos y coordinación requeridas.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La DOH ha manifestado su interés en financiar iniciativas de resiliencia asociadas a captura de agua en riberas de río. Esta alternativa resulta de gran interés, existiendo líneas de financiamiento de este servicio público para su implementación. El requisito es contar con ingeniería de detalle, que incluya elementos y consideraciones que MIDESO adopta para entregar Recomendación Favorable (RS) para la iniciativa.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Rijkswaterstaat. (2016). Programa holandés “Espacio para el río”. Países Bajos. Disponible en URL: https://www.eea.europa.eu/es/publications/senales-de-la-aema-2018/download Solutions for Water. (s.f.). Removal of the Kernansquillec dam over the River Léguer. Disponible en URL: https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/en/doc/documentation/REF...Hydromorphology_2010_Leguer.pdf Strassburg, B., Latawiec, A. (2014). The economics of restoration: costs, benefits, scale and spatial aspects. International Institute for Sustainability. Presentación en Convention on Biological Diversity Meeting, Linhares, Brasil. Disponible en URL: https://www.cbd.int/doc/meetings/scr/cbweccr-sa-01/other/cbweccr-sa-01-iis-en.pdf
Ejemplos exitosos	<ul style="list-style-type: none"> Solución implementada en la región de Coquimbo y de Valparaíso, con obras a la orilla de cursos de agua superficial, las cuales se usan como buffer en períodos de crecida del río. Solución implementada en Nantoco, Tierra Amarilla, región de Atacama. Se construyeron dos piscinas de infiltración, las que favorecieron la infiltración y la recuperación de humedales antiguos, con la consecuente mejora de servicios ecosistémicos y bienestar de la población.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

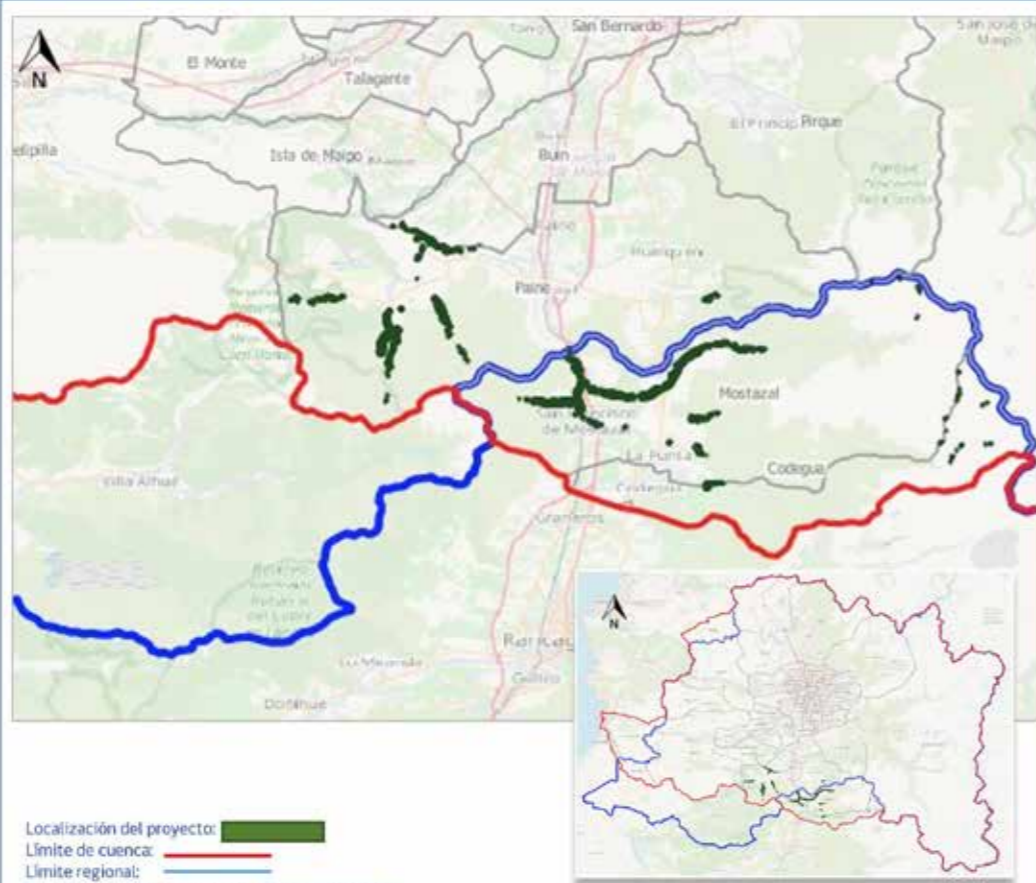
AGRADECIMIENTOS

PISCINAS DE INFILTRACIÓN EN RIBERA DE RÍO - ZONA SUR DE LA RM



INFILTRACIÓN

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto: █
 Límite de cuenca: —
 Límite regional: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- La implementación de zonas de infiltración en llanuras puede conllevar riesgos que deben ser considerados, como la posibilidad de desbordamiento durante eventos intensos de lluvia por llenado acelerado de las piscinas de infiltración, que sobrepase capacidad de permeabilidad de la obra. Para evitar este riesgo, esta infraestructura debe ser construida alejada de zonas urbanas, además de diseñar adecuadamente el sistema de drenaje natural para manejar grandes volúmenes, sumado a un sistema de regulación de caudal de ingreso a la piscina.
- La construcción de piscinas de infiltración podría alterar el paisaje natural de las llanuras de inundación, afectando hábitats acuáticos y terrestres existentes, así como a la flora y fauna local, lo que debe ser considerado al momento de construir estos sistemas de infiltración natural.
- La modificación del flujo natural del agua en la llanura de inundación podría generar riesgo de erosión en ciertas áreas y afectar la estabilidad del suelo, lo que también debe ser considerado.



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

TECNIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN EN PARQUES URBANOS DE LA RM CON RIESGO DE ESCASEZ HÍDRICA

PROBLEMA

En la zona urbana de la cuenca del Maipo, existen numerosos parques que realizan un uso intensivo del agua para el riego de grandes extensiones de césped, especies arbustivas y arbóreas. Esto va asociado a sistemas de riego ineficientes y sin tecnologías de control ni medición, lo que no es sustentable en la condición de sequía actual. El cambio climático obliga a tomar medidas que atenúen estas brechas, con un enfoque de eficiencia hídrica.

PROYECTO

Este proyecto se enfoca en la tecnificación, automatización y control del riego en áreas verdes de parques urbanos, mediante controladores de flujo de agua y sensores de medición del requerimiento hídrico de la vegetación. El proyecto abarca 220 hectáreas de parques con riego manual y/o que tienen un declarado problema de escasez de agua de riesgo.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Estas tecnologías permiten incorporar tecnologías de riego eficiente, además de medir los requerimientos de la vegetación en tiempo real, monitoreando las condiciones climáticas y de suelo, para poder determinar cuánto y cuándo se debe entregar el agua de forma eficiente, optimizando los recursos disponibles. El análisis y diseño de parques inteligentes permite gestionar de forma remota todas las variables agronómicas de un parque, manteniendo control y registro, lo cual permite tomar decisiones oportunas y evitar un uso innecesario del agua.



Sendera del Parque La Hondonada



AGUA POSITIVO
Ahorro de agua:
L/d
4,1 MM



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
72.400 MM

UBICACIÓN

Localización:

- 33°27'46"S 70°39'33"O
- 33°24'8"S 70°37'7"O
- 33°22'11"S 70°38'31"O
- 33°25'11"S 70°38'23"O
- 33°31'19"S 70°36'44"O
- 33°26'8"S 70°38'29"O
- 33°32'33"S 70°38'23"O
- 33°25'33"S 70°45'21"O
- 33°34'0"S 70°36'45"O
- 33°31'19"S 70°40'40"O
- 33°29'51"S 70°41'33"O

Comunas:

- Recoleta:** Parque Bicentenario de la Infancia, Mahuidahue
- La Granja:** Parque Brasil
- Huechuraba:** Parque Huechuraba
- Santiago:** Parque O'Higgins, Parque Forestal
- San Ramón:** Parque La Bandera
- Cerro Navia:** Parque La Hondonada
- La Pintana:** Parque La Platina
- Lo Espejo:** Parque Violeta Parra
- Cerrillos:** Parque Cerrillos

Datos Propiedad:

Parquemet y Municipio de Santiago



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

TECNIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN EN PARQUES URBANOS DE LA RM CON RIESGO



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipios Recoleta, La Granja, Huechuraba, Santiago, San Ramón, Cerro Navia, La Pintana, Lo Espejo, Cerrillos MINVU, GORE, SUBDERE, CONAF.

BENEFICIARIOS

875.824 HABITANTES

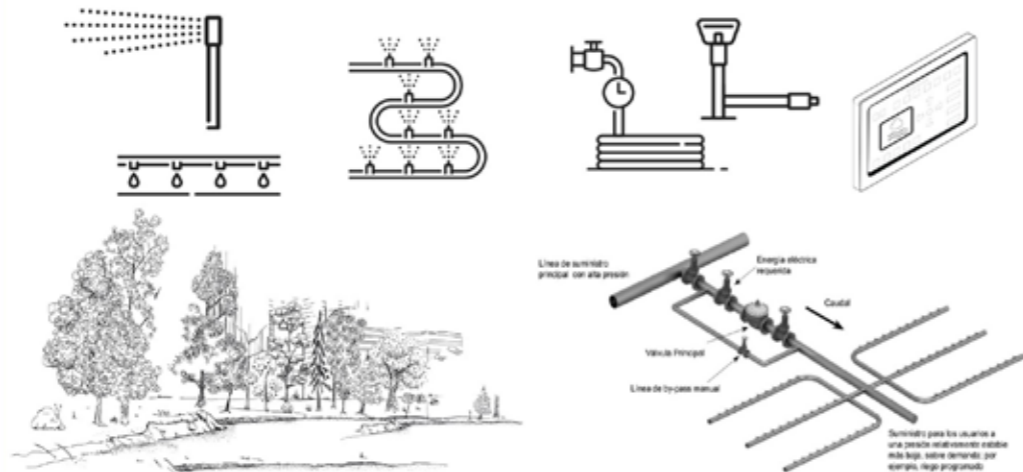
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

1. SISTEMA DE RIEGO

- **Instalación de riego:** Implementación de red de riego sobre cama de arena y pomacita o similar, según decida un profesional.
- **Riegos eficientes y automatización de irrigación:** Inclusión de sistemas eficientes como aspersores, sistemas de goteo y microirrigación, con un diseño según las normas NCh 3319 y NCh 3293 o sus modificaciones. Uso de sistemas de riego automatizados, con el fin de asegurar distribución uniforme y consumo eficiente.

2. EQUIPOS Y ACCESORIOS

- **Piping:** Tuberías y accesorios que cumplan con la normativa vigente. Instalando piping de PVC, HDPE o polietileno, según requerimientos.
- **Válvulas y control de presión:** Instalación de válvulas solenoides o similar, controladas de manera automatizada en su apertura y cierre, según programación establecida. Incorpora reguladores de presión para mantener control sobre el sistema, monitoreando el flujo, detectando fugas o roturas y previniendo daños por presión excesiva.
- **Sensores de humedad:** Incorporación para optimizar el riego en función de la humedad existente, evitando derroche de agua.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA

Parques catastrados de "Parques urbanos", que tienen riego manual y/o que tienen problemas de abastecimiento de agua, como suministro por camiones aljibes.

Área: 220 ha

Solución aplicada (MAS): Riego eficiente y Automatización inteligente del riego

Agua ahorrada: 4,1 MM L/día (1,5 MM m³/año)



TECNIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN EN PARQUES URBANOS DE LA RM CON RIESGO

EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	48.267 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Impacto ambiental positivo si el uso de agua en parques se reduce, sin afectar los ecosistemas actuales. Este proyecto tiene un impacto significativo en la gestión del agua, especialmente para grandes consumidores como son los parques urbanos. Un riego eficiente para espacios públicos con áreas verdes es aquel que logra entregar agua con menos de un 20% de pérdida, según el requerimiento hídrico del lugar, determinado por la información meteorológica disponible, el requerimiento específico de la especie y la eficiencia del sistema de riego a usar. El ideal es ahorrar un 50% de agua con respecto a los riegos tradicionales (Fuente: MINVU. 2018. Manual de Elementos Urbanos Sustentables, Tomo III). La implementación de sistemas inteligentes de monitoreo y control facilita la toma de decisión y a su vez permite reducir costos de operación de los parques.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Clasificación: Impacto social negativo bajo. Beneficio: Optimización del uso de agua para riego. Costo: Asociado a la implementación de la tecnología en el territorio. Externalidades: (+) Aumento del rendimiento y calidad de la producción. Conflicto: No se aprecian conflictos directos (con una capacitación adecuada).
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	Actividades que se pueden desarrollar por los propietarios, sin limitaciones. Existe la posibilidad de postular a fondos y apoyo técnico de organismos públicos, como Serviu, Subdere o el Gobierno Regional. Sería conveniente integrar estas iniciativas en el marco de planes de gestión de los recursos de la cuenca, ya que son iniciativas que se pueden implementar en el corto plazo.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Posibles fuentes de financiamiento ligadas a la eficiencia que están impulsando instituciones del Estado, tales como: GORE (FNDR) Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (PMU, PRBIPE, etc.) Minvu (MPU, PRB, Parquemet, etc.)
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Minvu. 2018. Manual de Elementos Urbanos Sustentables, Tomo III. https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/MANUAL-DE-ELEMENTOS-URBANOS-SUSTENTABLES-TOMO-III.pdf • Office of Sustainability and the environment. 2019. Guidelines: Water Efficient Landscape and Irrigation Standards. www.sustainablesm.org/landscape • Sistema Nacional de Certificación de Calidad Ambiental y Eficiencia Energética para Edificios de Uso Público. 2014. Manual Evaluación y Calificación. https://certificacionsustentable.cl/wp-content/uploads/2020/03/27310_Manual1_EvaluacionCalificacion_v1.1_2014.05.28.pdf • https://uchile.cl/noticias/207600/hacia-la-reduccion-del-consumo-de-agua-en-areas-verdes-en-la-rm • https://www.novagric.com/es/riego/servicios/riego-areas-verdes
Ejemplos exitosos	<ul style="list-style-type: none"> • https://providencia.cl/provi/explora/noticias/medio-ambiente/parques-y-plazas-de-la-comuna-tendran-nuevo-y-moderno-sistema-de-riego • https://nunoa.cl/nunoa-recibe-premio-a-la-eficiencia-hidrica-por-reducir-en-un-34-su-consumo-de-agua/

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

TECNIFICACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN EN PARQUES URBANOS DE LA RM CON RIESGO



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto: ■
 Límite de cuenca: —
 Límite regional: —
 Límite Comunal: —
 Río: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

Los principales riesgos están en la correcta utilización y mantenimiento de los sistemas de medición y control, lo que debe ser ejecutado por personal capacitado. Es importante considerar que la vida útil del sistema de riego es de aproximadamente 15 años, si se realizan las mantenciones adecuadas. El agua debe ser de buena calidad para evitar su obstrucción; de lo contrario, requiere mayor mantenimiento. Además, se necesita conocer los requerimientos hídricos de las plantas, para poder realizar las programaciones necesarias en frecuencia y tiempos de riego en el sistema de control.



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

REEMPLAZO DE ESPECIES EXÓTICAS POR NATIVAS DE BAJO CONSUMO EN PARQUES URBANOS

PROBLEMA

En las zonas urbanas de la cuenca del río Maipo existen parques que presentan grandes extensiones de césped y especies exóticas, las que son de crecimiento rápido y alto consumo hídrico. Este enfoque de diseño de áreas verdes no es sostenible, considerando las condiciones climáticas actuales en contexto del cambio climático.

PROYECTO

El proyecto propone un plan de manejo para reemplazar gradualmente las especies exóticas, con elevado consumo hídrico, por especies nativas o adaptadas a climas mediterráneos, con el propósito de disminuir el consumo de agua para riego. El proyecto incluye recambio de especies en 6 parques urbanos de la RM, abarcando 150 hectáreas.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Las acciones comienzan con un análisis y rediseño de los parques que no cuentan con un paisajismo acorde a las condiciones climáticas actuales. Esto requiere considerar los usos asociados a las zonas de un parque, de modo de establecer un recambio gradual. El foco es priorizar la forestación con vegetación nativa en áreas verdes comunes, así como el recambio de las especies exóticas de alto consumo hídrico en áreas ya forestadas. La vegetación nativa, de talla arbustiva y arbórea, está adaptada a las condiciones climatológicas de la zona y requiere menos agua para su subsistencia. Otras medidas son tecnificación, automatización y control del riego para un uso eficiente del agua.



AGUA POSITIVO
 Ahorro de agua:
 L/día
5,9MM



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
 \$
9.000 MM

UBICACIÓN

Localización:
 33°26'8"S 70°38'29"O
 33°25'08"S 70°38'48"O
 33°25'17"S 70°38'48"O
 33°32'33"S 70°38'23"O
 33°35'28"S 70°37'46"O
 33°31'19"S 70°40'40"O

Comunas:
 Recoleta: Cerro Blanco.
 Santiago: Parque O'Higgins, Parque Forestal.
 San Ramón: La Bandera.
 La Pintana: Mapuhue.
 Lo Espejo: Violeta Parra.

Datos Propiedad:
 Parquemet y municipalidades.



Cerro Blanco / Recoleta / Monumento Nacional

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

RECAMBIO DE ESPECIES DE BAJO CONSUMO EN PARQUES URBANOS



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: Recoleta, Santiago, San Ramón, La Pintana, Lo Espejo
PARQUEMET, MINVU, GORE, SUBDERE, CONAF.

BENEFICIARIOS

616.021 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

DETALLE DE LAS INTERVENCIONES

DISEÑO Y ZONIFICACIÓN DEL PLAN DE REEMPLAZO DE ESPECIES
Considerar un recambio gradual y adecuar a los usos públicos de los distintos sectores del parque. Esto permitirá fijar prioridades.

SELECCIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA

Se recomienda promover árboles del bosque esclerófilo, tales como boldo, quillay, peumo, litre, maitén, entre otros, y especies arbustivas, como breccillo, capachito, colliguay, corcolén, mayu, quebracho y vautro. Es posible complementar con especies introducidas que estén adaptadas al clima mediterráneo.

MODIFICACIÓN DEL TERRENO

- Retiro de pasto y/o especies exóticas de alto consumo hídrico, de acuerdo con el plan diseñado.
- Preparación del terreno, considerando necesidades de las especies elegidas. Esto puede requerir enmiendas de suelo y uso de elementos decorativos del paisaje, que sean permeables y permitan la infiltración.
- Implementación recomendada de sistemas de riego tecnificado, para un uso eficiente del agua de riesgo.

REVEGETACIÓN

Plantación, ya sea con plantas crecidas o desde semillas y plantones. Se propone realizar un recambio alternado, generando una transición escalonada de especies, asociado a tecnologías de riego inteligente y adecuadas al tipo vegetativo, buscando el establecimiento y adaptación de las distintas especies.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Parques antiguos y que presentan características vegetacionales y de irrigación con alto consumo hídrico, de acuerdo al Catastro Nacional de Parques Urbanos INE 2018

Área: 150 ha

Solución aplicada (MAS): Recambio por vegetación nativa de menor requerimiento hídrico en áreas verdes urbanas

Agua ahorrada: 5,9 MM L/día (2,2 MM m³/año)



RECAMBIO DE ESPECIES DE BAJO CONSUMO EN PARQUES URBANOS

EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	4.184 \$/m ³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Impacto positivo, en recuperación de la biodiversidad en parques urbanos, reduciendo en forma significativa el consumo de agua para riego. Permite contar con parques urbanos adecuados a la realidad climática actual de la Región Metropolitana. Potenciar el uso de vegetación nativa permite conservar y mejorar la ecología y biodiversidad de la cuenca, lo que contribuye a restablecer el equilibrio ecológico y asegurar la protección de flora y fauna existente en el espacio público.
Impacto social: NEGATIVO ALTO	Beneficio: Menor requerimiento en el consumo de agua. Costo: Asociado a la implementación de la solución en el territorio. Externalidades: (-) Eventual disminución de las áreas de sombra. Conflicto: Adaptación cultural al cambio en el diseño del paisaje y eventualmente en el uso de los espacios públicos.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	En terrenos públicos, dentro de zonas urbanas, es necesario tener en consideración las restricciones contempladas en los Instrumentos de Planificación Territorial vigentes; ordenanzas y decretos municipales; y la Ordenanza y Ley General de Urbanismo y Construcciones. Además, se debe conocer qué institución administra estos parques, debido a que -en particular cuando la administración recae en una municipalidad- son muy variables las capacidades económicas, de personal, medios operativos y material vegetal disponible en viveros.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La sostenibilidad de este proyecto se ve reforzada por la disposición potencial del Gobierno de Santiago para implementar programas similares en un futuro cercano. Esta iniciativa considera algunos parques que son parte del catastro de Parquemet, en el cual se indica la escasez del recurso hídrico, herramienta relevante para la formulación y búsqueda de financiamientos.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Arboles_urbanos_de_Chile-2da_edicion.pdf • Water utility Authority. Bernalillo county, Albuquerque. (s.f) Xeriscaping the complete how-to guide. Disponible en URL: https://www.505outside.com/wp-content/uploads/2020/08/XeriscapeHowTo-2020_06122020.pdf • Landscaping Network. 2019. Xeriscape landscaping. Disponible en URL: https://www.landscapingnetwork.com/Xeriscape-landscaping • Better Homes & gardens. 2019. How to xeriscape. Disponible en URL: https://www.bhg.com/gardening/landscaping-projects/landscape-basics/xeriscaping/ • Anexo 3 del informe "Áreas verdes sustentables- informe final". Escenarios hídricos 2022. Ver lista de especies nativas recomendadas para zona central de Chile
Ejemplos exitosos	https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/arborizacion/Parque_Quilapilún_-_Anglo_American_Chile



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

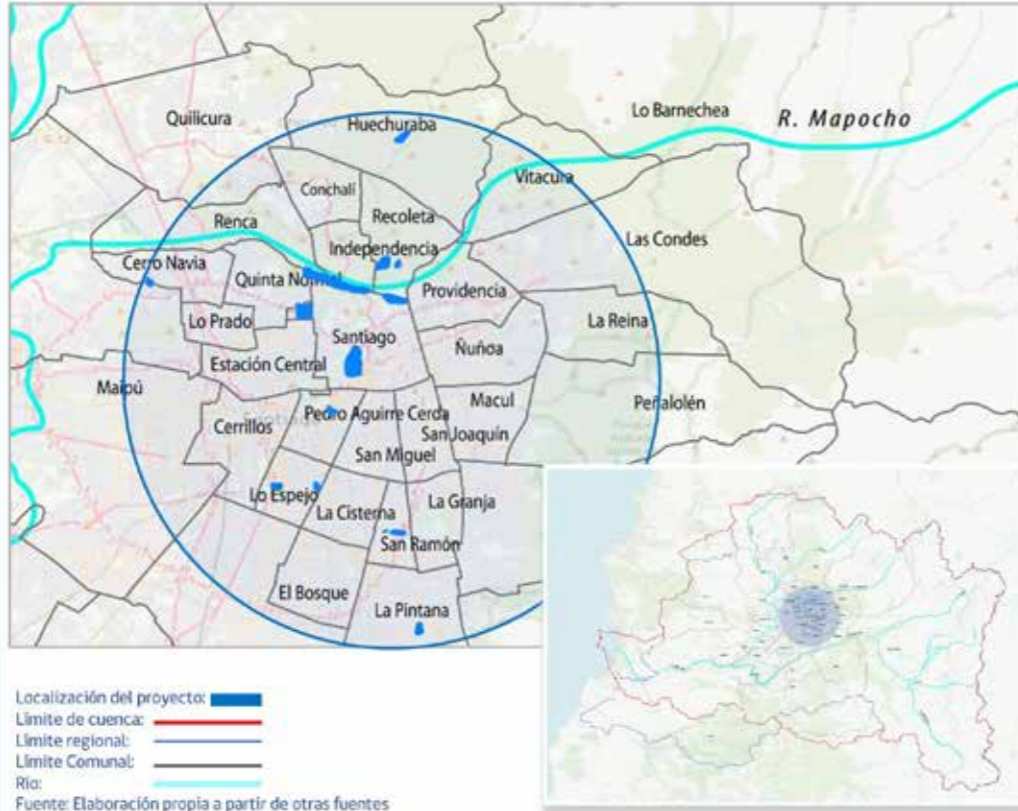
AGRADECIMIENTOS

RECAMBIO DE ESPECIES DE BAJO CONSUMO EN PARQUES URBANOS



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- El tipo de vegetación y riego incorporado al diseño dependerá de las características territoriales del lugar de emplazamiento de las áreas verdes. Además, es necesario evaluar que no provoquen riesgos hacia la comunidad; por ejemplo, por presencia de espinas o alergias al tacto. Se recomienda considerar la instalación de riego presurizado y automatizado.
- Se propone realizar un recambio alternado, generando una transición escalonada de las especies, asociado a tecnologías de riego inteligente y adecuadas al tipo vegetativo, buscando el establecimiento y adaptación de las distintas especies.
- Esta labor de recambio debe sea guiada por operadores capacitados, mediante un plan de manejo pertinente, con lo cual aseguramos la correcta plantación y cuidados posteriores.
- En la Región Metropolitana existe suficiente conocimiento técnico sobre requerimientos, tipos de vegetación y asociación ecológica para cada zona del territorio.



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

MANEJO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS CON TÉCNICAS DE AGROFORESTERÍA PARA EFICIENCIA HÍDRICA

PROBLEMA

La agricultura es el principal sector consumidor de agua, utilizando alrededor de un 73% del recurso. Es por esta razón que la gestión del recurso hídrico en esta actividad productiva es fundamental para lograr un equilibrio en la cuenca.

PROYECTO

Se propone utilizar prácticas agrícolas sustentables y regenerativas, como son la agricultura ecológica, la agricultura biodinámica, la permacultura y la producción integrada. Estas técnicas tienen el mismo objetivo: manejar la tierra, conservando los ecosistemas naturales, siendo una buena alternativa a la agricultura convencional.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Estas técnicas inciden directamente en la retención de humedad del suelo e infiltración y evitan la contaminación con agentes químicos que puedan infiltrar a las napas subterráneas. Las distintas técnicas agrícolas de esta modalidad de agricultura tienen como finalidad generar un sistema complejo y amigable con el entorno, aumentando la biodiversidad y evitando las acciones más agresivas con el medio, como lo son el arado de tierra y el uso de fertilizantes inorgánicos.



AGUA POSITIVO
Ahorro de agua:
L/día
28,6 MM



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
261 MM

UBICACIÓN

Localización
33°41'45"S, 71°00'12"O

Comunas:
Talagante
El Monte
María Pinto
Melipilla
Peñaflo

Datos de la propiedad
Privada



www.catle.ac.cr

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

MANEJO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS CON TÉCNICAS DE AGROFORESTERÍA PARA EFICIENCIA HÍDRICA



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

INSTITUCIONES PARTICIPANTES	Comisión Nacional de Riego, Instituto de Desarrollo Agropecuario
BENEFICIARIOS	2.200 PRODUCTORES (Aprox.)
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	
<p>1. OBRAS FÍSICAS DE CONSERVACIÓN DEL SUELO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Terrazas de banco: Para terrenos con fuertes pendientes, que requieren remover tierra para formar plataformas planas. Bordos o muros: Construidos a lo largo de curvas de nivel para controlar erosión en terrenos planos o con pendientes moderadas. Acequias: Canales pequeños que ayudan en la captación, dirección e infiltración del agua. Barreras muertas: Formar barreras con piedras que previenen la erosión en terrenos pedregosos. 	<p>3. SELECCIÓN DE ESPECIES:</p> <ul style="list-style-type: none"> Árboles y cultivos agrícolas específicos: Elegir según adaptabilidad al clima, potencial económico y capacidad para mejorar el suelo. Especies leguminosas: Como barreras vivas y para fijación de nitrógeno. Cultivos intercalados: Para maximizar el uso del espacio y los recursos. Plantas de cobertura y hortalizas: Para la rotación de cultivos y el aumento de la diversidad biológica.
<p>2. SISTEMAS DE RIEGO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Infraestructuras de riego sencillo: Para asegurar el suministro, usando tuberías o sistemas de rociadores. 	<p>4. MANEJO Y MANTENIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Podas y manejo de plantas: Regular la altura y la extensión de las plantas para optimizar la luz solar y minimizar la competencia por recursos. Fertilización orgánica: Uso de compost y otros abonos orgánicos. Control de plagas y enfermedades: Métodos orgánicos y diversidad de especies para control natural de plagas.
<p>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA</p> <p>Terrenos agrícolas con potencial de aplicar prácticas agrícolas sustentables y regenerativas que, manteniendo condiciones de productividad, se genere ahorro de agua aplicada para irrigación de cultivos. Área: 13.061 ha. Solución aplicada (MAS): Agroforestería</p> <p>Agua ahorrada: 28,6 MM L/día (10,4 MM m³/año)</p>	

MANEJO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS CON TÉCNICAS DE AGROFORESTERÍA PARA EFICIENCIA HÍDRICA



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	
Costo-Eficiencia	25 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Impactos positivos al restaurar la calidad del suelo, la recuperación de hábitat de especies y reducción de erosión. La combinación de tipos vegetales y forestales pueden viabilizar mejores resultados de restauración. A su vez, la mezcla de tipos de cultivos y especies nativas es un medio favorable para la economía de las comunidades rurales, que repercute en mejores oportunidades y calidad de vida.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficios: Ahorro del recurso agua. Costo: Asociado a la adquisición del sistema. Externalidades: (+) Control de escorrentía. Evitar erosión del suelo. Conflicto: No se aprecian.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	Actividades que se pueden desarrollar por los propietarios sin limitaciones. Existe la posibilidad de utilizar subsidios y apoyo técnico del Estado. Sería conveniente integrar estas iniciativas en el marco de planes de gestión de los recursos de la cuenca; sin embargo, no existen instrumentos legales ni marcos institucionales previstos para ese propósito.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La Comisión Nacional de Riego contará con una herramienta de postulación especial para este tipo de iniciativas. INDAP cuenta con un programa de transición a la agricultura sostenible.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> https://www.odepa.gob.cl/sustentabilidad/agricultura-sustentable
Ejemplos exitosos	https://web.inia.cl/blog/2019/09/05/inia-inaugura-programa-de-capacitacion-en-agricultura-sustentable/



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

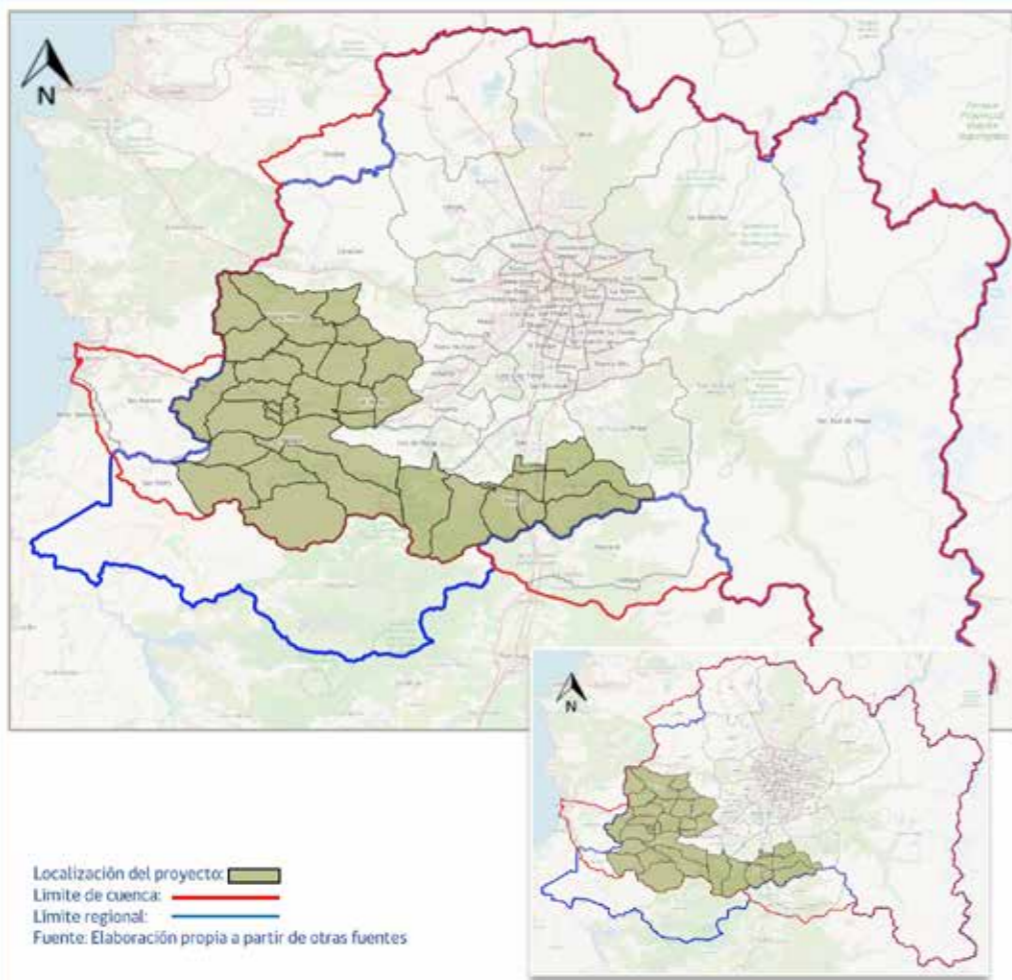
AGRADECIMIENTOS

MANEJO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS CON TÉCNICAS DE AGROFORESTERÍA PARA EFICIENCIA HÍDRICA



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

Al diseñar un sistema de agroforestería, es necesario llevar a cabo un análisis detallado del predio, contando siempre con la ayuda de un experto en el tema. La selección de las especies debe incluir aquellas que produzcan alimento regularmente a corto, medio y largo plazo, y cultivos que permitan obtener una rápida cobertura del suelo. Es decir, se trata de diversificar al máximo para tener especies que produzcan material que pueda servir como mulch, otras destinadas a madera y, por último, las que constituyen alimento, objetivo final de todo sistema agrícola. Debe existir una buena planificación de las especies a disponer.



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

MODELO DE INCENTIVO DE EFICIENCIA HÍDRICA EN LA AGRICULTURA

PROBLEMA

Debido a la preocupante situación de escasez hídrica de la cuenca del Maipo, se hace imperativo generar modelos que permitan acelerar la implementación de sistemas eficientes de riego agrícola.

PROYECTO

Este proyecto comprende una asociación con empresas que puedan disponer de softwares de eficiencia hídrica en agricultura, además de capacitaciones e informes de especialistas, apuntando a la vanguardia económica, productiva y ambiental.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

El modelo productivo se basa en la generación de acuerdos colectivos entre agricultores y corporaciones que se encuentren interesadas en invertir en seguridad hídrica para la cuenca. Esto implica que los agricultores se comprometan a realizar acciones y proyectos que se enfoquen en reducir sus volúmenes de consumo, sin incrementar las hectáreas producidas, con la finalidad de no ejercer una mayor extracción del acuífero (agua positivo), logrando de esta manera poder realizar la compensación comprometida.



AGUA POSITIVO
Ahorro de agua:
L/día
186 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
40.476 MM

UBICACIÓN

Localización:
33°29'49"S; 71°08'00"O
Predios que poseen eficiencias bajo el 45%, de acuerdo con el último censo agropecuario.

Comunas:
Melipilla
María Pinto
Talagante
El Monte
Peñaflo

Datos de la propiedad
Predios agrícolas privados.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

MODELO DE INCENTIVO DE EFICIENCIA HÍDRICA EN LA AGRICULTURA



INSTITUCIONES PARTICIPANTES	Agricultores privados. Comisión Nacional de Riego, Instituto de Desarrollo Agropecuario.
BENEFICIARIOS	5.000 PRODUCTORES (Aprox.)
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	
<p>1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS</p> <p>Infraestructura de riego: Sistemas de riego por goteo y aspersión, que sean eficientes en el uso del agua, adaptados a las condiciones locales y cultivos específicos.</p> <p>Sensores: Equipos para recolectar datos sobre condiciones climáticas y ajustar el riego.</p> <p>Sensores de humedad del suelo: Para ajustar el riego a las necesidades reales del suelo y prevenir desperdicio de agua.</p> <p>Software de gestión de riego: Programas informáticos para la gestión eficiente del agua, que puedan integrarse con sensores y sistemas de control para un riego optimizado.</p>	<p>2. ELEMENTOS DE GESTIÓN</p> <p>Planes de manejo de agua: Desarrollo de planes que promuevan prácticas de conservación del agua y mejoren la eficiencia del riego en las explotaciones agrícolas.</p> <p>Incentivos económicos: Estructura de recompensas o compensaciones para los agricultores que implementen prácticas de riego eficientes y sostenibles.</p> <p>Alianzas estratégicas: Acuerdos entre empresas de tecnología, ONGs, gobiernos y agricultores para facilitar el acceso a tecnología y financiamiento.</p> <p>Monitorización y evaluación: Sistemas para medir y analizar uso del agua y eficiencia de las prácticas de riego, asegurando la mejora continua.</p> <p>Mejora continua del suelo: Uso de abonos orgánicos y prácticas que mejoren la capacidad de retención de agua del suelo, como parte de una estrategia integral de recursos hídricos.</p>
<p>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA</p> <p>Predios que tienen eficiencias menores a 45% y potencial de "Saltos tecnológicos", de acuerdo a los cultivos que tienen (Censo, 2021) Área: 18.000 ha Solución aplicada (MAS): Riego eficiente y Automatización inteligente del riego</p> <p>Agua ahorrada: 186 MM L/día (68 MM m³/año)</p>	



MODELO DE INCENTIVO DE EFICIENCIA HÍDRICA EN LA AGRICULTURA

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	595 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO BAJO	El beneficio esperado de esta alianza estratégica, entre agricultores y empresas, logrará optimizar el uso del recurso para cultivos y reducirá la explotación del acuífero. Al ser más eficiente con las mismas hectáreas plantadas, se logrará que los otros actores del agua puedan disponer de mayor seguridad en las fuentes próximas, como lo son los APR o vecinos con fuentes propias.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Mayor disponibilidad de agua. Costo: Asociados a la adquisición de la nueva tecnología. Externalidades: (+) Potencial aumento de la productividad agrícola. Conflicto: Desconfianza en el sistema de riego por parte de los agricultores.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	Actividades que se pueden desarrollar por los propietarios sin limitaciones. Existe la posibilidad de utilizar subsidios y apoyo técnico del Estado. Sería conveniente integrar estas iniciativas en el marco de planes de gestión de los recursos de la cuenca; sin embargo, no existen instrumentos legales ni marcos institucionales previstos para ese propósito. Con estas limitaciones, son iniciativas que se pueden implementar en el corto plazo.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Al ser esta una alianza directa con una empresa de financiamiento, esta se puede complementar con proyectos CNR o INDAP, que poseen herramientas financieras para esta actividad.
Referencias técnicas de la solución	• https://www.cnr.gob.cl/foua2023/
Ejemplos exitosos	https://www.mundoagropecuario.cl/new/cnr-inaugura-unidad-demostrativa-de-riego-intrapredial-para-agricultores-de-magallanes/



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional
- Fichas escala regional

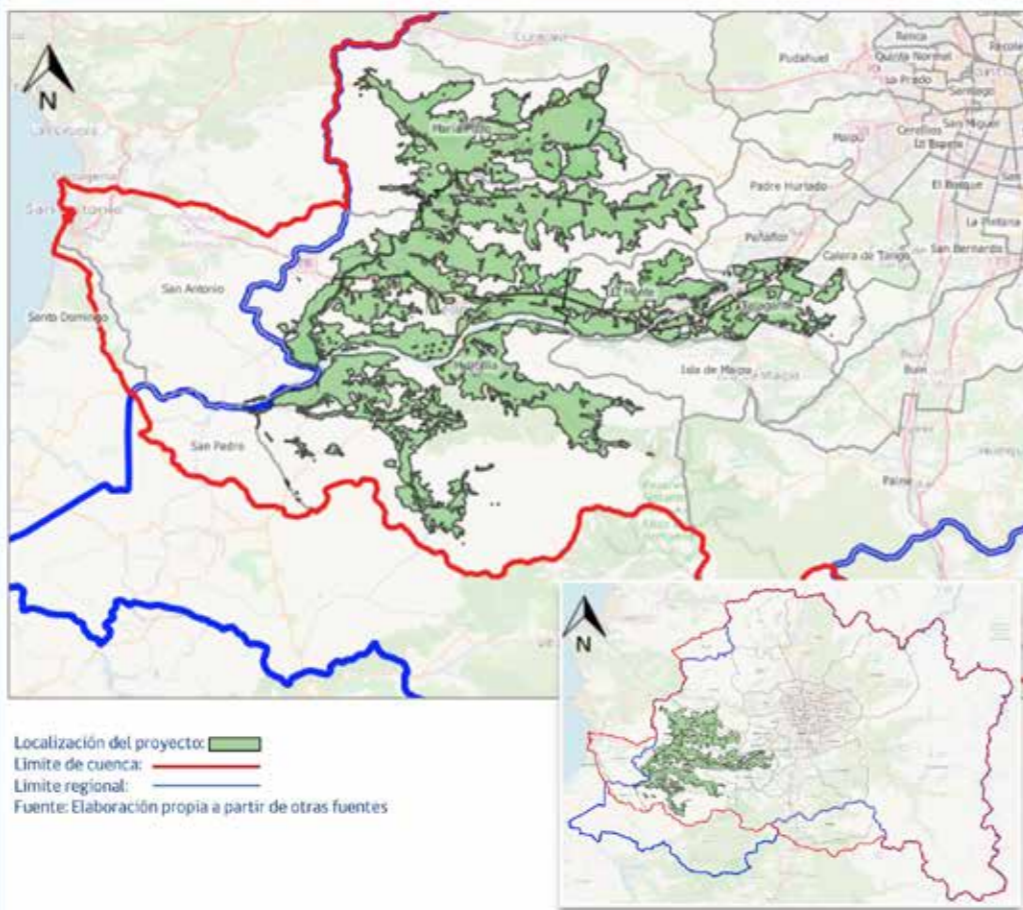
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- El no cumplimiento de los compromisos por parte del agricultor, como ampliación de cultivos u otras en cláusulas de contrato.
- La adquisición del sistema operativo obliga al agricultor a usar cierta tecnología, la cual hoy es amigable con el usuario y es adaptable a sistemas de control vía telefónica u otros. Es importante que el administrador del predio, capataz o quien sea responsable del riego, contemple capacitaciones adecuadas al manejo del sistema, control, operación y medición. La correcta operación del sistema de riego es fundamental para el logro de los objetivos proyectados, por lo cual es de suma importancia la mantención y limpieza de equipos, asegurando su correcto funcionamiento y prolongando la vida útil de estos.

EFICIENCIA HÍDRICA EN JARDINES RESIDENCIALES EN COMUNAS CON ALTO CONSUMO DE LA RM

PROBLEMA

La zona oriente de la Región Metropolitana concentra las comunas con un consumo intensivo de agua, liderando el ranking de las que poseen mayor área de jardines y antejardines. El riego representa sobre el 70% del consumo de agua de sus respectivas comunas. A esto se suma que las comunas del sector oriente se abastecen del río Mapocho, el cual ha registrado niveles mínimos, que han puesto en riesgo de racionamiento a los habitantes de la zona.

PROYECTO

Este proyecto aborda la eficiencia en el riego y promueve la sustentabilidad de las áreas verdes. Esto abarca medidas tales como la disminución del riego, elección del sustrato adecuado y una selección de las especies vegetales adaptadas a la zona central, en los jardines domiciliarios de Las Condes, La Reina, Lo Barnechea y Vitacura, comunas con altos consumos de agua potable (aprox. 3.400 ha). La implementación requerirá la cooperación de los propietarios de viviendas, ya que involucra jardines privados. La categorización de soluciones se adaptará a cada propiedad.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Se propone optimizar el riego mediante sistemas avanzados, ofreciendo al menos dos modelos de implementación: instalación de sistemas inteligentes en comodato o inversión directa en sistemas de riego, ambos con selección de tipologías de diseño para los jardines. Estos automatizan y controlan el flujo de agua, mejorando la eficiencia.

Se eligen especies con menor requerimiento hídrico, tales como cactáceas, agaváceas y mimosáceas, con diseño que reduce áreas de riego. Se propone el uso de vegetación nativa que permite incrementar la identidad del paisaje vegetal local, dentro del sistema de áreas verdes urbano, creando jardines atractivos y sostenibles. Este enfoque busca fomentar prácticas responsables y contribuir a la conservación de espacios verdes resilientes al cambio climático.



www.asomafic.cl



www.tuxpinas.cl



UBICACIÓN

Localización:
33°23'19"S 70°34'27"O

Comunas:
Vitacura, La Reina, Lo Barnechea, Las Condes.

Datos de la propiedad
Privada, hogares residenciales de las comunas consideradas.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

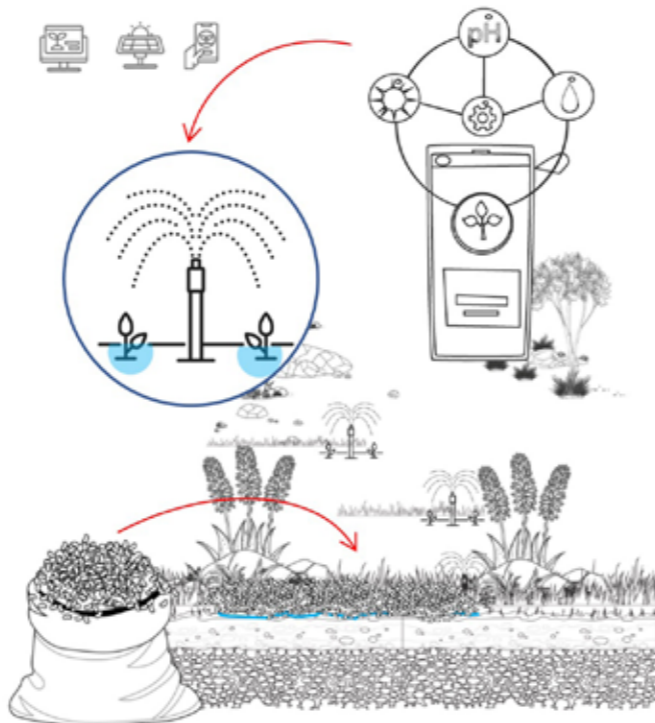
Municipalidades: Vitacura, La Reina, Lo Barnechea, Las Condes. Gobierno de Santiago, Aguas Andinas, Juntas de Vigilancia.

BENEFICIARIOS

580.000 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

- **Riego eficiente** mediante implementación de aspersores y goteros eficientes, que reducen el consumo de agua, usando estrictamente lo necesario.
- **Controladores programables** que pueden ajustar el riego, basándose en la humedad del suelo y la previsión meteorológica.
- **Sensores de humedad del suelo** y de lluvia para optimizar la frecuencia y la cantidad de riego.
- **Sistemas de infiltración** natural de agua de lluvia para potenciar su infiltración directamente en el suelo, reduciendo la necesidad de riego.
- **Cubiertas y xerojardinería**, usando plantas nativas y resistentes a la sequía, con menor requerimiento de agua.
- **Aplicación de mulch** para mantener la humedad en el suelo y reducir la necesidad de riego.
- **Uso de aplicaciones móviles** o software para controlar y optimizar los sistemas de riego.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA

El Observatorio de Ciudades de la Universidad Católica (OCUC) tomó los datos que entregó el último Censo 2017 y comparó la superficie urbana consolidada de las comunas de Santiago con el total de áreas verdes privadas (patios). En ese cruce de información, Vitacura, La Reina, Lo Barnechea y Las Condes destacaron como las comunas con más jardín de la capital, con un total de 3.400 ha, con consumo promedio de 7 l/m².

Área: Se considera un 65% de estos jardines con césped
Solución aplicada (MAS): Paisajismo xérico y sistemas de riego eficiente.

Agua ahorrada: 87 MM L/día (32 MM m³/año)

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	25.893 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	La adopción de estas medidas tiene un impacto ambiental positivo alto, ya que mejora significativamente la gestión del recurso hídrico en el ámbito doméstico o residencial. Las tecnologías empleadas no generan impactos negativos y, de hecho, contribuyen a reducir las pérdidas de agua, lo que es un aspecto beneficioso para el entorno. Al adoptar esta propuesta, los jardines xéricos pueden utilizar la mitad o menos de agua en comparación con paisajes tradicionales. La transformación hacia un paisajismo de bajo consumo, nativo o adaptado a las condiciones climáticas territoriales, no solo conserva agua y reduce costos de tratamiento, sino que también crea espacios atractivos y sostenibles que se adaptan al clima local, promoviendo la educación ambiental y cultural asociada a la identidad en el territorio. Además, aumenta significativamente la biodiversidad con todos los beneficios que esto conlleva.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Mayor disponibilidad de agua. Costo: Asociados a la adquisición de la nueva tecnología. Externalidades: (+) Disminución del consumo de agua Conflicto: Desconfianza en el sistema de riego por parte de los usuarios
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	La implementación de esta solución no se ve limitada por condiciones legales o normativas ni institucionales. No obstante, es posible desarrollar programas e incentivos que promuevan el conocimiento de estas tecnologías y que valoren los beneficios de interés público. En este sentido, estas soluciones pueden llevarse a cabo en el mediano plazo, sin restricciones significativas en las condiciones legales, pero la falta de incentivos puede complejizar el proyecto.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La sostenibilidad de este proyecto se ve reforzada por la disposición potencial del Gobierno Regional Metropolitano de Santiago para implementar programas similares en un futuro cercano. Estas iniciativas desempeñan un papel fundamental en la concientización respecto a la conservación del agua, el seguimiento del consumo y la adopción de medidas para reducir el uso excesivo del recurso. Además, estas aplicaciones representan herramientas valiosas para monitorear la eficiencia hídrica. La colaboración con los municipios amplifica el impacto y promueve un uso más sostenible y consciente del agua en la comunidad a largo plazo. En colaboración con los municipios, es importante incluir un programa de optimización en asociación con proveedores que ofrecen sistemas en comodato, basados en el ahorro real en facturas de agua de los residentes.
Referencias técnicas de la solución	-Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2018). Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile, Tomo III Agua. Disponible en URL: csustentable.minvu.gov.cl/estandares-cs -Whole Building design guide.(s.f.) Water conservation. Disponible en URL: www.wbdg.org/resources/water-conservation -Water utility Authority. Bernalillo county, Albuquerque. (s.f) Xeriscaping the complete how-to guide. Disponible en https://www.abcwua.org/wp-content/uploads/Conservation_Rebates/XeriscapeHowTo_2020_06122020-1.pdf
Ejemplos exitosos	Existen numerosos sitios sobre paisajismo y diseño exterior con ejemplos e ideas de cómo desarrollar e implementar un jardín tolerante a la sequía en el hogar o ciudad. Por ejemplo, en zonas desérticas como Arizona y Texas, hay concursos anuales de paisajismo xérico, tipo de paisajismo que es promovido por los gobiernos regionales y municipios locales: • Departamento de Recursos Hídricos de Arizona: https://new.azwater.gov/conservation/landscaping

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional
- Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

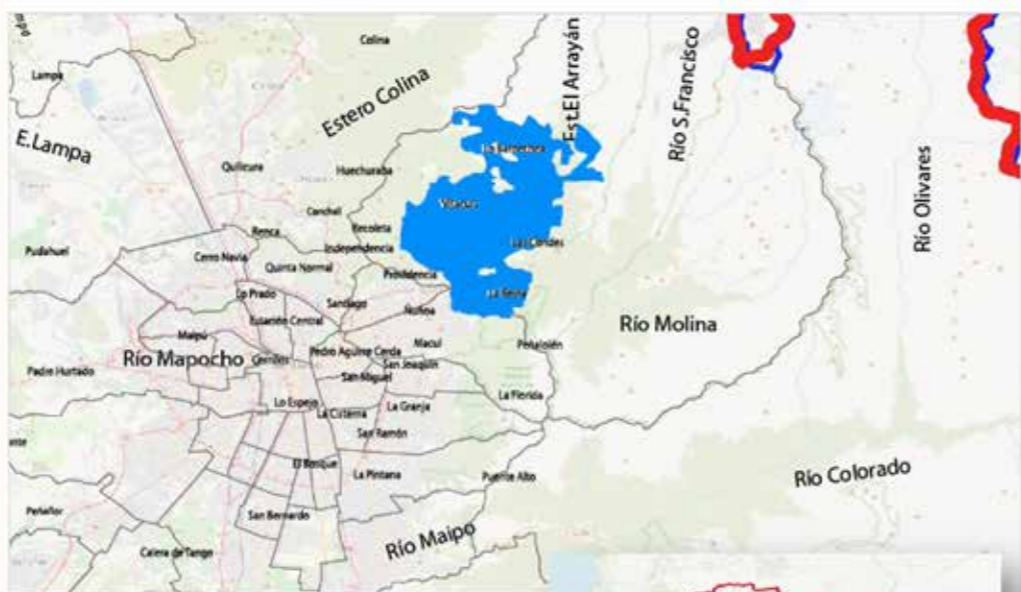
SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS



UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto: ■
 Límite de cuenca: —
 Límite regional: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- La implementación del paisajismo xérico y la optimización del riego en jardines residenciales presenta ciertos riesgos a considerar. Aunque el clima de la Región Metropolitana favorece al paisajismo xérico, debido a las bajas precipitaciones, se debe realizar una selección precisa de especies y diseño para asegurar el éxito. La combinación adecuada de tecnologías de riego inteligente y sistemas de goteo requiere planificación meticulosa para evitar excesos o escasez de riego, que podrían afectar la salud de las plantas.
- La calidad del agua utilizada en el riego es otro factor crítico. Impurezas en el agua podrían obstruir los componentes de riego, demandando mantenimiento constante y reduciendo la eficiencia del sistema. Adaptar el diseño paisajístico a cada jardín y las necesidades de las plantas puede plantear desafíos. La selección adecuada de especies, distribución y planificación del riego son esenciales para el éxito del paisajismo xérico. Con planificación, colaboración con expertos y atención a estas consideraciones, es posible mitigar riesgos y lograr una transición exitosa hacia un enfoque más eficiente y sostenible en el riego y paisajismo.



KIT DE EFICIENCIA DOMICILIARIA EN COMUNAS DE ALTA DENSIDAD POBLACIONAL

PROBLEMA

La situación de abastecimiento de agua potable en la Región Metropolitana es crítica. En esta región convergen los efectos de una disminución en la disponibilidad hídrica, debido a la megasequía y el cambio climático, y una alta y creciente demanda de agua para uso doméstico. En la región se observa el consumo per cápita más alto del país, con más de 160 litros por habitante al día (L/hab/día).

PROYECTO

Este proyecto se centra en implementar soluciones para optimizar el consumo de agua en hogares, a través de un kit para eficiencia en aparatos domésticos. El objetivo principal de este kit de eficiencia es ofrecer soluciones concretas para una gestión más responsable del agua en hogares, combinando tecnología y dispositivos prácticos, que generen un impacto positivo en el ahorro y aumenten la conciencia sobre el consumo hídrico.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

El kit de eficiencia hídrica incluye dispositivos tales como aireadores y perlizadores para reducir el flujo de agua en grifos y duchas, así como sistemas para controlar la temperatura del agua caliente, promoviendo tanto el ahorro de agua como de energía.



AGUA POSITIVO L/día
63 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN \$
165.700 MM

UBICACIÓN

Localización:
 33°35'44"S 70°33'46"O

Comunas:
 Maipú, Cerrillos, Puente Alto, La Florida, Peñalolén.

Datos de la propiedad
 Privado, hogares residenciales de las comunas consideradas.

Potencial de **567** mil hogares

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: Maipú, Cerrillos, Puente Alto, La Florida, Peñalolén. Gobierno de Santiago

BENEFICIARIOS

1.800.000 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

• **Aireadores y pertizadores para grifos:** Dispositivos que mezclan aire con agua, manteniendo un flujo efectivo, mientras se reduce la cantidad de agua utilizada.



• **Reguladores de flujo para duchas:** Cabezales de ducha de bajo flujo o sistemas de monitoreo del flujo, que ayudan a limitar el uso de agua, sin comprometer la comodidad durante la ducha.



• **Temporizadores para ducha:** Acoplados a la ducha, controlan duración y frecuencia del baño.



• **Sistemas de control de temperatura:** Termostatos para calentadores de agua que regulan la temperatura, evitando desperdiciar agua mientras se calienta.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

La metodología para calcular el aporte de ahorro de agua se basa en las tecnologías que componen el pack básico de eficiencia, que incluye:

- **Dispositivos de control de temperatura para eficiencia en el consumo de agua caliente:** Se considerará la instalación de un dispositivo por hogar (4 personas). Se estima un ahorro medio de 29.000 litros de agua por hogar año. Considerando 567.483 hogares, da un ahorro potencial de 45 MM l/día
- **Aireadores y temporizadores.** Cada hogar recibirá 3 aireadores y temporizadores. El consumo basal se estima considerando actividades como lavado de manos, dientes y lavado de platos, resultando un ahorro de 130 litros por hogar al día.
- **La instalación de aireadores puede generar un ahorro de agua de 30% a 70%.** Con el valor más bajo, se calcula un ahorro de 39 L por hogar/día, totalizando 14,2 m³ al año. Aplicado a 567 mil hogares, da un ahorro de 22 MM l/día
- Considerando la implementación en el 80% de los hogares señalados, el aporte total es de:

Agua ahorrada: 63 MM L/día (23 Mm m³/año)

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	7.230 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	La implementación de estas soluciones ofrece beneficios ambientales destacados. La gestión más eficiente del agua en entornos domésticos conlleva una reducción significativa en su consumo. La utilización de tecnologías eficientes, como aireadores y temporizadores, evita pérdidas innecesarias de agua y minimiza la presión sobre recursos hídricos naturales. Estas medidas no generan impactos negativos y contribuyen a conservar el vital recurso, reduciendo la huella hídrica de las comunidades y preservando los ecosistemas acuáticos locales.
Impacto social: NEGATIVO MEDIO	Beneficio: Disminución de la demanda del agua potable. Costo: Costos asociados a la adquisición de la nueva tecnología. Externalidades: No se perciben. Conflicto: No se perciben.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	No se presentan condiciones habilitadoras legales/ normativas e institucionales que limiten la implementación de la solución. Podrían desarrollarse programas y/o incentivos que apoyen un mayor conocimiento de las tecnologías y externalidades positivas de interés público. Se trata de soluciones que pueden implementarse en el corto plazo, sin limitación de condiciones habilitadoras
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La sostenibilidad del proyecto se respalda en el interés del Gobierno Regional Metropolitano en un programa a mediano plazo. Las aplicaciones propuestas elevan la conciencia sobre la conservación del agua, rastrean el consumo y reducen el uso excesivo. También monitorean la eficiencia, mejorando la gestión hídrica. La colaboración activa de las municipalidades, como Maipú, Cerrillos, Puente Alto, La Florida y Peñalolén, es esencial para la implementación exitosa. La coordinación efectiva maximiza el impacto y sostenibilidad del proyecto en la cuenca del Maipo, garantizando mayor adopción y participación comunitaria.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • *Purewal S. (30 de junio de 2015). 5 apps to help you save water. Disponible en URL: https://www.cnet.com/tech/mobile/5-apps-to-help-you-save-water/ • Agencia EFE. (2 de Abril de 2018). Sociedad. Dos fontaneros inventan un dispositivo que ahorra 500 euros en agua al año. Disponible en URL: https://www.eldia.es/sociedad/2018-04-02/3-Dos-fontaneros-inventan-dispositivo-ahorra-euros-agua-ano.htm • MULTIMEDIAE_3273238 Ibarra O., A. (27 de junio de 2018). Estudiantes crean dispositivo que ahorra 20 litros de agua en cada ducha. • Escolares ganan concurso de innovación y viajarán a Silicon Valley. Disponible en URL: http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=482064
Ejemplos exitosos	Actualmente las empresas constructoras en Chile aplican todos estos sistemas de ahorro de agua y energía para lograr certificaciones internacionales como LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, siglas en inglés), o la Certificación Edificio Sustentable (www.certificacionsustentable.cl) que premian la sustentabilidad de las edificaciones en base a criterios que incluyen el ahorro de agua. El producto Aquareturn® es de origen español, patentado en España y USA. Ha sido premiado en varias ocasiones por cuidar el medio ambiente y el ahorro que genera (Premio Ecofin 2014, Premio Innova Aquare 2014, Everis 2011). El dispositivo ya ha sido probado en ochenta instalaciones con resultados satisfactorios, y ha obtenido el certificado C en España y el BCC en Estados Unidos.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional
- Fichas escala regional

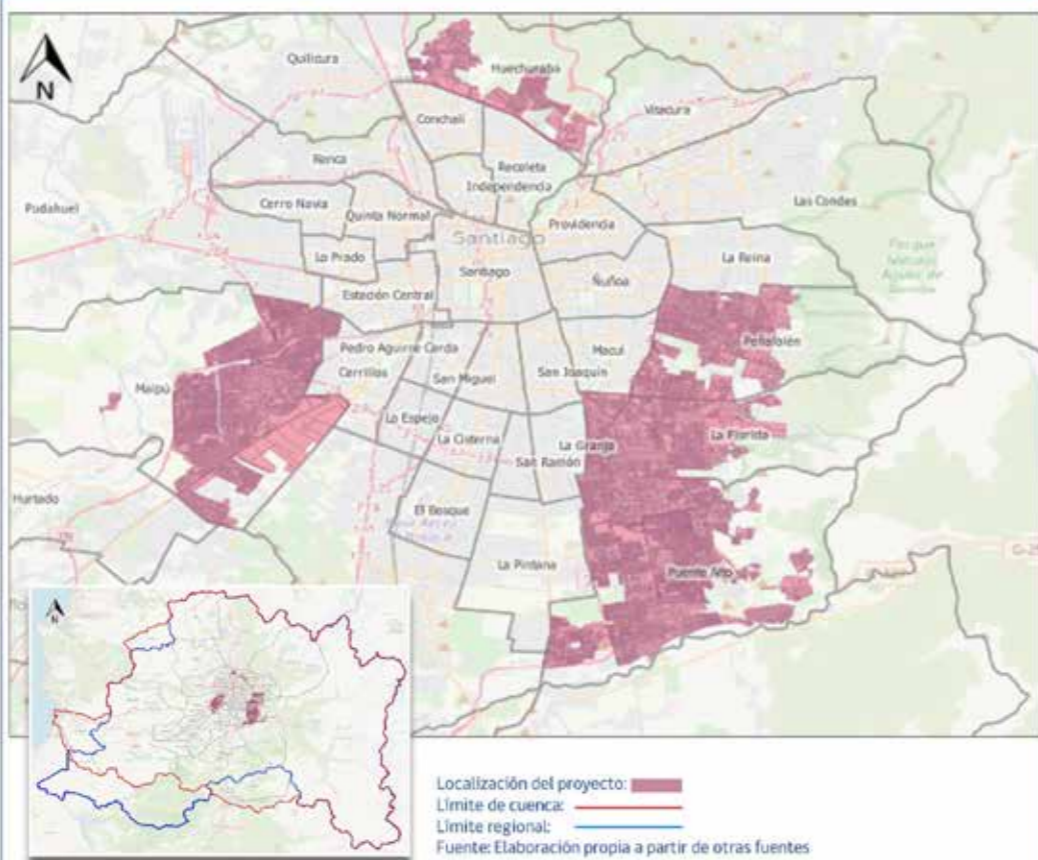
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- La implementación de soluciones para reducir el consumo de agua en hogares plantea riesgos que requieren atención.
- Los aireadores, aunque reducen el flujo de agua, necesitan mantenimiento regular para evitar obstrucciones que afecten su rendimiento. La calidad de los aireadores es fundamental y la limpieza mensual es esencial para el funcionamiento adecuado.
- La tecnología de ahorro de agua caliente para duchas necesita conexión eléctrica específica y presión de agua adecuada, con depósito adicional. Flexibles de agua de 50 cm son necesarios si no se conectan a llaves de corte en la pared. Gestionar estos riesgos es crucial para el éxito sostenible de las soluciones y la satisfacción de los usuarios en el programa de ahorro de agua.

ABASTECIMIENTO DE POZOS DE SSR VULNERABLES MEDIANTE EFICIENCIA EN GRANDES PREDIOS AGRÍCOLAS

PROBLEMA

La extensa sequía que afecta a la cuenca del río Maipo ha impactado especialmente a las comunidades rurales vulnerables. Los habitantes de estas zonas han visto disminuido el suministro de agua potable, debido al bajo nivel de los pozos que suministran agua a los Servicios Sanitarios Rurales (SSR). Se han implementado soluciones de emergencia poco eficientes, como el abastecimiento mediante camiones aljibe.

PROYECTO

Este proyecto busca optimizar el riego en vastos terrenos abastecidos por canales conectados a 32 APR en la Región Metropolitana. La meta central es reducir el consumo de agua en un 20%, redirigiendo este ahorro hacia un APR vinculado al mismo sistema de riego.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

La estrategia propuesta se basa en combinar infraestructura sinérgica y técnicas avanzadas de suministro y distribución de agua para minimizar las pérdidas y maximizar la absorción hídrica por las plantas. La clave radica en la adopción de sistemas de riego de alta presión, tales como aspersión, goteo y riego subsuperficial, que permiten la automatización y regulación de tiempos y volúmenes de agua en diversas secciones del terreno. Estas tecnologías se complementan con medidas como la impermeabilización de canales, automatización del riego, prácticas de conservación agrícola y análisis preciso de las demandas de riego para distintos cultivos.



UBICACIÓN

Localización
 33°29'55"S; 71°15'40"O
 SSR:

MARÍA PINTO	SSR CHOROMBO SSR EL ROSARIO SSR IBACACHE SSR LA PALMA IBACACHE SSR LAS MERCEDES SSR MARÍA PINTO LO OVALLE SSR CHOLQUÍ-MANANTIALES SSR CODIGUA LTDA SSR CULPRÁN SSR HUECHÓN SSR LUMBRERAS SSR LA VILLUMA SSR LAS LOMAS DE CULPRÁN SSR LOS MAITENES ULMÉN SSR SISTEMA MALLARAUCO
MELIPILLA	SSR POPETA SSR PUANGUE SSR RUMAY CAMPO LINDO SSR DE SAN JOSÉ DE MELIPILLA LTDA. SSR SAN MANUEL SSR SAN VALENTÍN LA UNIÓN SSR SANTA ELISA SSR LA VEGA SSR TANTERRE SSR CHIÑIQUE
EL MONTE	SSR EL ROSARIO LOS OLMOS SSR EL PAICO ALTO SSR LA RED

Datos de la propiedad
 Privados Agrícolas y Comunidades SSR.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

ABASTECIMIENTO DE POZOS DE SSR VULNERABLES MEDIANTE EFICIENCIA EN GRANDES PREDIOS AGRÍCOLAS



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: María Pinto, Melipilla, El Monte
Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas, SSR, DOH, DGA, MOP, SERVIU.

BENEFICIARIOS

48.460 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

1. EQUIPOS Y TECNOLOGÍA

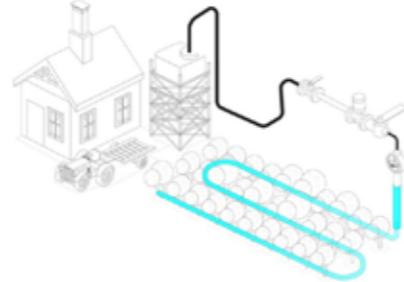
- **Sistemas de riego:** Tuberías de polietileno, goteros y microaspersores que permiten un suministro localizado.
- **Controladores de riego automatizados:** Equipos que programan y ajustan el riego según las condiciones de humedad y meteorológicas.
- **Sensores de humedad:** Sensores capacitivos (FDR) o tensiómetros que miden la humedad del suelo a diferentes profundidades, determinando con esto la cantidad exacta de agua requerida por cultivos.
- **Bomba de presión Scholander:** Permite medir potencial hídrico de las plantas y determinar necesidades hídricas.

2. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- **Materiales para la instalación de sistemas de riego:** Tubos de PVC o polietileno, conectores, válvulas y filtros.
- **Geomembranas o láminas de polietileno:** Para revestir canales y reducir la pérdida de agua por infiltración.
- **Materiales de Mulching:** Cubiertas del suelo como paja, compost o material orgánico utilizado para conservar la humedad y reducir la evapotranspiración.
- **Herramientas de medición y análisis de suelo:** Barrenos, calicatas y equipos para análisis de textura y estructura del suelo.

3. INFRAESTRUCTURA Y CONSTRUCCIÓN

- **Estructuras de distribución de agua:** Acequias con revestimiento, válvulas reguladoras y dispositivos de medición de caudal (vertederos, caudalímetros) utilizados para una distribución eficiente del agua en el predio.
- **Estructuras de almacenamiento de agua:** Estanques o cisternas para recoger y almacenar agua de riego, asociados a sistemas de control de entrada y salida, evitando pérdidas por vertidos y/o evapotranspiración.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

Se realiza un análisis exhaustivo del potencial de eficiencia en predios agrícolas en comunas seleccionadas. Se calcula el ahorro estimado de técnicas de riego más eficientes y se asigna el 20% de este ahorro a SSR vulnerables, mejorando su suministro y sostenibilidad hídrica en el tiempo.

Agua ahorrada: 37 MM L/día (14 MM m³/año)



ABASTECIMIENTO DE POZOS DE SSR VULNERABLES MEDIANTE EFICIENCIA EN GRANDES PREDIOS AGRÍCOLAS

EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	595 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Impacto positivo por reducción consumo de agua. Potencial impacto negativo sobre ecosistemas naturales, por los siguientes efectos: disminución de flujos superficiales hacia esteros, quebradas temporales y sistemas de vegas.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Mayor disponibilidad de agua. Costo: Asociados a la adquisición de la nueva tecnología. Externalidades: (+) Potencial aumento de la productividad agrícola. Conflicto: Desconfianza en el sistema de riego por parte de los agricultores.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Las actividades pueden ser llevadas a cabo por los propietarios de los predios sin limitaciones significativas. Existe la posibilidad de aprovechar subsidios y apoyo técnico proporcionados por el Estado. Aunque sería beneficioso integrar estas iniciativas en planes de gestión de recursos de la cuenca, actualmente no hay instrumentos legales ni marcos institucionales establecidos para este propósito. A pesar de estas limitaciones, estas acciones pueden ser implementadas en un período de tiempo relativamente corto.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La sostenibilidad del proyecto se basa en fuentes de financiamiento ligadas a la eficiencia, como la CNR y DIRPLAN MOP. Aunque la integración en los planes de gestión de la cuenca carece de marco legal, se busca mantener la viabilidad a través de estas fuentes y la colaboración gubernamental. La colaboración de la Municipalidad de San Antonio es esencial para la implementación y expansión exitosa de esta solución.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • CNR. (2018). Riego localizado. Yo cuido el agua. Cartilla divulgativa N°4. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2002). Mejora de la agricultura de regadío. En agua y cultivos, logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Disponible en URL: http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s10.htm • INDAP (2019). Noticias. Uso eficiente del agua: fondos para 33 proyectos en Biobío llegan a la pequeña agricultura. Disponible en URL: https://www.indap.gob.cl/noticias/uso-eficiente-del-agua-fondos-para-33-proyectos-en-biobio-llegan-la-pequena-agricultura
Ejemplos exitosos	El Ministerio de Agricultura, a través de la Comisión Nacional de Riego y el INDAP, cuenta con la Ley N°18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y drenaje, y un programa de apoyo al mejoramiento de la red de regadío en la agricultura familiar y campesina, que incluye la eficiencia hídrica. Recientemente se otorgaron 33 fondos a proyectos de mejoramiento del regadío en la región del Biobío, que incluían el cambio a riego por aspersión y pivote (Noticias INDAP 14/01/2019).

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

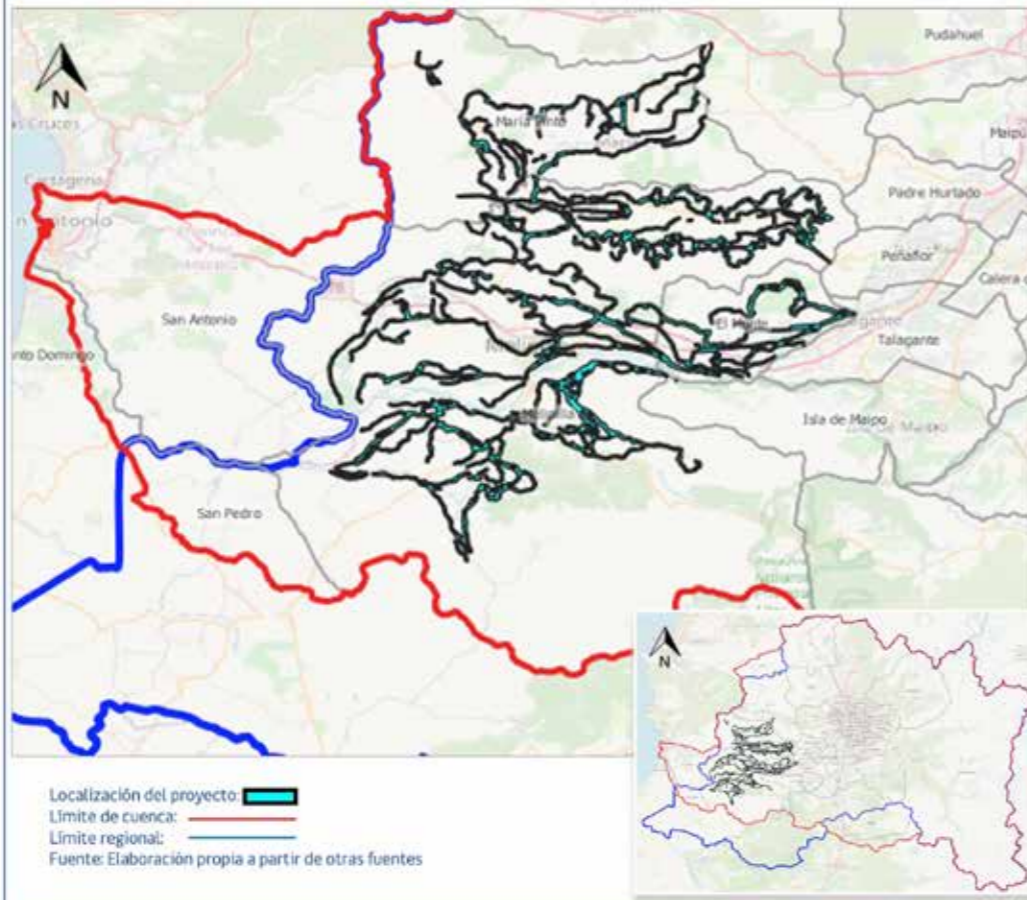
AGRADECIMIENTOS

ABASTECIMIENTO DE POZOS DE SSR VULNERABLES MEDIANTE EFICIENCIA EN GRANDES PREDIOS AGRÍCOLAS



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- **La eficiencia en grandes predios agrícolas** para APR requiere atención a consideraciones específicas. La elección del método depende de instalaciones auxiliares, tales como decantadores, filtros y sistemas de conducción. Además, es vital determinar métodos de control y seguimiento, como caudalímetros y piezómetros, para un monitoreo efectivo.
- **La instalación de sistemas de transporte del agua**, tales como canales y tuberías, es crítica y debe planificarse y diseñarse con precisión. La gestión exitosa de estos aspectos técnicos y logísticos es esencial para asegurar la efectividad y sostenibilidad de las soluciones de eficiencia en grandes predios agrícolas.
- **La planificación minuciosa y la implementación precisa** son cruciales para mitigar riesgos y garantizar el impacto positivo en el abastecimiento de agua potable en comunidades rurales.



EFICIENCIA Y USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO

AGRICULTURA VERTICAL PARA LA PEQUEÑA AGRICULTURA

PROBLEMA

La disminución de las precipitaciones y el alto consumo de agua por la agricultura, hacen necesario implementar nuevas tecnologías que usen eficientemente el recurso. Por otra parte, la expansión urbana reduce territorios rurales, generando pérdida de suelo agrícola en la cuenca, lo que puede afectar a futuro la seguridad alimentaria del territorio.

PROYECTO

Este proyecto consiste en implementar sistemas modulares de agricultura vertical, con modelos de agricultura en ambiente controlado, utilizando sistemas de hidroponía o aeroponía, automatizando las variables hídricas y nutricionales de los cultivos.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Los cultivos se enraizan en módulos verticales que son dispuestos en entornos cerrados tipo invernaderos, con iluminación mediante lámparas LED y riego mediante hidroponía o aeroponía. Estos sistemas de cultivo vertical no deben confundirse con las paredes verdes, fachadas verdes (living walls) y otros sistemas similares, ya que su propósito es producción de alimento.



AGUA POSITIVO
Ahorro de agua:
L/día
243 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
173.530 MM

UBICACIÓN

Localización:
33°29'55"S; 71°15'40"O
Provincias:
Melipilla, Maipo, Talagante.
Comunas: Melipilla, El Monte, María Pinto, Paine.
Ubicación: Predios con menos de 10 ha, que cultivan hortalizas de hojas verdes
Datos Propiedad:
Propiedad privada. Predios asociados a las comunas señaladas

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Comisión Nacional de Riego, Instituto de Desarrollo Agropecuario, Agricultores privados

BENEFICIARIOS

938 PRODUCTORES (Aprox.)

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

1. MATERIALES Y ESTRUCTURAS

- **Estructuras de soporte:** Estantes, marcos y torres construidos generalmente de metal, como aluminio o acero inoxidable, que resisten humedad y peso de los sistemas de cultivo.
- **Paneles o contenedores de cultivo:** Bandejas, canaletas o columnas verticales para alojar plantas, hechos de plásticos de grado alimenticio, como PVC o poliestireno.

2. SISTEMAS SIN SUELO

- **Para hidroponía:** Materiales inertes como lana de roca, perlita, vermiculita o arcilla expandida.
- **Para aeroponía:** Equipos que nebulizan las raíces con una solución nutritiva.
- **Para acuaponía:** Tanques para peces y sistemas de filtración que integran acuicultura y cultivo de plantas.

3. SISTEMAS DE CONTROL CLIMÁTICO

- **Iluminación LED:** Luces de espectro completo o ajustables que proveen intensidad lumínica y espectros para la fotosíntesis.
- **Sistemas HVAC** (heating, ventilation and air conditioning): Controlan temperatura, humedad y circulación de aire.

4. SISTEMAS DE RIEGO Y NUTRIENTES

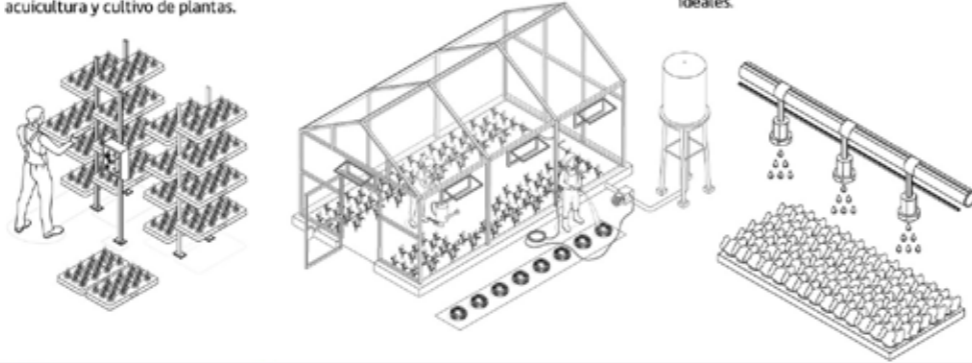
- **Bombas:** Para circular la solución nutritiva a través de los ductos que alimentan cultivos, generando flujos continuos.
- **Tanques y reservorios:** Para almacenar soluciones nutritivas y agua utilizadas para los cultivos.
- **Tuberías y mangueras:** Para la distribución de la solución nutritiva a las plantas.

5. INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO

- **Sensores:** De humedad, pH, temperatura, concentración de nutrientes y CO2 para monitorizar y ajustar las condiciones.
- **Controladores y automatización:** Sistemas computarizados o inteligentes para automatizar riego, iluminación, nutrición, ventilación, etc.

6. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS AUXILIARES

- **Equipos de medición:** Para regular parámetros tales como TDS (Total Dissolved Solids), conductividad eléctrica, pH-metros y luxómetros.
- **Sistemas de control automatizados:** Controladores lógicos programables o PLC para controlar y regular la entrega de elementos, fluidos, en condiciones ambientales y climáticas ideales.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

De acuerdo al censo agropecuario 2021, se utiliza el catastro de predios con menos de 10 ha y que posean cultivos de hojas verdes en las comunas mencionadas. Luego, con este catastro, se considera el 10%

Área: 9.121 Ha

Solución propuesta (MAS): Agricultura vertical

Agua ahorrada: 243 MM L/día (89 MM m³/año)

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	1.958 \$/m ³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Impacto ambiental positivo si el consumo de agua en predios se reduce respecto del uso actual. Por el contrario, si se extiende la superficie cultivable y la demanda de agua aumenta, el impacto es negativo. La solución debe estar acompañada de una mejor regulación en la administración del agua.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Optimización del uso agrícola del agua. Costo: Adquisición de la tecnología. Externalidades: (+) Disminuye la superficie de suelo usada para cultivo. Conflicto: No se aprecia. Permite, además, cultivos continuos todo el año, de mejor calidad y en regiones en donde solo se cosecha por temporadas o las condiciones no son óptimas. Se incrementa la productividad por pie cuadrado hasta en 390 veces respecto a las granjas de tierra y se reduce el gasto en transporte. La implementación de sistemas de cultivos verticales presenta un gran beneficio a los sistemas hídricos locales, al usar hasta un 95% menos que un cultivo tradicional, lo cual se puede transformar en una conveniente alternativa para pequeños propietarios de terrenos que no son rentables con sistemas tradicionales o en el caso de agricultores que vean en esta modalidad una opción para ser más eficientes con el recurso hídrico.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	Actividades que se pueden desarrollar por los propietarios sin limitaciones. Existe la posibilidad de utilizar subsidios y apoyo técnico del Estado. Sería conveniente integrar estas iniciativas en el marco de planes de gestión de los recursos de la cuenca. Sin embargo, no existen instrumentos legales ni marcos institucionales previstos para ese propósito. Con estas limitaciones, son iniciativas que se pueden implementar en el corto plazo.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La Comisión Nacional de Riego e INDAP podrían tener herramientas de financiamiento para estas iniciativas para los pequeños agricultores que se atreven a innovar. En relación al espacio, la gran ventaja de estos sistemas es que son unidades que se pueden implementar de forma de baterías. Si están en containers, estos se pueden ordenar unos junto a otros o posicionarlos uno sobre otro, lo cual da una optimización con respecto al terreno, lo que permite lograr que unidades productivas muy pequeñas resulten de gran productividad, igualando o superando el cultivo tradicional.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Chile riego. 2008. Hidroponía: máxima eficiencia en el uso del agua. Pag 32-40. Disponible en URL: https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/530a4f7f-3e3d-4855-ac40-fa445dacc872/content • INDAP. (20 de noviembre de 2018). Noticias y eventos: Juan Carlos Flores innovó con la hidroponía en el valle de Lluta y produce 28 mil lechugas al año. Disponible en URL: https://www.indap.gob.cl/noticias/juan-carlos-flores-innovo-con-la-hidroponia-en-el-valle-de-lluta-y-produce-28-mil-lechugas
Ejemplos exitosos	https://www.df.cl/agricultura-vertical-la-tendencia-global-que-gana-terreno-para-enfrentar

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

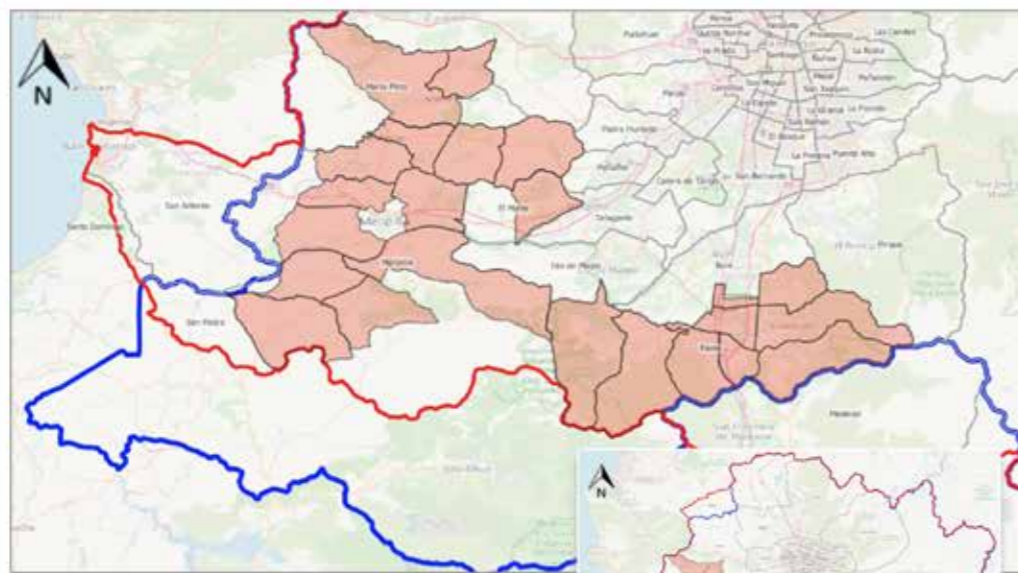
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto: ■
 Limite de cuenca: —
 Limite regional: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Una de las principales barreras de entrada es el alto costo inicial de estos equipos, los cuales pueden ser financiados por las herramientas del Estado, disponibles en entidades como CNR e INDAP.
- La implementación de sistemas de cultivos verticales presenta ciertas exigencias para el agricultor, debido a la alta tecnología que conlleva. Indispensable es la capacidad de medir parámetros de calidad de fertirriego, tales como las mezclas de fertilizantes y la medición de parámetros de requerimiento de la planta, PH, conductividad eléctrica, entre otros.
- Las granjas verticales son muy dependientes de la energía. Para hacer frente a esta dependencia, se pueden introducir sistemas de respaldo para garantizar un funcionamiento continuo durante interrupciones y cortes de energía.
- Susceptibilidad a enfermedades/plagas transmitidas por el agua: Los sistemas de agricultura vertical pueden ser susceptibles a enfermedades transmitidas por el agua o plagas causadas por microbios patógenos que se propagan a través del agua contaminada. Es por eso que requieren de protocolos y medidas sanitarias en su adecuado manejo.
- Como toda innovación, genera resistencia por parte de los usuarios, debido a que es un cambio en la forma de cultivar y requiere aprender a utilizarla.

REÚSO AGUAS RESIDUALES TRATADAS RURALES EN LA RM

PROBLEMA

Administradores de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) se han visto afectados por problemas de abastecimiento de agua, junto con la falta de recursos para operar y mantener sistemas sanitarios, repercutiendo en una deficiente calidad del efluente descargado. Esto lleva a buscar mecanismos que puedan mejorar la calidad de los efluentes sanitarios rurales, complementario a la generación de nuevas fuentes de agua, que logren suplir la falta de oferta natural de zonas rurales afectadas por sequía.

PROYECTO

El enfoque central del proyecto se dirige hacia la reutilización estratégica de aguas residuales tratadas, provenientes de sistemas rurales, con el propósito de aprovechar esta nueva fuente de agua para diversos usos (riego agrícola de subsistencia, infiltración, etc.). El proyecto presenta la oportunidad de recuperar un efluente que puede ser aprovechado en zonas impactadas por la escasez hídrica. La visión principal del proyecto radica en establecer un ciclo efectivo de reutilización en zonas rurales de Chile, en cumplimiento con los estándares de agua establecidos por el D.S. 90/2001.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

La propuesta contempla la captación de aguas tratadas y su posterior transporte hasta un punto de almacenamiento para su uso, generando un diseño adaptado a cada necesidad. En este diseño se definen procesos de tratamiento, estableciendo las obras de almacenamiento, impulso y conducción necesarias para garantizar la eficiencia y seguridad del sistema en su conjunto.



AGUA POSITIVO
 Aporte de agua:
 L/día
16 MM

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
 \$
1.612 MM

UBICACIÓN

Localización:
 Comunas rurales de la Región Metropolitana, con sistemas de tratamiento de aguas residuales tratadas en buenas condiciones de funcionamiento.
33° 8'28"S 70°47'42"O

Comunas:
 Alhué, Curacaví, Isla de Maipo, María Pinto, Melipilla, Padre Hurtado, Paine, Pirque, San Pedro, Talagante y Tiltil.

Datos de la propiedad
 Privadas de comunidades administradoras de SSR (Comités y Cooperativas rurales) y municipales en casos particulares.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REÚSO AGUAS RESIDUALES TRATADAS RURALES EN LA RM



MIGRACION E INCORPORACION DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Comité y cooperativas de SSR de las comunas de Tiltil, Pirque, Paine, Alhué, Curacaví, María Pinto, Melipilla, San Pedro, Isla de Maipo, Padre Hurtado, Talagante, DOH, DIRPLAN, CNR, SUBDERE.

BENEFICIARIOS

64.455 HABITANTES

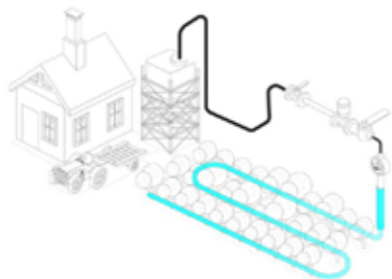
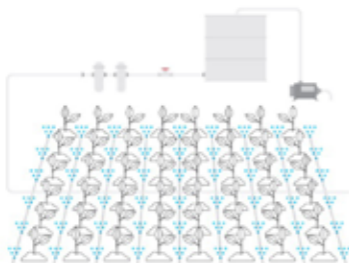
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para el caso de sistemas de reúso que consideren riego de cultivos agrícolas, la materialidad requerida es la siguiente:



- **Sistemas de riego:** Tuberías de polietileno, goteros y microaspersores para un suministro localizado de agua.
- **Cabezales de riego:** Componentes de control principal, donde se regula el flujo y la presión del agua.
- **Controladores de riego automatizados:** Programan y ajustan el riego según las condiciones de humedad.
- **Sensores de humedad:** Sensores capacitivos (FDR) o tensiómetros que proporcionan datos precisos sobre la humedad del suelo a diferentes profundidades, determinando cantidad exacta de agua requerida.

- **Filtro anillas y/o UV:** Sistema de tratamiento complementario que elimina material particulado (sólidos suspendidos) para proteger sistema de riego, y filtros UV, eliminando contaminantes o patógenos.
- **Materiales para la instalación de sistemas de riego:** Tubos de PVC o polietileno, conectores, válvulas y filtros.
- **Estructuras de almacenamiento de agua:** Estanques o cisternas para recoger y almacenar agua de riego, asociados a sistemas de control de entrada y salida de agua, para así evitar pérdidas por vertidos y/o evapotranspiración.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

La metodología se basa en estudios previos para evaluar el consumo de agua en cada iniciativa. El cálculo del aporte se realiza considerando el consumo promedio por habitante y tecnología aplicada:

- **Cálculo consumo rural promedio:** Se evalúa el consumo por habitante según estudios base.
- **Tasa de recuperación de aguas servidas:** Se utiliza un factor de 0,8 para la recuperación de aguas residuales a través del alcantarillado, considerando que un 20% no retorna a la PTAS rural, ya sea por consumo, uso o pérdida en la conducción (alcantarillado)

Esta metodología ajustada garantiza una estimación precisa del aporte de aguas, considerando las particularidades de cada caso y facilitando una gestión efectiva de los recursos hídricos en zonas rurales.

Aporte de agua: 16 MM L/día (6 MM m³/año)

MIGRACION E INCORPORACION DE NUEVAS FUENTES DE AGUA



REÚSO AGUAS RESIDUALES TRATADAS RURALES EN LA RM

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	264 \$/m³ Los costos de mantenimiento y operación son variables según el territorio, modelo gestión y/o negocio a implementar
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Reduce ingreso de cargas contaminantes a los ríos, reduce carga en plantas de tratamiento de aguas domiciliarias y aumenta la disponibilidad de agua potable para consumo humano.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficios: Liberación del recurso agua potable, al dedicarlo exclusivamente al consumo humano. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología. Externalidades: (+) Disminución de los malos olores al llegar una menor cantidad de agua servida a las plantas de tratamiento. Conflicto: No se perciben conflictos directos.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	No existen normativas específicas para el reúso de aguas servidas tratadas y sus implicancias sanitarias. Eventualmente, deberán someterse a la normativa ambiental y a la normativa sanitaria o de salud pública que corresponda. Adicionalmente, si las instalaciones estuvieran dentro del radio urbano pudieran necesitar someterse a la OGUC y obtener la autorización municipal. Se deben ceñir al marco regulatorio de las empresas de servicios sanitarios o de los comités de APR, incluyendo la regulación del MINSAL. No existen criterios generales para la consideración del reúso en los procesos tarifarios, a nivel urbano, ni incentivos financieros para la utilización de las aguas servidas tratadas. Sin embargo, Chile cuenta con experiencias de proyectos de reúso de agua rural que fueron implementados en mediano plazo, como el caso de Tilttil para regar una plaza pública, La Ligua para un invernadero, además de los 6 proyectos ejecutados en la región de Coquimbo por Fundación Chile.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	La creación de modelos de negocio locales entre comités de SSR y un beneficiario ofrece una sinergia estratégica, generando ingresos repartidos entre las partes. Esta colaboración puede impulsar la inversión, operación y mantenimiento de sistemas de reúso productivo, generando beneficios mutuos y asegurando la sostenibilidad a largo plazo. Mantener la calidad de descarga del sistema de tratamiento es crítico para que los sistemas productivos sean inocuos para las personas y el medio. La sostenibilidad financiera de la implementación de este tipo de iniciativas puede provenir de fuentes como DIRPLAN-MOP, u otras entidades estatales que impulsan proyectos similares. Empresas u organizaciones privadas con intención de ser agua positivo, también pueden ayudar al financiamiento y sostenibilidad de estos sistemas de reúso.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Fundación Chile. (2018). Claves para la Gestión de Aguas Residuales Rurales. Primera Planta de Reúso de Aguas Tratadas en la Región de Coquimbo, una experiencia replicable. Santiago, Chile. Disponible en URL: https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/12/claves-para-la-gestion-de-aguas-residuales.pdf • Fundación Chile. (2015). Humedal artificial: una innovadora solución para la sequía de la V región. Disponible en URL: https://fch.cl/noticianoticia-destacadanoticia-antigua/humedal-artificial-una-innovadora-solucion-para-la-sequia-de-la-v-region/ • Galindo, R. (2013). Humedal Artificial de Flujo Horizontal Sub-Superficial para tratamiento de Aguas Mielles. Finca Pampojilá, Sololá, Guatemala. Disponible en URL: Humedales de Flujo Subsuperficial: Una alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Zonas Tropicales. INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD, 27-35. Disponible en URL: http://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2302 • Plaza de los Reyes del Río, C., & Vidal Sáez, G. (2007). Humedales construidos: una alternativa a considerar para el tratamiento de aguas residuales. Universidad de Concepción. Disponible en URL: https://www.researchgate.net/publication/256536707_Humedales_construidos_una_alternativa_a_considerar_para_el_tratamiento_de_aguas_residuales
Ejemplos exitosos	PTAS Cerrillos de Tamaya, Comuna de Ovalle, Región de Coquimbo. Reúso de 6 L/s de aguas residuales tratadas descargadas por PTAS rural para el riego de 6 hectáreas de alfalfa. Con esto se logró la generación de 50 mil dólares anuales, los cuales se distribuyeron entre el Comité de APR que administra la PTAS rural y el agricultor a cargo del sistema de riego y producción agrícola. La solución fue replicada en otros 5 sistemas de reúso en la misma región, los cuales aplican para reúso productivo (producción y comercialización de plantas ornamentales), recarga segura de acuíferos, reforestación, riego de vegetación nativa, etc.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS A PARTIR DEL EMISARIO SUBMARINO



MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidad: San Antonio
Comunidades de Agricultores de la zona, Comisión Nacional de Riego, Superintendencia de Servicios Sanitarios, ESVAL

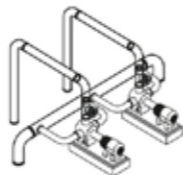
BENEFICIARIOS

97.323 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

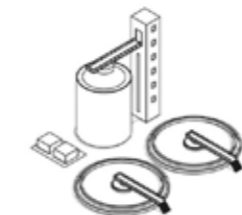
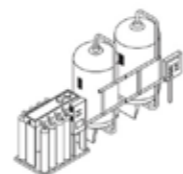
1. RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO

• **Sistemas de bombeo:** Configuración de estaciones de bombeo capaces de recuperar grandes volúmenes de agua desde los emisarios submarinos y/o colectores, para llevarlos al punto de acumulación previo a su tratamiento.

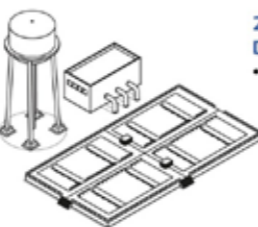


• **Tanques de almacenamiento:** Estructuras diseñadas para almacenar agua tratada antes de su distribución, que pueden incluir tanques elevados o depósitos subterráneos.

• **Plantas de tratamiento de aguas residuales:** Instalaciones de tratamiento primario y secundario, pudiendo incluir lodos activados, tratamiento con membranas, procesos biológicos, desinfección con cloro o UV y eliminación de nutrientes.



• **Tuberías y canales de conducción:** Para transportar agua desde los puntos de recuperación hasta las plantas de tratamiento, y de allí a los sistemas de almacenamiento.



2. INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN

• **Redes de distribución:** Tuberías secundarias y terciarias, válvulas y estaciones de bombeo para transportar agua desde los tanques de almacenamiento hasta los usuarios finales.

• **Sistemas de monitoreo y control de calidad del agua:** Sensores y equipos automatizados para medir continuamente parámetros críticos como turbiedad, nutrientes, patógenos, y otros contaminantes.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

La metodología para calcular el aporte de aguas se fundamenta en una combinación de información del estudio "Diagnóstico del potencial de reúso de aguas residuales en la Región de Valparaíso" (2016), de Fundación Chile, y lecciones aprendidas de experiencias locales. El enfoque se centra en captar las aguas liberadas por el emisario submarino de San Antonio, evaluando su idoneidad para reúso en función de variables como caudal, calidad y posibles usos.

- Este proceso considera factores geográficos, hidrológicos y regulatorios, lo que permite estimar con precisión el ahorro de agua al reutilizar estas aguas. La metodología se basa en datos obtenidos de la autoridad (SISS), integrando aspectos ambientales y normativos. De esta manera, se determina integralmente el aporte de estas aguas al sistema hídrico.

Aporte de agua: 18 MM L/día (6,6 MM m³/año)

MIGRACIÓN E INCORPORACIÓN DE NUEVAS FUENTES DE AGUA



REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS A PARTIR DEL EMISARIO SUBMARINO

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia	10.340 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Reduce ingreso de cargas contaminantes al mar, reduce carga en plantas de tratamiento de aguas domiciliarias, aumenta la disponibilidad de agua potable para consumo humano.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficios: Liberación del recurso agua potable al dedicarlo exclusivamente al consumo humano. Costo: Asociado a la adquisición de la tecnología e implementación del sistema de tratamiento y conducción. Externalidades: (+) Disminución de la contaminación en el mar por la reducción de aguas negras arrojadas a través de los emisarios marinos. Conflicto: No se perciben conflictos directos.
Tiempo de implementación: LARGO PLAZO	No existen normativas específicas para el reúso de aguas servidas tratadas y sus implicancias sanitarias. Eventualmente, deben someterse a la normativa ambiental y a la normativa sanitaria o de salud pública que corresponda. Adicionalmente, pudieran necesitar someterse a la OGUC y obtener la autorización municipal. Se deben ceñir al marco regulatorio de las empresas de servicios sanitarios o de los comités de APR. No existen criterios generales para la consideración del reúso en los procesos tarifarios, a nivel urbano, ni incentivos financieros para la utilización de las aguas servidas tratadas.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Para la sustentabilidad del proyecto se requiere de contratos de largo plazo. Posibilidad de establecer modelos de negocio que integren a usuarios vulnerables o con poca capacidad de pago en estos proyectos. Uno de estos modelos puede ser el 80/20, donde un cliente ancla sostiene el 80% de la inversión y operación del sistema, reduciendo con esto el costo del 20% restante, donde pueden integrarse agricultores, municipios u otros usuarios con menor capacidad de pago. Estos modelos generarían licencia social para la iniciativa, apoyando la resiliencia de una mayor cantidad de actores en el territorio.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • 2030 Water Resources Group. (2013). Managing Water Use in Scarce Environments. A Catalogue of Case Studies. Washington, DC. Disponible en URL: https://2030wrg.org/wp-content/uploads/2013/12/2030-WRG-Managing-water-scarcity-catalogue-web.pdf • DECRETO 90 Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Disponible en URL: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=182637 • Antofagasta, C. (s.f.). Creo Antofagasta. Innovador sistema de reciclaje de agua para Antofagasta. Disponible en URL: https://tel.cl/2019/01/reuso-de-aguas-para-una-mejor-ciudad/ • Aguas Residuales como nueva fuente de agua. Diagnóstico del potencial reúso de aguas residuales en la Región de Valparaíso, Chile. Disponible en URL: https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/12/aguas-residuales-como-fuente-de-agua.pdf
Ejemplos exitosos	<p>Diagnóstico del Potencial Reúso de Aguas Residuales Tratadas en la Región de Valparaíso (FCh, 2016). Evaluación técnico económica para reusar 3 m³/s descargados por emisarios submarinos en la región de Valparaíso, integrando un análisis de impactos sociales, económicos y ambientales del reúso de aguas residuales tratadas.</p> <p>Proyecto Conserv II: Recuperación de agua para reúso y recarga de fuentes subterráneas. Para recuperación de 58 millones de metros cúbicos de aguas que eran descargados al lago Tohopekaliga (Florida, EEUU), con el objetivo de mejorar la calidad de las aguas del lago y reservas naturales adyacentes. El proyecto contempló el mejoramiento de la operación de las PTAS municipales, la construcción de una red de distribución de agua recuperada y la construcción de cuencas de infiltración rápida para la recarga de acuíferos. De esta forma, casi el 60% del agua recuperada se utiliza para regar campos de golf y parques locales, y para irrigar 1.300 ha de huertos de cítricos (acuerdo para dejar agua gratis para este uso por 20 años, lo que reduce la extracción de agua subterránea), mientras que el 40% restante se utiliza para recarga de acuíferos.</p>

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

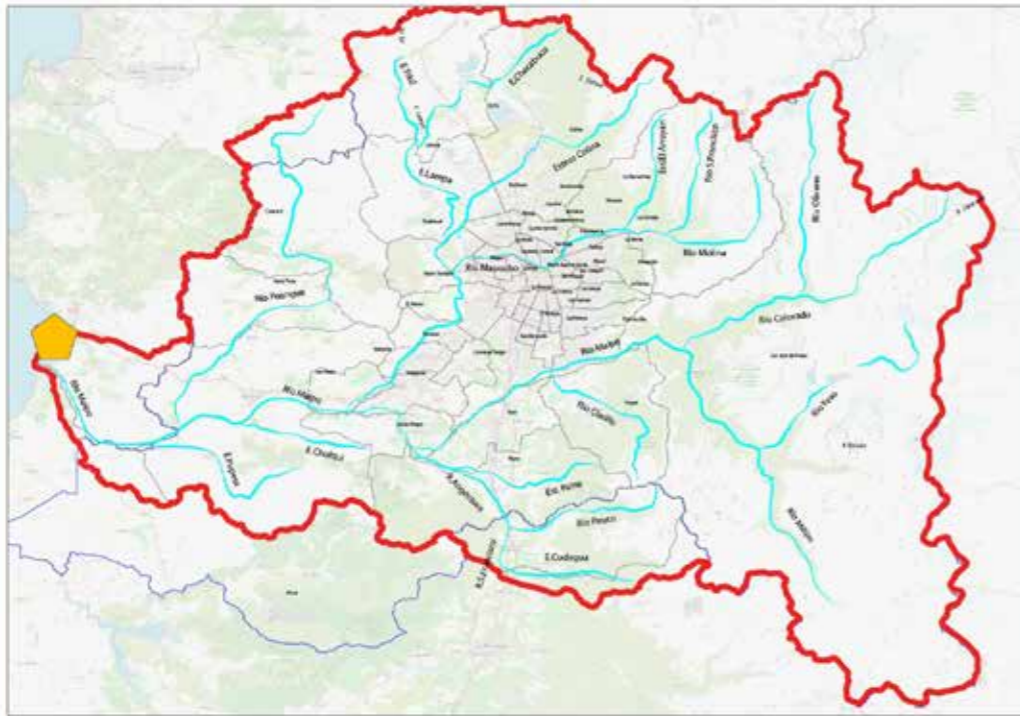
AGRADECIMIENTOS

REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS A PARTIR DEL EMISARIO SUBMARINO



MIGRACION E INCORPORACION DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

UBICACION DEL PROYECTO



Localización del proyecto: 
 Límite de cuenca: 
 Límite regional: 
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Un riesgo importante en este proyecto radica en la carencia de un marco regulatorio claro, lo que reduce la certeza de inversión para este tipo de iniciativas, dificultando la estructura de negocio, análisis de costos y beneficios, y mitigación de riesgos. La incerteza normativa y de propiedad de las aguas residuales descargadas por emisarios submarinos, reduce las estrategias claras de pago y comercialización, amenazando la viabilidad a largo plazo de este tipo de iniciativas. Sin embargo, y dada la vulnerabilidad hídrica de la zona de la desembocadura de la cuenca del Maipo, acuerdos sectoriales o normativas transitorias podrían ayudar a superar estos riesgos.
- La aceptación pública del reúso de aguas tratadas es otro riesgo, ya que la falta de comprensión y preocupaciones sobre la inocuidad de esta nueva fuente, pueden generar resistencia en su utilización por parte de los usuarios. Se requieren, por tanto, campañas de concienciación para mitigar esta problemática.
- La planificación segura y eficiente de la distribución es fundamental para el éxito del proyecto.
- A pesar de estos desafíos, la implementación exitosa podría aumentar la seguridad hídrica y la sostenibilidad en la cuenca, promoviendo prácticas avanzadas y responsables de gestión de recursos en la región.



MIGRACION E INCORPORACION DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

REÚSO AGUAS RESIDUALES TRATADAS RURALES EN ZONAS SIN SANEAMIENTO DE LA RM

PROBLEMA

En la Región Metropolitana existen comunidades rurales, en zonas semi concentradas y desconcentradas, con problemas de abastecimiento de agua, las que además poseen sistemas de disposición de aguas servidas sin tratamiento. Esto genera un potencial problema de contaminación de suelo y cursos de agua superficial y/o subterráneo, lo que incide en reducir la oferta y calidad del agua para usos locales o aguas abajo.

PROYECTO

El proyecto propone la implementación de sistemas de tratamiento individual o descentralizado, basados en humedales sub-superficiales, con el objetivo de reutilizar aguas servidas domiciliarias, las que pueden ser usadas -por ejemplo- para riego. Al combinar la purificación del agua con la funcionalidad del riego, el proyecto busca impulsar prácticas más responsables y conscientes en la gestión hídrica en diversas comunidades afectadas por procesos de desabastecimiento de agua, dándole una segunda vida a los efluentes sanitarios rurales.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Sistema de depuración de agua compuesto por lagunas o canales de poca profundidad (0,60 a 1,0 m), que contienen agua servida de origen doméstico o agua residual en exposición a la atmósfera, una cubierta impermeabilizante en el fondo para evitar la contaminación al agua freática y una capa sumergida de suelo (también conocido como sustrato) para soportar las raíces de vegetación macrófita, las cuales usualmente son eneas, carrizos, juncias y juncos.



Corfoct



Coliguay, comuna de Quilpué

 AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día
6 MM

 INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
\$
4.822 MM

UBICACIÓN

Localización:
Comunidades rurales semi concentradas de la Región Metropolitana, con espacio para instalar sistemas de tratamiento pasivo.
33°32'15"S 70°54'24"O

Comunas:
Lampa, Colina, Tiltil, San José de Maipo, Paine, Buin, San Bernardo, Alhué, Curacaví, María Pinto, Melipilla, San Pedro, Pudahuel, Quilicura, Isla de Maipo, Talagante, Peñaflores.

Datos de la propiedad
Terrenos rurales que puedan ser disponibilizados por las comunidades rurales.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REÚSO AGUAS RESIDUALES TRATADAS RURALES EN ZONAS SIN SANEAMIENTO



MIGRACION E INCORPORACION DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Comunidades rurales de las comunas de Lampa, Colina, Tiltil, San José de Maipo, Paine, Buín, San Bernardo, Alhué, Curacaví, María Pinto, Melipilla, San Pedro, Pudahuel, Quilicura, Isla de Maipo, Talagante, Peñaflores, DOH, SUBDERE.

BENEFICIARIOS

140.632 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La construcción de humedales artificiales sub-superficiales, para tratamiento de aguas residuales domésticas, requiere la siguiente materialidad:

1. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE HUMEDALES ARTIFICIALES

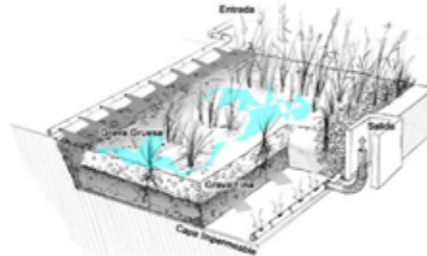
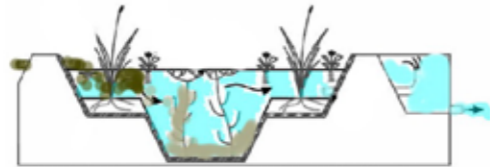
- **Geomembranas o revestimientos impermeables:** Para cubierta impermeabilizante del fondo del humedal, evitando filtración de contaminantes.
- **Sustrato de soporte:** Materiales como grava, arena o una mezcla de ambos que servirán como medio para las raíces de plantas y para la fijación de microorganismos beneficiosos e involucrados en el tratamiento de las aguas residuales.
- **Vegetación macrófita:** Plantas adaptadas a condiciones húmedas como eneas, carrizos y juncos, que contribuyen al tratamiento.
- **Tuberías y sistemas de distribución:** Conducen las aguas hacia y desde los humedales, así como su distribución sobre el sustrato.
- **Sistemas de pretratamiento:** Como fosas sépticas o tanques de sedimentación para reducir carga orgánica que va a los humedales.

2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- **Bombas de impulsión:** Para la impulsión del agua hasta el humedal, si el flujo por gravedad no es suficiente.
- **Sistemas de aireación:** Algunos diseños pueden requerir aireadores para aumentar oxígeno en el agua y facilitar descomposición aerobia.
- **Equipos de medición y monitoreo:** Para controlar parámetros como pH, conductividad eléctrica, niveles de oxígeno y presencia de contaminantes, antes y después del tratamiento.

3. HERRAMIENTAS Y MATERIALES AUXILIARES

- **Elementos de jardinería:** Para la plantación y el mantenimiento de las plantas macrófitas.
- **Materiales de filtración adicional:** Capas adicionales como biofiltros, con medios para el crecimiento de bacterias nitrificantes.
- **Mallas o barreras de protección:** Para prevenir la entrada de animales o la salida de materiales flotantes.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APOORTE DE AGUA

La metodología se basa en estudios previos para evaluar el consumo de agua en cada iniciativa. El cálculo del aporte se realiza considerando el consumo promedio por habitante y tecnología aplicada:

- **Cálculo consumo rural promedio:** Se evalúa el consumo por habitante según estudios base.
- **Tasa de recuperación de aguas servidas:** Se utiliza un factor de 0,8 para la recuperación de aguas residuales a través del alcantarillado, considerando que un 20% no retorna a la PTAS rural, ya sea por consumo, uso o pérdida en la conducción (alcantarillado)

Esta metodología ajustada garantiza una estimación precisa del aporte de aguas, considerando las particularidades de cada caso y facilitando una gestión efectiva de los recursos hídricos en zonas rurales.

Aporte de agua: 6 MM L/día (2,2 MM m³/año)

MIGRACION E INCORPORACION DE NUEVAS FUENTES DE AGUA



REÚSO AGUAS RESIDUALES TRATADAS RURALES EN ZONAS SIN SANEAMIENTO

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo -Eficiencia	2.192 \$/m³
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO MEDIO	Los impactos negativos podrían estar dados por un manejo inadecuado y desarrollo no controlado de insectos y plantas con consecuente saturación del sistema. La reutilización de agua para uso de riego requiere monitoreo de calidad de agua para riego, según norma.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Beneficio: Mejora en la calidad de efluentes de agua y disminución en el consumo de agua potable. Costo: Asociado a incomodidades por la construcción e implementación de la tecnología. Externaldad: (+) Disminución del uso de energía. (-) Generación de nuevo hábitat para la flora y fauna. Conflicto: No se aprecian conflictos directos.
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Son soluciones que, en general, suponen la aprobación de los organismos con competencia ambiental relacionada a la contaminación de las aguas, y, eventualmente, el ingreso al SEIA. Adicionalmente, pudieran necesitar someterse a la OGUC (Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones) y obtener la autorización municipal. En el caso de los sistemas de agua potable y saneamiento urbanos, su aplicación deberá someterse al marco regulatorio de las empresas sanitarias. Para la aplicación en los sistemas de APR, se requiere la existencia de un comité, con personal capacitado y la asignación de fondos públicos para la implementación. Se trata de soluciones de mediano plazo, con demoras que corresponden a los tiempos de obtención de los respectivos permisos. En aplicaciones menores, pudieran considerarse de corto plazo.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Para garantizar la sostenibilidad de este proyecto, se puede explorar la opción de acceder a subsidios y asistencia técnica proporcionados por el Estado, a través de organismos como SUBDERE, MOP, CNR, entre otros. Sería beneficioso incorporar estas iniciativas en los Planes de Gestión de Recursos Hídricos de la cuenca. La búsqueda de fuentes de financiamiento y el establecimiento de asociaciones estratégicas con entidades gubernamentales y locales (modelos de negocios virtuosos) resultan clave para asegurar la continuidad y éxito a largo plazo de estas soluciones de reúso de aguas residuales rurales.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Fundación Chile. (2015). Humedal artificial: una innovadora solución para la sequía de la V región. Disponible en URL: https://fch.cl/noticianoticia-destacadanoticia-antigua/humedal-artificial-una-innovadora-solucion-para-la-sequia-de-la-v-region/ • Humedal artificial de flujo horizontal sub-superficial para tratamiento de aguas mieles. Finca Pampojilá, Sololá, Guatemala. Disponible en URL: https://es.scribd.com/document/248970917/Resumen-Sistema-de-Tratamiento-de-Aguas-Mieles-de-Finca-Pampojila • González, J.F. (2000). Capítulo 6. Humedales artificiales para depuración. Página 79-89. En Manual de Fitodepuración. Filtros de macrófitas en flotación. EDITA: Madrid. Disponible en URL: https://fundacionglobalnature.org/wp-content/uploads/2020/01/manual_fitodepuracion.pdf • Peña Varón, M., Van Ginneken, M., & Madera, C. (2011). Humedales de Flujo Subsuperficial: Una alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Zonas Tropicales. INGENIERIA Y COMPETITIVIDAD, 27-35. Disponible en URL: https://revistaingenieria.unhvalle.edu.co/index.php/ingenieria_v_competitividad/article/view/2302
Ejemplos exitosos	Esta tecnología ha sido aplicada a nivel mundial en aguas residuales domésticas, RILES agroindustriales y mineros, entre otros. En Chile, sus principales aplicaciones se encuentran en el rubro vitivinícola; por ejemplo, la planta de tratamiento Viñedos el Huique (Región de O'Higgins) para disposición en riego con caudal de 10 m ³ /día y tiempo de retención hidráulico de 10 días. Fundación Chile ha implementado más de cinco sistemas para tratamiento de Riles (Residuos Líquidos Industriales) agroindustriales y aguas servidas para la degradación de la materia orgánica. También ha realizado aplicaciones piloto en minería para tratamiento de aguas claras. Empresas Chilenas como Bioantu, Mallines del Sur, Wufko u otras, se destacan por desarrollo de sistemas similares adaptados al sector domiciliario.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

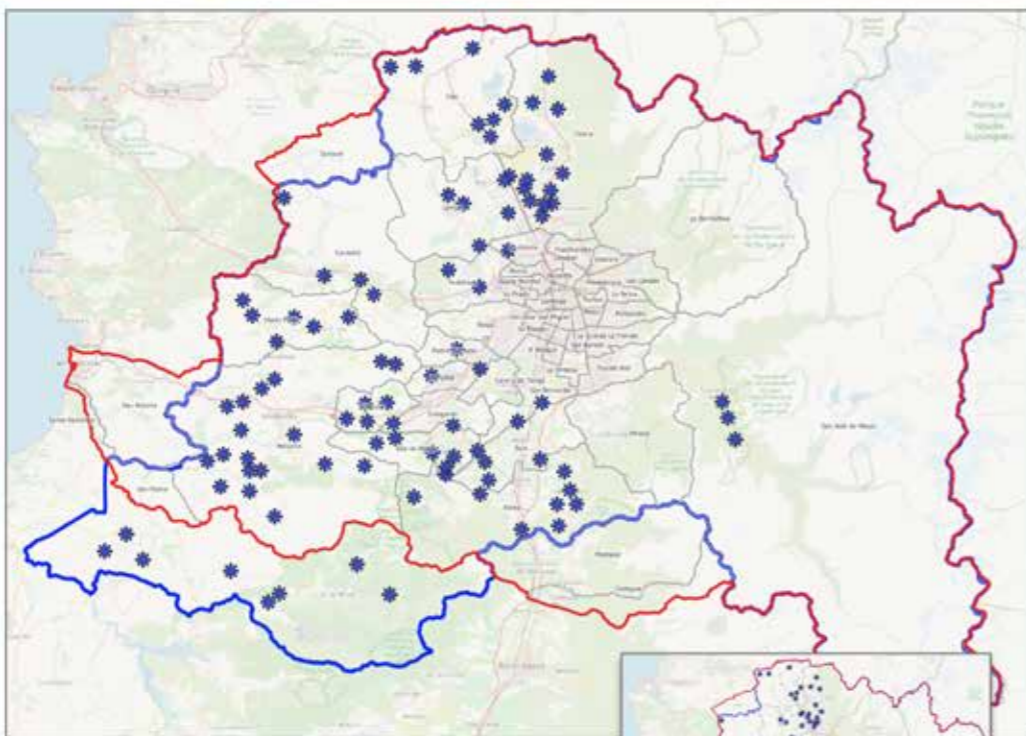
AGRADECIMIENTOS

REÚSO AGUAS RESIDUALES TRATADAS RURALES EN ZONAS SIN SANEAMIENTO



MIGRACION E INCORPORACION DE NUEVAS FUENTES DE AGUA

UBICACION DEL PROYECTO



Localización del proyecto: *
 Límite de cuenca: —
 Límite regional: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Los sistemas de humedales sub-superficiales requieren más espacio que alternativas mecánicas y pueden ser menos eficientes en climas fríos, afectando la calidad del efluente en invierno.
- Dependiendo de la composición del afluente, puede ocurrir acumulación a largo plazo de fósforo, metales y compuestos orgánicos persistentes que no se eliminan por completo, lo que podría causar contaminación al medio. Es conveniente, por tanto, monitorear adecuadamente qué tipo de efluente se está descargando, para así generar medidas correctivas que reduzcan este riesgo.
- Su tasa de degradación es más lenta que en sistemas convencionales, lo que podría ser inconveniente para áreas densamente pobladas o donde se requiere eliminación rápida de contaminantes, por lo que es fundamental garantizar un diseño y operación adecuados para minimizar impactos y maximizar beneficios.



GESTIÓN E INSTITUCIONALIDAD DEL AGUA

HIDROAPRENDIZAJE EN LA CUENCA DEL MAIPO

PROBLEMA

Rara vez se les da la oportunidad a que niños, niñas y jóvenes (NNJs) tengan espacios para opinar y expresar sus visiones y emociones sobre cambio climático, por lo que es necesario crear caminos para que se involucren en actividades significativas en este ámbito. NNJs han mencionado que se topan con barreras en las comunidades educativas para expresar su opinión sobre la crisis hídrica a la que nos enfrentamos, por lo cual es crucial realizar iniciativas colectivas que involucren a todos los actores de centros educacionales.

PROYECTO

Este proyecto se centra en crear conciencia y empoderar a las comunidades educativas en la Cuenca del Río Maipo para abordar la crisis hídrica, promoviendo en estas la adaptabilidad y resiliencia, a través de la colaboración, la innovación y la participación empática en la gestión del recurso hídrico. Desde la educación la formación consciente es clave, donde la labor de docentes y profesionales de la educación es fundamental, para lograr educar ciudadanas y ciudadanos respetuosos que cuiden y protejan su entorno.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS.

- Convocatoria abierta a comunidades educativas (liceos y colegios de la RM) a formar parte de campaña educativa denominada "Conciencia Maipo".
- Creación de campañas comunicacionales en comunidades educativas, definiendo y midiendo el éxito de esta con datos sobre el uso y ahorro de agua en su comunidad
- Generación de reportes de ahorro, informados mediante canales establecidos y acordados por los conjuntos educacionales participantes.
- Convocar encuentro presencial de comunidades educativas abierto con charlas, talleres, u otras experiencias dirigido a NNJs para concientizar sobre la importancia de la gestión hídrica en sus establecimientos educacionales.
- Firma de un pacto para sostener "Conciencia Maipo" en el tiempo, convocando a otras comunidades a integrarse, impulsando un programa a mayor escala tanto a nivel urbano como rural.



Comisión Estatal del Agua (CEA); 2022



AGUA POSITIVO
 Aporte de agua:
 L/día

Aporte/ahorro de agua puede ser estimado una vez ejecutado el proyecto, a partir de la población educacional impactada



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
 MMS

405

UBICACIÓN

Localización:
 Región Metropolitana
 Comunas:
 52 Comunas de la región Metropolitana

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades: Se convocará a todos los municipios de la RM, sostenedores de la RM incluyendo los servicios locales de educación RM, JUNJI, INTEGRAL, Programa Explora y proyectos asociativos regionales. MMA, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, MINEDUC. Organizaciones como Tremendas, AMUJI, ONGs relacionadas con el tema y todos los actores que puedan aportar con los objetivos del proyecto. Se convocará además a autoridades públicas, media partners, medios de comunicación, creadores de contenido y personajes públicos relacionado con el tema.

BENEFICIARIOS

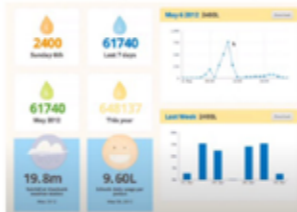
2.893 Establecimientos Educativos Región Metropolitana

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

(1) Convocatoria abierta a las comunidades educativas de la región Metropolitana a unirse a la campaña "Conciencia Maipo", instaurando una semana temática, espacio participativo donde se definirán los mensajes de la campaña en un formato libre que contribuya a generar conciencia a través de una actitud empática y activa. Este espacio busca generar conciencia y participación activa de las comunidades educativas sobre la crisis hídrica en la región Metropolitana, empoderándolas para que se conviertan en protagonistas activos en la búsqueda de soluciones a través de una campaña masiva comunicacional, las que puedan implementar en sus recintos educacionales para reducir el consumo de agua de manera efectiva.



(2) Para medir la efectividad de la campaña se usará como parámetro transversal en cada comunidad educativa el uso y ahorro de agua, recolectando datos de consumo y comparándolo con mismo periodo del año anterior. Se establecerá una plataforma donde cada colegio pueda ingresar estos datos, para de esta manera visualizar los avances de cada recinto de manera transparente, velando porque todos los recintos participantes tengan acceso a esta información.



(3) Al final del proceso, se invitará a las comunidades educativas participantes a una semana temática de finalización de la campaña, con talleres educativos, charlas de alumnos participantes y expertos en la temática, gestando un espacio de diálogo y encuentro de los alumnos en el que puedan compartir sus historias, relatos y sueños para el cuidado de la Cuenca del Río Maipo. En este espacio se buscará además promocionar propuestas de prácticas e ideas de uso eficiente del agua con mejores resultados, conducentes masificar buenas prácticas que ayuden a una disminución significativa en el consumo de agua y, por lo tanto, a una reducción de la presión sobre los recursos hídricos de la región. Finalmente, los representantes de los colegios firmarán un pacto para sostener "Conciencia Maipo" en el tiempo, el que permite a futuro que otros colegios, tanto urbanos como rurales, puedan conocer y/o visitar las iniciativas desarrolladas, buscando generar vínculos que impulsen el programa a largo plazo en otros recintos educacionales de la región Metropolitana.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

El aporte/ahorro de agua será estimado una vez ejecutado el proyecto, a partir de la población educacional impactada. La metodología para evaluar el consumo de agua se ejecutará con la siguiente información:

- **Cálculo consumo urbano promedio:** Se estimará un consumo de agua de 400 l/d/persona
- **Tasa de ahorro de agua potable:** Cada recinto educacional se propone pueda alcanzar un ahorro de al menos un 20% de agua mediante la aplicación de la campaña

BENEFICIOS Y ASPECTOS RELEVANTES

Costo-Eficiencia:	Este indicador se podrá estimar al momento que la campaña se ejecute y genere los primeros resultados.
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Campañas comunicacionales emanadas de comunidades educativas ayudan a reducir el consumo de agua en colegios donde se aplican las estrategias aprendidas, repercutiendo en un efecto sinérgico con otras colectividades educativas. Esto trasciende en efectos positivos con proyecciones externas, como el desarrollo de una cultura hídrica en el hogar de los alumnos que son parte de las campañas desarrolladas.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Comunidades educativas se establecen como promotores de un cambio colectivo en la cultura hídrica, quienes a través de un formato libre realizan campañas locales de concientización. Esto fomenta la esperanza y empoderamiento de los alumnos, en contraste con los enfoques individuales que se relacionan más con desesperanza y frustración por la inacción. Para los estudiantes puede resultar importante involucrarse en acciones sobre cambio climático, transformándose en una forma de "sublimar la ansiedad medioambiental en acciones positivas".
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	No existen limitantes normativas para la ejecución del proyecto, solamente gestionar los consentimientos de participación de los y las menores de edad
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Busqueda de alianza pública-privada que involucre actores relevantes del sistema educativo, ciencias y medio ambiente, quienes apoyen el desarrollo y ejecución de la campaña. Eso puede incluir al Gobierno de Santiago, Asociación Chilena de Periodistas y Profesionales para la Comunicación de la Ciencia (ACHIPEC) para apoyo en campañas comunicacionales, Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID), centros de investigación de uso de datos, entre otras
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Thomas, I. et al. (2022) 16:110 Understanding youths' concerns about climate change: abinational qualitative study of ecological burden and resilience. Disponible en URL: https://capmh.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13034-022-00551-1 • Find leaks, save water and promote water education in your school. Disponible en URL: https://www.myswep.com.au/ • How Cape Town Saved Itself From Day Zero - Deployment of "Water Ambassadors". Disponible en URL: https://www.tweakcarbon.com/post/how-cape-town-saved-itself-from-day-zero • Educación para la ciudadanía. ¡Fomenta el cuidado del agua desde las aulas!. Disponible en URL: https://www.educarchile.cl/articulos/fomenta-el-cuidado-del-agua-desde-las-aulas
Ejemplos exitosos	El programa SWEP (Australia) logró ahorrar UDS 24,000 y 6,3 millones de litros/año, mediante el monitoreo de agua y luz en la escuela Reservoir High School. En el mismo país, en Mill Park Secondary College se aplicó el mismo programa, logrando que las cuentas de agua cayeron a la mitad comparado con el año anterior, mediante la detección de pérdidas y fallas por falta de mantención. En Ciudad del Cabo, la campaña "Día 0" logró disminuir su consumo de agua en un 50% (450 megalitros al día).

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

UBICACIÓN DEL PROYECTO

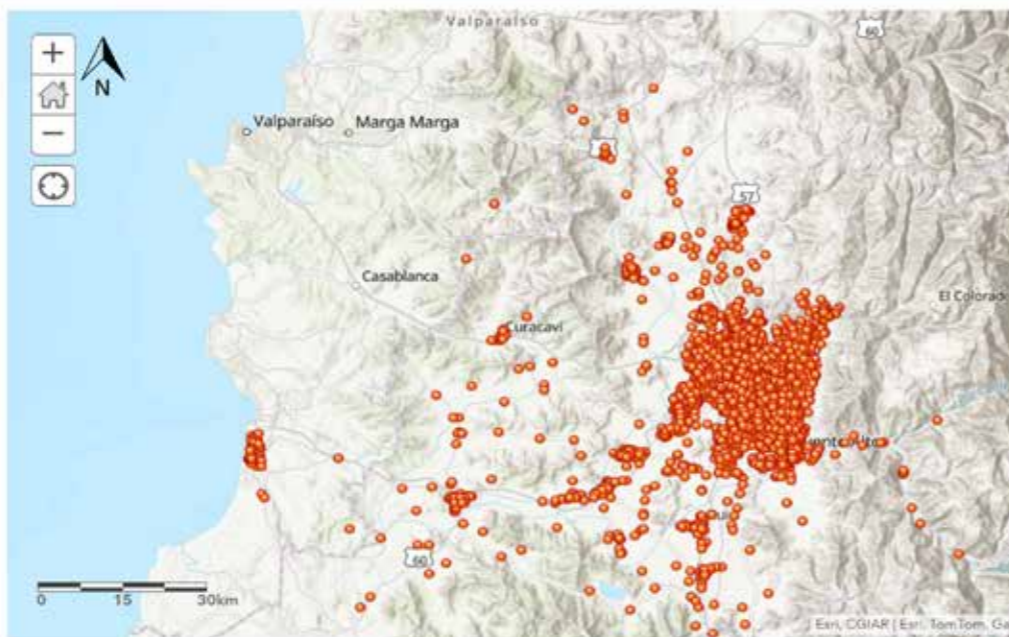


Imagen referencial: Muestra la ubicación de establecimientos de educación superior en la cuenca del río Maipo (Disponible en URL: <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=22589d449868848d7b0a34515e437b4aa>)

RIESGOS Y CONSIDERACIONES

- Comunidades educativas pueden mostrar poco interés o compromiso en participar activamente en la campaña "Conciencia Maipo", generando que el impacto del proyecto sea limitado. Se deben implementar campañas de sensibilización previas que destaquen la importancia del proyecto y los beneficios directos para las comunidades participantes, además de incorporar incentivos tangibles, como reconocimientos, premios y certificaciones para los colegios y estudiantes que logren incrementar el poder de convocatoria y compromiso con la campaña.
- Los colegios pueden carecer de los recursos necesarios (financieros, materiales y humanos) para desarrollar y mantener las campañas comunicacionales y las actividades de monitoreo. Se debe buscar financiamiento externo a través de ONGs, empresas locales y programas gubernamentales, estableciendo alianzas estratégicas para obtener apoyo financiero y material que ayude a proveer a las comunidades educativas de materiales y herramientas necesarias para asegurar una implementación efectiva de las campañas.
- Las campañas pueden perder impulso con el tiempo, especialmente si no se integran de manera efectiva en el currículum y la cultura escolar, lo que podría poner en riesgo la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Para reducir este riesgo se debiese trabajar con el Ministerio de Educación, Municipios y colegios para integrar las campañas y actividades del proyecto en el currículum y programa escolar.

HORIZONTE VERDE - FORJANDO CAPACIDADES PARA UNA EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL (TP) SOSTENIBLE

PROBLEMA

En la actualidad, enfrentamos una compleja transición socioecológica debido a los impactos combinados del cambio climático y la revolución 4.0, junto con un rezago significativo en el sistema regional de innovación educativa en estas áreas. Esta situación impide establecer las condiciones básicas necesarias para la creación de nuevos empleos y emprendimientos de calidad, los cuales son esenciales para abordar el impacto ambiental de la industria y aumentar el valor agregado de la producción conforme a estándares de resiliencia futura.

PROYECTO

Se plantea implementar acciones desde el ámbito de la educación y el mundo laboral para fortalecer las competencias de directivos y docentes de liceos técnicos profesionales, capacitándolos para impulsar a las nuevas generaciones a enfrentar y resolver las problemáticas asociadas a la crisis hídrica, preparándolos así para ser agentes de cambio en sus comunidades y desarrolladores de nuevos espacios de innovación. Así, se busca incrementar y consolidar el ecosistema de trabajo en red presente en la Región Metropolitana, desde una perspectiva de desarrollo humano sostenible. El objetivo es facilitar la colaboración entre los establecimientos de Educación Media Técnico-Profesional (EMTP) y su vinculación con Instituciones de Educación Superior y el mundo del trabajo para desarrollar empleos y emprendimientos sostenibles. Horizonte Verde impulsa capacidades en docentes, directivos y estudiantes técnico-profesionales, preparándolos para liderar proyectos educativos que sean sensibles y coherentes con la crisis hídrica que afecta nuestra región.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES

El proyecto busca desarrollar un programa que instale capacidades en el sistema de Liceos Técnico-Profesionales (TP) de la Región Metropolitana. Estas capacidades serán gestionadas permanentemente por los distintos liceos para promover la participación estudiantil en proyectos colaborativos y profundizar en la contextualización curricular, abordando los desafíos en emprendimiento y empleo que presenta el cambio climático en el mundo productivo, siendo el foco la Educación Hídrica. Desde la perspectiva de Red Educativa y la colaboración, el proyecto implica generar sinergias con actores clave del ecosistema, como Instituciones de Educación Superior TP, pequeñas y medianas empresas que proveen prácticas laborales a los estudiantes, organismos públicos y líderes de opinión pertinentes en cada territorio. Estas colaboraciones facilitarán la implementación de prácticas laborales significativas y la integración de conocimientos técnicos actualizados, asegurando que los estudiantes estén preparados para enfrentar los retos asociados a la crisis hídrica y el cambio climático.



AGUA POSITIVO
Aporte de agua:

Aporte/ahorro de agua puede ser estimado una vez ejecutado el proyecto, a partir de la población educacional impactada



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
MM\$
156

UBICACIÓN

En un primer año de implementación se plantea desarrollar la iniciativa en comunas donde existe mayor presencia de los Liceos TP con especialidades asociadas al mundo agrícola e industrial, con un alto índice de Vulnerabilidad y expansión urbana, agrupándose principalmente en:

Provincia Cordillera: Puente Alto, Pirque, San José de Maipo, La Florida y La Pintana.

Provincia Santiago Sur: La Granja, La Cisterna, San Ramón, El Bosque, Lo Espejo, San Bernardo, Buin, Paine y Colera de Tango.

Provincia Talagante: Talagante, Peñaflor, El Monte, Isla de Maipo, Melipilla, Curacaví, María Pinto, San Pedro, Alhué y Padre Hurtado

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades de las provincias de Cordillera, Santiago Sur y Talagante y sus sostenedores. Ministerio del Trabajo, Ministerio de Previsión Social (SENCE-Chilevalora), Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, MINEDUC. Programa Explora y Proyectos asociativos regionales, Tremendas, AMUJI, ONGs relacionadas con el tema y todos los actores que puedan aportar con los objetivos del proyecto. En el ámbito Educativo, Sostenedores públicos y/o privados, Instituciones de Educación Superior, Empresas de la Región y Liceos Técnicos Profesionales del área de impacto.

BENEFICIARIOS

25.191 Estudiantes y Docentes

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La metodología de trabajo para la implementación del proyecto contempla tres fases. La primera, orientada a la capacitación de los docentes en competencias y habilidades transversales para la transición justa. La segunda, orientada a la formación de mentorías para el acompañamiento a los proyectos estudiantiles. Y la tercera, el lanzamiento de los Hubs de "Aplicación de estrategias de Educación Hídrica" en grupos estudiantiles. Los agrupamientos pueden ser territoriales o a través de nodos de Especialidades: Ejemplo Especialidades Sector Agrícola, Industrial u otros.

PRIMERA FASE: Formación docente

Se realizará un programa de capacitación que estará basado en talleres experienciales, presentación de casos por parte de voluntarios, visitas a empresas con prácticas socioecológicas justas, formación en metodología de proyectos y análisis del contexto curricular de las especialidades TP en función de los desafíos hídricos planteados por el proyecto.

SEGUNDA FASE: Formación de mentores

Se contempla un proceso de capacitación inicial realizado por equipo de la FCh orientado a Mentores (los cuales podrán ser los mismos docentes capacitados inicialmente, sin perjuicio de abrirlo hacia otras personas que cada Liceo determine), para facilitar el trabajo de los equipos con estudiantes. La formación se basa en herramientas metodológicas tales como Aprendizaje Basado en Retos y coaching aplicado a equipos de trabajo en Educación Hídrica.

TERCERA FASE: HUBS Y BOOTCAMP

Se contempla la creación de Hubs (espacios de articulación y trabajo colaborativo multidisciplinario) de acciones que son producto del desarrollo de capacidades asociadas a la Educación Hídrica en cada liceo participante. Las actividades de estos espacios podrán ser incorporadas como actividades de libre elección por los liceos adscritos y de esa manera integradas formalmente en el contexto formativo. La metodología para el trabajo de estos hubs consiste en constituir grupos de no más de 10 estudiantes de tercero y/o cuarto medio, de diversas especialidades, los cuales, guiados por el mentor y/o profesor, identificarán un problema socioambiental que pueda impactar las dinámicas laborales de las personas. Una vez identificada la problemática, los estudiantes se propondrán un desafío, que consistirá en elaborar un proyecto que aborde la problemática de manera multidisciplinaria. Los proyectos serán presentados en una feria regional de transición socio ecológica justa (Bootcamp) a la que serán invitadas empresas, organizaciones sociales, instituciones de educación superior y entidades gubernamentales, las cuales retroalimentarán y reconocerán el trabajo de las comunidades educativas.

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA



El aporte/ahorro de agua será estimado una vez ejecutado el proyecto, a partir de la población educacional impactada. La metodología para evaluar el consumo de agua se ejecutará con la siguiente información:

- **Cálculo consumo urbano promedio:** Se estimará un consumo de agua de 400 l/d/persona
- **Tasa de ahorro de agua potable:** Cada recinto educacional se propone pueda alcanzar un ahorro de al menos un 20% de agua mediante la aplicación del programa

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA

Costo-Eficiencia:	Este indicador se podrá estimar al momento que el programa se ejecute y genere los primeros resultados.
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Al formar a docentes, directivos y estudiantes en prácticas sostenibles, el proyecto facilita el conocimiento de alumnos en la implementación de tecnologías y métodos que optimizan el uso del agua a futuro. Además, la sensibilización y educación sobre la gestión del agua contribuirán a la conservación de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad, siguiendo ejemplos de éxito internacional en la educación ambiental, además de alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 6, que busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible mediante estrategias de educación consciente.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Al fomentar la colaboración entre liceos técnicos, instituciones de educación superior y el mundo laboral, se crea un entorno propicio para el desarrollo de competencias y habilidades en empleos verdes, mejorando la empleabilidad y la resiliencia de los jóvenes frente a las transformaciones del mercado laboral. La integración de prácticas laborales significativas y la formación en sostenibilidad fomentan la equidad y la inclusión social en comunas periféricas con escaso acceso a este tipo de instrucción.
Tiempo de implementación: CORTO PLAZO	Su implementación puede ser en el corto plazo, acoplado su ejecución con el compromiso del MINEDUC con la educación ambiental y técnica, lo que puede acelerar la implementación del proyecto. Se suma a esto, la existencia de programas como "ChileValora" o el "Plan Nacional de Fortalecimiento de la Educación Técnico-Profesional", que pueden facilitar apoyo y recursos para la integración de nuevas competencias en los currículos de la educación técnico-profesional mediante la capacitación de docentes, directivos y estudiantes.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Consolidación de una Gobernanza de la Red a nivel regional incrementaría el apoyo para su ejecución en la región Metropolitana, además de proyectar la iniciativa en otras regiones del país. Esto busca incorporar nuevos socios al proyecto que permitan contar con una red de apoyo orientada a cofinanciar actividades de continuidad, ampliando el espectro de incidencia del proyecto en otras provincias y regiones del país.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> • Transformar la educación y formación técnica y profesional (EFTP) para transiciones exitosas y justas: estrategia de la UNESCO 2022-2029. Disponible en URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386166 • Mejorar la Enseñanza y Formación Técnica y Profesional para hacer frente al desajuste de cualificaciones y mano de obra, en base a estudio estudio Building Better Formal TVET Systems: Principles and Practice in Low- and Middle-Income Countries. Este es el primer análisis mundial riguroso de los retos y las reformas de la EFTP en las economías en desarrollo. Disponible en URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/099071123130516870/pdf/P175566037a5e20650a657068b5152205bf.pdf • Skills for Green Jobs: A Global View, es un Informe de la OIT y la ONU sobre la necesidad de habilidades verdes en la formación profesional para abordar los desafíos del cambio climático. Disponible en URL: https://www.ilo.org/media/349681/download
Ejemplos exitosos	<ul style="list-style-type: none"> • Caso Programa SWEP (Australia): a través del monitoreo de agua y luz la escuela Reservoir High School ahorró UDS 24,000 y 6,3 millones de litros. 2. Mill Park Secondary College SWEP (Australia): las cuentas de agua cayeron a la mitad comparado con el año anterior detectando perdidas y fallas por falta de mantenimiento. 3. Campaña "Día 0" en Ciudad del Cabo que logró disminuir su consumo de agua en un 50% (450 megalitros al día). • Programa de innovación capacitó en uso eficiente de recurso hídrico a más de 1.100 agricultores y 240 alumnos en la VI región en articulación con INIA.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

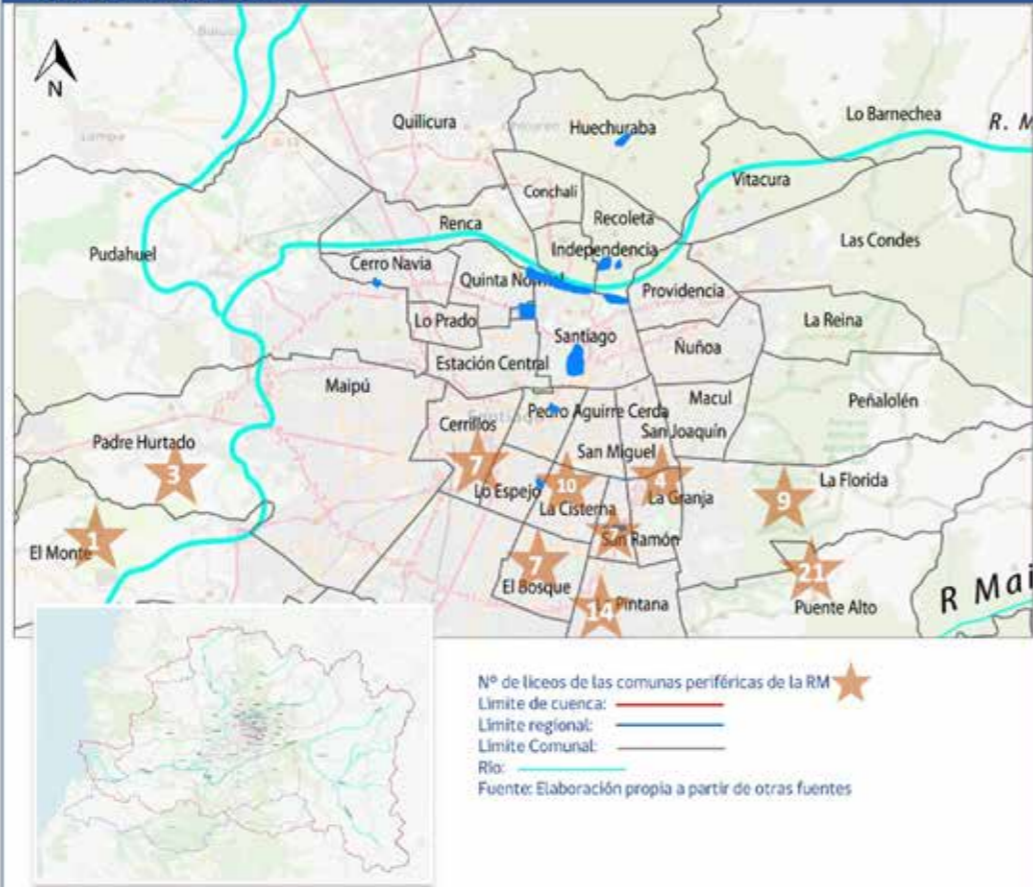
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Dependencia de financiamiento gubernamental y privado que podría no ser garantizado a largo plazo, afectando la continuidad del proyecto. Por tanto, es necesario establecer un plan de mantenimiento para todos los componentes tecnológicos y educativos del proyecto, junto con estrategias de financiamiento que incluyan fondos públicos, privados y colaboraciones internacionales que logren asegurar su buen funcionamiento y prolongando su "vida útil" del programa,
- Dificultades en la coordinación entre diferentes instituciones educativas, empresas y organismos públicos pueden limitar la efectividad del proyecto, Por lo que se debe convocar a actores clave para adoptar nuevas metodologías y prácticas que permita sostener la implementación del proyecto.
- Eventuales cambios en el calendario escolar debido a: Paros, cambio de actividades u otras acciones. Por tanto, es necesario asegurar que el proyecto sea lo suficientemente flexible para adaptarse a cambios en las necesidades educativas y del entorno social.

PLATAFORMA DE SEGURIDAD HÍDRICA PARA GESTIÓN, INVERSIÓN Y REPORTABILIDAD EN LA CUENCA DEL MAIPO

PROBLEMA

Las sequías prolongadas y la calidad del agua son algunos de los principales desafíos del cambio climático a los que debemos adaptarnos aceleradamente. Chile se encuentra entre los 25 países con mayor riesgo hídrico, y la cuenca del Maipo, que alberga a cerca del 40% de la población del país, enfrenta una alta probabilidad de llegar al día cero. La baja de precipitaciones y el aumento en la demanda de agua han deteriorado los acuíferos, producto de la sobreexplotación del recurso hídrico, poniendo en riesgo la sustentabilidad de la cuenca y provocando subsidencias en el suelo. Además, la brecha hídrica de 92 m³/s para 2050 requiere una inversión significativa para lograr la seguridad hídrica mediante la toma de decisiones informada y coordinada.

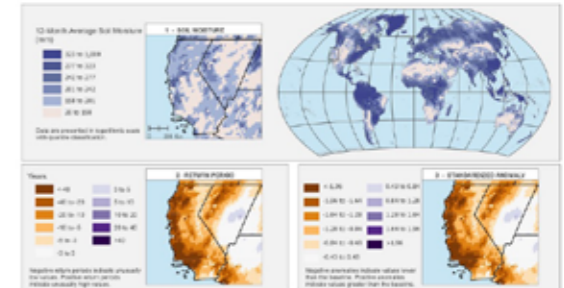
PROYECTO

Se propone el diseño e implementación de una plataforma de información dinámica, de acceso público para la cuenca del Maipo, que considere sus múltiples usos (ecosistemas, forestal, agrícola, minero, energía, pecuario, industria, agua potable y saneamiento), identificando condiciones de brecha y riesgo hídrico territorial. El sistema integrará datos relevantes respecto a oferta y demanda dentro de la cuenca del río Maipo, facilitando la cooperación entre actores públicos y privados, contribuyendo así a la implementación y financiamiento de soluciones hídricas sostenibles, impulsando la adaptación al cambio climático y mejorando la resiliencia de la cuenca del Maipo.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS.

Se desarrollará una plataforma de seguridad hídrica que integrará indicadores de brecha y riesgo hídrico en un sistema accesible y flexible, permitiendo el seguimiento en tiempo real de las condiciones hídricas de la cuenca del Maipo. Este sistema ofrecerá alertas tempranas de eventos de escasez, identificando zonas prioritarias de gestión, siendo una plataforma que facilitará la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, eficiencia en riesgo agrícola y nuevas fuentes de agua.

De este modo, se plantea que la plataforma facilite el seguimiento y la reportabilidad de acciones y/o proyectos adaptativos al cambio climático desarrollados en el territorio, aportando información para la gestión y reportabilidad en el marco de los Consejos de Cuenca, reportes de la NDC, Planes de Adaptación al Cambio Climático para los Recursos Hídricos, Planes Estratégicos de Cuencas, entre otros. Así se generará una herramienta integral para la gestión e información hídrica, que promueva la colaboración público-privada, y dinamice la ejecución de soluciones hídricas en la cuenca.



Plataforma WSIM



AGUA POSITIVO Aporte de agua al año 2050

Aporte/ahorro de agua será calculado dinámicamente una vez la plataforma entre en operación



INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN MM\$ 300

UBICACIÓN

Localización: Cuenca del río Maipo
Comunas: 57 Comunas de la cuenca del Maipo

Datos Propiedad: El funcionamiento de la plataforma se basa en información de monitoreo a partir de información pública, por lo que no existe intervención física de propiedad pública y/o privada.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Municipalidades de la cuenca del río Maipo, Organismo de Cuenca, Fondo del Agua y Gobierno de Santiago. DGA, MMA, CORFO, MOP. Empresas que tengan dentro de sus desafíos ser Agua Positivo o Neutral.

BENEFICIARIOS

7.000.000 HABITANTES

APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

1. Definición de indicadores y requerimientos

Identificación, selección y construcción de los indicadores clave de seguridad hídrica que serán utilizados para evaluar y monitorear el estado del agua en la cuenca del Maipo (cantidad de agua, calidad del recurso, eventos de exceso, etc.), los que consideren además caudales ecológicos y ambientales del agua, asegurando que se cumplan los requisitos para sostener el desarrollo productivo en la cuenca a largo plazo.

2. Estandarización y diseño de datos tabulares

Una vez definidos los indicadores, se procederá a trabajar en el diseño de la plataforma, creando tablas de atributos o archivo tabular que contenga la información hidrográfica con datos públicos disponibles. Este diseño permitirá representar gráfica y territorialmente el balance hídrico de la cuenca del río Maipo, integrando datos de agua superficial y subterránea, así como los caudales ambiental y ecológico, esenciales para proporcionar una visión completa y precisa de la situación hídrica del territorio.

3. Implementación de la plataforma tecnológica dinámica

Para gestionar y visualizar la información, se utilizará el software ArcGIS Pro en un ambiente ESRI con una plataforma de nube de datos en Amazon u otra red de servidores remotos. Este entorno tecnológico permitirá la creación de un Dashboard o panel de control dinámico e intuitivo, que presentará los datos de manera clara y accesible para los usuarios, señalizando los territorios con potencial de implementar soluciones hídricas y/o donde ya se hayan implementado soluciones de este tipo. La plataforma mejorará la gestión y la toma de decisiones del recurso hídrico, acelerando la adaptación al cambio climático, haciendo seguimiento y reportando los avances e impactos de las soluciones implementadas en la cuenca, visualizando métricas de su aporte a la seguridad hídrica del territorio.

5. Simulación y reportabilidad

La plataforma incluirá un simulador del impacto de los proyectos que utilizan agua en la cuenca y de las inversiones que contribuyen a la seguridad hídrica. Además, se implementará un sistema de reportabilidad para las inversiones público-privadas, proporcionando métricas e indicadores del aporte de agua en m³/año, documentando las inversiones en soluciones hídricas implementadas con indicadores como costo-eficiencia, calidad de un cuerpo de agua en términos de contaminantes específicos u otros.

6. Mecanismo de financiamiento público-privado

Finalmente, se desarrollará un mecanismo de financiamiento público-privado para avanzar hacia la seguridad hídrica de la cuenca. Este mecanismo facilitará la movilización de recursos y la implementación del portafolio de soluciones hídricas sostenibles desarrolladas a escala comunal y regional en el marco del programa Maipo Resiliente. Los resultados de este mecanismo, en la forma de financiamiento para ejecución de proyectos, alimentará la plataforma para actualizar los indicadores y reportando los avances logrados.



METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA

El aporte/ahorro de agua será calculado dinámicamente una vez la plataforma entre en operación, permitiendo ajustes en tiempo real para garantizar una gestión hídrica adaptativa y eficiente.

BENEFICIOS Y ASPECTOS RELEVANTES

Costo-Eficiencia:	Este indicador se podrá estimar una vez la plataforma entre en operación y genere los primeros resultados.
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	Permite un seguimiento de los impactos del uso del agua en los caudales ecológicos (ecosistemas), así como los caudales ambientales (impacto a terceros, aguas abajo), fomentando una gestión proactiva y eficiente de los recursos hídricos que ayude a disminuir el riesgo de sobreexplotación y degradación de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, muestra el impacto de las intervenciones en la cuenca (uso y demanda hídrica) en los territorios sobre la Brecha Hídrica, contribuyendo a tomar decisiones informadas para lograr la sostenibilidad a largo plazo de la cuenca.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	Clasificación: Impacto social negativo bajo Beneficio: Garantiza una mayor seguridad hídrica para las comunidades locales, al proteger la fuente de abastecimiento de agua potable (urbana y rural), fomentando un suministro de agua más confiable y seguro. Costo: Inversión necesaria para habilitar la plataforma. Externalidades: (+) Fortalecimiento de la resiliencia de la cuenca del Maipo al ofrecer información precisa y oportuna. (+) Herramienta educativa, aumentando la conciencia sobre la gestión sostenible del agua y fomentando la participación activa de actores y stakeholders clave en la conservación de los recursos naturales de la cuenca
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Se requiere entre 1 y 2 años para la integración de datos, desarrollo tecnológico y coordinación entre múltiples actores para asegurar una implementación efectiva y sostenible de la plataforma.
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Se debe buscar el apoyo de organizaciones que se encuentren trabajando en este tipo de proyectos, como el Fondo del Agua Santiago Maipo y/o el Gobierno de Santiago, quienes apropien el desarrollo y administración de la plataforma. E podrá integrar también apoyos internacionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo, pudiendo ser parte de la gobernanza (p.e. del Comité Estratégico), apoyando el establecimiento de redes con otros actores como representantes de Fondos de Agua a nivel Latinoamericano, siendo un socio estratégico para búsqueda de fondos que puedan apoyar la marcha blanca de la plataforma. Asimismo, se buscará el apoyo financiero de empresas que tengan interés en la certificación de "Agua Positivo" en Chile, para la ejecución y posterior operación y mantenimiento del sistema
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Aqueduct Water Risk Atlas. Disponible en URL: https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/#/?advanced=false&basemap=hydro&indicator=w_awr_def_tot_cat&lat=30.06909396443887&lng=-79.98046875000001&mapMode=view&month=1&opacity=0.5&ponderation=DEF&predefined=false&projection=absolute&scenario=optimistic&scope=baseline&threshold&timeScale=annual&year=baseline&zoom=3 HydroBID. Disponible en URL: https://code.iadb.org/es/herramientas/hydro-bid Programa Hidrológico Internacional. Disponible en URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000218061_spa Copernicus. Disponible en URL: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Introducing_Copernicus
Ejemplos exitosos	<ul style="list-style-type: none"> WATSAT es una plataforma con una estructura de tres capas: dimensiones, indicadores y variables que dan como resultado un Índice de Seguridad Hídrica (ISH). Disponible en URL: http://www.watsat.org/howitworks.html WSIM es un modelo de indicadores de seguridad hídrica, que identifica lugares de la superficie terrestre que experimentan o que experimentarán déficit o excedentes de agua dulce. Disponible en URL: https://wsim.isciences.com/working/index.html

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

- 1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro
- 1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

- 2.1 Acción local y regional
- 2.2 Del diagnóstico a la acción
- 2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

- 3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente
- 3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional
- Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto - Red Hídrica de la Cuenca del Maipo: —
 Límite de cuenca: —
 Límite regional: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES

La falta de coordinación y sinergia puede limitar la efectividad del proyecto. El éxito del proyecto depende de la colaboración entre múltiples actores, incluyendo organismos públicos, privados y académicos, apoyando la implementación y eficacia en el funcionamiento de la plataforma.

La precisión de los datos recolectados es crucial, donde datos incompletos, incorrectos o desactualizados pueden llevar a decisiones erróneas.

En relación a la seguridad de los datos, estos deben estar protegidos contra ciberataques y accesos no autorizados, asegurando su integridad y confidencialidad.

Se debe asegurar la capacidad de certificar las inversiones generadas por organismos públicos y privados en la cuenca, para lo que se deben buscar metodologías certificadas y consultoras que establezcan estándares claros y uniformes para la certificación de inversiones e impactos asociados (GRI, SASB, GBP, u otros) asegurando que todos los stakeholders los comprendan y acepten.

PLATAFORMA ALERTA TEMPRANA PARA DETECCIÓN DE CAMBIOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

PROBLEMA

La cuenca del río Maipo en Chile enfrenta graves desafíos por la intervención humana y el cambio climático. Actividades como la captura ilegal de agua, extracción de áridos, deforestación, agricultura intensiva, entre otras, han deteriorado la calidad y cantidad de agua, afectando a los ecosistemas ligados al ciclo hídrico de la cuenca. La ausencia de un sistema eficiente de monitoreo y control impide detectar y abordar estos cambios a tiempo, poniendo en riesgo la sostenibilidad hídrica y el bienestar de las comunidades locales.

PROYECTO

Se propone la creación de una plataforma de información actualizada para la cuenca del río Maipo, con el objetivo de detectar cambios e intervenciones de manera temprana. Esta iniciativa permitirá un control efectivo de las acciones humanas y naturales que afectan la cuenca, abordando sus posibles efectos de forma anticipada. La implementación de este servicio facilitará la toma de decisiones informadas y oportunas, contribuyendo a la gestión sostenible y la protección de los recursos hídricos de la cuenca del río Maipo.

MEDIDAS, ACCIONES Y/O SOLUCIONES PROPUESTAS

Se construirá una plataforma amigable que facilite la visualización de información a los usuarios. La plataforma utilizará imágenes satelitales de alta resolución adecuadas para la magnitud de la cuenca, las cuales se actualizarán periódicamente, permitiendo evaluar sus cambios espaciales y funcionales, proporcionando datos precisos y actualizados sobre el estado del río Maipo y sus alrededores. La plataforma no solo servirá para monitorear y controlar intervenciones, sino también para identificar áreas que requieran atención prioritaria, como por ejemplo zonas de conservación y/o restauración ecológica que estén en riesgo por acciones humanas.



AGUA POSITIVO
Aporte de agua:
L/día

Aporte/ahorro de agua será calculado dinámicamente una vez la plataforma entre en operación

INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN
MM\$
400

UBICACIÓN

Localización
Cuenca del río Maipo

Comunas:
57 comunas de la cuenca del Maipo

Datos Propiedad:
El funcionamiento de la plataforma se basa en imágenes satelitales, por lo que no existe intervención física de propiedad pública y/o privada.



1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser "agua positivos"?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

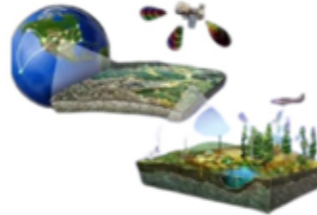
AGRADECIMIENTOS

PLATAFORMA ALERTA TEMPRANA PARA DETECCIÓN DE CAMBIOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO



GESTIÓN E INSTITUCIONALIDAD DEL AGUA

INSTITUCIONES PARTICIPANTES	Municipalidades de la cuenca del río Maipo. MMA, DGA, DOH, CNR, SISS, CONAF, Subdirección de Servicios Sanitarios, Gobierno de Santiago. OUAs y Asociación de Canalistas del Maipo. SSR de la cuenca del Maipo. Aguas Andinas, SNA, ANDESS, AngloAmerican, ENEL, etc. CODEFF, Fundación Ecosistemas, Fundación Cosmos, U. de Chile, PUC, USACH, Centro de Cambio Global UC.
BENEFICIARIOS	6.061.18
APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	
<p>1. Contrato con servicios de imágenes satelitales. Contratación de servicios de proveedores de imágenes satelitales con resolución de al menos 3 metros y actualizaciones semanales, como Airbus, Planet, Maxar u otros. Se deben considerar imágenes multispectrales y de radar para evaluar cambios en la vegetación, calidad del agua, y uso del suelo.</p> <p>2. Colaboración y coordinación con Organismos Gubernamentales Memorandos de entendimiento (MoU) y/o acuerdos de cooperación con organismos públicos para el intercambio de datos, estableciendo protocolo común, que establezca criterios, formatos, estándares y periodicidad en la toma y entrega de datos, de manera de validar, unificar, comparar y poder procesar la información que se integre en la plataforma. Estos acuerdos deben fomentar integrar herramientas o entidades con desarrollo previo como IDE, SNIT, CIREN, Centro de Modelamiento Matemático, entre otros.</p> <p>3. Infraestructura tecnológica para procesamiento, análisis y visualización de datos Incorporación de servidores de alto rendimiento (HPC) y soluciones de almacenamiento en la nube (AWS, Google Cloud, Azure, u otros). Se plantea usar el SNIA como plataforma única, para sistematizar toda la información generada, en formato de fácil acceso, o la creación de otra similar. Se puede asociar el desarrollo de interfaces de usuario (UI) y APIs para compartir información con organismos gubernamentales y el público en general. La plataforma utilizará índices de vegetación (e.g., NDVI, EVI) para evaluar la densidad y salud de la vegetación en la cuenca, clasificando uso del suelo mediante técnicas de distribución supervisada y no supervisada para territorializar áreas de agricultura, urbanización, forestación, etc. Se sumará a esto la estimación de Evapotranspiración y Balance Hídrico, calculando estos parámetros utilizando datos satelitales y modelos de balance hídrico (p.e. SEBAL). Se estimará el aporte de agua en función de la precipitación, la evapotranspiración, y los cambios en la cobertura del suelo. Con toda esta información, toda vez que se detecte un cambio que genere efectos en el balance hídrico y este cambio pueda ser cuantificado por la plataforma, se podrá informar pérdida / aporte / ahorro de agua respecto del cambio identificado.</p> <p>4. Equipo técnico a cargo Contratación de profesionales que apoyen la recopilación, monitoreo y análisis de datos, como hidrólogos, geógrafos, ingenieros ambientales, analistas de datos, y técnicos en teledetección. Se buscará apoyo de organismos públicos para disponibilizar profesionales que apoyen el análisis de datos en el marco de MoU y/o acuerdos de cooperación firmados.</p>	
METODOLOGÍA PARA DETERMINAR APORTE DE AGUA	
<p>El aporte/ahorro de agua será calculado dinámicamente una vez la plataforma entre en operación, permitiendo ajustes en tiempo real para garantizar una gestión hídrica adaptativa y eficiente.</p>	



PLATAFORMA ALERTA TEMPRANA PARA DETECCIÓN DE CAMBIOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO



GESTIÓN E INSTITUCIONALIDAD DEL AGUA

BASE AMBIENTAL, SOCIAL Y TÉCNICA	
Costo-Eficiencia:	Este indicador se podrá estimar una vez la plataforma entre en operación y genere los primeros resultados.
Co-beneficios (ambientales): POSITIVO ALTO	La detección de cambios en el uso del suelo y la cobertura vegetal permite implementar medidas de conservación y restauración ecosistemas ligados al ciclo hídrico. Abordar de manera temprana las acciones humanas que producen erosión y sedimentación, permitirá proteger los cuerpos de agua de la cuenca (fuentes superficiales), evitar colmatación de cauces y cuerpos de agua, resguardar servicios ecosistémicos asociados a turismo, pesca, etc. Permite preservar zonas de recarga hídrica, promoviendo la infiltración de agua en los acuíferos, garantizando una fuente sostenible de agua subterránea para el futuro.
Impacto social: NEGATIVO BAJO	<p>Clasificación: Impacto social negativo bajo</p> <p>Beneficio: Garantiza una mayor seguridad hídrica para las comunidades locales, al proteger la fuente de abastecimiento de agua potable (urbana y rural), fomentando un suministro de agua más confiable y seguro.</p> <p>Costo: Inversión necesaria para habilitar la plataforma.</p> <p>Externalidades: (+) Fortalecimiento de la resiliencia de la cuenca del Maipo al ofrecer información precisa y oportuna. (+) Herramienta educativa, aumentando la conciencia sobre la gestión sostenible del agua y fomentando la participación activa de actores y stakeholders clave en la conservación de los recursos naturales de la cuenca</p> <p>Conflicto: No se aprecia</p>
Tiempo de implementación: MEDIANO PLAZO	Para que la DGA ejecute el mejoramiento básico del SNIA, en principio no requiere que se modifiquen las funciones que la ley le encomienda y respectivas atribuciones, puesto que cabe dentro de las mismas (artículo 299, letra b, Código de Aguas).
Iniciativa sustentable: APOYO LOCAL	Se requiere de voluntad política de la autoridad para impulsar la ejecución de la plataforma, estableciéndola como una de las prioridades el mejoramiento del SNIA en los aspectos planteados, así como el incremento de recursos financieros necesarios para acoplar la plataforma a este instrumento.
Referencias técnicas de la solución	<ul style="list-style-type: none"> Duhart, D. (2019). Levantamiento de información y complemento de condiciones habilitantes de tipo legal-institucional. Estudio elaborado para Escenarios Hídricos 2030. Santiago, Chile. Disponible en URL: www.escenarioshidricos.cl/multimedia Escenarios Hídricos 2030. (2018). Radiografía del agua. Brecha y Riesgo hídrico en Chile. Disponible en URL: https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2020/06/radiografia-del-agua-1.pdf Horne, J. (2015). Water Information as a tool to enhance sustainable water management - the Australian experience. Water 2015, 7, 2161-2183; doi:10.3390/w7052161. Disponible en URL: https://www.mdpi.com/2073-4441/7/5/2161 Corporación Española (2021). Manual de Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Disponible en URL: https://www.altervida.org/py/v5/wp-content/uploads/2021/06/Manual-de-gestion-integrada-de-Recursos-Hidricos.pdf GWP (2009). A Handbook for Integrated Water Resources Management in Basins. Disponible en URL: https://www.inbo-news.org/wp-content/uploads/2024/04/EN_Manual_Integral_IWRM-Basin_2009.pdf OCDE (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016. Disponible en URL: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40308/S1600413_es.pdf
Ejemplos exitosos	<ul style="list-style-type: none"> Sistema Nacional de Información del Agua sobre cantidad, calidad, usos y conservación del Agua (SINA) de México. http://sina.conagua.gob.mx/sina/ Sistema de Información sobre Recursos Hídricos de Australia (AWRIS) http://www.bom.gov.au/water/about/wip/awris.shtml Sistema de Información sobre el Agua (SIE) de Francia. https://www.eaufrance.fr/le-systeme-dinformation-sur-leau-sie&

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

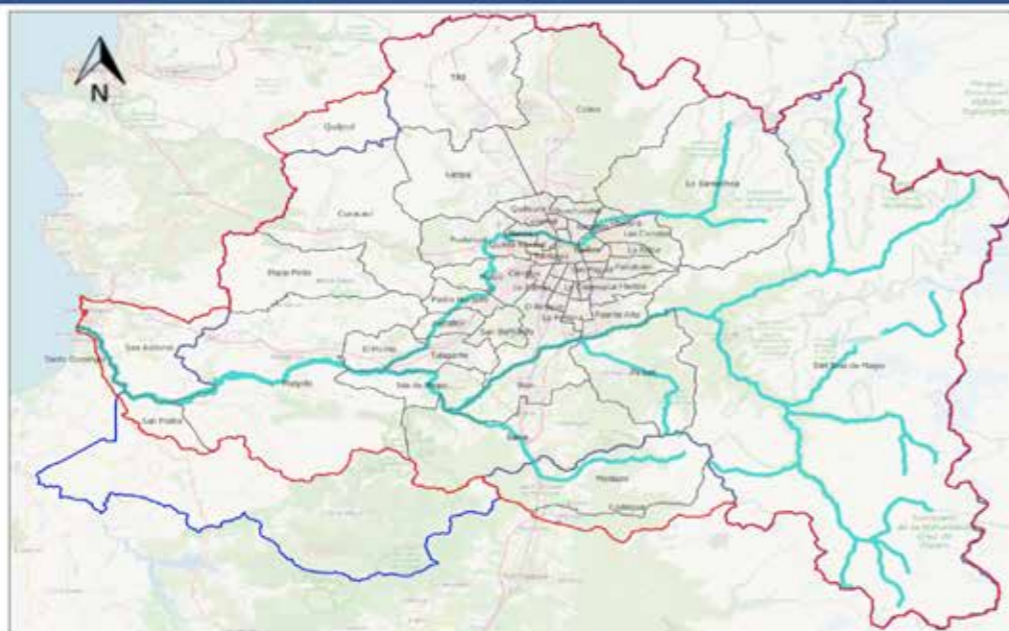
GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Localización del proyecto – Red Hídrica de la Cuenca del Maipo: —
 Límite de cuenca: —
 Límite regional: —
 Fuente: Elaboración propia a partir de otras fuentes

RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE LA VIDA ÚTIL

- Los servidores y sistemas de almacenamiento pueden sufrir fallas técnicas, interrupciones en el servicio o pérdidas de datos. Se suma potenciales amenazas de ciberataques que podrían comprometer la integridad y confiabilidad de los datos. Por tanto, se requiere establecer un plan de mantenimiento regular para todos los componentes tecnológicos que aseguren su buen funcionamiento y vida útil, implementando un programa de actualización de software y hardware para mantener la plataforma al día con las últimas tecnologías y estándares de seguridad.
- La rápida obsolescencia tecnológica puede requerir actualizaciones frecuentes de hardware y software, lo que implica costos adicionales y posibles interrupciones en el servicio.
- La implementación y mantenimiento de la plataforma pueden requerir una inversión significativa, con posibles aumentos en los costos operativos a lo largo del tiempo, lo que plantea una dependencia de financiamiento gubernamental que debiese estar garantizado en el largo plazo. Se podían desarrollar estrategias de financiamiento y modelos de negocio que puedan generar ingresos para costear OPEX del sistema, como servicios de suscripción para acceso a datos especializados.
- Dificultades en la coordinación entre diferentes organismos públicos, privados y académicos, podría limitar la efectividad del proyecto en su ejecución, así como en su interoperabilidad por potenciales problemas para integrar y estandarizar datos provenientes de diversas fuentes. Es vital por tanto realizar evaluaciones periódicas del proyecto para identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario.



Foto: Aguas de Barrio UTEM; Prototipo Jardín Urbano, Piedras de Zenteno

+ 600

fichas municipales que proporcionan información base, las que permiten al lector conocer más sobre las diversas opciones existentes para reducir la Brecha Hídrica y mitigar el Riesgo Hídrico en los territorios.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

GLOSARIO TÉRMINOS

Agua Potable Rural (APR o SSR)

Organizaciones sociales que se encargan de abastecer del recurso agua potable a las zonas rurales del país. En Chile existen más de 1.700 APR, que tienen como fin común garantizar que servicio de agua sea continuo y de calidad.

Área aportante

Corresponde a la superficie cuyos flujos contribuyen al flujo total en el nodo de calibración.

Área de Influencia

“Área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300, Bases generales del medio ambiente, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias” (Ref. Decreto 40 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente).

Beneficio anual

Beneficio neto anual corresponde al valor económico de lo que obtiene un emprendimiento en el periodo de un año, pudiendo ser positivo o negativo; corresponde a la diferencia de los Ingresos menos los egresos (costos).

Bombas de semillas

Bolitas de tierra con cierto contenido de arcillas para su cohesión, mantener humedad y presencia de nutrientes, en cuyo interior se ponen semillas de especies nativas resistentes a la desecación. Estas bombas son sembradas en micrositios específicos y en el formato de bombas de semillas.

Bosque esclerófilo

Bosque de clima mediterráneo, característico de la zona central de Chile, que cuenta con especies de hojas duras y entrenudos cortos, lo que les permite soportar prolongados períodos de sequía y fuertes diferencias de

temperaturas entre el día y la noche. Pese a esto, sus hojas se mantienen verdes todo el año.

Brecha Hídrica

Indicador que muestra la relación entre la demanda potencial de agua y la oferta hídrica disponible en las fuentes de abastecimiento (EH2030, 2018). Cuando la demanda supera la oferta, existe Brecha Hídrica que se debe gestionar.

Buffer

Es el polígono que encierra el área de dominio resultante de dar una determinada distancia en torno a un objeto geográfico. Se utiliza frecuentemente para procesos de análisis espacial.

Caudal ambiental

Es aquel que, además del caudal ecológico, considera los requerimientos para el resto de los servicios ecosistémicos provistos por el río, aguas abajo de la estación de control (CEA, 2022).

Caudal ecológico

Son los requerimientos del ecosistema del río y se representa por los requerimientos de hábitats de la fauna íctica y macroinvertebrados bentónicos (CEA, 2022).

Cocha (o “qocha”)

Técnica ancestral basada en micro represas rústicas o “qochas” para favorecer la captación, almacenamiento e infiltración del agua de lluvia, mejorando con ello la oferta hídrica y los servicios ecosistémicos.

Costo unitario

Es el costo total dividido por la cantidad de unidades producidas. En este caso, se refiere al costo total de implementación de cada solución según la potencialidad del territorio, dividido por el aporte volumétrico de agua de aporte que generaría la implementación de la misma.

Cuenca hidrográfica Es la unidad base para la gestión de las intervenciones que el ser humano hace sobre el ciclo del agua, comprendiendo todo el territorio drenado por un río y sus afluentes, delimitado por la línea de cumbres llamada divisora de aguas, que marca el límite entre dos cuencas.

La cuenca drena sus aguas al mar u otro cuerpo de agua, a través de diferentes cauces que convergen en un cauce principal, el cual da nombre a la cuenca. Conforman la cuenca tanto los cuerpos de agua -ríos, lagos, arroyos, humedales- como los suelos, sus coberturas y usos, sean estos cultivos, bosques, ciudades, etc. Así, todos los habitantes del mundo viven en cuencas hidrográficas (EH2030, 2021).

Cuencas Regenerativas

Cuencas regenerativas es un concepto que amplía las fronteras de “cuencas sustentables” que sugiere mejorar la relación humana con la naturaleza, buscando que las acciones y/o prácticas realizadas en los territorios tengan una visión integral, sistémica y adaptable, pero por sobre todo que generen el escenario idóneo para que los ecosistemas utilicen su potencial sustentable y capacidad regenerativa para adaptarse a los cambios actuales y futuros (Escenarios Hídricos 2030).

Curva de abatimiento

Es una gráfica con información referencial que permite identificar el conjunto de soluciones requeridas para abordar los problemas en los territorios, mostrando el impacto que genera cada una de ellas en m³ de agua y sus costos unitarios, facilitando así la toma de decisiones.

Drenaje Urbano Sostenible (DUS)

Conjunto de medidas, soluciones, tecnologías y técnicas usadas para manejar las aguas lluvias de una ciudad, predominantemente a partir de infraestructura verde, con el fin de replicar tan cercanamente como sea posible el sistema natural de drenaje y potenciar los servicios ecosistémicos asociados a los espacios de agua y naturaleza.

Ecosistemas prioritarios

Los ecosistemas prioritarios para la conservación y reparación tienen relación con su valor esencial en la regulación del sistema hídrico, principalmente por su aporte en cantidad de agua, su capacidad para la recarga de acuíferos, sus funciones estructurales en

los procesos de las cuencas y su capacidad de generar resiliencia al Cambio Climático en los territorios.

Escorrentía superficial

La escorrentía superficial describe el flujo del agua, lluvia, nieve, u otras fuentes, sobre la tierra, y es un componente principal del ciclo del agua. Cuando la escorrentía fluye a lo largo de la tierra, puede recoger contaminantes del suelo, como petróleo, pesticidas (en especial herbicidas e insecticidas), o fertilizantes. También puede arrastrar sedimentos, erosionando el terreno.

HESMASH

Herramienta Estratégica para Selección de Medidas, Acciones y Soluciones Hídricas. Herramienta que permite mejorar la toma de decisiones respecto a la selección de soluciones hídricas, dado que muestra los costos referenciales de las soluciones, su aporte en m³ de agua, así como sus potenciales impactos sociales y ambientales.

Hidrosiembra

Técnica utilizada en la revegetación de terrenos erosionados o afectados por la pérdida de su capa vegetal, aplicando una mezcla compuesta por semillas, fertilizantes, celulosa líquida (material que retiene la humedad), todo ello suspendido en agua.

Hoja de ruta

Conjunto de metas a conseguir en un tiempo y territorio determinado, para abordar la Brecha y Riesgo Hídrico. Estas metas son logradas a través de acciones y/o soluciones hídricas acordes a las necesidades locales.

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 (CEA, 2022).

Índice de susceptibilidad

Este método permite identificar las zonas donde el riesgo de contaminación por infiltración del agua es mayor, teniendo en

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS**SIGLAS Y ABREVIATURAS****REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS****AGRADECIMIENTOS**

cuenta la relación entre las características naturales de la cuenca y la presión humana en el uso del suelo.

Ingeniería conceptual

Proporciona los elementos de juicio técnico y económico para la toma de decisiones que permiten concretar la generación o no de un proyecto, así como establecer los preceptos para el desarrollo de las subsecuentes etapas de ingeniería, como lo es la ingeniería básica.

Ingeniería de detalle

Ciclo donde se definen todos los subsistemas o partes, de manera que la documentación sea suficiente para llevar el proyecto a la práctica. La ingeniería de detalle es la fase donde se concretan las soluciones más adecuadas y detallistas para alcanzar la transformación del proyecto en una realidad.

Jardines de lluvia

Son un tipo de Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS) para captar, filtrar, e infiltrar las aguas pluviales en la ciudad. Estos se evalúan de acuerdo con su pertinencia y adecuación a las condiciones del lugar y a las decisiones de la comunidad donde se emplazan.

MAS

Medidas, Acciones y Soluciones para la Seguridad Hídrica (EH2030, 2019).

Metodología Bottom up

Aquella que deja fluir las ideas y la gestión desde abajo hacia arriba, es decir, desde el nivel local/comunitario al regional/nacional. Se permite aportar ideas y hacer contribuciones de mejora, considerándolas en la toma de decisiones.

Paisaje de Retención de Agua (PRA)

Enfoque de diseño y manejo del paisaje que se centra en capturar y retener el agua de lluvia de manera eficiente, a través de la construcción de obras que desaceleran y almacenan temporalmente el flujo de agua de lluvia, permitiendo que se infiltre en el suelo en lugar de correr superficialmente.

Obras de Conservación de Agua y Suelo (OCAS)

Conjunto de métodos y técnicas para acumular agua, nutrientes, semillas y generar suelo. Por estas razones, las OCAS controlan la erosión producto de la escorrentía superficial de las lluvias, disminuyendo su efecto. Ejemplos de OCAS: zanjas de infiltración, bancales, fajinas y limanes.

Proyecto demostrativo

Iniciativa que se realiza para evidenciar sus resultados e impulsar su réplica o escalamiento.

Recarga de acuíferos

Proceso en que el agua llega a las napas subterráneas. Puede darse naturalmente debido a la precipitación, a las aguas superficiales, o por medio de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas o acuíferos; pero también puede darse de manera artificial producto de actividades como la irrigación, fugas de redes de abastecimiento o por infiltraciones de embalses y depósitos.

Relación beneficio/costo

Es un criterio para indicar la viabilidad económica de un proyecto, por medio del cociente entre sus Ingresos y sus egresos (costos) y cuyo valor, cuando es superior a 1, indica que el proyecto es viable económicamente.

Riesgo hídrico

Posibilidad que ocurra un daño social, ambiental y/o económico en un territorio o período de tiempo determinado, derivado de la cantidad y calidad del agua disponible para su uso (EH2030, 2018).

Servicios ecosistémicos

Es la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano (TEEB 2014) <http://teebweb.org/>

Soluciones o prácticas ancestrales

Son conocimientos y prácticas desarrolladas por comunidades locales a través del tiempo y por generaciones para comprender y manejar sus propios ambientes locales con el fin de incrementar la resiliencia de su entorno natural y, en este caso, referidas a la gestión del agua (EH2030, 2019).

Soluciones basadas en la Naturaleza (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 (Resolución 069 de la UICN WCC, 2016).

Soluciones de eficiencia hídrica

Medidas que tienen por objetivo reducir la demanda hídrica a través de la optimización del uso del recurso.

Valoración económica de los servicios ecosistémicos

La valoración económica de los servicios ecosistémicos parte de determinar los valores intrínsecos de los recursos naturales que benefician directa o indirectamente a las personas. Calcular o aproximar el valor de un ecosistema permitirá estimar la capacidad de los ecosistemas de mantener su integridad, es decir, de seguir conservando un flujo de servicios continuo y de producir servicios que puedan ser disfrutados por la población (Wicha et al., 2022).

VAN

El indicador plantea que el proyecto debe ser aceptado si su Valor Actual Neto es igual o superior a cero; corresponde a la diferencia entre todos los ingresos y egresos durante el horizonte de evaluación, expresados en moneda actual. Como criterio representa una medida de valor o riqueza, es decir, al ser calculado, se busca determinar cuánto

valor o desvalor generaría un proyecto para una entidad o inversionista en el caso de ser realizado el proyecto.

Vegetación ripariana:

Franja vegetacional estrecha que se encuentra a lo largo de los ríos, lagos, embalses y humedales.

Water positive (Agua positivo)

Cuando una organización (empresa, institución o comunidad) va más allá de la simple conservación del agua y contribuye activamente a la gestión sostenible y la restauración de los recursos hídricos en su territorio. Esto implica implementar prácticas y tecnologías que reduzcan el consumo de agua y mejoren la disponibilidad del recurso.

Zanjas de infiltración

Son excavaciones que eliminan la capa impermeable del suelo, fomentando la infiltración de las precipitaciones en el sector.

Zona de conservación

Zonas que actualmente permiten sostener el ciclo hídrico en la cuenca y deben ser mantenidas.

Zona de reparación

Zonas que actualmente tienen usos productivos; sin embargo, sus componentes ambientales deben ser reparados para la Seguridad Hídrica al 2050.

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ANF Aguas No Facturadas (SISS, 2020)
APL Acuerdo de Producción Limpia
APR Agua Potable Rural
ASCC Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
BH Brecha Hídrica
BNUP Bienes Nacionales de Uso Público
CAC Comité Ambiental Comunal
CdA Curva de Abatimiento
CEA Centro de Ecología Aplicada
CIREN Centro de Información de Recursos Naturales
CNR Comisión Nacional de Riego
CONADI Corporación Nacional de Desarrollo Indígena
CONAF Corporación Nacional Forestal
DGA Dirección General de Aguas
DIGA Dirección de Gestión Ambiental
DIRPLAN MOP Dirección de Planeamiento – Ministerio de Obras Públicas
DIMAO Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato
DOH Dirección de Obras Hidráulicas
DS Decreto Supremo
DUS Drenaje Urbano Sostenible
EH2030 Escenarios Hídricos 2030
EHL Estrategias Hídricas Locales
ENCCRV Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales
ESVAL Empresa Sanitaria de Valparaíso, Aconcagua y Litoral
FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Fch Fundación Chile
FNDR Fondo Nacional de Desarrollo Regional
GIRH Gestión Integral de Recursos Hídricos
GORE Gobierno Regional
Ha Hectáreas
HESMASH Herramienta Estratégica para Selección de Medidas, Acciones y Soluciones Hídricas.
IDE Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile
INDAP Instituto de Desarrollo Agropecuario
INE Instituto Nacional de Estadísticas
IPT Instrumento de Planificación Territorial
INH Instituto Nacional de Hidráulica
IS Índice de Susceptibilidad
ISH Índice de Seguridad Hídrica
JdV Junta de Vigilancia
LEED Leadership in Energy & Environmental Design
MAS Medidas Acciones y Soluciones

MEH Mesa de Emergencia Hídrica
MIDESO Ministerio de Desarrollo Social
MINAGRI Ministerio de Agricultura
MINSAL Ministerio de Salud
MINVU Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MM\$ Millones de pesos
MMA Ministerio del Medio Ambiente
MOP Ministerio de Obras Públicas
MPU Mejoramiento de Parques Urbanos
OCAS Obras de Conservación Agua y Suelo
OCUC Observatorio de Ciudades de la Universidad Católica
OGUC Ordenanza General de Urbanismo y Construcción
ONG Organización No Gubernamental
OuAs Organizaciones de Usuarios de Agua
Parquemet Parque Metropolitano de Santiago
PMU Programa de Mejoramiento Urbano
PRB Planes de Revitalización de Barrios
PRBIPE Programa de Revitalización de Barrios e Infraestructura Patrimonial Emblemática
PTAS Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
REDD Reducing emissions from deforestation and forest degradation
RM Región Metropolitana
RENAMU Reserva Natural Municipal
RETC Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
RH Riesgo Hídrico
RILES Residuos Líquidos Industriales
RS Recomendación Favorable
SAG Servicio Agrícola y Ganadero
SBAP Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas
SbN Soluciones basadas en la Naturaleza
SEIA Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SERVIU Servicio de Vivienda y Urbanización
SH Seguridad Hídrica
SII Servicio de Impuestos Internos
SISS Superintendencia de Servicios Sanitarios
SMA Superintendencia de Medio Ambiente
SMAPA Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
SNASPE Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
SNI Sistema Nacional de Inversión
SSR Servicios Sanitarios Rurales (ex APR)
SUBDERE Subsecretaría de Desarrollo Regional
SUDS Sistema Urbano de Drenaje Sostenible
VAN Valor Actual Neto
WRI World Resources Institute

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. (s.f.). APL Certificado Azul. Disponible en URL: https://www.asccl.cl/pagina/certificado_azul

Centro de Cambio Global UC. (2019). Análisis situacional: principales problemas en seis cuencas de Chile. Estudio realizado para EH2030, Santiago, Chile. Disponible en URL: https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2020/06/ccg-uc_informe_arbolproblema_eh2030_final-1.pdf

Centro de Ecología Aplicada- CEA. (2022). Aplicación de metodologías de estrategias de conservación: Cuencas piloto de los ríos Maipo y Maule. Estudio elaborado para EH2030, Santiago, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2022/08/aplicacion-de-metodologias-de-conservacion-1.pdf>

Dirección General de Aguas- DGA. (2005). Evaluación de los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Maule. Disponible en URL: <http://documentos.dga.cl/SUP4377.pdf>

Escenarios Hídricos 2030- EH2030. (2022). Cuencas Regenerativas, de la crisis a la Seguridad Hídrica. Hoja de Ruta Maipo y Maule. Fundación Chile, Santiago, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

Escenarios Hídricos 2030- EH2030. (2022). Manual HESMASH, herramienta estratégica para solución de medidas, acciones y soluciones. Fundación Chile, Santiago, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

Escenarios Hídricos 2030- EH2030. (2021). Gobernanza desde las cuencas: Institucionalidad para la Seguridad Hídrica en Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

Escenarios Hídricos 2030- EH2030. (2019a). Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile. Fundación Chile, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

Escenarios Hídricos 2030- EH2030. (2019b). MAS Seguridad Hídrica. Medidas, Acciones y Soluciones. Fundación Chile, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

Escenarios Hídricos 2030- EH2030. (2018). Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Fundación Chile, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

Insertar esta referencia: Fluence Corporation. 2022. “¿Qué Significa “Agua Positiva”?”. Fluencecorp.com. URL <https://www.fluencecorp.com/es/que-significa-ser-positivo-para-el-agua/>

Nascimento, J. y Barreiras, N. (2021). Estimación de la recarga en la cuenca del río Maule y Maipo a través del modelo Wetspass. Estudio realizado para EH2030, Santiago, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

Pliscoff, P. (2020). Análisis del estado actual de los ecosistemas terrestres asociados a dos cuencas en Chile central: Maipo y Maule. Estudio realizado para EH2030, Santiago, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

Wicha, J., Kern, W., Marchant, R. y Opazo, D. (2022). Estudio complementario relativo a evaluación de impacto socio ambiental y económico de Medidas, Acciones y Soluciones (MAS) en las cuencas de ríos Maipo y Maule. Estudio realizado para EH2030, Santiago, Chile. Disponible en URL: <https://escenarioshidricos.cl/publicaciones/>

World Resource Institute- WRI. (2014). World's 18 Most Water-Stressed Rivers. Disponible en URL: <https://www.wri.org/blog/2014/03/world-s-18-most-water-stressed-rivers>

AGRADECIMIENTOS

Concretar la publicación MAIPO RESILIENTE – DE LA CRISIS A LA REGENERACIÓN HÍDRICA fue posible gracias al gran compromiso y contribución de representantes de diversas instituciones público-privadas y organizaciones ciudadanas que participaron de la iniciativa **“Difusión Maipo Resiliente: Portafolio de Soluciones Hídricas Sostenibles en la RMS”** (IDI 40043624-0).

La iniciativa Maipo Resiliente, liderada por el Gobierno de Santiago con el apoyo de Escenarios Hídricos 2030 de Fundación Chile, reconoce y agradece el aporte de cada una de las personas e instituciones que trabajaron activamente y que colaboraron en la construcción de los resultados que se plasman en esta publicación.

Equipo de expertos

Mariela Arévalo, Consultor Experto
 Jorge Núñez, Consultor Experto
 Gabriel Orrego, SYMBIOTICA
 Nicolas Corral, SYMBIOTICA
 Diego Diaz, SYMBIOTICA
 Manuela Fernandez, SYMBIOTICA
 Javiera Carreño, SYMBIOTICA
 Piero Della, SYMBIOTICA
 Francisco Fuenzalida, Aguatierra
 Andres Riveros, Aguatierra
 Tomás García, Aguatierra
 Lilian Ruiz, Aquasys
 Emilio Becerra, Aquasys
 Rodrigo Troncoso, Aquasys
 Cristófer Canipane, CAPTIVA
 Catalina Peña, CAPTIVA
 Eduardo Bello, CAPTIVA
 Felipe Martín, MAS Recursos Naturales
 Javier Cepeda, MAS Recursos Naturales
 Juan Pablo Vera, RC Mannesmann
 Domingo Cereceda, Duschy
 Andrés Robles, Fundación Somos Agua
 Eduardo Robledo, Fundación Chile
 Fabiola Riquelme, Fundación Chile
 Manuel Contreras, Fundación Chile
 Nestor Burgos, Coordinador Gobierno de Santiago

Municipalidad de San Bernardo

Marcela Moreno, Municipalidad de San Bernardo
 Daniela Mellado, Municipalidad de San Bernardo

Municipalidad de Lo Espejo

Tamara Saez, Municipalidad de Lo Espejo
 Natalia Collao, Municipalidad de Lo Espejo
 Sebastián Troncoso, Municipalidad de Lo Espejo
 Bastián Escorza, Municipalidad de Lo Espejo
 Oscar Maureira, Municipalidad de Lo Espejo
 Catalina Zuñiga, Municipalidad de Lo Espejo,
 Municipalidad de Lo Espejo
 Karla Perez, Municipalidad de Lo Espejo

Municipalidad de Santiago

María Macaya, Municipalidad de Santiago
 Pedro Hinojosa, Municipalidad de Santiago
 Margaret Urrutia, Municipalidad de Santiago
 Fernando Vallejos, Municipalidad de Santiago
 Ricardo Zepeda, Municipalidad de Santiago
 Paola Escobar, Municipalidad de Santiago
 Isabel Aguilera, Municipalidad de Santiago
 Corina Altamirano, Municipalidad de Santiago
 Hugo Cuevas, Municipalidad de Santiago
 Felipe Esbir, Municipalidad de Santiago
 Claudio Gonzalez, Municipalidad de Santiago
 Jeannette Jara, Municipalidad de Santiago
 Gabriela Jorquera, Municipalidad de Santiago
 Luis Mayorga, Municipalidad de Santiago
 Miguel Ordenez, Municipalidad de Santiago
 Rodrigo Roco, Municipalidad de Santiago
 Dafne Ulloa, Municipalidad de Santiago
 Luis Valdivieso, Municipalidad de Santiago
 Natalia Silva, Municipalidad de Santiago

Municipalidad de La Pintana

Felipe Gallegos, Municipalidad de La Pintana
 Constanza Abusleme, Municipalidad de La Pintana
 Isabel Flores, Municipalidad de La Pintana
 Pablo Fuentes, Municipalidad de La Pintana
 Roberto Guerra, Municipalidad de La Pintana
 Jazmín Infante, Municipalidad de La Pintana
 Felipe Marchant, Municipalidad de La Pintana
 Gustavo Marcos, Municipalidad de La Pintana
 Juan Ignacio Olave, Municipalidad de La Pintana
 Claudia Pizarro, Municipalidad de La Pintana
 Ximena Salazar, Municipalidad de La Pintana
 Jorge Vargas, Municipalidad de La Pintana
 Cecilia Duarte, Municipalidad de La Pintana

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

Municipalidad de Buin

Madelein Navarro, Municipalidad de Buin
Vicente Rivera, Municipalidad de Buin
Oscar Contreras, Municipalidad de Buin
Jaime Carbonel, Municipalidad de Buin
Nataly Roldan, Municipalidad de Buin
Miguel Araya, Municipalidad de Buin
Victoria Rojas, Municipalidad de Buin
Diego Requena, Municipalidad de Buin
Favian Serrano, Municipalidad de Buin
Francisco Becerra, Municipalidad de Buin

Municipalidad de Cerrillos

Lorena Facuse, Municipalidad de Cerrillos
Rodrigo Pérez, Municipalidad de Cerrillos
Jaime Quezada, Municipalidad de Cerrillos
Marcela Cortes, Municipalidad de Cerrillos
Guillermo Tapía, Municipalidad de Cerrillos

Municipalidad de Cerro Navia

Francisca Valencia, Municipalidad de Cerro Navia
Mario Cancino, Municipalidad de Cerro Navia
Nicolás Cataldo, Municipalidad de Cerro Navia
Alicia Maldonado, Municipalidad de Cerro Navia
Mauricio Herrera, Municipalidad de Cerro Navia
Carolina Villaroel, Municipalidad de Cerro Navia
Claudio Varela, Municipalidad de Cerro Navia
Mauro Tamayo, Municipalidad de Cerro Navia
Regina Serrano, Municipalidad de Cerro Navia
Jeremías Rojas, Municipalidad de Cerro Navia
Carla Rocco, Municipalidad de Cerro Navia
Felipe Peña, Municipalidad de Cerro Navia
Gonzalo Ordenez, Municipalidad de Cerro Navia
Francisco Guajardo, Municipalidad de Cerro Navia
Cesar Fuenzalida, Municipalidad de Cerro Navia
Jorge Flores, Municipalidad de Cerro Navia
Alexis Cordero, Municipalidad de Cerro Navia

Municipalidad de Colina

Máximo Larraín, Municipalidad de Colina
Jaime Moya, Municipalidad de Colina
Julio Castro, Municipalidad de Colina
Patricio Durán, Municipalidad de Colina
Pedro Perez, Municipalidad de Colina
Carola Arancibia, Municipalidad de Colina
Inés Ortiz, Municipalidad de Colina
Jovanna Retamal, Municipalidad de Colina
Andrea Basaure, Municipalidad de Colina
José Pedro Guilisasti, Municipalidad de Colina

Jaime Díaz, Municipalidad de Colina
Carolina Améstica, Municipalidad de Colina
Sebastián Arce, Municipalidad de Colina
Manuel Muñoz, Municipalidad de Colina
Rodrigo Morales, Municipalidad de Colina
Luis Cifuentes, Municipalidad de Colina

Municipalidad de Conchalí

Nicole Serrano, Municipalidad de Conchalí
Lorenzo Molina, Municipalidad de Conchalí
Loan Catanzo, Municipalidad de Conchalí
Carlos Jimenez, Municipalidad de Conchalí
Antonio Román, Municipalidad de Conchalí
Patricio Miranda, Municipalidad de Conchalí
Fernando Sepúlveda, Municipalidad de Conchalí
Natalia Mesa, Municipalidad de Conchalí
Soledad Cornejo, Municipalidad de Conchalí

Municipalidad de Curacaví

Paula Muñoz, Municipalidad de Curacaví
Maribel Alvarado, Municipalidad de Curacaví
Carlos Ormazabal, Municipalidad de Curacaví
Guillermo Briceño, Municipalidad de Curacaví

Municipalidad de El Bosque

Rayen Alarcón, Municipalidad de El Bosque
Francisca Silva, Municipalidad de El Bosque
Daniela Rojas, Municipalidad de El Bosque
Nicolas Rojas, Municipalidad de El Bosque
Magaly Cañas, Municipalidad de El Bosque
Martina Ribera, Municipalidad de El Bosque
Sandra Matis, Municipalidad de El Bosque
Camila Morales, Municipalidad de El Bosque

Municipalidad de El Monte

Nicolás Olivares, Municipalidad de El Monte
Jaime Ibarra, Municipalidad de El Monte
Raúl Brito, Municipalidad de El Monte
Zandra Maulén, Municipalidad de El Monte
Beatriz Figueroa, Municipalidad de El Monte
Karina Surhoff, Municipalidad de El Monte
Juan Calvarez, Municipalidad de El Monte
Rocio Araya, Municipalidad de El Monte

Municipalidad de Estación Central

Víctor Uribe, Municipalidad de Estación Central
Merry Hernandez, Municipalidad de Estación Central
Carolina Sepúlveda, Municipalidad de Estación Central

Hector Pradenas, Municipalidad de Estación Central
Adriana Uribe, Municipalidad de Estación Central

Municipalidad de Independencia

María Isabel Perez, Municipalidad de Independencia
Edurado Muñoz, Municipalidad de Independencia
Leyla Pichara, Municipalidad de Independencia
Dalia Campos, Municipalidad de Independencia
Tabata Portales, Municipalidad de Independencia
Magdalena Serrano, Municipalidad de Independencia
Juan de la Fuente, Municipalidad de Independencia
Sergio Castillo, Municipalidad de Independencia
Juan Benavides, Municipalidad de Independencia
Claudio Carrillo, Municipalidad de Independencia
Gonzalo Durán, Municipalidad de Independencia
Juan Miquel Mac-Donald, Municipalidad de Independencia
Ines Mora, Municipalidad de Independencia
Nicolás Paez, Municipalidad de Independencia
Claudio Rodríguez, Municipalidad de Independencia
José Soto, Municipalidad de Independencia

Municipalidad de Isla de Maipo

Katherine Carrasco, Municipalidad de Isla de Maipo
Karina Cabello, Municipalidad de Isla de Maipo
Manuel Maldonado, Municipalidad de Isla de Maipo
Cecilia Gonzalez, Municipalidad de Isla de Maipo
Sebastián Vega, Municipalidad de Isla de Maipo
María Ignacia Allendes, Municipalidad de Isla de Maipo

Municipalidad de La Cisterna

Camila Matus, Municipalidad de La Cisterna
Manuel Corona, Municipalidad de La Cisterna
Paulina Pizarro, Municipalidad de La Cisterna
Carlos Rodriguez, Municipalidad de La Cisterna
Juan Carlos de la Torre, Municipalidad de La Cisterna
Ian Pastén, Municipalidad de La Cisterna
Sandra Dávila, Municipalidad de La Cisterna
Joel Olmos, Municipalidad de La Cisterna
Ana Ibarra, Municipalidad de La Cisterna
Mariana Pridant, Municipalidad de La Cisterna
Cristian Ortiz, Municipalidad de La Cisterna
Rodrigo Muñoz, Municipalidad de La Cisterna
Sergio Robledo, Municipalidad de La Cisterna
Angélica Ulloa, Municipalidad de La Cisterna
Eduardo Vargas, Municipalidad de La Cisterna
Olga Vargas, Municipalidad de La Cisterna
Marioli Quiñones, Municipalidad de La Cisterna

Claudia Muñoz, Municipalidad de La Cisterna
Eliás Garces, Municipalidad de La Cisterna

Municipalidad de La Florida

Natalia Orellana, Municipalidad de La Florida
Juan Pablo Arcos, Municipalidad de La Florida
Matias Adrian, Municipalidad de La Florida
Rosa Carreño, Municipalidad de La Florida
Andrés Rivera, Municipalidad de La Florida
Josefina Huidodro, Municipalidad de La Florida

Municipalidad de La Reina

Carolina Arriagada, Municipalidad de La Reina
Paula Gajardo, Municipalidad de La Reina
Carlos Ahumada, Municipalidad de La Reina
Rolando Abrigo, Municipalidad de La Reina
Nicolás Ramis, Municipalidad de La Reina

Municipalidad de Lampa

Carola Tapia, Municipalidad de Lampa
Diego Torrealba, Municipalidad de Lampa
Camilo Ortega, Municipalidad de Lampa
Elizabet Castillo, Municipalidad de Lampa
Jonathan Zamora, Municipalidad de Lampa
Joaquín Salas, Municipalidad de Lampa
Constanza Oyarzún, Municipalidad de Lampa
Camila Lara, Municipalidad de Lampa

Municipalidad de Las Condes

Juan Manuel Masferrer, Municipalidad de Las Condes
Muriel Espinoza, Municipalidad de Las Condes
Fernanda Galvez, Municipalidad de Las Condes

Municipalidad de Lo Barnechea

Daniela Cortes, Municipalidad de Lo Barnechea
Leticia Rebolledo, Municipalidad de Lo Barnechea
Consuelo Herrera, Municipalidad de Lo Barnechea
Gonzalo Cruces, Municipalidad de Lo Barnechea
Francisco Mardones, Municipalidad de Lo Barnechea
Pablo Merino, Municipalidad de Lo Barnechea
Victoria Gazmuri, Municipalidad de Lo Barnechea
Pablo Esteban Gamarra, Municipalidad de Lo Barnechea
Víctor Donoso, Municipalidad de Lo Barnechea
Dominga Henríquez, Municipalidad de Lo Barnechea
Felipe Mirson, Municipalidad de Lo Barnechea
Rafaela Meneses, Municipalidad de Lo Barnechea
Francisca Celis, Municipalidad de Lo Barnechea
Aaron Hernández, Municipalidad de Lo Barnechea

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

Municipalidad de Lo Prado

Daniel Muñoz, Municipalidad de Lo Prado
 Mauricio Nuñez, Municipalidad de Lo Prado
 Francisco Orellana, Municipalidad de Lo Prado
 Rodrigo Vasquez, Municipalidad de Lo Prado
 Guillermo Navarro, Municipalidad de Lo Prado
 Josefa García, Municipalidad de Lo Prado
 Diana Donoso, Municipalidad de Lo Prado
 Natalia Poblete, Municipalidad de Lo Prado
 Maximiliano Huerta, Municipalidad de Lo Prado
 Adrian Robles, Municipalidad de Lo Prado
 Leslie Soto, Municipalidad de Lo Prado
 Sebastián Zárate, Municipalidad de Lo Prado
 Leslie Vergara, Municipalidad de Lo Prado
 Orlando Ríos, Municipalidad de Lo Prado

Municipalidad de Macul

Ignacio Venegas, Municipalidad de Macul
 Rodrigo Cabezas, Municipalidad de Macul
 Leonor Ojeda, Municipalidad de Macul
 Miguel Osses, Municipalidad de Macul
 Ximena Guerrero, Municipalidad de Macul
 Claudio Contreras, Municipalidad de Macul
 Benjamín Canales, Municipalidad de Macul
 Carmen Gloria García, Municipalidad de Macul
 Tenya Santa Cruz, Municipalidad de Macul
 Axel Pickett, Municipalidad de Macul

Municipalidad de Quilicura

María Pilar Campos, Municipalidad de Quilicura
 Lorena Oyarzún, Municipalidad de Quilicura
 Pilar Ogalde, Municipalidad de Quilicura
 Felipe Gonzalez, Municipalidad de Quilicura

Municipio de Quinta Normal

Patricia Núñez, Municipalidad de Quinta Normal
 Belén Núñez, Municipalidad de Quinta Normal
 Sofía Astudillo, Municipalidad de Quinta Normal
 Marcelo Cerda, Municipalidad de Quinta Normal
 Nicolas Núñez, Municipalidad de Quinta Normal
 Rocío Silva, Municipalidad de Quinta Normal

Municipalidad de María Pinto

Andrea Patricia Blanc, Municipalidad de María Pinto
 Francisco Torres, Municipalidad de María Pinto
 Lisette López, Municipalidad de María Pinto
 Andrea Blanc, Municipalidad de María Pinto
 Karol Cerey, Municipalidad de María Pinto
 Jessica Mualim, Municipalidad de María Pinto
 María José Valenzuela, Municipalidad de María Pinto

Municipalidad de Melipilla

Gabriela Soto, Municipalidad de Melipilla
 Cristobal Mira, Municipalidad de Melipilla

Municipalidad de Ñuñoa

Valeska Ramirez, Municipalidad de Ñuñoa
 Felipe Macaya, Municipalidad de Ñuñoa
 Patricio Jerez, Municipalidad de Ñuñoa
 Victoria Perry, Municipalidad de Ñuñoa
 Bastián Moreno, Municipalidad de Ñuñoa
 Emilia Ríos, Municipalidad de Ñuñoa
 Patricio Reyes, Municipalidad de Ñuñoa
 Trinidad Furche, Municipalidad de Ñuñoa
 Alex Alarcón, Municipalidad de Ñuñoa

Municipalidad de Paine

Catherine Bezenberger V, Municipalidad de Paine
 Paulina Casanova, Municipalidad de Paine
 Jorge Nieto, Municipalidad de Paine
 Patricio Roman, Municipalidad de Paine

Municipalidad de Peñaflo

Debora Vidal, Municipalidad de Peñaflo
 Raúl Godoy, Municipalidad de Peñaflo
 German Ortiz, Municipalidad de Peñaflo,
 Municipalidad de Peñalolen
 Gabriel Acuña, Municipalidad de Peñalolen
 Caroll Owen , Municipalidad de Peñalolen
 María Eugenia Lagos, Municipalidad de Peñalolen
 Patricio Godoy, Municipalidad de Peñalolen
 Claudio Puentes, Municipalidad de Peñalolen

Municipalidad de Pirque

Daniela Ramirez, Municipalidad de Pirque
 Laura Bau, Municipalidad de Pirque
 Fernanda Finger, Municipalidad de Pirque
 Nicolas Pérez, Municipalidad de Pirque
 María José Palma, Municipalidad de Pirque
 Gabriel Pino, Municipalidad de Pirque
 Jaime Escudero, Municipalidad de Pirque
 Juan Fontecilla, Municipalidad de Pirque
 Pablina Galaz, Municipalidad de Pirque
 Cristian Galdámez, Municipalidad de Pirque
 Mario Larraín, Municipalidad de Pirque
 Nataly López, Municipalidad de Pirque
 Carlos Mellado, Municipalidad de Pirque
 Yerko Olivares, Municipalidad de Pirque
 Nicolas Sangado, Municipalidad de Pirque
 Claudio Urzúa, Municipalidad de Pirque
 Lourdes Bau, Municipalidad de Pirque

Carolina Mery, Municipalidad de Pirque
 Felipe Espinoza, Municipalidad de Pirque
 José Miguel Morales, Municipalidad de Pirque
 Damaris Gacanica, Municipalidad de Pirque

Municipalidad de Providencia

Francisca Sanchez, Municipalidad de Providencia
 Juan Ignacio Cifuentes, Municipalidad de Providencia
 María Teresa Prieto, Municipalidad de Providencia
 Martín Ferrada Lara, Municipalidad de Providencia
 Jorge Jaña, Municipalidad de Providencia
 Cristobal Labbe, Municipalidad de Providencia

Municipalidad de Pudahuel

María Magdalena Barros, Municipalidad de Pudahuel
 Marcelo Orellana, Municipalidad de Pudahuel
 Francisco Pizarro, Municipalidad de Pudahuel
 Carolina Seguel, Municipalidad de Pudahuel
 Eduardo Zamudio, Municipalidad de Pudahuel
 Soledad Huerta, Municipalidad de Pudahuel
 Mabel Gutierrez, Municipalidad de Pudahuel
 Felipe Castro, Municipalidad de Pudahuel
 Silvia Donoso, Municipalidad de Pudahuel
 Marcela Rojas, Municipalidad de Pudahuel
 Romina Vega, Municipalidad de Pudahuel
 Jorge Cornejo, Municipalidad de Pudahuel
 Julio Manterola, Municipalidad de Pudahuel

Municipalidad de Recoleta

Catherine Manriquez, Municipalidad de Recoleta
 Francisco Moscoso, Municipalidad de Recoleta
 Tomas Bravo, Municipalidad de Recoleta
 Soledad Concha, Municipalidad de Recoleta
 Catalina Vallejos, Municipalidad de Recoleta
 María Correa, Municipalidad de Recoleta
 Daniel Jadue, Municipalidad de Recoleta
 Heriberto Medina, Municipalidad de Recoleta
 Alfredo Parra, Municipalidad de Recoleta
 Christian Peña, Municipalidad de Recoleta
 Alberto Pizarro, Municipalidad de Recoleta
 Gianina Ripetti, Municipalidad de Recoleta
 Pablo Saez, Municipalidad de Recoleta
 Evelyn Valenzuela, Municipalidad de Recoleta
 Juan Soto, Municipalidad de Recoleta
 Patricia Castañeda, Municipalidad de Recoleta

Municipalidad de Renca

Macarena Olivares, Municipalidad de Renca
 Cristina Contreras, Municipalidad de Renca
 Pamela Torres, Municipalidad de Renca

Etienne Lefranc, Municipalidad de Renca
 Darío Oyazún, Municipalidad de Renca
 Magdalena Calcagni, Municipalidad de Renca

Municipalidad de San José de Maipo

Karina Cabello, Municipalidad de San José de Maipo
 Beky Riffos, Municipalidad de San José de Maipo
 Manuel Maldonado, Municipalidad de San José de Maipo
 Cesar Hernández, Municipalidad de San José de Maipo
 Felipe Tambolini, Municipalidad de San José de Maipo
 Cassandra Prado, Municipalidad de San José de Maipo
 Allison Kuhl, Municipalidad de San José de Maipo
 Hugo Varela, Municipalidad de San José de Maipo

Municipalidad de San Miguel

Sebastián Ahumada, Municipalidad de San Miguel
 Raúl Villagrán, Municipalidad de San Miguel
 Daniel Luna, Municipalidad de San Miguel
 Miriam Lopez, Municipalidad de San Miguel
 Diego Martinez, Municipalidad de San Miguel
 Leonardo Morales, Municipalidad de San Miguel

Municipalidad de San Ramón

Alejandro Lara, Municipalidad de San Ramón
 Arnold Hernandez, Municipalidad de San Ramón
 Alejandro Penailillo, Municipalidad de San Ramón
 Fernando Lavín, Municipalidad de San Ramón
 José Leighthon, Municipalidad de San Ramón
 José Martínez, Municipalidad de San Ramón
 Hernan Rojas, Municipalidad de San Ramón
 Gustavo Toro, Municipalidad de San Ramón
 Cesar León, Municipalidad de San Ramón

Municipio de Talagante

Pablo Crespo, Municipalidad de Talagante
 Paulina Molina, Municipalidad de Talagante
 Daniel Albornoz, Municipalidad de Talagante
 Patricio Vidal, Municipalidad de Talagante
 Karla Leiva, Municipalidad de Talagante
 Victoria Arqueros, Municipalidad de Talagante
 Ana María Bertucci, Municipalidad de Talagante

Municipalidad de Tiltil

Ignacio Silva, Municipalidad de Tilttil
 Daniela Caseres, Municipalidad de Tilttil
 Juan Rojas, Municipalidad de Tilttil
 Alejandro Lara, Municipalidad de Tilttil

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

Municipalidad de Maipu

Paloma Valenzuela, Municipalidad de Maipu
 Nataly González, Municipalidad de Maipu
 Tomas Vodanovic, Municipalidad de Maipu
 Javiera Zuñiga, Municipalidad de Maipu
 Sergio Soto, Municipalidad de Maipu
 Nicolás Carrasco, Municipalidad de Maipu
 Paola Pérez, Municipalidad de Maipu
 Claudia Matamala, Municipalidad de Maipu
 Ricargo Aguirre, Municipalidad de Maipu
 Karen Arancibia, Municipalidad de Maipu
 Cristian Chehade, Municipalidad de Maipu
 María Fernanda Valenzuela, Municipalidad de Maipu
 Denisse Poblete, Municipalidad de Maipu
 Matías Chavez, Municipalidad de Maipu

Municipalidad de Alhúe

Catalina Astudillo, Municipalidad de Alhúe

Municipalidad de Calera de Tango

Iván Lopez, Municipalidad de Calera de Tango
 Luis Muñoz, Municipalidad de Calera de Tango
 Diakara Ramirez, Municipalidad de Calera de Tango
 Juan Manuel Nuñez, M. de Calera de Tango

Municipalidad de Pedro Aguirre Cerda

Gerardo Sanchez, Municipalidad de Pedro Aguirre Cerda
 Alexis Cordero, Municipalidad de Pedro Aguirre Cerda, Municipalidad de Puente Alto
 Sandra Camiroaga, Municipalidad de Puente Alto
 Sebastián Carrillo, Municipalidad de Puente Alto
 Camilo Castillo, Municipalidad de Puente Alto
 María Eugenia Theiler, Municipalidad de Puente Alto
 Marilyn Toledo, Municipalidad de Puente Alto
 Dyana Herrera, Municipalidad de Puente Alto
 Gloria Villaroel, Municipalidad de Puente Alto

Municipalidad de Huechuraba

Claudia Martinez, Municipalidad de Huechuraba
 Vanesa Barroso, Municipalidad de Huechuraba
 Karen Montecinos, Municipalidad de Huechuraba

Municipalidad de la Granja

Sara Reyes, Municipalidad de la Granja
 Patricia Alegría, Municipalidad de la Granja
 Liliana Bizama, Municipalidad de la Granja
 Pamela Mendoza, Municipalidad de la Granja
 Pedro Concha, Municipalidad de la Granja
 Rodolfo Venegas, Municipalidad de la Granja

Municipalidad de San Pedro

Romy Farías, Municipalidad de San Pedro
 Manuel Castro, Municipalidad de San Pedro
 Alvaro Marín, Municipalidad de San Pedro
 José Pinto, Municipalidad de San Pedro
 Edith Camun, Municipalidad de San Pedro
 Mauricio Iturra, Municipalidad de San Pedro
 Miriam López, Municipalidad de San Pedro

Municipalidad de Santo Domingo

Leonor Martinez, Municipalidad de Santo Domingo
 Braulio Brevis, Municipalidad de Santo Domingo
 Manuel Alvarez, Municipalidad de Santo Domingo
 Simón Mena, Municipalidad de Santo Domingo
 Fernando Navarro, Municipalidad de Santo Domingo

Municipalidad de Vitacura

Valentina Strappa, Municipalidad de Vitacura
 Daniella Casanello, Municipalidad de Vitacura,

Municipalidad de Codegua

Loreto Alvarez, Municipalidad de Codegua

Municipalidad de San Joaquín

Michel Arredondo, Municipalidad de San Joaquín
 Danitza Rodriguez, Municipalidad de San Joaquín
 Daniel Antileo, Municipalidad de San Joaquín
 Germán Fuentes, Municipalidad de San Joaquín
 Nury Gajardo, Municipalidad de San Joaquín
 Corina Vera, Municipalidad de San Joaquín
 María José Araya, Municipalidad de San Joaquín
 Javier Cornejo, Municipalidad de San Joaquín
 Cristobal Donoso, Municipalidad de San Joaquín
 Claudia Silva, Municipalidad de San Joaquín
 Nixsa Flores, Municipalidad de San Joaquín
 Yorka Jorquera, Municipalidad de San Joaquín
 Eduardo Garrido, Municipalidad de San Joaquín
 Bastian Jul, Municipalidad de San Joaquín
 Cristobal Labra, Municipalidad de San Joaquín
 Carolina Meza, Municipalidad de San Joaquín
 Vanessa Paredes, Municipalidad de San Joaquín
 Francisca Duque, Municipalidad de San Joaquín
 Pascale Molinet, Municipalidad de San Joaquín
 Nelson Arce, Municipalidad de San Joaquín
 Victoria Pino, Municipalidad de San Joaquín
 Katherine Ponce, Municipalidad de San Joaquín
 Ignacio Vega, Municipalidad de San Joaquín
 Alexis Cordero, Municipalidad de San Joaquín

María Yalena Chavez, Asociación Chilena de Municipalidades

Carlos Cuadrado, Asociación Chilena de Municipalidades

Cristobal Lira, AMUCH

Pilar Cuevas, AMUCH

Gonzalo Durán, Red de Municipios Sustentables

Cristian González, AMUR

Francisco Gómez, AMUR

Jaime Verá, AMUR

Rodolfo Pérez, AMUSA

Carlos Rivas, Asociación de Municipalidades Parque Cordillera

OUAS, ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUA

José Luis Fuentes,, Asociación Canales Unidos de Buín
 Luis Fuentes, Asociacion de Canalistas del Maipo
 Sergio Silva, Asociacion de canalistas del Maipo
 Patricia Cumming, Canal Mallarauco
 Raul Vinegoux, Canal Mallarauco
 Javier Carvallo, Conf. de Canalistas de Chile
 Fernando Peralta, Conf. de Canalistas de Chile
 Luis Baertl, Junta de Vigilancia del Río Maipo- primera sección

Francisco Villalon, Junta de Vigilancia Estero Puangue segunda sección

Ernesto Veres, Junta de vigilancia Río Maipo

Jose Manuel Cordova, Junta de vigilancia Río Maipo

Francisco Maldonado, Segunda Seccion Río Maipo
 Nicolas Bravo, Sociedad Administradora de las Aguas del Tercer Tramo del Río Maipo

Juan Carlos Berríos, Sociedad Canal del Maipo

Alejandro Gómez, Sociedad Canal del Maipo

Guillermo Aldunate, Sociedad Canal del Maipo

Drago Domancic, Tercera Seccion Río Maipo

ACADEMIA

Ignacio Elzo, PUC Valparaíso

Diego Rivera, Universidad del Desarrollo

Yael Baytelman, Universidad de Chile

Valentina Soto, Universidad de Chile

Natalia Escudero, Universidad de Chile

Paola Velázquez, Universidad de Chile

Linda Daniele, Universidad de Chile

Eugenio Figueroa, Universidad de Chile

Rosa Chandia-Jaure, Universidad Tecnológica Metropolitana

Camila Boettiger, Universidad del Desarrollo

ONG COMUNIDADES

Carlos Foxley, Acades

Cristián Gutierrez, Adapt- Chile

Pablo Jaegger, Asociación Chilena de Derecho de Aguas

Natalia Dasencich, Asociación Chilena de Derecho de Aguas

Eduardo Acuña, Batuco Sustentable

Daniela Rivera, Centro de Derechos y Gestión de Aguas

María Encina, Comité Reina Norte

Claudia Papic, Fondo de Agua

Reinaldo Fuentealba, Fondo de Agua

Carla Valenzuela, Frente del Río

Gabriel Gonzalez, Frente del Río

Sergio Domeyko, Fundación Canquen Verde

Matías Fuentealba Pooley, Fundación Cosmos

Rodolfo Jara, Fundación Conectemos ,

Diego Luna, Fundación Futuro Latinoamericano

Evelyn Vicioso, NEWENKO

Paula Candia, NEWENKO

Juan Pablo Orrego, ONG Ecosistemas

Hernan García, ONG Ecosistemas

Fernanda Romero, Red de Santuarios

Llara Kritzner, The Nature Conservancy

Mercedes Ibañez, The Nature Conservancy

Tania Correa, The Nature Conservancy

Bernardo Reyes, Vertientes del Sur

Antonia Ibañez, Fundación Ibañez Atkinson

Francisca Tondreau, The Nature Conservancy

Ricardo Fernández, Instituto de la Construcción

María Yalena Chavez, Asociación Chilena de Municipalidades

Carlos Cuadrado, Asociación Chilena de Municipalidades

Cristobal Lira, AMUCH

Pilar Cuevas, AMUCH

Cristian González, AMUR

Francisco Gómez, AMUR

Jaime Verá, AMUR

Alejandro Symthe, AMUSA

Rodolfo Pérez, AMUSA

Carlos Rivas, Asociación de Municipalidades Parque Cordillera

SECTOR PÚBLICO

Claudina Nuñez, CORE RM

Paola Chavéz, CORE RM

Sofía Valenzuela, CORE RM

Romina Montenegro, CORE RM

Felipe Berríos, CORE RM

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

María Olea, CORE RM
 Noemí Martínez, CORE
 Karina Ramos, CORE RM
 Carolina Oteiza, CORE RM
 Danae Prado, CORE RM
 Marcelo Zunino, CORE RM
 Nadia Ávalos, CORE RM
 Camilo Antileo, CORE RM
 Sofía Muñoz, CORE RM
 María Eugenia Puelma, CORE RM
 Leonardo Jofré, CORE RM
 Beatriz Albornoz, CORE RM
 Cristina Soto, CORE RM
 Marcela Zbinden, CORE RM
 Camila Navarro, CORE RM
 Valeria Ortega, CORE RM
 Gloria Vera, CORE RM
 José Edwards, CORE RM
 Pedro Bolados, CORE RM
 María Valeria Ponti, CORE RM
 Jazmín Aguilar, CORE RM
 Claudio Bustamante, CORE RM
 John General, CORE RM
 Mauricio Morán, CORE RM
 Gastón Libuy, CORE RM
 Claudia Hasbún, CORE RM
 Manuel José Monckeberg, CORE RM
 Dioscoro Rojas, CORE RM
 José Olavarría, CORE RM
 Constanza Alfaro, ASCC
 Jorge Morales, ASCC
 José Gonzáles, ASCC
 Valeska Torres, ASCC
 Daniela Vásquez, ASCC
 Susan Muñoz, ASCC
 Donatella Fuccaro, FDA
 Rocío Vallespin, ASCC
 Jannette Henríquez, CNR
 Javiera Herrera Pérez, CNR
 Daniel Bello, CNR
 Wilson Ureta, CNR
 Tomas Zuñiga, CNR
 María Jesús Llambias, CNR
 Rodrigo Vargas, CONAF
 Carolina Aguayo, CORFO
 Daniel Rivero, CORFO
 Francisca Rojas, CORFO
 José Benavente, CORFO
 Fernando Hentzschel, CORFO
 Camila Bravo, Delegación presidencial

Constanza Martinez, Delegación presidencial
 Gabriel Bravo, Delegación presidencial
 Franco Buglio, DGA
 Carolina Baeza, DGA
 Doris Aguila, DGA
 Jorge Daza, DGA
 Daniela González, DGA
 Sebastián Rivadeneira, Dirección de Planeamiento - MOP
 Fabiola Zamora, Dirección General de Obras Públicas
 Paulo Cañas, Director RM DOH
 Karen Canales, DOH
 Daniela Zabrano, DOH
 Orlando Varela, DOH
 Martín Canales, DOH
 Milo Millán, DOH
 Paula Marín, DOH
 Karen Troncoso, Gobierno de Santiago
 Gabriela Elgueta, Gobierno de Santiago
 María Jose Duran, Gobierno de Santiago
 Sebastián Villaroel, Gobierno de Santiago
 Víctor Salazar, Gobierno de Santiago
 Guadalupe Martínez, Gobierno de Santiago
 Santiago Rojas, INDAP
 Jose Raul Torres, INDAP
 Rodrigo Oyanadel, INDAP
 Cristian Villaruel, MINAGRI
 Hernan Latuz, Ministerio de Medio Ambiente
 Pilar Barría, Ministerio de Medio Ambiente
 Catalina Cifuentes, Ministerio de Medio Ambiente
 Sebastián Jofré, Ministerio de Medio Ambiente
 Maisa Rojas, Ministra de Medio Ambiente
 Claudia Contreras, MINVU
 Mauricio Liberona, MINVU
 Carolyn Baxter, MINVU
 Carlos Estevez, MOP
 Daniela, González, MOP
 Juan García, MOP
 Carlos Olivares, MOP
 Marcelo Olivares, MPO
 Miguel Muñoz, ONEMI
 Paolo Marín, ONEMI RMM
 Verónica Espinoza, PARQUEMET
 Carlos Ponce, PARQUEMET
 Fabricio Rivano, PARQUEMET
 Soledad Olivares, PARQUEMET
 José Santamaria, PARQUEMET
 Monserrat Candia, Seremi de Agricultura
 Vania Concha, Seremi de Agricultura
 Nathalie Joignant, Seremi de Agricultura

Claudia Cortés, Seremi de Medio Ambiente
 Sonia Reyes, Seremi de Medio Ambiente
 Claudia Fuentes, SEREMI MOP
 Oriana Avilés, Seremi MOP
 Claudia Marchant, Seremi Salud RM
 Alejandra Hernández, Seremi Salud RM
 Omar Cáceres, Seremi Salud RM
 Bastian Madrid, Seremi Salud RM
 Carolina Sepúlveda, Seremi Salud RM
 Rodrigo Vidal, Seremi Salud RM
 María José Herrera, Seremi Salud RM
 Eduardo Gúzman, Seremi Salud RM
 Francisco Bello, Seremi Salud RM
 Lesly Orellana, Seremi Salud RM
 Roberto Acosta, Seremi Salud RM
 Gonzalo Soto, Seremi Salud RM
 Gilbert Camaño, SUBDERE
 Jaime Páez, Superintendencia de Servicios Sanitarios
 Jorge Rivas, Superintendencia de Servicios Sanitarios
 Pedro Arce, Superintendencia de Servicios Sanitarios
 Erika Correa, Superintendencia de Servicios Sanitarios
 Marco Basterrica, Superintendencia de Servicios Sanitarios
 Esteban Soto, Superintendencia de Servicios Sanitarios
 Rodrigo Farías, Superintendencia de Servicios Sanitarios
 Jose Hernández, Superintendencia de Servicios Sanitarios

SECTOR PRODUCTIVO

Rafael Palacios, Acades
 Edson Landeros, Aguas Andinas
 Camilo Larrain, Aguas Andinas
 Cecilia Corvalán, Aguas Andinas
 Claudio Muñoz, Aguas Andinas
 Cristian Schwerter, Aguas Andinas
 Daniel Tugues, Aguas Andinas
 Daniela González, Aguas Andinas
 Daniela Rebolledo, Aguas Andinas
 Eugenio Rodriguez Mingo, Aguas Andinas
 Franco Nicoletti, Aguas Andinas
 Hernán König, Aguas Andinas
 Ivan Yarur, Aguas Andinas
 Pedro Bustamante, Aguas Andinas
 Gerardo Salinas, ANDESS
 Gloria Benavides, Puerto Ventanas
 Gonzalo Jaramillo, Anglo American
 Leonel Sierralta, Anglo American
 Marcela Bocchetto, Anglo American

Rodrigo Cañete, Anglo American
 Roberto Alvarez, Angloamerican
 Berenice Flores, Banco Mundial
 Germán Sturzenegger, BID
 Antonio Errázuriz, Cámara Chilena de Construcción
 Javier Hurtado, Cámara Chilena de Construcción
 Natasha Avaria, Cámara de Comercio de Santiago
 Verónica Torres, Cámara de Comercio de Santiago (Gerencia Sostenibilidad)
 Catalina Picon, Cerros Isla
 Valentina Gonzales, Cocacola
 Carolina Bravo, Cocacola
 Victoria Saud, Corma
 Javier Irrarrázaval, CPC
 Juan Sutil, CPC
 Javier Vargas, Esva
 Matias Hidalgo, Esva
 José Luis Murillo, ESVAL
 Gabriela Guarda, Nescle
 Paulina Silva, Polpaico
 Maximiliano Letelier, Reguemos Chile
 Cristián Allendes, Sociedad Nacional de Agricultura
 Diego Machuca, Sociedad Nacional de Agricultura
 Federico Errázuriz, Sociedad Nacional de Agricultura
 Jorge Cáceres, SOFOFA
 Juan Pablo Gonzáles, Sonami

SSRs

Rafael Uraque, APR Alhué, Planta de Tratamiento
 Maximiliano Acuña, APR Bollenar, Planta de Tratamiento
 Carolina Zuñiga, APR Chada, Planta de Tratamiento
 Iván Campos, APR Gacitua, Planta de Tratamiento
 Luis Alberto Catalán, APR Hospital
 Francisco serrano, APR Hospital, Planta de Tratamiento
 Daniel Caceres, APR Huelquen, Planta de Tratamiento
 Paula Muñoz Medio, APR Lo Alvarado, Planta de Tratamiento
 José Pinto, APR Loica, Planta de Tratamiento
 José Pinto, APR Prado, Planta de Tratamiento
 Pablo Ulloa, APR Principal I, Planta de Tratamiento
 Pablo Ulloa, APR Principal II, Planta de Tratamiento
 Juan Rojas, APR Rungue, Planta de Tratamiento
 José Pinto, APR San Pedro, Planta de Tratamiento
 Paula Muñoz, APR Santa Ines, Planta de Tratamiento
 Francisco Tapia, APR Santa Margarita Ltda, Planta de Tratamiento
 Guillermo Saavedra, FESAN
 Igor Ruz, FESAN

ÍNDICE

PRÓLOGO

1. LAS ALERTAS QUE TRAE EL RÍO

1.1. Cuenca del río Maipo: 57 comunas dependiendo de su suministro

1.2. El aporte de las MAS a la reducción de la brecha hídrica

2. CO-CONSTRUYENDO LA SEGURIDAD HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

2.1 Acción local y regional

2.2 Del diagnóstico a la acción

2.3 ¿Cómo ser “agua positivos”?

3. INICIATIVAS PARA UN MAIPO RESILIENTE

3.1 Fichas cartera de proyectos Maipo resiliente

3.2 Indicaciones para leer las fichas escala regional

Fichas escala regional

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRADECIMIENTOS

Francisco Riveros,, Liceo Gregorio Morales Miranda, Comuna Paine

CONSULTORES

Magdalena Barros, Abrespacio
Pedro García, Autoservicio Ferretero
Andrea Bertucci, Constructora MARTEC
Diego Carrasco, ClimaTech Chile A.G.
Claudio de La Cerda, Riego CL
Sergio Duarte, Hidrica Consultores SpA
Daniel Figueroa Contreras, Atlantis
Daniel Sandoval, Atlantis
Trinidad García, NIBSA
Jose Miguel Maiz, Bosques del Norte SpA
Claudio Bravo, Rain Global
Felipe Orellana, Hidrica Consultores SPA
Félix Pérez, Hidrica Consultores SPA
Julio Faundez, Hidrica Consultores SPA
Claudio Reyes, AWUA
Sebastian Rodriguez, El Farolero
Felipe Rodriguez, Constructora Martec
Orlando Vázquez, Naturalgreen
Camila Matta, Hidrica Consultores
Francisco Schmidt, FSA Consultora
Oscar Sotomayor, BAN
Andrea Ramos, KILIMO
Hugo Muñoz, Ecología en tu ,
Eugenio Celedon, Hidrogestión
Vladimir Rodriguez, GEOVIR Ingenieria
Carlos Espinoza, Hidromas
Karen Céspedes, Arcadis Chile
Cedric Little, CONATI
Andres Cataldo, Ciudad sostenible
Felipe Bauza, Agrologica
Manuel Barahona, Ingemab
Nicolas Calderon, Biocys
Mauricio Lemus, Biocys
Pedro Astaburuaga, my2drops
Damaris Orphanópoulos, RODHOS.

