



Agua Continua

infraestructura hídrica circular
para comunidades rurales en
contexto de escasez hídrica





Antecedentes Generales de Proyecto
Planteamiento Integral del Problema de Título

Paula Armijo Baeza
Estudiante

Gabriela Manzi Zamudio
Profesora guía

A mi mamá, por haberme enseñado lo bello del sur.

A mi papá, por darme ánimos en tiempos difíciles.

Santiago de Chile, Diciembre 2021

Índice

0. Resumen	5
1. Introducción al problema	6
1.1. Arquitectura y Cambio Climático	
1.2. Escasez Hídrica Rural	
1.2.1. Causas	
1.2.1.1. Cambio climático	
1.2.1.2. Presión de la economía extractivista	
1.2.1.3. Marco Normativo	
1.2.1.4. Falta de datos	
1.2.1.5. Gestión del agua por cuencas	
1.2.1.6. Infraestructura hídrica deteriorada	
1.2.2. Síntesis	
2. Introducción al tema arquitectónico	24
2.1. Infraestructura Hídrica Chile	
2.1.1. Riego	
2.1.2. Servicios sanitarios	
2.1.2.1. Agua Potable Rural	
2.1.2.2. Tratamiento de aguas servidas	
2.2. Conclusiones	
3. Caso de estudio: Lugar	36
3.1. Selección del lugar	
3.2. APR seleccionada	
4. Propuesta	43
4.1. Humedal de fitodepuración de aguas residuales	
5. Bibliografía	49

0. Resumen

Las problemáticas medioambientales suelen ser abordadas desde perspectivas unidisciplinarias, lo cual provoca que las soluciones no actúen como un sistema que enfrente realmente los conflictos socioambientales.

En este sentido, esta memoria busca problematizar cómo la arquitectura puede abordar temáticas medioambientales desde conocimientos obtenidos desde otras disciplinas como la geografía, la ingeniería o la agronomía. En particular, se estudia la problemática de la escasez hídrica chilena, para luego entender las causales de la misma a través del conocimiento arquitectónico.

Se constata que es posible abordar la escasez hídrica desde distintas causales, pero en particular un proyecto arquitectónico se puede hacer cargo de la expresión material del modelo hídrico chileno en el territorio rural: la infraestructura hídrica.

Posteriormente, se llega a la conclusión de que existen una serie de carencias en el contexto rural y asimismo en la infraestructura hídrica que pueden ser trabajadas desde los espacios de Agua Potable Rural, infraestructura presente en la mayoría del sector rural.

Dentro de ella, se reconoce que gran parte de las comunidades carecen de tratamiento de aguas servidas, lo cual resulta problemático dentro del contexto de escasez hídrica.

Una vez reconocido el problema arquitectónico, se evalúa en donde poder instalar el proyecto, siendo un lugar de interés la Región De Los Ríos debido a que el impacto del cambio climático permite proponer sistemas de tratamiento de aguas blandos y naturales, los cuales durarán en el tiempo y a la vez representan una solución perteneciente a la comunidad seleccionada, lo que mejora su gestión.

Finalmente, nos encontramos con la propuesta: un humedal de fitodepuración de aguas residuales y servidas, el que busca poner en circulación continua el agua extraída por la APR, transformando este proceso en un rito comunitario que permita poner en valor el recurso hídrico, la vegetación y la identidad de las comunidades rurales a través de los propios comités de APR y su infraestructura.

1. Introducción al problema



1.0 Arquitectura y cambio climático

Como habitantes modernos nos hemos tenido que habituar al cambio, haciendo de ello una costumbre. El contexto aparentemente caótico dentro del cual debemos ejercer como arquitectos y arquitectas es solo una perspectiva del asunto. Si consideramos a autoras más actuales como Spivak (2000) o Burns (2020) podemos mirar desde fuera estos fenómenos, reconociendo un sesgo importante de centralismo primermundista y de género, respectivamente. Sin embargo, existe un fenómeno incuestionable: el cambio climático. Pareciera ser que es lo único que está fuera del control humano, no obstante es producto de nuestra actividad en la Tierra.

Aproximar la disciplina arquitectónica al problema medioambiental parece estar centrado en la aplicación de ciertos materiales, sistemas constructivos y tecnologías que permiten construcciones más sustentables, ignorando las diferentes escalas y etapas en las que la arquitectura y el urbanismo aplican. En este sentido, esta memoria de proyecto busca plantear una alternativa a la manera en que se aborda esta temática en la arquitectura, acercándose a un campo interdisciplinario en donde se traducen distintas problemáticas desde otras disciplinas hacia la arquitectura. En la presente memoria se acudirá a uno de los problemas

medioambientales de mayor significancia para Chile: la escasez hídrica.

Si bien existen diferentes definiciones del concepto, lo cierto es que es la raíz de distintas problemáticas territoriales en el país siendo un tema urgente de resolver. Las medidas que se han tomado desde la disciplina han sido focalizadas y no forman parte de un sistema que agrupe las iniciativas para poder cambiar la situación en el país. En cambio, otras disciplinas han generado distintas alternativas de mayor impacto para hacer frente a la escasez de agua, y en consecuencia, surgen como inspiración de esta memoria.

En este sentido, surge la pregunta de cómo a través de la arquitectura se puede enfrentar el problema de la escasez hídrica en el mundo rural, identificando sus problemas y su estado actual.

En definitiva, el problema bajo el cual se inserta este proyecto de título es el de aproximar el problema medioambiental de la escasez hídrica hacia la disciplina arquitectónica, entendiendo las distintas dimensiones que competen a este problema, pudiendo identificar distintas soluciones y, en consecuencia, desarrollar una de las estrategias.

1.1. Escasez Hídrica Rural

Nuestra cotidianidad está sujeta a un preciado recurso: el agua. Cada día vemos en la ciudad cómo brota de los regaderos, de nuestras llaves y duchas. Sin embargo, ¿cómo se administra el agua en la ruralidad? La escasez hídrica nacional está poniendo en riesgo el suministro del agua y por ende, el desarrollo de nuestra vida diaria. Si bien parte del problema es atribuible al cambio climático, el 83% de las causas provienen de acciones e intervenciones del hombre, mayoritariamente atribuibles a la deficiente gestión hídrica, incrementando así la vulnerabilidad y reduciendo la resiliencia como país (Fundación Chile, 2021)¹.

Existen diferentes conceptos para abordar una definición de crisis hídrica, los cuales varían según contexto político, académico, geográfico, económico, entre otros. Para fines de esta investigación, se utilizará el concepto de “escasez hídrica”, en específico dentro del contexto rural chileno.

A su vez -en esta memoria- se identifican distintas perspectivas del asunto: en primer lugar, se debe entender que el concepto es una producción del contexto, en donde las definiciones del fenómeno surgen de la construcción de un relato.

En segundo lugar, se debe comprender a este fenómeno como un problema con soluciones al alcance

de los distintos actores que identifican el problema, en donde las soluciones son una respuesta directa a estos diagnósticos. En ese sentido, la memoria y proyecto se inscriben bajo una perspectiva de derechos humanos, en donde las causas y soluciones buscan que los derechos humanos estén garantizados para todas las personas.

Hecha esta distinción, podemos hablar del concepto según los distintos autores. El problema de la escasez hídrica se define corrientemente como “la abundancia volumétrica, o la falta de ella, del suministro de agua. Esto se calcula típicamente como una relación entre el consumo de agua humana y el suministro de agua disponible en un área determinada” (Schulte, 2014 citado en Baeza, 2018)². Sin embargo, “es necesario distinguir entre los aspectos biofísicos de la escasez que son vividos y experimentados de forma diferente por las distintas personas y sus aspectos ‘construidos’” (Mehta, 2005)³. Esto, ya que la escasez hídrica se presenta de diferentes formas en los territorios (urbanos o rurales), proponiendo diferentes transformaciones ya sean culturales, ecológicas, de gestión y tecnológicas, entre otros.

De esta manera, se naturalizan procesos de abastecimiento de agua en la ruralidad como camiones aljibe, construcción de represas, diques y otras

1.1.1. Causas

tecnologías que irrumpen en los territorios siendo avaladas por el discurso construido detrás del concepto. Sin embargo, esto puede conducir a otras problemáticas invisibilizadas por el mismo discurso, en donde se vulneran los ecosistemas preexistentes y sus comunidades.

Para Morales (2021), la escasez hídrica involucra no solo procesos hidrológicos y meteorológicos, sino también los usos que se le da al agua. Esto último, está ligado a la toma de decisiones y a la gestión del recurso por parte de sus administradores, lo que lleva a que el ser humano tenga un rol preponderante ⁴. En este sentido, para comprender las soluciones disciplinares al problema de la escasez debemos entender a grandes rasgos sus causas.



De acuerdo con la ONU Chile (2021) se pueden identificar al menos 7 causas, las cuales serán expuestas en diálogo con problemáticas disciplinares para poder identificar la estrategia de mayor atinencia:

1. Los efectos del cambio climático.
2. Presiones de las actividades productivas y/o extractivas.
3. Brecha de gestión de recursos hídricos.
4. Infraestructura inadecuada para enfrentar la escasez hídrica.
5. Limitaciones del marco legal actual.
6. Dispersión institucional en la toma de decisiones que obstaculiza la coordinación.
7. Disponibilidad y uso limitado de datos para la toma de decisiones.

1.1.1.1. Cambio climático

Si bien el cambio climático es un hecho, algunos fenómenos que se le han atribuido están intensificados o son plena responsabilidad de la actividad humana en la tierra y son completamente reversibles.

En Chile esta problemática se manifiesta de diversas formas. Es de particular importancia, dentro de este contexto, la sequía que sufre la zona norte y centro del país desde hace algunos años. Distintas fuentes académicas, poblaciones en riesgo climático y algunos medios se han dedicado a divulgar la gravedad del asunto.

La disminución de las precipitaciones en ciertas regiones es un factor relevante a considerar, ya que diferentes ecosistemas sociales y naturales dependen de las aguas que se alimentan de la lluvia y la nieve. Esto ha provocado la disminución de los cauces pluviales, nivales y pluvionivales y asimismo de los acuíferos, lo que se traduce en el deterioro de la fauna, flora y actividades humanas dentro de los territorios.

Por otra parte, el aumento de las temperaturas ha generado la migración de fauna, el cambio de tipos de vegetación en los territorios, la subida del

nivel del mar debido al derretimiento de glaciares, inundaciones, impacto negativo en la productividad agrícola y un uso desmesurado de tecnologías para controlar el confort térmico, entre otros.

Si bien las soluciones para el fenómeno climático son variadas, en primer lugar es necesario fortalecer estrategias que disminuyan la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido, el calentamiento global se puede detener desde múltiples frentes de acción, los cuales han sido recopilados en gran parte por el proyecto Drawdown (2020).

La siguiente tabla demuestra que la planificación territorial es fundamental para poder reducir la cantidad de gases de efecto invernadero, y en consecuencia, detener el incremento de la escasez hídrica.

Área	Gigatoneladas GEI
Food	262,06
Conservation agriculture	17,35
Managed grazing	16,34
Plant-Rich diet	66,11
Reduced food waste	70,53
Regenerative agriculture	23,15
Silvopasture	31,19
Tree intercropping	17,2
Tropical staple tree crops	20,19
Energy	178,79
Geothermal	16,6
Nuclear	16,09
Rooftop Solar	24,6
Solar farms	36,9
Wind Turbines (onshore)	84,6
Land Use	123,47
Afforestation	18,06
Peatlands	21,57
Temperate forest	22,61
Tropical Forests	61,23
Women and Girls	119,2
Educating Girls	59,6
Family Planning	59,6
Materials	89,74
Refrigerant Management	89,74
Total general	773,26

Tabla 1. Elaboración propia en base a datos de ONG Drawdown, 2020.

1.1.1.2. Presión de la economía extractivista

En este punto nos encontramos con el sistema económico chileno, ampliamente criticado: el neoliberalismo extractivista. Rodrigo Mundaca (2014), secretario general del Movimiento de Defensa del Agua, la Tierra y la Protección del Medioambiente (MODATIMA), explica brevemente la situación en el país:

“El carácter de la economía chilena, la que se define como primario-exportadora, basa su riqueza en la explotación intensiva de bienes naturales para su exportación. Para el abastecimiento de los procesos extractivos se requiere un uso intensivo del agua: la minería en el norte del país, la agroindustria en la zona central y la industria forestal y acuícola en el sur” (Mundaca, p. 14)⁵

Como Bravo (2020)⁶ plantea, es posibles, entonces, encontrar la escasez de agua desde la zona norte -enfrentada a la explotación minera- hasta zonas en que históricamente el recurso hídrico abundaba, como es el caso de la zona sur, que contaba con una cantidad de

agua de 160.000 m³/habitante/año. Esto ha generado la disminución en la disponibilidad de agua como resultado del uso indiscriminado del recurso para fines extractivos (explotación de turberas, forestal y acuícola).

Este punto es de fundamental importancia debido a las prioridades de uso del recurso hídrico, en donde se ha optado por el crecimiento económico extractivista frente a la conservación de los ecosistemas y sus comunidades. En este sentido, y en consecuencia al punto anterior sobre cambio climático, la puesta en valor de las diferentes comunidades y ecosistemas rurales permiten combatir la escasez hídrica.

Cada región en Chile es explotada según la riqueza natural que posea, como podemos apreciar en el siguiente mapa:



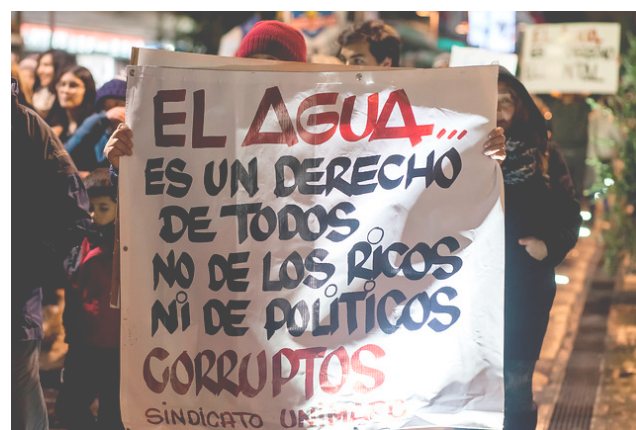
Mapa económico Chile. Recuperado de <http://chefinstructoralejandroleyton.blogspot.com>

1.1.1.3. Marco Normativo

Chile es el único país en el mundo en donde el agua es un bien de transacción en el mercado, y donde la mayoría del agua se ha mercantilizado. El estado de los recursos hídricos, su asignación y calidad dependen de la legislación que los regula. Estas son la Constitución de 1980, el Código de Aguas de 1981, junto con sus reformas de 2005 y 2011, y la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (ONU Chile, 2021).

El Código de Aguas está basado en el derecho de propiedad, el cual está consagrado en la Constitución de 1980. La Dirección General de Aguas (DGA) concede los derechos de aprovechamiento de aguas a privados, de forma gratuita y a perpetuidad, permitiendo vender, comprar o arrendar las aguas. A su vez, esta legislación separa la propiedad del agua del dominio de la tierra, causando propietarios de agua sin tierra y propietarios de tierra sin agua. Por otro lado, se crean dos tipos de derechos: consuntivos y no consuntivos. En los primeros, la recirculación del agua no es obligatoria. (Mundaca, 2014)

La manera en que está formulada la ley permite una serie de desigualdades en cuanto al acceso al agua y su distribución en los ecosistemas, en donde el recurso es totalmente alienado de su contexto. En este sentido, las prácticas sociales en torno al agua han sido trastocadas e invisibilizadas, y en este sentido, la democratización del agua podría ser una herramienta para reducir la escasez hídrica, mejorar su acceso y fortalecer las comunidades.



Protesta por el agua. Fuente Agencia Uno, 2020.

Según Cordero (2007), uno de los efectos más importante del límite urbano es la delimitación del “área urbana” y el “área rural” (artículo 52 LGUC). En el área urbana se produce el mayor grado de intervención administrativa, pues los planes zonifican este espacio determinando los diversos usos del suelo permitidos, así como las actividades que se pueden realizar en ellos (residencial, equipamiento, actividades productivas, infraestructura, espacio público y área verde), estableciendo las correspondientes tipologías e intensidades de la construcción, a la vez que se pueden determinar zonas no edificables o de edificación restringida, por constituir un peligro potencial para los asentamientos humanos (artículo 60 LGUC)⁷. (Quinzacara, 2007).

La planificación territorial excluye casi por completo al territorio no urbano, dejando su producción y regulación en manos del SERVIU, DOM o SAG, según corresponda (LGUC, 2021)⁸. Si bien existen Planes de Desarrollo Regional, estos no regulan los territorios para prevenir problemáticas como la expansión

de ciudades, loteos semiurbanos y conflictos socioambientales, entre otros.

De igual forma, a raíz del Decreto Ley N° 3.516 se observa un creciente interés inmobiliario en estas zonas, ya que permite la subdivisión de terrenos rurales agrícolas, como César Ladrón de Guevara afirma “miles de hectáreas de alto (y bajo) valor agrícola han sido ‘divididas libremente por sus propietarios’, dando origen al lucrativo negocio de lo que se conoce alegremente como las ‘parcelas de agrado’”⁹(2012, Plataforma Arquitectura). Si bien a primera vista no se logra visualizar los problemas que podría generar este decreto, Ladrón de Guevara indica que son numerosas las consecuencias negativas que tiene en nuestro territorio esta norma:

“(…) eludir impunemente las exigencias de los arts. 55 y 56 de la LGUC; transformaciones no planificadas en el espacio rural de tradición agrícola, ganadera o forestal; (...) ha permitido crear espacios residenciales (...) generando una

serie de impactos en materia de uso del suelo; ha privado al país de miles de valiosas hectáreas de tierras agrícolas (..), ha permitido a loteadores de proyectos potencialmente residenciales ahorrarse el costo de la urbanización. Al poder subdividirse en cualquier sector rural, ha generado la formación de núcleos semiurbanos al margen de toda planificación urbana regional, los que al consolidarse presionan a las autori

dades para que los doten de servicios básicos que el loteador no proporcionó. En fin, ha generado externalidades negativas, (...) afectándose además las aguas marítimas, lacustres y fluviales como consecuencia de la falta de tratamiento de las aguas servidas generadas por quienes disfrutaban agradablemente de estas parcelas.”

1.1.1.4. Falta de datos

La calidad y cantidad limitada de datos disponibles sobre el estado de los recursos hídricos, así como el uso parcial de información actualizada, desafían la toma de decisión (FAO, 2020; OCDE, 2018). Esto produce que las soluciones desde los niveles centralizados de la administración pública lleguen desfasadas, lo que

hace ineficiente el sistema.

De igual forma, para esta memoria la mala calidad de los datos ha sido un desafío recurrente para poder identificar zonas de interés proyectual.

1.1.1.5. Gestión del agua por Cuencas

A diferencia de una gestión de agua por cuencas, Chile posee una institucionalidad profundamente centralizada y dispersa respecto de los recursos hídricos (Escenarios Hídricos 2030, 2021).

Nuestro país es el único país OCDE que no cuenta con organismos de cuenca para la gobernanza descentralizada de los recursos hídricos, existiendo consenso transversal de que Chile necesita pasar de una gestión hídrica desde el nivel central hacia los territorios, siendo la cuenca hidrográfica la unidad base para administrar los recursos hídricos (pág. 11, Escenarios Hídricos 2030, 2021).

Distintas iniciativas han surgido para poder gestionar los recursos naturales de manera eficiente y regulada, sin embargo, el problema está tan disperso a nivel institucional que es difícil de solventar con la institucionalidad actual. Existen hoy 56 instituciones y organismos dedicados a gestionar y administrar el recurso hídrico, lo que provoca burocracia y lentitud en un proceso que debe ser detenido

de forma radical. (Escenarios Hídricos 2030, 2021).

A nivel internacional, se han sacado conclusiones respecto a la multidimensionalidad del problema de la escasez hídrica. Lindley (2014) concluye sobre la migración somalí que: “La movilidad somalí en 2011 no puede ser reducida al simple epíteto de “desplazamiento a causa de la sequía”. Dicha terminología simplista no representa correctamente los detonantes del desplazamiento y oculta de qué modo la sequía tiene que ver con los procesos políticos, tanto actuales como históricos.” (p.43).

1.1.1.6. Infraestructura hídrica deteriorada

Actualmente, una significativa cantidad de los sistemas hídricos financiados con recursos del Estado presentan problemas operacionales.

Una parte importante del problema es consecuencia de la concepción de diseños “tipo” y/o que no consideran soluciones acordes a las condiciones específicas de la localidad en estudio.¹⁰ (Unidad de Saneamiento Sanitario DAP, 2018).

El significativo déficit de infraestructura de agua potable y saneamiento, que existe en las zonas rurales de nuestro país así como la complejidad técnica que revisten la operación de estos sistemas, provoca una brecha hídrica, es decir, la falta de abastecimiento de agua potable hacia ciertas localidades. (Fundación Chile, 2021)

Por otro lado, mientras en las zonas urbanas, el 99,6% de la población utiliza servicios de agua potable de manera segura, en zonas rurales el porcentaje se reduce a un 80,8% (CASEN, 2017). En particular, los sistemas de

Agua Potable Rural (APR) no logran garantizar los estándares de calidad y cantidad de agua debido a una gestión técnica y administrativa, mantenimiento y financiamiento limitados (PUC, 2019)

Esto ha causado que el acceso al agua por parte de las comunidades rurales se haya dificultado de gran manera, ya que las iniciativas estatales llegan tarde a las comunidades.

1.1.2. Síntesis

A continuación se identifican las características, de cada una de las causas de la escasez hídrica, que permiten utilizarlas como antecedentes de proyecto arquitectónico.

Cambio climático: se reconoce, según la imagen sobre escenarios futuros de calentamiento global y tabla de Drawdown, que la planificación territorial y estrategias de fortalecimiento de comunidades pueden combatir la escasez hídrica a través de la reducción de emisiones de GEI. En este sentido, la arquitectura en aras del medioambiente debe ayudar a conservar los ecosistemas (vegetación, fauna, suelos).

Presión extractivista: en cuanto a la presión ejercida sobre los territorios, el agua y las comunidades por parte de la industria extractivista, la arquitectura debe poner en valor las economías locales y prácticas sociales que contribuyen a la mantención de los ecosistemas rurales.

Marco Normativo: respecto a las normas que regulan las aguas y la tierra, la arquitectura

debe poner en valor las prácticas relacionadas a la democratización de los recursos naturales, y a la visibilización de los recursos dentro de los territorios. Esto quiere decir que la arquitectura sea un instrumento de apropiación del territorio y los recursos, para poder ser reconocidos como protagonistas de las localidades y sus entornos, y evitar vulneraciones a su cultura.

Falta de datos: esta situación no permite que las decisiones centralizadas lleguen a tiempo y de forma eficiente, por lo que una solución posible podría ser el fortalecimiento de los modelos bottom-up. En éstos el financiamiento es entregado a las mismas comunidades en pos de generar soluciones atingentes y promovidas por la misma comunidad que es -en definitiva- la que mejor conoce sus problemáticas.

Gestión del agua por cuencas: Al igual que en el punto anterior, la dispersión institucional del modelo hídrico chileno si bien ha permitido una desregularización de la distribución del recurso y por ende ha causado

desigualdad en el acceso al agua, también ha fomentado prácticas de resistencia que invitan a cuestionar la cantidad exuberante de agua que demandan los sectores industriales y urbanos frente a las comunidades rurales. Otra conclusión que se rescata de la gestión del agua por cuencas es el reconocimiento de que a lo largo del país existen diferentes ecosistemas, que deben ser protegidos frente a ecosistemas implantados (como por ejemplo, paisajes agroindustriales como en el centro del país o forestales en el sur).

Infraestructura inadecuada para enfrentar la escasez hídrica: los sistemas de Agua Potable Rural (APR) se encuentran Por esta razón, cerca de 350 mil personas han presentado interrupciones en el suministro de agua (PUC, 2019). Por otra parte, entre 1997 y 2007, la agricultura, el sector económico que más consume agua en el país, ha aumentado su eficiencia en riego en 17%. Sin embargo, existe un importante espacio de mejora, ya que el 56,9% del riego instalado en el país es ineficiente y el retorno económico por unidad

de agua utilizada en la producción agrícola es en promedio baja (Donoso, 2018)¹¹ (pag. 5, ONU Chile, 2021). Al hacer de la infraestructura un asunto arquitectónico, podemos incorporar otras problemáticas que incluso mejorarían su funcionamiento.

Si bien cada causa de la escasez hídrica puede tener una bajada arquitectónica, se reconocen puntos en común que se pueden aunar en una misma propuesta. A continuación se muestra una tabla en donde se agrupan las posibles bajadas arquitectónicas:

Causa escasez hídrica	Necesidad
Cambio climático	Conservación de vegetación, fauna y suelos.
Presión economía extractivista	Puesta en valor de comunidades y ecosistemas rurales.
Gestión del agua por cuencas	Manejo del agua de forma sostenible e interdependencia de agua y ecosistemas.
Marco Legal	Democratización del recurso Hídrico en pos de los derechos humanos.
Dispersión institucional	Fortalecimiento modelo bottom up.
Falta de datos	Decisión local.
Infraestructura Hídrica	Reducción de pérdidas, mantención adecuada.

Tabla 2. Elaboración propia.

2. Introducción al tema arquitectónico



The land of giants, Choi + Shine architects. Fotografía de Choi architects, 2008.

2.1 Infraestructura Hídrica Rural

En este capítulo se abordará la infraestructura hídrica rural, en el contexto de la escasez hídrica. Ambas cuestiones constituyen antecedentes necesarios de tratar previo a la presentación del proyecto. La primera cuestión ya fue tratada en el capítulo primero, y lo que ahora corresponde es un estudio particularizado de la infraestructura hídrica que nuestro país posee en zonas rurales. Para ello se analizarán brevemente los tres tipos de infraestructura presentes, a saber: servicios sanitarios rurales, riego y nuevas fuentes de agua.

Pero ¿Qué entiende esta memoria por infraestructura?

Según Parra (2019) la infraestructura opera de forma permanente en el territorio, manifestándose en una dependencia de la ciudad con el servicio que éstas ofrecen, interactuando los habitantes con los grandes trazados y la aparición de objetos monumentales sobre el territorio que entran en una disputa permanente con las formas arquitectónicas de la ciudad.

Así – y extrapolando la cita, ahora hacia un contexto rural- un primer acercamiento al

concepto de infraestructura rural lo constituye su necesaria permanencia al territorio, donde a través de una relación de dependencia de la ciudad para con ella, entra en disputa con el paisaje no intervenido por el ser humano, en donde montañas, bosques y masas de agua compiten dentro del campo visual.

Por otra parte descartamos la definición de Reinhold Martin (2018). El autor define a la infraestructura como “aquello que se repite” o “todo aquello que pueda ser programado, cronometrado, anticipado, orquestado, regulado o coordinado... la infraestructura funciona o no funciona”. Rechazamos este concepto ya que si bien para que un sistema funcione debe tener características equivalentes, también debe reconocer el territorio en donde está inserto y las relaciones que se generan con él. Es decir, la infraestructura no puede ser entendida como un ente único, sino que se relaciona constantemente con su entorno, el cual juega un rol protagonista dentro de su funcionamiento.

Así, la definición de infraestructura utilizada en esta memoria es la siguiente:

“Toda estructura no necesariamente habitable, parcialmente habitable o de acceso

controlado que permite dotar un servicio para la ciudad, operando de forma diversa, segmentada y por distintos organismos, donde los objetos materiales son la manifestación local de una red urbana, siendo capaz de manifestarse sobre la superficie o bajo ella” (p. 59, Parra, 2019)

Demanda por sector

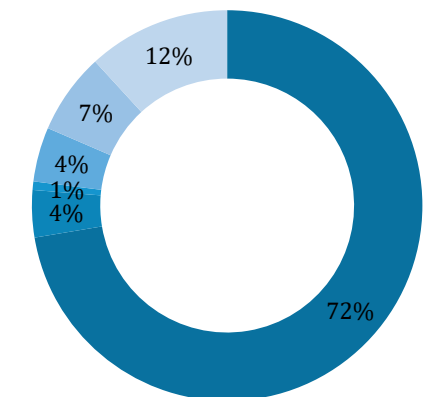
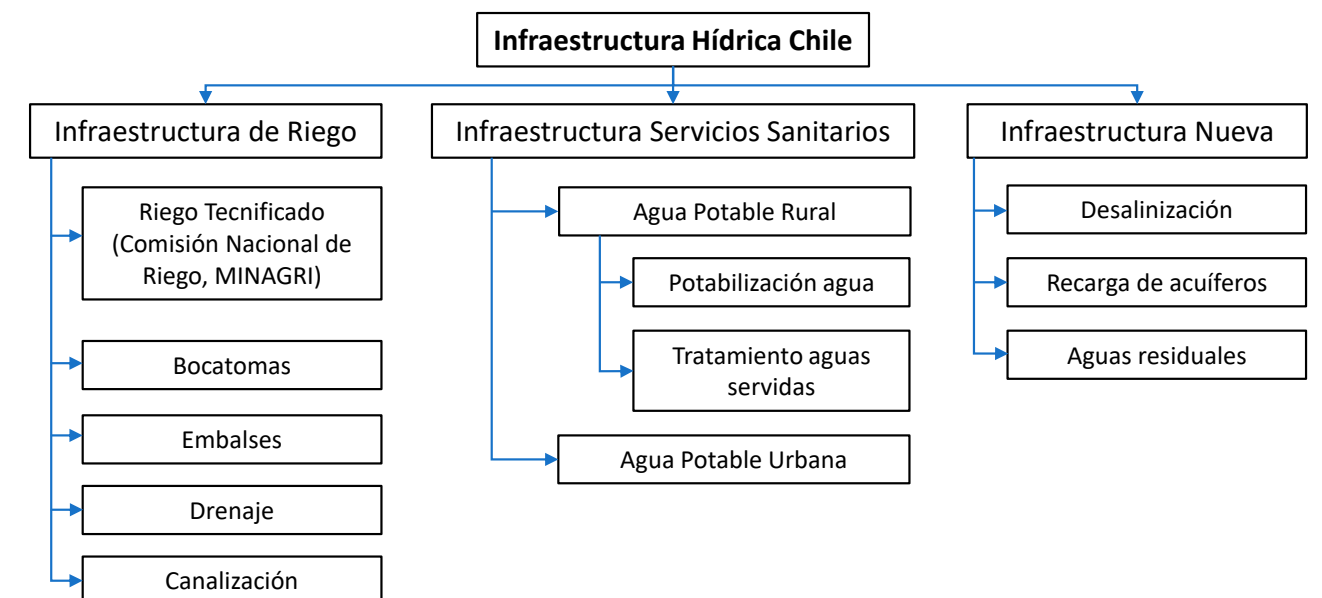


Gráfico demanda de uso de agua dulce por sector. Elaboración propia en base a datos DGA(2007).



Esquema Infraestructura Hídrica en Chile. Elaboración propia en base a esquema DOH (2020).

2.1.1. Riego

La Infraestructura de Riego corresponde al conjunto de estructuras u obras, que hacen posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas, obras que constituyen un sistema de riego y consta de una serie de componentes que dependen de la necesidad o problemática planteada: obras de captación, obras de conducción, obras de distribución y obras de regulación. (Comisión Nacional de Riego, 2021).



2.1.2. Servicios Sanitarios Rurales

La ley 20998 que regula los servicios sanitarios rurales define los servicios sanitarios rurales en su artículo 2 letra n) como “(...) aquel que consiste en la provisión de agua potable y, o saneamiento sin fines de lucro, conforme a lo dispuesto en esta ley, con el debido aporte de inversión y capacitación del Estado”.

En su artículo 7 la misma ley establece las 4 etapas de estos servicios distinguiendo los siguientes:

1. Producción de agua potable: “(...) consiste en la captación y tratamiento de agua cruda, para su posterior distribución (...)”.
2. Distribución de agua potable: “(...) consiste en el almacenamiento, en su caso, y la conducción del agua producida hasta su entrega en el inmueble del usuario”.
3. Recolección de aguas servidas: “(...) consiste en la conducción de dichas aguas desde el inmueble hasta la entrega para su tratamiento y disposición final. Alternativamente, esta etapa podrá consistir en soluciones descentralizadas de saneamiento para su posterior disposición.

4. Tratamiento y disposición final de aguas servidas: “(...) consiste en la remoción de los contaminantes presentes para la posterior evacuación de éstas en cuerpos receptores, y en el manejo de los lodos generados, en las condiciones que establece la normativa legal y reglamentaria vigente, o en sistemas de tratamiento.

Para efectos de un estudio más detallado de los servicios sanitarios rurales -y siguiendo el criterio de distinción planteada por la ley a propósito de las etapas recién vistas- se continuará el desarrollo de la materia de servicios sanitarios rurales diferenciándose entre agua potable y aguas servidas.

2.1.2.1 Agua Potable Rural APR

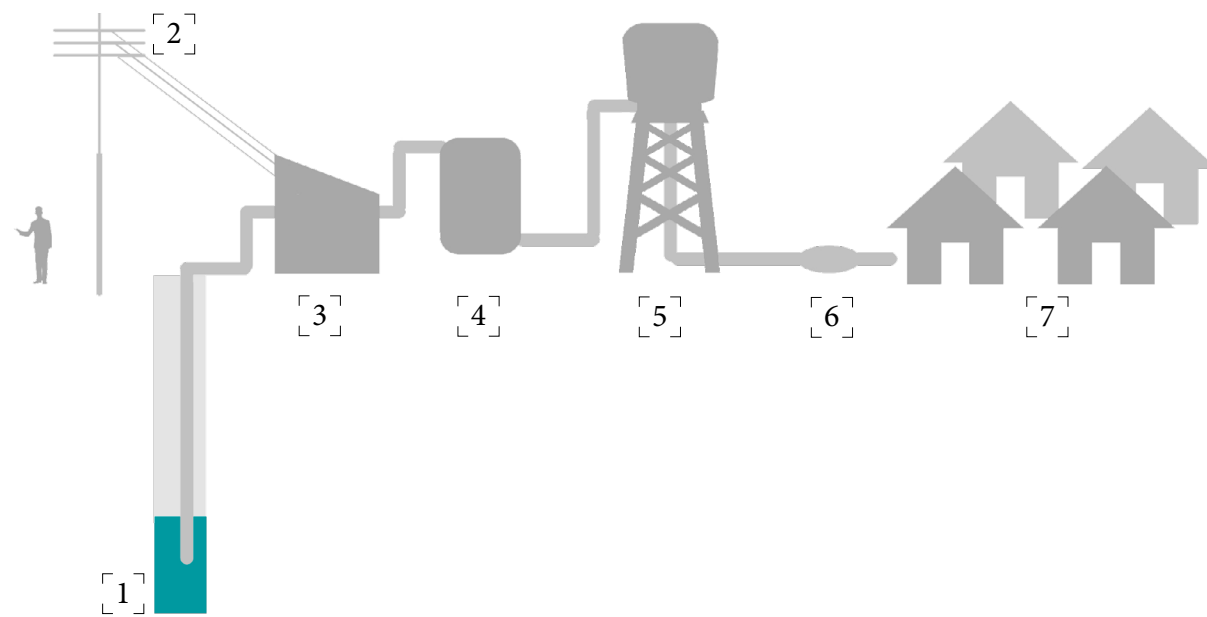
A mediados de siglo XX, en Chile, la población rural alcanzaba aproximadamente el 31,8% de la población total del país, es decir, más de un tercio de los habitantes vivían en contexto rural.

La población que residía en la ruralidad vivía en condiciones insalubres, poseía mayores tasas de mortalidad infantil y también un mayor índice de enfermedades por patógenos del agua.

Por estos motivos, en el gobierno de Eduardo Frei

Montalva, se impulsa el Programa de Agua Potable Rural, el cual tenía como objetivo brindar de infraestructura hídrica a los sectores rurales del país. En consecuencia, el programa, al no tener la capacidad de operar desde el nivel centralizado, se hizo financiando a las comunidades que presentarían iniciativas de agua potable rural, conformando así los Comités de Agua Potable Rural.

El funcionamiento básico de la infraestructura de APR es el que se muestra en el siguiente esquema:

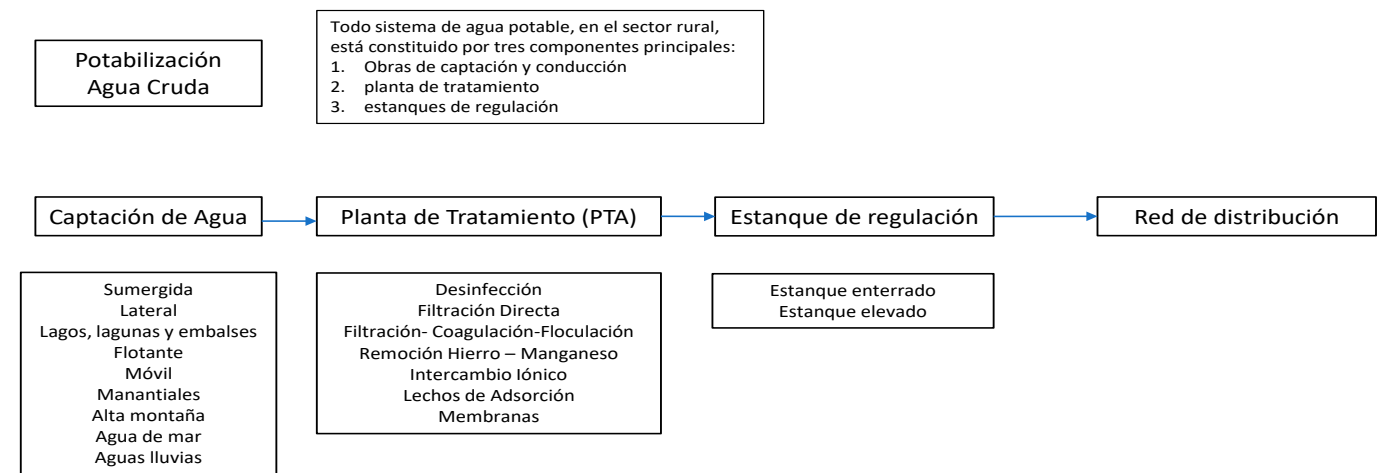


1. Sondaje
2. Empalme eléctrico
3. Caseta de tratamiento
4. Filtro

5. Estanque de regulación y almacenamiento
6. Red de distribución
7. Arranque domiciliario

Esquema Potabilización de agua. Elaboración propia en base a esquema DGA.

Es importante señalar que el programa APR no llega a todos los rincones del país, ya que solamente se financian aquellas comunidades concentradas o semiconcentradas, dejando a las comunidades dispersas a su propia suerte o con soluciones poco efectivas.



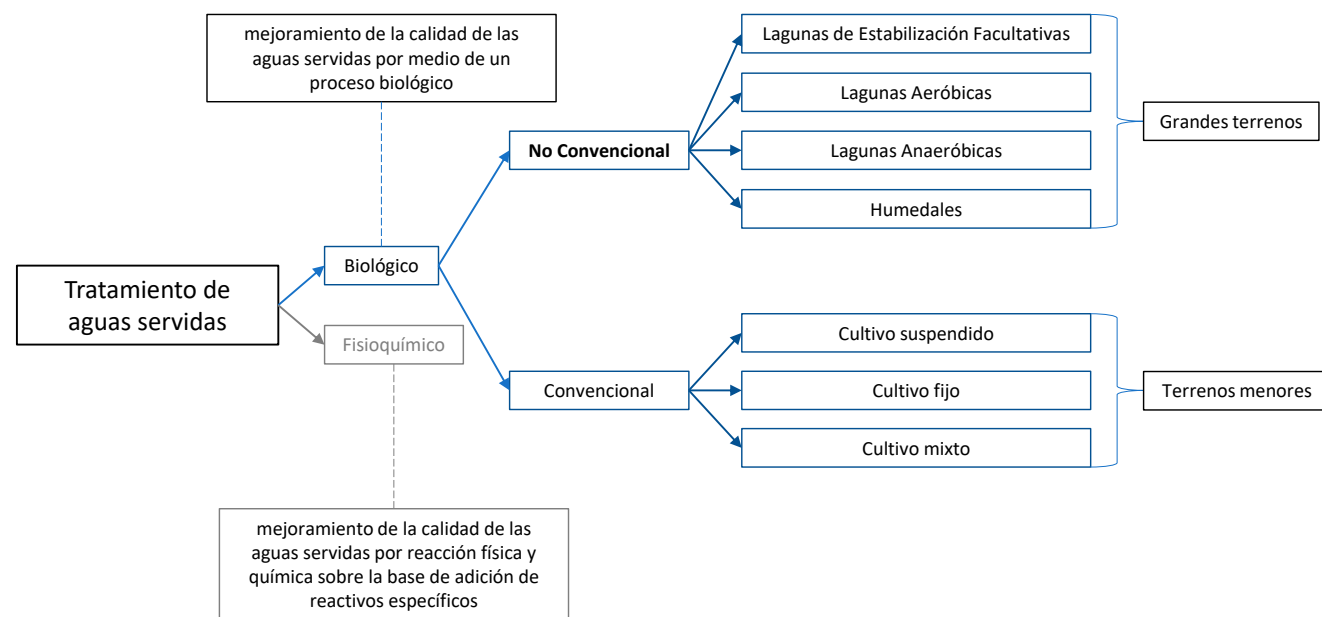
Esquema hecho en base a información de Unidad de Saneamiento DGA (2020).

2.1.2.2 Tratamiento de Aguas Residuales

En conjunto a la APR, en las comunidades rurales concentradas, a diferencia de las comunidades semiconcentradas o dispersas, también se tratan las aguas residuales, ya sea mediante soluciones biológicas o fisicoquímicas.

Al existir una ausencia de infraestructura de tratamiento de aguas residuales en las comunida-

des semiconcentradas en el contexto de escasez hídrica del país, surge como oportunidad poder proyectar una infraestructura que solucione este problema.



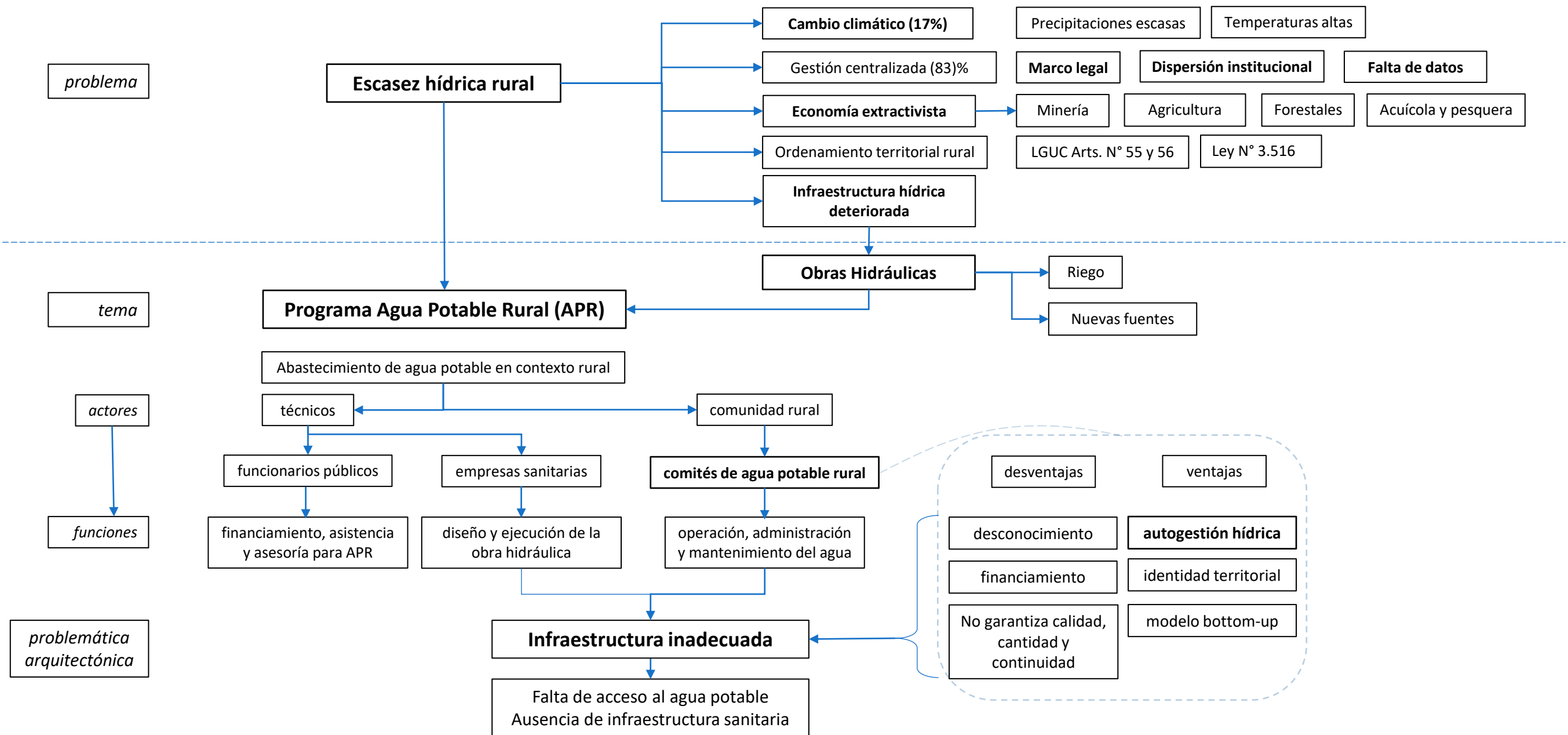
Esquema Tipos de tratamiento de aguas servidas. Elaboración propia en base a Unidad de Saneamiento, DGA (2020).

2.1.3. Conclusiones

La implementación del programa de APR ha sido exitosa, sin embargo a lo largo de su existencia la infraestructura se ha deteriorado, por distintos motivos, lo que causa preguntarse qué infraestructura se debe plantear con los conocimientos del siglo XXI, ya que en la actualidad existen variadas alternativas de sistemas de captación y tratamiento de aguas que permiten una operación y mantenimiento de la infraestructura más adecuada.

En este sentido, en el estudio hecho por la Unidad de Saneamiento de la DGA, solamente se consideran aspectos ingenieriles y económicos que no permiten proponer una solución integral desde las mismas comunidades, las cuales garantizan finalmente el funcionamiento de los sistemas de APR.

De igual manera, al simplificar la estructura como un mero servicio se invisibilizan las otras funciones que cumplen los comités de APR y los espacios habitables que brindan las infraestructuras. Esto, ya que las APR más que ser un comité de administración del servicio, funciona como plataforma colectiva de visibilización de la comunidad y de distintas problemáticas territoriales que sufren los habitantes.

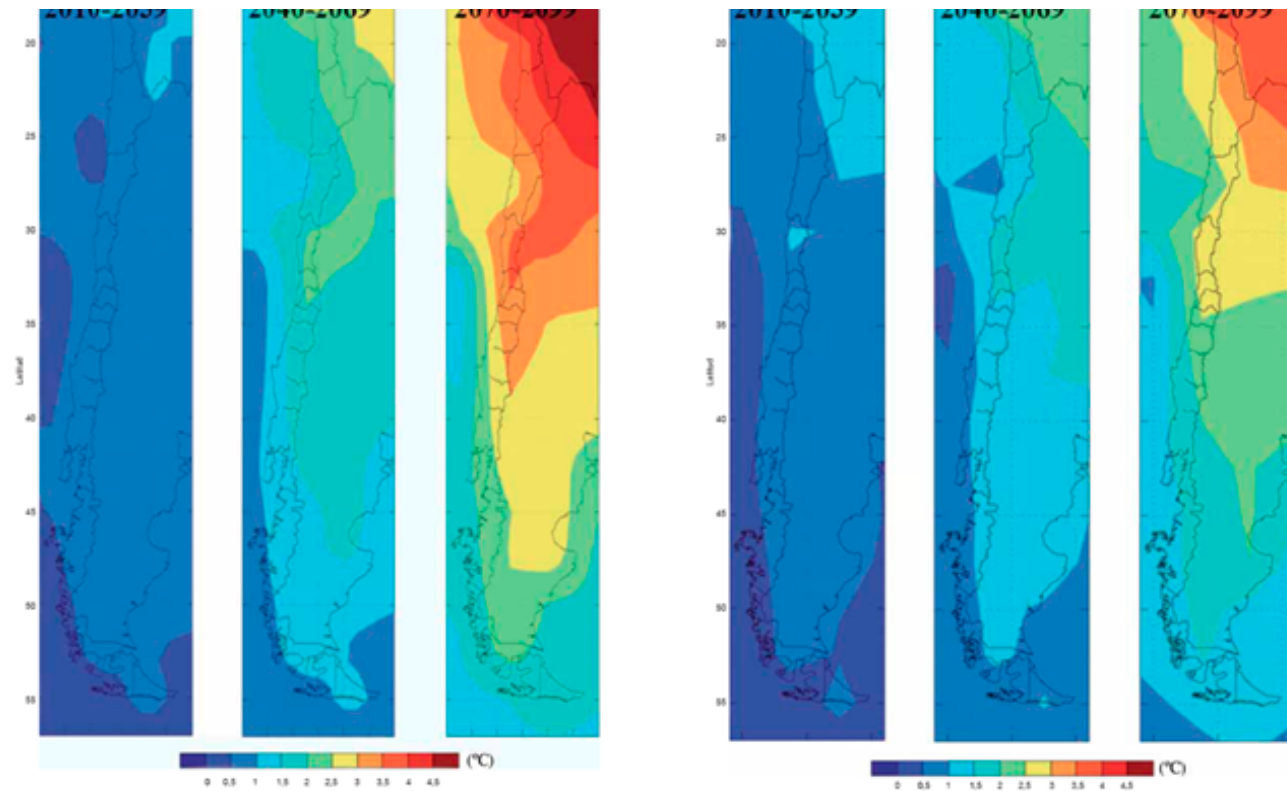


3. Caso de Estudio

Un caso emblema es el caso de Petorca, localidad agrícola en donde cientos de familias tuvieron que abandonar sus territorios debido a la ausencia de agua y la manipulación irregular del recurso natural. En este caso, el modelo neoliberal ha propiciado el desarrollo de la crisis climática, modificando el territorio de forma irreparable, obligando a cientos de familias a ser desplazadas, afectando la flora y fauna de un vasto territorio, relaciones sociales y economías de pequeña escala.

Sin embargo, ¿cómo el resto del territorio nacional va a hacer frente a la sequía y el cambio climático? ¿estamos preparados para este proceso irreversible de escasez hídrica?

Como pudimos ver a lo largo de los antecedentes, Chile es un país con diferentes ecosistemas. Esto, en cuanto a la propuesta de gestionar el agua a escala de Cuencas Hídricas, se traduce en que las estrategias para abordar el problema de la escasez hídrica van a variar a lo largo del país. En este sentido, en esta memoria se presenta una pro-



Esquema escenarios futuros del calentamiento global. Elaboración Cepal, 2012. Economía del Cambio Climático en Chile

3.1 Selección del lugar

puesta para la infraestructura deteriorada de la XIV Región de Los Ríos.

Lamentablemente, Petorca tiene una herida muy grande y difícil de cerrar. Sin embargo, a lo largo del territorio chileno existen una gran cantidad de paisajes y climas diferentes, en donde sus comunidades todavía tienen alternativas con las condiciones actuales.

En efecto, el gráfico de la página siguiente indica dos escenarios posibles en el futuro climático del país. El mapa I.2 muestra el caso más desfavorable, en donde el aumento de la temperatura en el país ronda en promedio los 2,5°C hasta los 3°C cada 30 años. El segundo caso, y el más favorable, es el presentado en el mapa I.3, en donde las temperaturas se alzan en 1,5°C cada 30 años.

Es decir, en donde el cambio climático estará más atenuado será en el sur y sur austral del país. De manera apresurada, se podría concluir que dicha característica genera un interés nacional e internacional como suelo habitable, en donde las condiciones climáticas van a permitir la continuación de algunas prácticas actuales dentro de estos territorios.

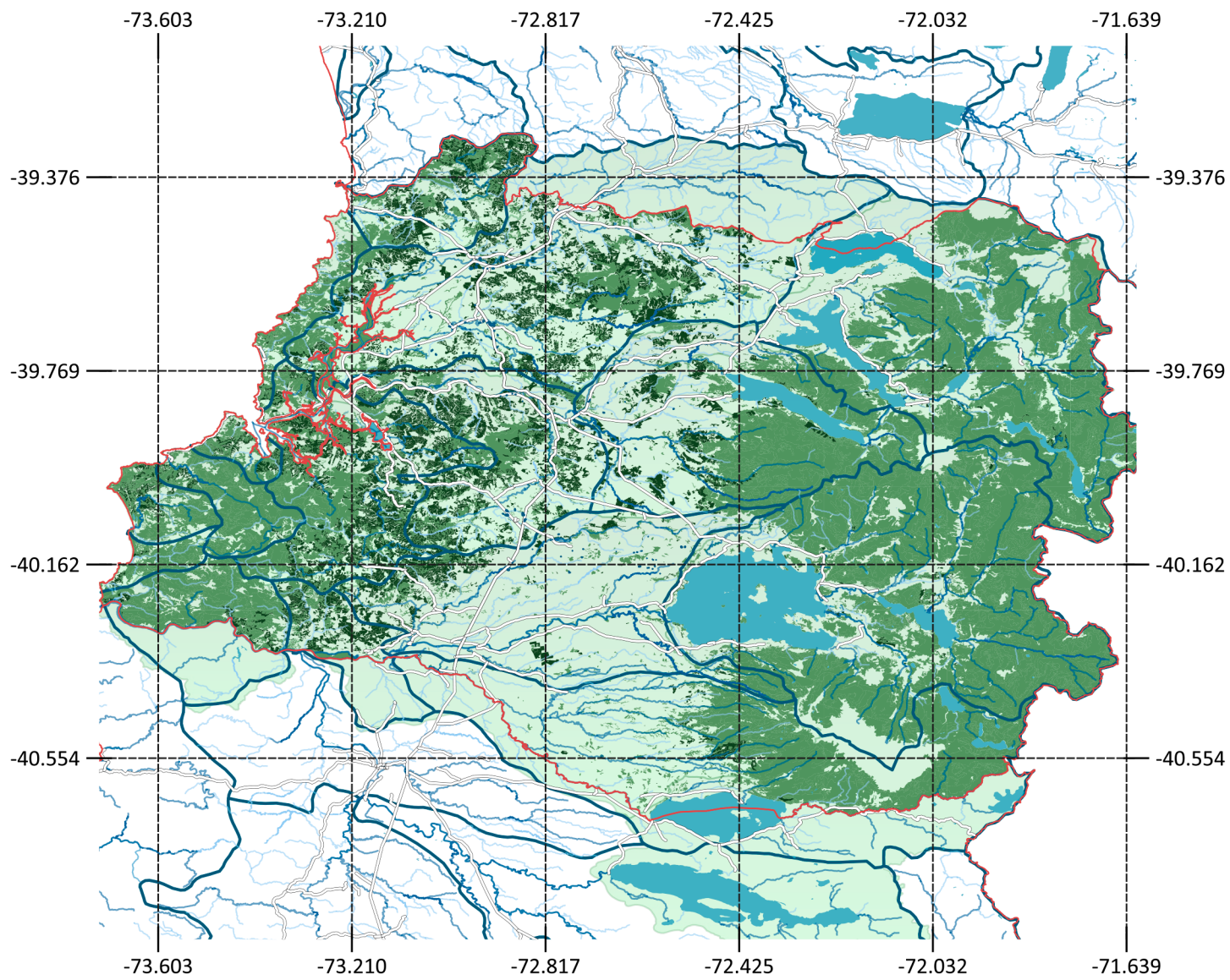
Para seleccionar el lugar específico en donde proyectar la infraestructura de tratamiento de aguas residuales y servidas de APR, se buscó toda la información geoespacial posible para poder localizar dónde estaban los comités.

Luego, esta información se cruzó con información solicitada a la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, cuya respuesta permitió saber qué APR perdían más agua y si poseían tratamiento de aguas servidas o no.

Posteriormente, con el filtro de aquellas APR que perdían más agua, se cruzó dicha información bajo los siguientes parámetros:

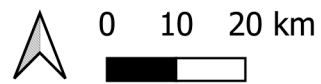
1. **Antigüedad**
Se buscó infraestructura que fuera previa al año 2016, ya que las infraestructuras anteriores a ese año se rigen bajo la nueva ley de APR.
2. **Agrupamiento comunidad**
Las comunidades concentradas poseen en su mayoría sistemas de tratamiento de aguas servidas. En cambio, las comunidades semiconcentradas carecen de esta infraestructura.
3. **Número de arranques domiciliarios**
Al tratarse de un proyecto experimental, se buscan comunidades que no superen los 130 arranques domiciliarios, entendiendo que la tasa de densidad de la ruralidad en la región es de 3 personas por vivienda, lo que serían 390 beneficiarios como tope.
En función del punto anterior y velando por la factibilidad del proyecto, se buscan comités de APR que tengan desde 80 a 130 arranques domiciliarios, los cuales abastezcan a una población de 80 a 260 habitantes, es decir, un humedal que disponga de 26.000 lts/día.

Los siguientes mapas muestran el trabajo realizado de búsqueda de APR que cumpliera con los parámetros definidos.

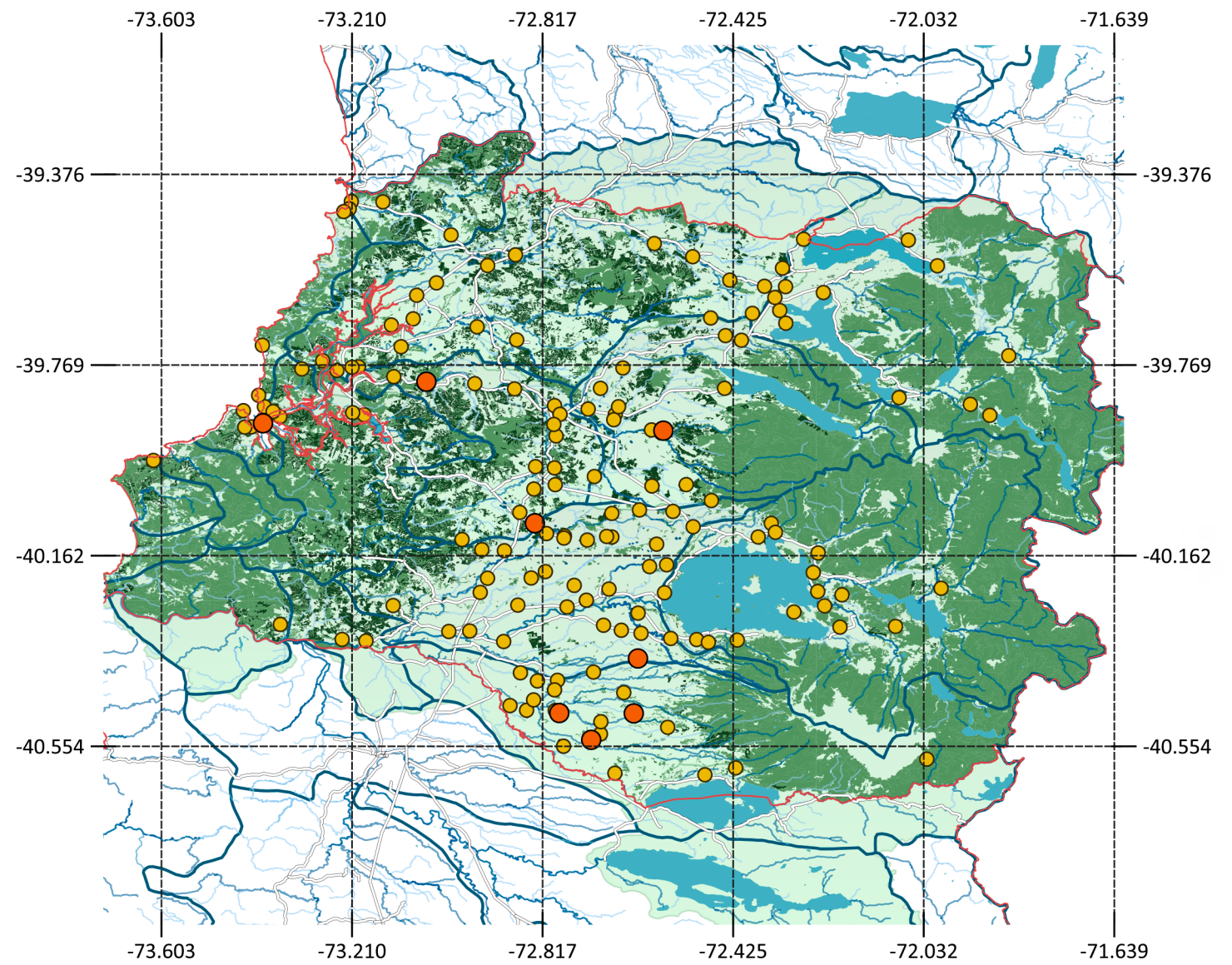


Leyenda

- límite regional
- humedales antropizados
- humedales naturales
- pavimento
- red hidrográfica**
- Estero
- Quebrada
- Río
- masas lacustres
- límite cuencas
- bosque nativo
- bosque forestal
- acuíferos

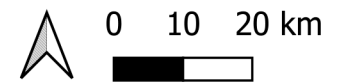


Mapa Región de los Ríos. Elaboración propia.



Leyenda

- APR seleccionadas
- APR total XIV Región
- límite regional
- humedales antropizados
- humedales naturales
- pavimento
- red hidrográfica**
- Estero
- Quebrada
- Río
- masas lacustres
- límite cuencas
- bosque nativo
- bosque forestal
- acuíferos



Mapa Región de los Ríos. Elaboración propia.

3.2 APR seleccionada

Dentro de las APR seleccionadas (8), una en particular llama la atención. Se trata de la APR Manao Bajo, la cual se ubica en la comuna de Paillaco. Esta fue la primera en la lista de pérdida de agua, con 23.600 metros cúbicos de agua perdidos al año. Si bien podría atribuirse

a la antigüedad del sistema, la realidad es que se construyó en el año 2014. De igual forma, llama la atención la cantidad de sitios con suelos deteriorados por intervenciones agrícolas o forestales.



Mapa Localidad Manao Bajo con imagen satelital. Elaboración propia.

Una vez reconocido el problema arquitectónico, se evalúa entonces en qué parte de la localidad ubicar el proyecto. Por razones logísticas, la solución del terreno radica en el espacio contiguo (ver plano página 42) a la oficina de la APR de Manao Bajo, en donde se

propone el sistema de tratamiento de aguas servidas.



Plano Localidad Manao Bajo. Elaboración propia.

4. Propuesta



Plano localidad de Manao Bajo. Elaboración propia.

La propuesta consiste en equipar a la APR de Manao Bajo con un sistema de tratamiento de aguas residuales y servidas, para poder gestionar el recurso hídrico de manera más eficiente, Reduciendo de pérdidas, mantención adecuada.

Si bien este es un objetivo de la propuesta, también se busca satisfacer a las necesidades de la tabla número 2, es decir:

- Conservar la vegetación, fauna y calidad de los suelos.
- Poner en valor de comunidades y ecosistemas rurales.
- Manejar del agua de forma sostenible e interdependencia de agua y ecosistemas, a través del modelo bottom up.
- Democratizar el recurso hídrico en pos del consumo directo por humanos.

Cada una de estas necesidades para combatir la escasez hídrica debe ser considerada para la propuesta. A raíz de la información analizada respecto a sistemas alternativos de tratamiento de aguas (ver esquema página 32), se ha recopilado la siguiente llegada a la conclusión de que la infraestructura más atingente para instalar es la de humedales de fitodepuración de aguas.

Según distintos autores, en comparación a los sistemas convencionales de tratamiento, los humedales construidos son de bajo costo, fácilmente operados y mantenidos, y tienen un gran potencial para su aplicación en los países en desarrollo, en particular de las pequeñas comunidades rurales. (Kaiyasi, 2001 citado en Araya, 2017)

De igual forma, Araya (2007) afirma que la eficiencia de remoción de coliformes fecales en humedales artificiales monitoreados está dentro del rango admisible, y que las concentraciones de coliformes fecales en el efluente de los humedales artificiales estudiados cumplen con la NCH1333 por la cual el agua puede ser utilizada para riego y recreación con y sin contacto.

Una vez constatada la utilidad y factibilidad de este tipo de infraestructura sanitaria gracias a la bibliografía revisada, podemos proceder a la propuesta como tal.

En primer lugar, corresponde atender particularmente a las necesidades expuestas anteriormente, por lo que cada una de estas corresponderá a una estrategia de diseño y de igual forma a la propuesta programática del proyecto (ver esquemas pág. 44).

Agua en movimiento

El proyecto busca darle visibilidad al recurso hídrico a través de exponerlo a la comunidad y hacer de su tratamiento parte de las prácticas sociales comunitarias.

Por ello la primera estrategia es darle un rol protagónico dentro de la cotidianidad de los habitantes de Manao Bajo brindando espacio público en él, en donde sea posible ver, tocar y relacionarse con el ecosistema del humedal, es decir, el agua y su vegetación.



Poner en valor de comunidades y ecosistemas rurales.

Insertar distintas instalaciones comunitarias dentro del complejo del humedal permite generar instancias de participación de los habitantes, quienes otorgan

Conservar la vegetación, flora y calidad del suelo.

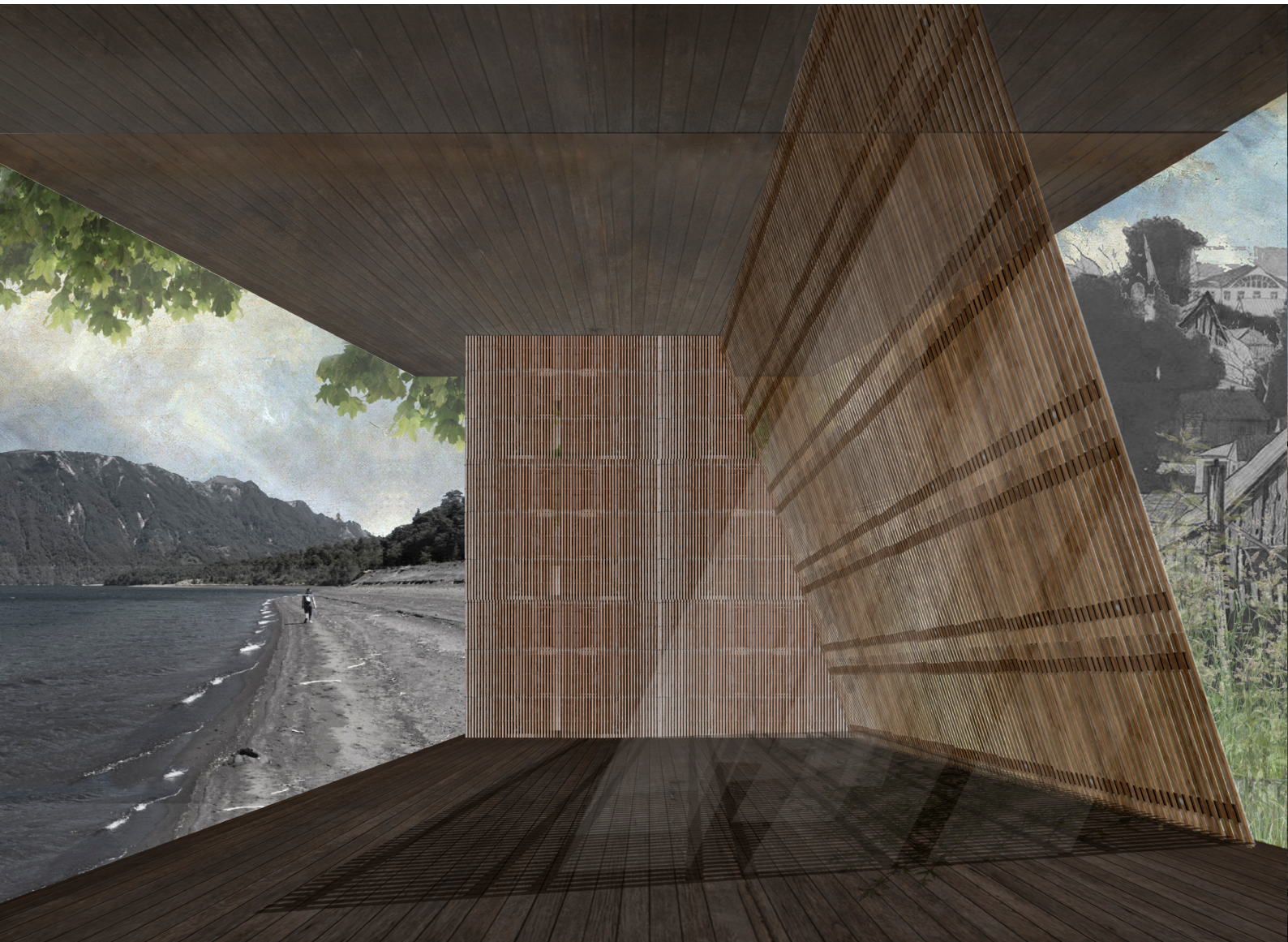
Para ello, se busca conectar el APR con el bosque nativo que se encuentra hacia el sur del predio.



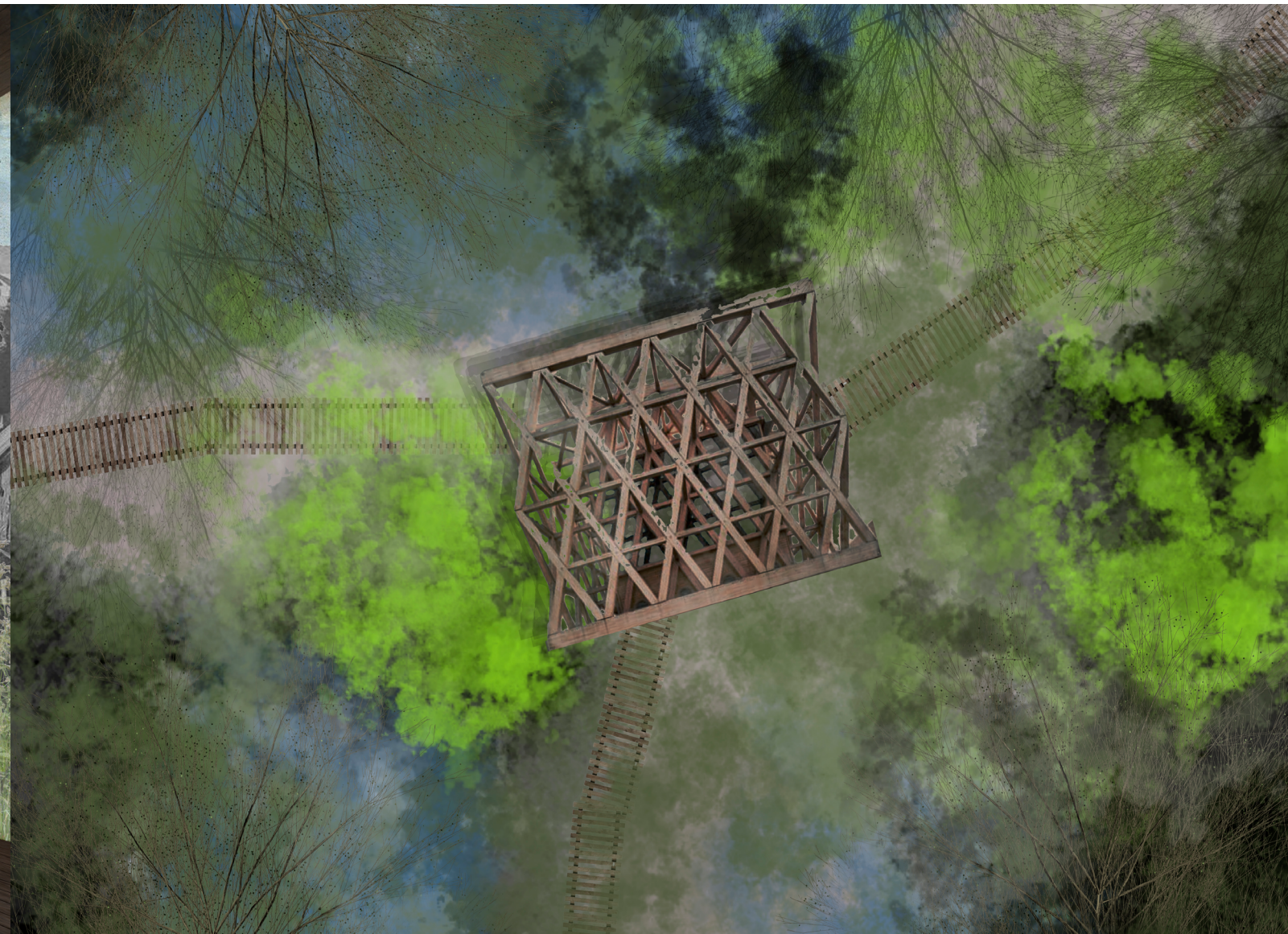
Democratizar el recurso hídrico en pos del consumo directo por humanos.

En consecuencia, se propone hacer del humedal un espacio público para las personas que habitan la localidad, en donde el programa permita el acceso al recurso hídrico.

Atmósferas



Atmósfera 1: pequeña escala, vivienda rural y paisaje. . Elaboración propia.



Atmósfera 2: valor del paisaje, espacio público. Elaboración propia.

5. Bibliografía

- 1 Escenarios Hídricos 2030 – EH2030. (2021). Gobernanza desde las Cuencas: Institucionalidad para la Seguridad Hídrica en Chile. Fundación Chile, Santiago, Chile.
- 2 Baeza Gómez, Eduardo (2018). Sequía y Escasez Hídrica: conceptos relacionados, situación actual y experiencia comparada en varios países para abordar el problema.
- 3 Mehta, Lyla (2005). Whose scarcity? Whose property? The case of water in western India. Editorial Elsevier.
- 4 Morales Estay, Pablo (2021). Escasez hídrica en Chile y las proyecciones del recurso. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- 5 Mundaca, Rodrigo (2014). La privatización de las aguas en Chile: causas y resistencias. Editorial America en movimiento.
- 6 Bravo Castillo, Leslie (2018). Impactos de la escasez hídrica sobre las prácticas cotidianas de uso de agua de las mujeres mapuches en la comuna de san juan de la costa.
- 7 Cordero Quinzacara, Eduardo (2007). El derecho urbanístico, los instrumentos de planificación territorial y el régimen jurídico de los bienes públicos.
- 8 Ladrón de Guevara, César (2012). Columna de opinión. Plataforma Arquitectura.
- 9 Unidad de Saneamiento Sanitario (2018) Estudio de Soluciones Sanitarias para el Sector Rural.
- 10 ONU Chile (2021). Escasez hídrica en Chile: desafíos pendientes.

Anexo 1: tipos de captación de aguas

