

# SANEAMIENTO, ARQUITECTURA Y PAISAJE EN ENTORNOS RIBEREÑOS

---

## EL CASO DEL RÍO TOLTÉN

*Antecedentes del Proyecto*

*Por: M° Valentina Varela Moena.*

*Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile*



Planteamiento integral del problema de título  
Antecedentes del Proyecto  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad de Chile

*Estudiante*  
*María Valentina Varela Moena*

*Profesor guía:*  
*Francis Pfenniger Bobsien*

*Planteamiento integral del problema de título :*  
*Antecedentes del proyecto*

*Proceso de titulación Arquitectura 2020-2021*

*Universidad de Chile*  
*Facultad de Arquitectura y Urbanismo*  
*Escuela de Pregrado*  
*Carrera de Arquitectura*

#### **Docentes y profesionales consultados**

##### **Marcelo Bravo\_**

*Dr. en Historia, Geografía e Historia del Arte: Sociedad, Territorio y Patrimonio.  
Instituto de Historia y Patrimonio, Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile.*

##### **M<sup>o</sup> Cristina Fragkou\_**

*Científica medioambiental y Profesora Asistente en el departamento de Geografía de la Universidad de Chile.*

*PhD en Ciencias Ambientales (Universidad Autónoma de Barcelona)  
MSc en Tecnología Ambiental (Imperial College, Reino Unido)*

##### **Pía Fuster\_**

*Ingeniera de Ejecución en Bioprocesos PUCV  
Magister en Mecanismos de Desarrollo Limpio y Eficiencia Energética cursado en la PUCV.*

##### **Enrique Vergara\_**

*Ingeniero Ambiental USACH  
Ingeniero de Proyectos PTAS Aguas Andinas 2004-2009  
Supervisor de lodos y coordinador del Sistema de Gestión Integrado de Calidad, Medioambiente y Seguridad y Salud Ocupacional EDAM (empresa aguas servidas Santiago) 2011-2013.*

#### **Agradecimientos**

*Mi formación como mujer, estudiante y futura Arquitecta no habría sido posible sin todas aquellas personas que de una u otra manera y en distintos contextos, son parte de mis pequeñas metas y sueños.*

*Agradezco de manera infinita a mi familia, padres, hermano y abuelas, por su eterno amor, valores y educación. Por inspirarme, alentarme y ser la mejor compañía de este proceso y de los que vendrán.*

*A Guillermo, por su amor, compañía e interés genuino en lo que me enfrente. Al cariño y aliento incondicional de su familia.*

*A mis amigas/os y compañeras/os, por sus conversaciones, risas, consejos y apreciaciones. Grandes personas y futuros profesionales*

*A Francis, por su espíritu de docencia y ser un ejemplo para la disciplina. Por interesarse y alentar pequeñas ideas y motivaciones, compartiendo ilimitadamente su sabiduría.*

*A Amari y Enrique, por cada conversación en los cursos de Magíster que despertaron nuevos intereses e interrogantes en la disciplina.*

*A los profesores y profesionales consultados, quienes generosamente compartieron sus materias y saberes para el tema abordado.*

# CONTENIDO

## 0. Inquietudes

- Desentendimiento
- Motivaciones o declaraciones
- Sobre cómo abordar una metodología para un entorno natural

## Parte I Punto de partida, Agua.

### Capítulo 1: Nueva realidad hídrica

- El manejo y crisis del agua como problema global
- Panorama del recurso hídrico en Chile
- Sobre una nueva cultura del agua

### Capítulo 2: Agua para la ciudad

- El ciclo del agua y el sistema hídrico en la ciudad.
- Río, ciudad, paisaje y comunidad: Espacios públicos del agua
- Marco jurídico, regulación y protección ambiental del agua en Chile.

### Capítulo 3: Degradación de entornos naturales acuáticos

- El continuo de los ecosistemas hídricos: Montañas, lagos, ríos y mar
- El río como capa oculta dentro de la ciudad
- Registros sobre el estado general de nuestros ríos: análisis de cuencas degradadas

## Parte II El saneamiento de las ciudades

### Capítulo 1: Problemática de los desechos

- Las aguas residuales y servidas

### Capítulo 2: Infraestructuras segregadas

- Las plantas de aguas servidas (PTAS)

## Parte III La depuración de Aguas

### Capítulo 1: Porqué tratar el agua?

- Tratamiento y depuración del agua en Chile y el mundo
- Sobre la gestión del tratamiento de aguas en Chile

### Capítulo 2: Arquitecturas de depuración, tratamiento y educación del agua.

- Edificios
- Parques
- Pabellones/ Instalaciones

## Parte IV Entendimiento del lugar

### Capítulo 1: Elección del lugar

- Situándonos en contexto
- La cuenca del río Toltén como caso simbólico de deterioro hídrico
- Análisis de la cuenca: condiciones hídricas, paisajísticas y urbanas

### Capítulo 2: localización y situaciones

- Localidades en la ribera: mapeo de infraestructuras hídricas.
- Macro estrategia de intervención: Casos representativos a nivel de cuenca
- Conflictos del recurso hídrico con la ciudad

## Parte V: Escenario, propuesta e intervención

### Capítulo 1: Caso específico a trabajar:

- Presentación del caso: Antecedentes de la zona de Putúe Bajo, ribera del río Toltén.
- Problemáticas urbanas y socioambientales.
- Principales valores y desafíos del sector.
- Reconocimiento de las preexistencias y oportunidades del lugar.

### Capítulo 2: Arquitectura y saneamiento del agua en crisis

- Lineamientos generales de la propuesta
- Sobre el imaginario de lo instrumentalizado.
- Metodologías a trabajar: Estrategias territoriales y proyectuales
- Determinaciones: Propuesta programática.
- Primera indagación de proyecto.

### Listados y conceptos

- Temas e infraestructuras postergadas
- Conceptos

### Anexos

- Catálogo Flora de la cuenca del Río Toltén
- Catálogo Fauna acuática de la cuenca del Río Toltén
- Catálogo Artefactos hídricos
- Catálogo Sistemas de depuración biológicos
- Catálogo Sistemas de depuración natural
- Normativas
- Documentación general del sector de estudio
- Documentación áreas de conflicto ambiental : Putúe Bajo, Villarrica.

### Bibliografía

# 0. INQUIETUDES

## *Desentendimiento*

En la práctica de la arquitectura, nos enfrentamos a que toda idea contemporánea acerca de lo que se debe proyectar intente diagnosticar un síntoma urbano, en este sentido el debate disciplinar debería ir más allá del campo de acción que hoy conocemos.

Esta reflexión surge del cuestionamiento acerca de los temas que han sido abandonados por la arquitectura, aquellos que han tenido un escaso debate en el campo profesional, pero que sin embargo tienen amplias implicancias en el funcionamiento de la ciudad, referidos a sistemas urbanos donde se administran sus recursos.

Asuntos relacionados con transporte, sistemas energéticos, recursos naturales, abastecimiento, desechos, entre otros; se relacionan normalmente con condiciones urbanas de segregación, por lo tanto, en los centros urbanos parecen no tener lugar siendo destinados a la periferia o borde de la ciudad. Esta situación ha dado lugar a grandes problemas ambientales, el hecho de ser relegados en cierta manera les permite el sobre aprovechamiento del medio natural que los rodea.

Frente a esto, recursos naturales como el agua en su proceso metabólico urbano utiliza infraestructuras que dan respuestas a los requerimientos básicos sin importar el impacto sobre el entorno y donde la gestión y manejo del recurso parece no estar relacionado al paisaje, al entorno urbano y natural.

De esta manera, surge la inquietud sobre cuál es el posicionamiento en aquellos temas, equipamientos y asuntos urbanos que como disciplina hemos postergado; sobre como otorgarle valor a aquellos servicios y recursos que son vitales para la ciudad y el habitar.

*Ver listado de temas e infraestructuras  
postergadas (anexos)*

## Motivaciones

La ciudad como ecosistema artificial necesita de los ecosistemas naturales para generar insumos y apropiarse de ellos para producir recursos. Este proceso metabólico implica directa o indirectamente desperdicios y residuos, los que originan uno de los conflictos más graves en el funcionamiento urbano con el medio natural: la contaminación.

El caso más crítico de esta disputa se relaciona al problema del agua en cuanto a su conservación y calidad. Según la ONU el desarrollo humano requiere de manera indispensable del agua y de los sistemas de saneamiento, sin embargo, más del 40% de la población mundial está siendo afectada por la escasez hídrica y miles de personas se enfrentan a diario a la utilización de fuentes de agua potable contaminadas. La falta de tratamiento adecuado y de equipamientos destinados a la depuración de aguas que se vinculen a estrategias urbanas de saneamiento, ha convertido a los principales cuerpos de agua en receptores de residuos.

Históricamente el agua ha sido fundadora de ciudades y núcleos urbanos, sin embargo, en la actualidad ha pasado a un segundo plano y el sistema hídrico y los entornos acuáticos no son más que un recurso de aprovechamiento “se cree que el agua que corre libre por un río es un desperdicio, pues se ignora que esa agua es el sostén de un ecosistema que va mucho más allá del río mismo” (Agua.org.mx, 2006) de esta manera el agua y su manejo ha quedado a la deriva del diseño urbano. Esta disociación entre lo natural y artificial nos posiciona en una arista que con temor nos enfrentamos a considerar, puesto que se trata de trabajar desde un escenario lleno de condicionantes como lo es la problemática hídrica.

Por lo tanto, resulta estimulante para la disciplina la posibilidad de testear como la arquitectura puede incorporar o reconocer el problema del agua, como una oportunidad de integrar al diseño variables desfavorables y generar opciones de un nuevo funcionamiento para la ciudad; desde proyectos que traten de una cultura ambiental con respecto a los espacios acuáticos.

Abrir el debate hacia estas aristas no es más que reconocer las dinámicas contemporáneas del entorno natural con lo construido.

## El desafío de abordar una metodología para un entorno natural

Hablar de saneamiento en un contexto de pandemia mundial parece ser uno de los problemas principales para la supervivencia del habitar. Carecer de agua y de fuentes limpias no permite un entorno seguro ni condiciones óptimas de higiene, según la ONU más de la mitad de la población mundial no tiene acceso a saneamiento y donde unos tres millones de personas no disponen de instalaciones básicas para el lavado de manos, principal medida para evitar el contagio de enfermedades.

Junto al problema del agua e higiene se suma el control de desechos, el cual es fundamental para prevenir foco de infecciones y brotes, el aumento de residuos en las ciudades se estaba elevando de forma sostenida y junto a la pandemia estos índices se sobren elevaron. Sin lugar a duda la cantidad de desechos en el medio ambiente ha sido una de las grandes repercusiones del virus.

Según Narcís Prat, docente de ecología de la Universidad de Barcelona, menciona que existe un gran impacto en la salud ambiental de los ríos, donde la gran presencia de desinfectantes, puede ser un problema para los cuerpos y cursos aguas que reciban estos y otros residuos.

Desde nuestra disciplina resulta responsable las condiciones de higiene en la ciudad, puesto que la arquitectura implica de alguna u otra manera una alteración o transformación del entorno. Generar una postura frente al medio natural puede tener grandes repercusiones ambientales, esto no solo se trata de aspectos materiales y energéticos, sino también de generar herramientas proyectuales para los problemas actuales y escenarios futuros del tema hídrico.

Por tanto, el principal desafío reside en cómo otorgarle valor al manejo de recursos fundamentales para la vitalidad de lo urbano y lo rural.

# PARTE I. PUNTO DE PARTIDA, AGUA.



FIG. 1

---

Mapa global de los grandes ríos del planeta  
Fuente: *Elaboración propia a partir de Satélites Landsat, 2018*

*“(...) El agua no solo es fundamental para la vida, para el desarrollo económico y para toda la cultura, sino también es y será el elemento crucial desde donde podemos diseñar mejores futuros, sustentables y resilientes para nuestra sociedad.” (Allard, 2015)*

# Capítulo 1: NUEVA REALIDAD HÍDRICA

## El manejo y crisis del agua como problema global

El agua como elemento natural, es fundamental para el sostenimiento de la vida en el planeta, es indispensable para la ciudad, el bienestar urbano y rural en cuanto al consumo humano, industria, agricultura, higiene, saneamiento y espacio público.

Este recurso constituye el elemento líquido más abundante de la tierra, corresponde al 75% de su composición; sin embargo, el 2,5% corresponde a agua dulce (ríos, lagos y acuíferos) y sólo el 0,62% es apta para el consumo humano, agrícola e industrial.

Los grandes crecimientos demográficos y el cambio climático afectan al bienestar del medio natural, y el agua es el medio primario a través del cual se evidencian estos impactos. Según la Evaluación de Recursos Hídricos realizada por la Unesco, para el año 2050 se espera que la demanda mundial de agua crezca de un 20 a 30% sobre todo en el sector industrial y doméstico. Mientras que, de manera paralela más de 2.000 millones de personas viven en países con una fuerte escasez de agua y aproximadamente más de 4.000 millones de personas sufren una grave escasez de agua durante al menos un mes al año.

El impacto medio ambiental y urbano, no solo se ha visto afectado por la disponibilidad de agua, sino también por su calidad; según la ONU los recursos de agua dulce mundiales están cada vez más contaminados con residuos orgánicos, patógenos, fertilizantes y pesticidas, metales pesados y contaminantes emergentes. De manera global la salud, alimentación y calidad ambiental han disminuido sus estándares por el deficiente manejo del agua en distintas escalas.

Lo anterior pone en evidencia uno de los principales problemas que enfrenta el recurso hídrico relacionado a su gestión; según Marcelo Bravo, doctor en Historia y Geografía de la Universidad de Chile, enfrentar la crisis del agua no solo se trata de asuntos naturales, sino también urbanos; las deficiencias instrumentales, territoriales, proyectuales y regulatorias han puesto en riesgo el recurso hídrico y abordarlo desde una nueva perspectiva o cultura del agua, nos hará comprender el gran significado del uso y cuidado del agua en las ciudades.

En este sentido, el agua no solo implica temas de desarrollo, es un derecho fundamental, es un recurso ecosistémico, pero también, cultural y territorial. Por lo tanto, es esencial abordar el tema del manejo del agua como una oportunidad para reconocerlo como un recurso escaso, pero altamentepreciado para los entornos urbanos, periurbanos y rurales.

Los siguientes datos revelan algunas perspectivas regionales sobre el panorama mundial en torno a la gestión del agua y sus problemáticas fundamentales.

Al año 2050 más del 40% de la población mundial vivirá en zonas con estrés hídrico severo (OCDE, 2012).

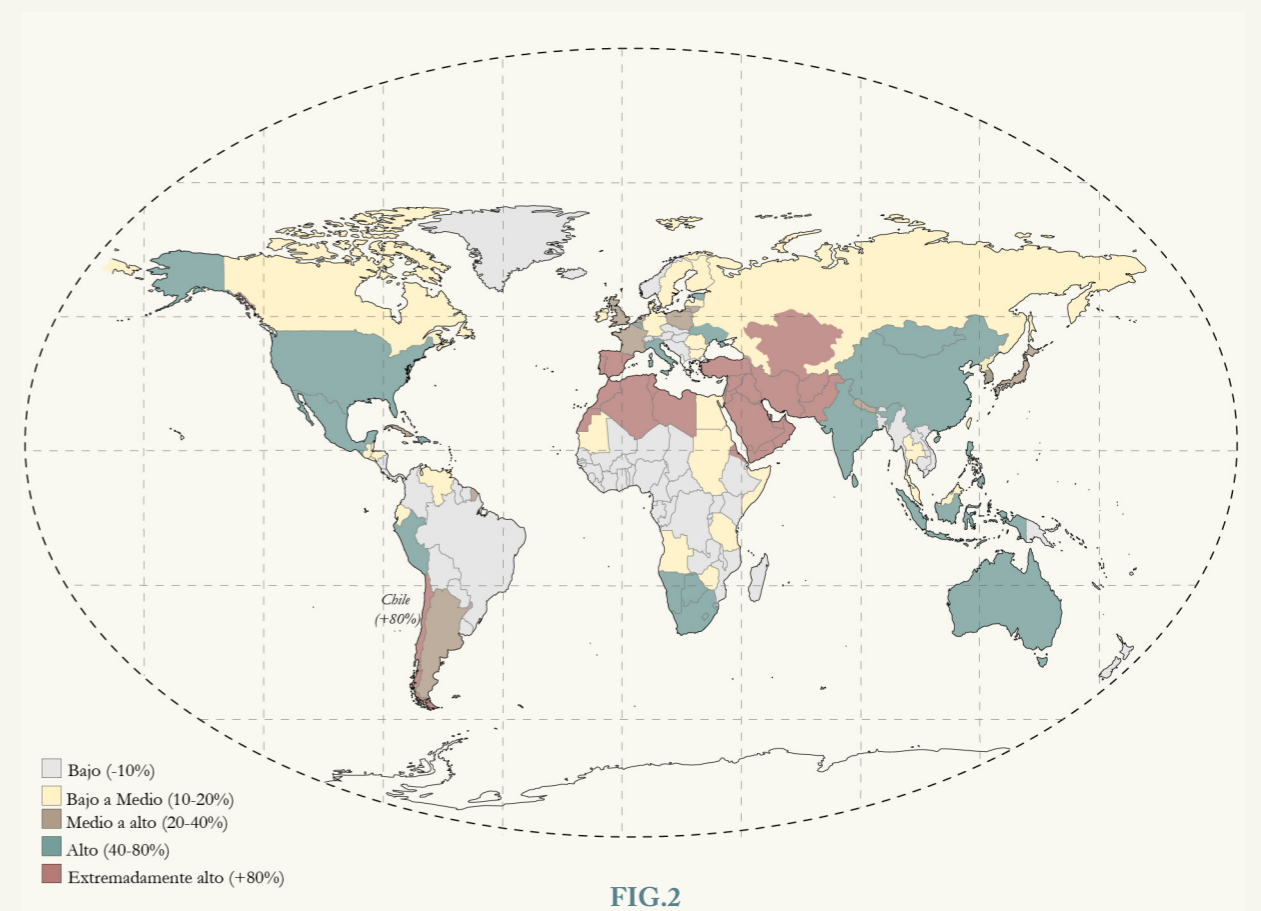


FIG.2

Países con más probabilidades de sufrir escasez hídrica al 2040.  
Fuente: Elaboración propia a partir de W.I.R., 2015.

“21 de los 37 principales acuíferos en el mundo se están agotando, de los cuales 13 se encuentran en un nivel crítico por su uso intensivo” (Richey, y otros, 2015).

### Europa

Se estima que un tercio del territorio de la UE está expuesto a condiciones de tensión hídrica, ya sea de forma permanente o temporal, sumado a que alrededor de 14 millones de hectáreas de suelo europeo, presenta actualmente alta sensibilidad a la desertificación. Además, el 90% de los ríos y lagos de Europa central no alcanzan un buen estado ecológico (IWA, 2015).

### Región árabe

Siendo una región pobre en agua, al año 2016 esta región no ha aprovechado el total de sus recursos de unos 340.000 millones de metros cúbicos, solo usó 50 por ciento y el resto se perdió o se desperdició. (Maddocks, Young, & Reing, 2016)

### América del Norte

Asesores y especialistas de los gobiernos norteamericanos declaran que consumen agua contaminada. México presenta la peor calidad de agua de los tres países, mientras que en Canadá los municipios son los principales contaminadores con las aguas residuales; en Estados Unidos 22 mil cuerpos de agua no pueden usarse por causa de la polución. (Ramírez, Kent, & Gorke, 2004)

### África Subsahariana

El 60% de la población total, vive en áreas rurales y situación de pobreza. Al 2015 tres de cada cinco habitantes rurales tenían acceso al menos a un suministro de agua y solo uno de cinco a saneamiento. Además, el 10% de la población todavía bebe agua de superficies sin tratar. (WWAP, 2019)

### Asia-Pacífico

En 2016, 29 de los 48 países de la región fueron calificados como inseguros desde el punto de vista del agua debido a la escasez y a la extracción insostenibles de aguas subterráneas. (WWAP, 2019). En esta región vive el 60% de la población mundial y solo disponen del 36% de los recursos hídricos en el mundo.

### América Latina y el Caribe

Millones de personas no tienen una fuente adecuada de agua potable, mientras que un número aún mayor sufre la carencia de instalaciones seguras para la eliminación de las heces. (WWAP, 2019) Además, los procesos de privatización y el aumento del costo del agua ha empeorado la situación, puesto que el agua es un bien inaccesible para gran parte de su población. (Unesco, 2019)



## Panorama del recurso hídrico en Chile

El territorio nacional no queda fuera del problema global del agua. Un estudio realizado por la Fundación Chile revela que el 60% de escasez de agua en nuestro país es causada por una mala gestión del recurso, aumento de demanda y el sobre otorgamiento de derechos. Según la OCDE, Chile al año 2030 será parte de los 30 países con mayor riesgo hídrico del mundo.

De acuerdo con el estudio, el 44% de los problemas de brechas y riesgo hídrico en las cuencas se originan por fallas en la gestión del agua y su gobernanza. Esto tendrá repercusiones en el panorama hídrico para el año 2030- 2050 de nuestro país, donde el crecimiento urbano y las necesidades agrícolas incrementarán el riesgo de erosión, impermeabilización del suelo y la alta contaminación de los cursos de agua.

Sumado a lo anterior, el estudio elaborado por el World Resources Institute señala que la baja disponibilidad del recurso en Chile se dará por una combinatoria de efectos, entre ellos las alzas de temperaturas y el notable cambio en los patrones de lluvias. Esto se debe a la gran variación de la disponibilidad del recurso a nivel nacional.

Según el instituto de Ecología y Biodiversidad de Chile afirman que el agua en el país está distribuida de manera dispar; mientras en el norte existe notable escasez hídrica, en el sur hay una sobre oferta de agua, sin embargo, la disminución de precipitaciones y el mal uso de los ecosistemas termina por degradar y maltratar las fuentes del recurso. A la derecha un mapeo muestra la contingencia hídrica que vive cada zona de país, según las complejidades propias de cada territorio.

## Sobre una nueva cultura del agua

Una de las alternativas frente a los esfuerzos por el control y seguridad hídrica, es acercarnos hacia una perspectiva cultural de la protección y sostenibilidad de los recursos acuáticos. La Nueva Cultura del Agua fundada hace casi más de 30 años en España; pretende cuestionarse las tradicionales políticas hidráulicas que han imperado en Europa y gran parte del mundo.

Conforme al encuentro por una Nueva Cultura del Agua en América Latina, realizado en Brasil el año 2005, se expone la necesidad de abrir un debate en torno a los problemas de la gestión de agua en Latinoamérica y la necesidad de introducir cambios radicales en la cultura del agua, en términos de equidad, sustentabilidad, gestión económica y social, y gestión democrática del recurso.

Según Marcelo Bravo, en el contexto nacional aún no hay indicios de una implementación eficaz de la Nueva cultura del agua; sin embargo, las comunidades del norte, centro y sur del país históricamente han llevado a cabo una cultura sostenible del agua. En el norte de Chile, por ejemplo, la cultura altiplánica, aportó grandes conocimientos sobre el ciclo sustentable del agua que hoy en día se ve reflejado en las festividades, calendario agrícola y su relación simbólica con los cerros. Otro caso es el patrimonio hidráulico del Valle central, el impacto paisajístico y territorial de las técnicas ancestrales de las azudas propusieron el uso eficiente del recurso hídrico. Estos singulares artilugios aparte de ser declaradas Monumento Histórico en 1998 son parte de la identidad y construcción del hábitat rural y agrícola de la zona central.

Chile enfrenta la década más seca de su historia desde que comenzaron los registros de precipitaciones en 1915. (BBC, 2020)

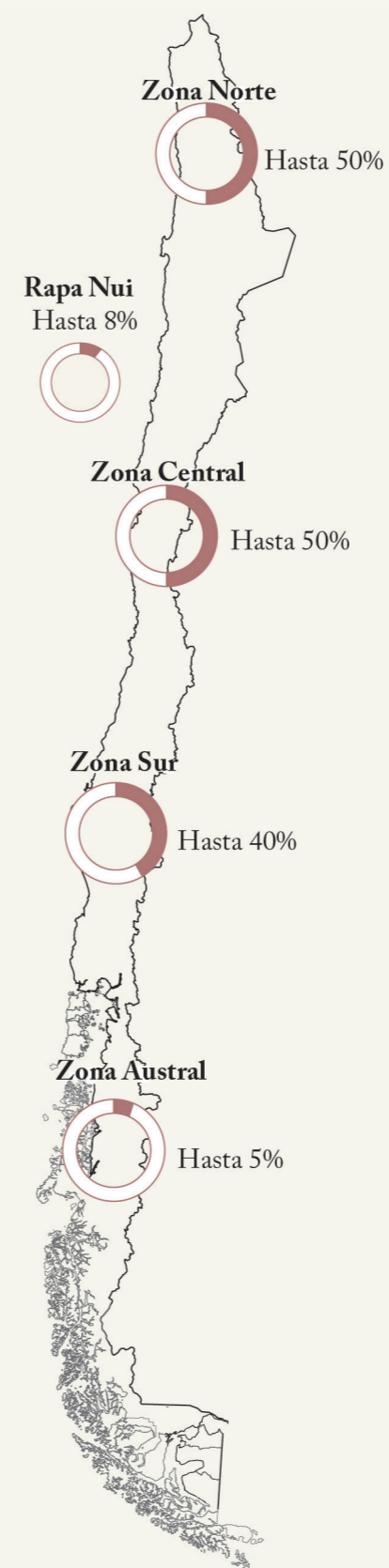


FIG.3

Reducción de disponibilidad hídrica por zona, balance 2030-60  
Fuente: Elaboración propia a partir de diario La Tercera, 2021.

## Complejidades por macrozona:

### Macrozona Norte:

Corresponde al área geográfica más seca de Chile. Con uno de los paisajes más áridos del mundo. Cuenta con 39 cuencas hidrográficas según la DGA. La principal problemática de esta zona se relaciona con los usos conflictivos del agua; actividades como la minería han producido una alta exigencia para el recurso hídrico. Según la DGA el agua subterránea está descendiendo aproximadamente 2 metros cada 10 años en el acuífero de la Pampa del Tamarugal. Además, la calidad del agua potable en Arica, Iquique, Antofagasta y otras localidades del norte, es preocupante; según el Banco Mundial existen 83 localidades en Chile con un alto nivel de arsénico y otros contaminantes en el agua potable.

### Macrozona Centro

Cuenta con 16 cuencas hidrográficas según la DGA. Es considerada como uno de los suelos más fértiles de Chile. Lamentablemente el principal problema de la zona es la disponibilidad de agua, según la Fundación Chile existirá una sequía sostenida en el centro del país, sumado a que se extraen 77,6 metros cúbicos de agua dulce por segundo en la zona central y que el 88% de este recurso es consumido por el sector silvoagropecuario, proyecta un escenario inquietante: la disponibilidad de agua disminuirá en 10% al año 2030.

### Macrozona Sur

Cuenta con 26 cuencas hidrográficas según la DGA. Es donde se desarrolla mayormente el sector Agropecuario, agrícola y forestal de país. Una de las problemáticas que enfrenta esta zona es la disminución en las precipitaciones y la contaminación sistemática de los cuerpos de agua por el vertimiento de desechos y residuos tóxicos. El 2019 subsecretario de Obras Públicas constató que la región del Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos se han visto afectadas por la contaminación de aguas por la generación eléctrica y servicios sanitarios.

### Macrozona Austral

Esta zona posee el mayor número de lagos y lagunas existente en el territorio nacional y además presenta 20 cuencas según la DGA. Según un estudio realizado por la OMS el 2018 revela que los problemas ambientales en la zona no se trata solo de aire contaminado, también se suma la contaminación de aguas naturales por la industria pesquera, que bota sus desechos al océano generando diversas amenazas a la conservación de la biodiversidad de este territorio.

## Capítulo 2: AGUA PARA LA CIUDAD.

### *El sistema hídrico en la ciudad*

Agua y ciudad son un binomio inseparable, la dependencia que tenemos del recurso hace que las ciudades centren su origen en la cercanía a los cursos de agua (Espinosa y otros, 2015). El recurso hídrico, históricamente ha actuado como un detonador y regulador de los asentamientos, de la ocupación del territorio y del desarrollo de tecnologías para su aprovechamiento y manejo; desde las civilizaciones más antiguas como los deltas en río Nilo y Tigris, dieron origen a las primeras ciudades fluviales lo que propició el desarrollo de economías en base a la agricultura y ganadería.

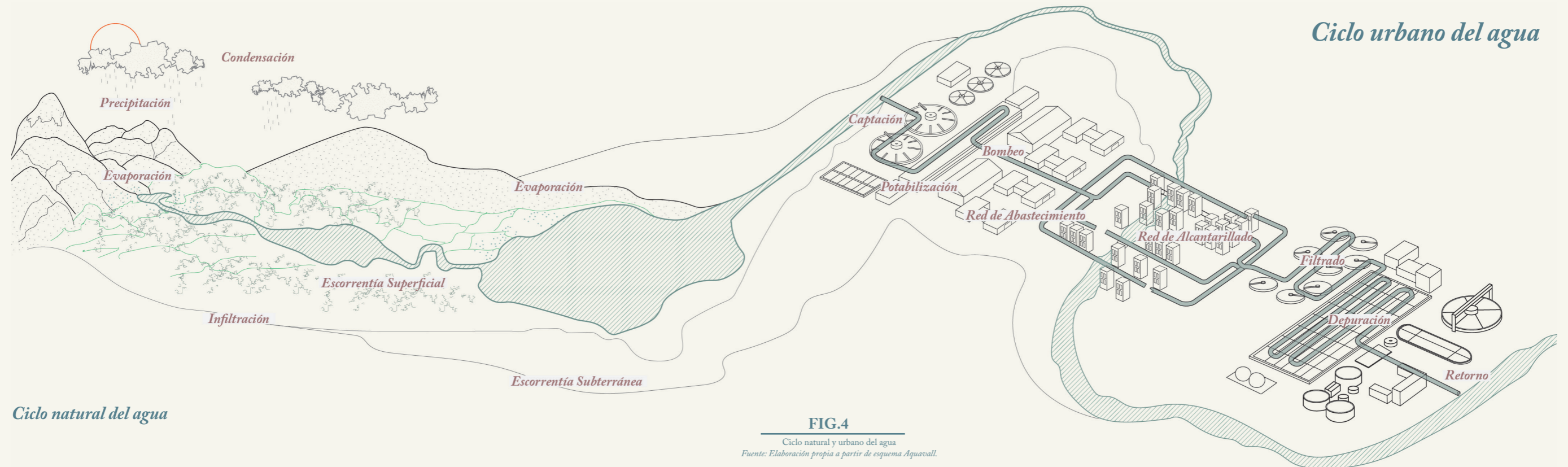
Las grandes civilizaciones y las diferentes regiones fluviales fueron los pioneros en generar infraestructuras hidráulicas; según iAgua, plataforma de difusión y debate en torno al manejo del agua, relatan que el desarrollo de diferentes culturas en el mundo se puede medir en base a las infraestructuras del agua, como por ejemplo los Romanos y Griegos con la elaboración de presas, acueductos, baños públicos o alcantarillado, domesticaron el agua dándole una importante función al recurso con respecto a su funcionamiento en las primeras ciudades.

Esta forma de construir y desarrollar diferentes infraestructuras es la forma en como las comunidades interactúan con el ciclo natural del agua; donde este recurso proveniente de ríos, manantiales y esteros es utilizado para el consumo, producción y saneamiento en la ciudad. El ciclo urbano del agua cubre el abastecimiento del recurso mediante distintas fases y equipamientos como plantas de agua potable, alcantarillado y depuradoras.

Actualmente, la gestión de este ciclo urbano es compleja, no solo en cuanto al panorama hídrico de las ciudades, también en cuanto a infraestructura de abastecimiento, tratamiento de aguas, control, prevención, y todas aquellas acciones u objetos que hagan más sostenible el uso y manejo hídrico en la ciudad.

Según Rafael Val coordinador en materias de Educación y Cultura del Agua de la Unesco, trabajar sobre la seguridad hídrica del ciclo urbano del agua desde el abastecimiento hasta su desalojo y tratamiento de aguas, permitiría abordar problemáticas territoriales, tales como sequías, contaminación, inundaciones y otros problemas urbanos que puedan surgir a partir de ignorar el significado e importancia del ciclo urbano en la naturaleza y ciudad. Esto tiene implicancias en poder asegurar la disponibilidad del recurso, su calidad, uso y cuidado eficiente.

El esquema de la parte inferior explica el actual funcionamiento entre el ciclo natural y ciclo urbano del agua.



## Río, ciudad, paisaje y comunidad: Espacios públicos del agua

Según Francisco Pellicer, Geógrafo de la Universidad de Zaragoza, el río y el paisaje fluvial urbano es donde se reconocen la naturaleza y la ciudad. El río se transforma en una cultura cuando penetra el espacio urbano y la ciudad se abre a la naturaleza por medio del río; esta íntima fusión sujeta a la eficacia de gestión, cultura, economías y civismo de sus habitantes “es una de las manifestaciones más ricas de la vitalidad económica y ecológica de la ciudad” (Pellicer, 2001).

Uno de los ejemplos culturales más representativos sobre la utilización del medio fluvial son los casos de Venecia y Ámsterdam, donde los canales de agua configuran la morfología y cultura de la ciudad. Por una parte, en Venecia el recorrido de la ciudad y la calle es por medio del agua; esa situación dio lugar a múltiples manifestaciones materiales y culturales, como por ejemplo la construcción de más de 400 puentes, y tradiciones como los teatros flotantes y carnavales. En Ámsterdam las viviendas y el transporte fluvial tuvo relación con una importante gestión del agua, los canales fueron construidos para poder drenar el terreno y así poder extender la ciudad (iAgua, 2020).

Por otra parte, el espacio fluvial y la ocupación de la ribera históricamente contenía a las funciones comerciales, industriales y portuarios de la ciudad y donde la infraestructura pública se relacionaba con la conectividad y encauses de los ríos. Sin embargo, a mediados del siglo XX nace una preocupación por reactivar áreas marginadas y/o degradadas en la ribera de los ríos producto de la industrialización.

En Europa, por ejemplo, el proyecto precursor de recalificar el espacio fluvial desde el paisaje como espacio público, fue el Emscher park (Alemania) Su aporte principal ha sido lograr la reestructuración económica y social a partir de la mejora del paisaje natural, la recualificación ecológica del agua y la preservación del patrimonio industrial. “El eje estructurante del proyecto es un gran espacio verde público a lo largo del río, que sirvió para integrar zonas de potencial ecológico aisladas e infraestructuras industriales obsoletas”. (López & Rotger, 2013)

En Chile, el espacio público fluvial podemos abordarlo desde distintas perspectivas, sin embargo, el caso del Río Mapocho en Santiago y Río Calle-Calle en Valdivia, parecen ser buenos ejemplos de cómo se han concebido estos espacios.

Por una parte, el Río Mapocho ha estado sometido a grandes transformaciones territoriales y urbanas. Según M<sup>o</sup> Isabel Pavez doctora, investigadora y docente en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile; desde el Plan Intercomunal de Santiago de 1960 se viene promoviendo la función metropolitana del corredor fluvial del Mapocho como corredor verde público y de transporte de personas, articulador de amplias zonas de la ciudad, sin embargo hasta el 2009 a pesar de los intentos con proyectos como el Parque Bicentenario y Parque de los Reyes las estrategias estaban muy disgregadas y no contribuían a una estructuración mayor de la ribera.



FIG.5

Emscher Park, Alemania.  
Fuente: [landschaftspark.de](http://landschaftspark.de)



FIG.6

Mapocho 42K, Santiago  
Fuente: [Mapocho42K.cl](http://Mapocho42K.cl)



FIG.7

Feria Fluvial, Valdivia.  
Fuente: [Monumentosgob.cl](http://Monumentosgob.cl)

A pesar de ello, entre los años 2009 y 2018 inicia un proyecto que propone consolidar al río Mapocho como un gran recorrido de uso público y esparcimiento, con la propuesta Mapocho 42K; conectando social y geográficamente 8 comunas de la ribera Sur recuperando el potencial espacio que tienen la ribera del río Mapocho. Es decir, reinterpretar el borde río como un espacio de movilidad y donde puedan existir relaciones a distintas escalas entre comunas y barrios comunicando al usuario con el espacio urbano e hídrico.

Por otra parte, Valdivia históricamente es reconocida por ser una ciudad fluvial y del agua; emplazada a los pies del río Calle Calle, el espacio de borde río era utilizado para el intercambio de productos y como foco comercial de la ciudad, desde sus orígenes habitar y navegar los ríos fue fundamental para la conformación de la ciudad.

En la actualidad esta característica se mantiene, el río como medio de transporte, espacio comercial y recreacional ha desarrollado un patrimonio diverso en torno a sus aguas, como la feria y taxis fluviales, la conexión acuática con Niebla y Corral y una serie de prácticas y festividades culturales en torno al agua. De esta manera, desde mediados del siglo XIX la historia de la cuenca del río Valdivia, nos reitera una fuerte tradición en torno a sus ríos. (Guarda 2001; Otero 2006; Moya y Vásquez 2010; Solari 2011; Skewes 2012; Almonacid, 2013).

Sin embargo, en nuestro país sigue siendo una gran tarea considerar estos lugares como espacios públicos, según Antonio Lucas, Técnico Forestal Experto en Gestión y conservación de Espacios Naturales; la sociedad necesita cada vez más entornos naturales para el esparcimiento, donde uno de los entornos más preciados son las veredas de nuestros ríos. Sin embargo, estos espacios han sido olvidados por gran parte de las administraciones públicas, donde uno de sus principales problemas es su estado de conservación lo que ha propiciado que gran parte de la población le den la espalda a nuestros ríos.

## Marco jurídico, regulación y protección ambiental del agua en Chile.

En Chile, la evolución del Marco Jurídico de las Aguas ha estado íntimamente relacionado con el régimen jurídico de la tierra (Larraín, Aedo, Navarrete, & Villarroel, 2010). Según la herencia española, la propiedad de las tierras tenía dominio absoluto e individual, y para la regulación del agua, sus cauces y su uso, el Estado Chileno atiende a los criterios del Derecho Español, adoptando la idea de dominio con el “uso, goce y disposición” del agua, el cual aplica hasta al actual Código de Aguas de nuestro país.

En 1980 junto a la nueva Constitución Política, la promulgación del Código de Aguas de 1981 y la derogación de la ley de Reforma Agraria (ver anexos); el agua en nuestro país adquiere una nueva relación de propiedad, permitiendo a los titulares un derecho de aprovechamiento y comercialización del agua. En este sentido, el estado deja de involucrarse en las determinantes del recurso, y es el particular quien se encarga de estimar las necesidades y uso racional del agua.

Bajo este código, el recurso hídrico queda sujeto a los criterios del mercado; esto quiere decir que el agua en Chile puede ser privatizada, transable y negociable a través de su concesión; este contexto ha visibilizado que el beneficio con respecto al agua quede en manos de grupos económicos, empresarios y sanitarias que con el fin de ampliar la “calidad” y cobertura del agua se posicionan como dueños de este recurso (Sánchez, Ramírez, & Carrasco, 2019).

Actualmente el organismo regulador de las empresas a cargo del abastecimiento y saneamiento de aguas en Chile es la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS); según Ronald Fisher Doctor en Economía y profesor del Departamento de Ingeniería industrial de la Universidad de Chile, este organismo tiene serias debilidades y ha permitido grandes fallas en cuanto a suministro, contaminación y pérdidas de aguas. La SISS Además de ser un fiscalizador con pocos recursos, establece sanciones con un tope máximo, por lo tanto, para las grandes empresas el pago de esas cifras es insignificante.

En cuanto a la protección de los cuerpos de agua, en Chile las principales políticas con respecto a la conservación de entornos acuáticos se relacionan con:

- La norma primaria de protección ambiental, cuyo fin es prevenir los riesgos de salud humana y aplican para todo el territorio de manera homogénea.
- Las normas secundarias de calidad ambiental (NSCA) aplican a escala de cuenca y subcuenca hídrica, en ella se establecen los niveles de contaminantes y en el caso de los lagos se busca prevenir los efectos de eutrofización.
- La norma de emisión, que tiene como objetivo prevenir riesgos para las personas, preservar la naturaleza y patrimonio ambiental (CIPER, 2020)

A continuación un cuadro que resume las entidades, funciones y normas asociadas con la gestión del agua en nuestro país.

Entidades	Funciones relacionadas con el agua	Normas Asociadas
Dirección General de Aguas (DGA)	Promover la gestión y administración del recurso hídrico. Fiscalización y control de la calidad del recurso en sus fuentes naturales.	Código de Aguas (Ley N° 1.122 Ministerio de Justicia) Decreto N° 1.220, Ministerio de Obras Públicas.
-Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) -DGA -Dirección General del territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)	Protección y conservación ambiental del recurso hídrico.	Ley N° 20.417, Ministerio Secretaría General de Gobierno Ley N°19.300, Ministerio Secretaría General de Gobierno Decreto N° 1 Ministerio de Defensa Decreto N°90, Ministerio Secretaría General de la Presidencia Decreto N°46, Ministerio Secretaría General de la Presidencia
-Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento.	Ley N° 18.778 Ministerio de Hacienda Decreto N°50 Ministerio de Obras Públicas Decreto N°195, Ministerio de Hacienda
-Comisión Nacional de riego (CNR) -Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)	Labores de desarrollo y fomento del riego.	Ley N° 18.450, Ministerio de Agricultura Decreto N°7, Ministerio de Economía Decreto N° 1.123, Ministerio de Justicia Decreto N° 179, Ministerio de Economía Decreto N° 285, Ministerio de Obras Públicas
-Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) -Servicio de Salud -Servicio Nacional de Pesca -Subsecretaría de Pesca	Fiscalización y control de la calidad de las aguas para fines específicos.	Decreto N°237 Ministerio de Bienestar Social Decreto N°106 Ministerio de Salud
-SISS -Servicio de Salud	Fiscalización y control de efluentes.	Decreto N90/2000 Ministerio Secretaría General de la Presidencia

FIG.8

Organismos vinculados con la gestión del agua en Chile.  
Fuente: Elaboración propia a partir de Marco jurídico para la gestión del agua en Chile. Programa Chile Sustentable, 2010.

### Disociación:

Luciano Caputo, doctor en Ecología de la Universidad de Barcelona y académico en la Universidad Austral, menciona para una columna de opinión en CIPER, que la fragmentación existente entre las normas de sustentabilidad y gobernanza sobre el agua ha complejizado la forma en cómo manejar el recurso; por ejemplo, de acuerdo con el Código de aguas, la Dirección General del Agua (DGA) del MOP es la única entidad encargada del monitoreo de preservación de los recursos hídricos, es decir, lagos, ríos y glaciares. Mientras que el Ministerio del Medio Ambiente es la única institución encargada de coordinar las normas de calidad ambiental.

Lamentablemente la división de los organismos en cuanto a su visión sobre el recurso ha provocado que la estimación de la calidad del agua sea permisiva y no ha incluido el monitoreo de la diversidad biológica del entorno acuático, por lo tanto, dificultan el manejo sustentable del recurso hídrico.

### Capítulo 3:

# DEGRADACIÓN DE LOS ENTORNOS NATURALES ACUÁTICOS.

## El continuo de los ecosistemas hídricos: Montañas, lagos, ríos y mar

El flujo de materia orgánica en estos entornos acuáticos ocurre de manera longitudinal, implica tanto aguas arriba como aguas abajo. (Stehr, y otros, 2019). Estos ríos y lagos pertenecen a una unidad mayor denominada cuenca hidrográfica que es aquella unidad geográfica conformada por un río principal e incluye áreas y ecosistemas tales como, laderas y montañas, territorios, ríos menores, aguas subterráneas, zonas costeras y su influencia en el mar. Las interacciones de sus elementos en el territorio inciden en el curso de agua, tanto en su calidad como en su cantidad. (UICN)

En este sistema cobra vital importancia las corrientes naturales de agua, puesto que los ríos son los encargados de transportar, sedimentar y alimentar de nutrientes y agua tanto a zonas lacustres como costeras desde distintas fuentes de precipitación. Por lo tanto, cuando existen alteraciones en su ecosistema por la actividad humana, industrial, agrícola y utilización irracional de su curso de agua, termina por afectar a la unidad mayor de la cuenca; por ejemplo, en nuestro país, el flujo de agua dulce en el centro sur disminuyó en un 50% lo que implicó una reducción significativa de la biomasa al océano (Garreaud, y otros, 2017)

Chile tiene aproximadamente más de 1.200 ríos y 15.000 lagos y lagunas siendo todos estos, sistemas acuáticos altamente sensibles (Caputo, 2020). Somos una región beneficiada en cuanto al recurso en comparación a otras regiones de Latinoamérica; sin embargo, existe una degradación progresiva de los entornos acuáticos. Según el “Primer Muestreo Nacional de la Basura en los Ríos” realizado el 2017 por un grupo de científicos, concluyen que numerosos ríos del país se encuentran en riesgo por la contaminación de basura, sumado a la problemática ya existente por contaminación de aguas servidas y residuos industriales líquidos, por lo tanto consideran importante la valorización de los ríos del país puesto que constituyen fuentes vitales de agua para los habitantes.



**FIG.9**  
Continuo de una cuenca hidrográfica.  
Fuente: Elaboración propia a partir de iAqua.

## El río como capa oculta dentro de la ciudad

Como se mencionó en el capítulo anterior, gran parte de la población mundial le ha dado la espalda a los ríos. Lamentablemente la periferia de la ciudad o el borde las ciudades, se han convertido en canales de desagüe y basureros aprovechando los caudales de agua como ríos y arroyos para verter desechos líquidos o sólidos (Torres, 2018).

Según LA Network centro de gestión de conocimiento para las ciudades Latinoamericanas; los procesos de industrialización, hicieron que lentamente los pueblos, y en el caso particular las ciudades, se desconectaran de sus ríos, de sus cuerpos de agua. Ellos terminaron siendo contaminados, relegados y olvidados.

La degradación de estos paisajes fluviales comenzó hace varias décadas en nuestro país, antes de la entrada en vigor de la Ley de Base de Medio Ambiente (1994)(ver anexos). El problema del deterioro está dado históricamente en que los ríos han sido receptores de aguas servidas, domésticas, vertimiento de efluentes mineros y residuos industriales líquidos (riles) (Molina, 2012)

Además, la fundación Ríos Salvajes menciona que en la actualidad menos del 1% de la totalidad de los 1.251 ríos del país han sido protegidos a través de la figura de reserva de caudales. Es decir, que la mayoría de los ríos de Chile pueden verse afectados en su disponibilidad de agua y sometidos al aprovechamiento no consuntivos por grandes caudales.

Por lo tanto, la relación río y ciudad está subordinado a la dualidad de la valorización y el rechazo, donde la mayoría de las ciudades fluviales han gestado su bienestar a partir del río, sin embargo su manejo urbano y rural ha sido un problema para el mantenimiento del espacio fluvial. Según Agustín Cuello docente y Máster en Educación Ambiental y Gestión Fluvial, una de las principales problemáticas se relaciona con la conciencia ambiental donde los equipamientos educativos dedicados al agua en la ciudad son escasos y las infraestructuras de abastecimiento y saneamiento abandonan la gestión y estrategias de influencia en la población.

## Registros sobre el estado general de nuestros ríos: Análisis de cuencas degradadas



■ Cuencas o parte de ellas  
— Divisiones cuencas

El problema hídrico en el territorio nacional es transversal, no solo significa escasez de agua en el norte y centro del país sino también incluye las problemáticas donde se cree que hay más disponibilidad de agua en el país; en este sentido el sur de Chile enfrenta un alto nivel de vulnerabilidad ambiental.

El estudio encabezado por Pablo Fierro investigador de la Universidad Austral, expone las principales amenazas de los cuerpos de agua dulce, principalmente los ríos del sur de Chile. Luego de un análisis de más de 80 investigaciones se encontraron cerca de 14 amenazas antropogénicas en esta zona del país. Estas 14 amenazas se concentraron en cinco grupos:

- 1) Especies exóticas: Referente a la introducción de especies foráneas.
- 2) La pérdida de hábitat y degradación: Implicó el cambio en uso de suelo, el dragado y canalización de ríos, la extracción del agua, las centrales hidroeléctricas, la urbanización, el ecoturismo y la recreación.
- 3) La contaminación: Uso de afluentes industriales, la minería y los nutrientes de actividades agrícolas.
- 4) Respecto al cambio climático: El fuego y las sequías.
- 5) En cuanto a la sobreexplotación: Pesca deportiva y el comercio ilegal.

Además, en el Balance Hídrico Nacional, expertos de la Universidad de Chile concluyeron proyecciones alarmantes para esta zona del país, puesto que se espera que en el periodo 2030-2060 la disponibilidad de agua disminuirá en un 40% debido a los cambios climatológicos, como la disminución de las precipitaciones anuales y aumento de las temperaturas.

FIG.10

Mapeo ríos sin disponibilidad y agotados en Chile.  
Fuente: Elaboración propia a partir de Informe Técnico Reserva Palena.

Parte I: Punto de partida, agua.








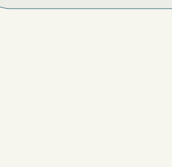
RÍO	ESTADO
<b>Río BioBío</b>  Nace en laguna Galletúe y Lago Icalma. Desemboca en el Océano Pacífico. Proviene del mapudungún viuu o vii: "doble hilo" o "cordón"	Examinan la cuenca aguas arriba y río abajo en cuatro puntos de descargas de efluentes de la empresa CMPC. Se encuentran residuos industriales de celulosa la cual afecta gravemente la reproducción de especies silvestres.
<b>Río Toltén</b>  Nace en el Lago Villarrica. Desemboca en el Océano Pacífico Proviene del mapudungún Trol tren: evoca los sonidos de los golpes de las olas del mar.	Movimiento Ciudadano Aguas Libres Lago Villarrica, exponen que los vecinos del sector que han visto desechos en el río. "Lo observan por el color que tienen las aguas que se vierten, más los olores y, sumado a esto, ven desechos sólidos, orgánicos, que circulan libremente por el afluente del río Toltén.
<b>Río Cruces</b>  Nace en el Volcán Villarrica Desemboca Río Valdivia	Vertimiento de metales pesados y dioxinas (combustión de cloro) por parte de empresas de celulosa desde el 2004 sin un tratamiento adecuado y a pocos kilómetros del santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter.
<b>Río Valdivia</b>  Nace de la Confluencia de los ríos Calle-Calle y Cruces. Desemboca en la Bahía de Corral. Originalmente llamado por los indígenas Ainilebu: nueve ríos.	Contaminación difusa por residuos ganaderos, plaguicidas, fertilizantes y aguas servidas.
<b>Río Bueno</b>  Nace en el Lago Ranco. Desemboca en el Océano Pacífico Proviene del mapudungún "wenu", el de arriba, en referencia a que es el río "de más arriba"	Turbiedad del agua extendida por 10 kilómetros, afectando gravemente a la localidad de Huillínco. Principalmente residuos sanitarios y residuos de pisciculturas.
<b>Río Pilmaiquén</b>  Nace en el Lago Puyehue. Desemboca en el Río Bueno. Proviene del mapudungún pilmaykeñ: golondrina.	Demanda de vertimiento de aguas servidas no tratadas de más de 1600 viviendas ubicadas en el sector "Entre Lagos" el cual no cuenta con alcantarillado por hace más de 20 años.
<b>Río Puelo</b>  Nace el Lago Puelo Desemboca Océano Pacífico Proviene del mapuche puelco: agua del este.	Recepción de desechos de construcciones: empresa encargada de construir caminos realiza un daño irreversible en la calidad de las aguas del río Puelo según los representantes vecinales del sector.
<b>Río Futaleufú</b>  Nace en el complejo Futaleufú Desemboca en el lago Yelcho Proviene del mapudungún füttra lhwefu: río grande.	Derrame de desechos y asfalto en los canales de agua que llegan al río. Contaminación por basura y descargas puntuales por aguas servidas y emisarios submarinos.

FIG.11

Principales cuencas degradadas al sur de Chile y sus respectivas problemáticas  
Fuente: Elaboración propia a partir de Comité Entre Lagos, DGA, Fundación Menoko, NoticiasLosRios.cl, Observatorio de Ciudades UC, PueloPatagonia.cl, RadioUchile, Rtosdelplaneta.cl.

Parte I: Punto de partida, agua.

## PARTE II. EL SANEAMIENTO DE LAS CIUDADES

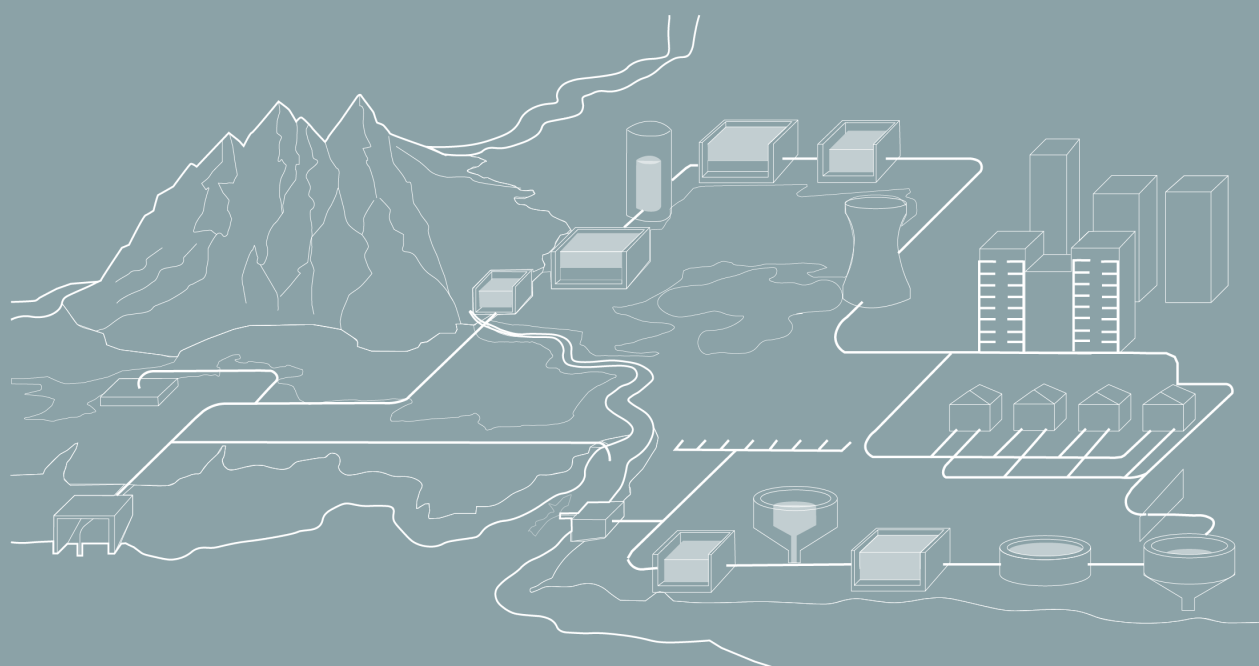


FIG. 12

Ciudad, agua y saneamiento

Fuente: Elaboración propia a partir de [Aguaecosocial.com](http://Aguaecosocial.com)

*En las grandes urbes los servicios urbanos relacionados con el abastecimiento del agua, el drenaje y el saneamiento presentan niveles de cobertura muy irregulares, debido al inadecuado manejo del agua. En el análisis, diseño y construcción y operación de las estructuras hidráulicas requeridas para desarrollar dichos procesos, se da por sentado que actúan de forma independiente. (Padrón & Cantú, 2019)*

# Capítulo 1: PROBLEMÁTICA DE LOS DESECHOS

## *Las aguas residuales y servidas.*

Según estudios de la ONU al año 2019 las ciudades a nivel mundial producen juntas alrededor de 10.000 millones de toneladas de residuos por año; donde un tercio de los residuos sólidos se arrojan al aire libre, recuperándose la quinta parte de ellos para el reciclaje y compostaje. Mientras que en temas hídricos el 80% del total de aguas residuales son descargadas en los ríos.

Por definición las aguas residuales son aquellas cuya calidad de vida afectada negativamente por la influencia antropogénica, en estas se incluyen las aguas, residuales, urbanas, domésticas e industriales (FAO, s.f.). Las aguas servidas, son aquellas aguas residuales domésticas, por ejemplo, agua eliminada por lavaplatos, artefactos sanitarios etc; con grandes cantidades de contaminantes y gérmenes (ESVAL, s.f.)

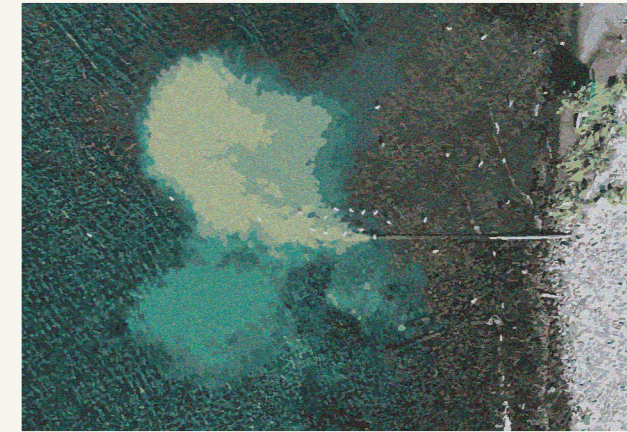
La Unesco declara que el 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas; siendo esto uno de los grandes desafíos del agua a nivel mundial. Por ejemplo, en América Latina solo un 30 a 40% de las aguas residuales captadas son tratadas (Rodríguez, Serrano, Delgado, & Nolasco, 2020). En nuestro país, la cobertura de saneamiento básico en cuanto a agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas alcanza un 95% según el estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo.

La regulación de los servicios de saneamiento ocurre entre los años 1990 y 2003 donde se crearon normativas, instituciones y decretos que disponen reglas en relación con las aguas residuales, servidas y contaminantes. Uno de los avances más importantes en esta materia, tiene relación con el higiene y seguridad medio ambiental plasmado en el Artículo 73 del Código Sanitario, donde se expone:

“Prohíbese descargar las aguas servidas y los residuos industriales o mineros en ríos o lagunas, o en cualquiera otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o para balneario (...)”

Sin embargo, a pesar de los intentos por regular y fiscalizar la calidad del agua vertida en manantiales o ríos, según Diego Ibáñez miembro de la comisión de Salud y Medio Ambiente de la Cámara de Diputados, en Chile no existe una norma que regule los contaminantes que quedan fuera de la actual legislación chilena y que están afectado el suelo, aire y Agua.

En este sentido las normativas son permisivas, por ejemplo, mientras que en comunidades Europeas como España la cantidad de coliformes fecales en agua para consumo es de 0 UFC/100ml (SINAC,2004), en Chile el artículo 17 del Decreto 131 permite un valor mayor o igual a 5 UFC/100ml y en agua para recreación, riego y aguas residuales se permite hasta 1000 UFC/ 100 ml según La norma NCh N°1.333.



**FIG.13**

Contaminación lago Llanquihue por empresa sanitaria ESSAL.  
Fuente: Zúñiga, 2018.



**FIG.14**

Descarga de aguas servidas al río Maullín.  
Fuente: Diario El Heraldo Austral, 2018.



**FIG.15**

Descarga de aguas servidas sin tratamiento al río Trancura, afluente del lago Villarrica.  
Fuente: Vigilantes del lago



## Capítulo 2: INFRAESTRUCTURAS SEGREGADAS

### Las Plantas de Aguas Servidas (PTAS)

Desde el punto de vista urbano la zonificación de la ciudad es la base de la ciudad moderna, (García, 2016), bajo esta premisa el centro o subcentro de las ciudades suelen ser lugares que demandan una alta planificación, mientras que por otra parte lo que queda fuera de este centro parecen ser la relegación de funciones vitales para la ciudad. Bajo esta relegación, las plantas de tratamiento de aguas servidas o depuradoras son destinadas en lugares que no son significativos para las condiciones urbanas de las comunidades.

En la entrevista realizada a Pia Fuster, Ingeniera en Bioprocesos y Enrique Vergara, Ingeniero Ambiental a cargo de las PTAS de Santiago en los años 2004-2009; mencionan que la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas servidas tiene una relación directa con la geografía y economía energética, se ubican normalmente hacia donde se dirigen las aguas de los alcantarillados para conducir las por gravedad; luego se escoge el emplazamiento en lugares alejados de los núcleos habitados por cuestiones ambientales y sanitarias, puesto que normalmente son rechazadas por la población

Según la Fundación Chile en nuestro país la construcción de las PTAS comienza preliminarmente en la década de los 90 junto con la promulgación del DS90 (ver anexos) referido a la emisión de residuos en aguas marinas y continentales superficiales. Hasta la fecha el tratamiento de aguas servidas cuenta con 283 sistemas instalados en distintas regiones del país, donde la cobertura urbana de estos sistemas es de un 99.93% respecto a la población que cuenta con alcantarillado según los registros del MOP al 2016.

Además de las PTAS urbanas, también existen otras instalaciones de tratamiento de aguas, tales como las PTAS rurales y los Emisario submarinos. En cuanto a las PTAS rurales, se construyeron para dar una solución a los problemas sanitarios de los 90, producto del riego de especies vegetales con aguas crudas, permitiendo reducir considerablemente enfermedades como el cólera y tífus. Mientras que los emisarios submarinos fueron diseñados para reducir la contaminación en ciudades costeras del país y se trata de un tubo que descarga en puntos específicos del mar, aguas residuales previo a un “filtrado” de desechos.

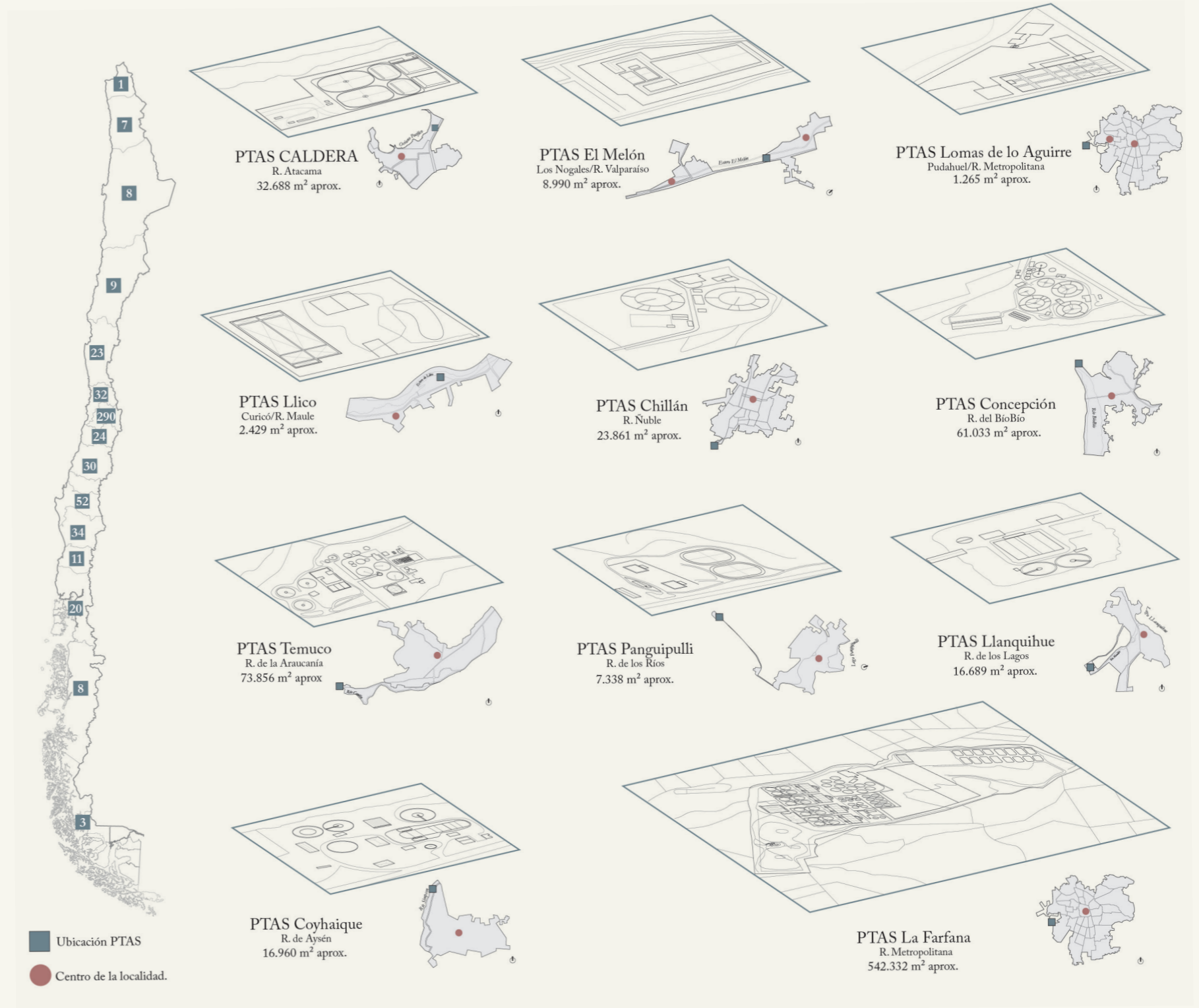
Si bien las plantas de aguas servidas representan un avance para el tratamiento de aguas, el emisario submarino, según Juan Horrach ingeniero industrial de Mallorca experto en residuos, menciona que “En su larga historia, los emisarios submarinos han protagonizado innumerables situaciones de crisis por rotura, mal funcionamiento o por mala calidad del agua vertida, que ha repercutido en el medio marino y terrestre, a pesar de su diseño siempre aparentemente ajustado a normativa”. Esta situación de mal funcionamiento y gestión no es ajena a las PTAS, como se vio en páginas anteriores empresas sanitarias a cargo, también comenten faltas ambientales a pesar del “marco normativo”.

Para finalizar, la interrogante que nace a partir las instalaciones de tratamiento de aguas y PTAS se relaciona directamente a:

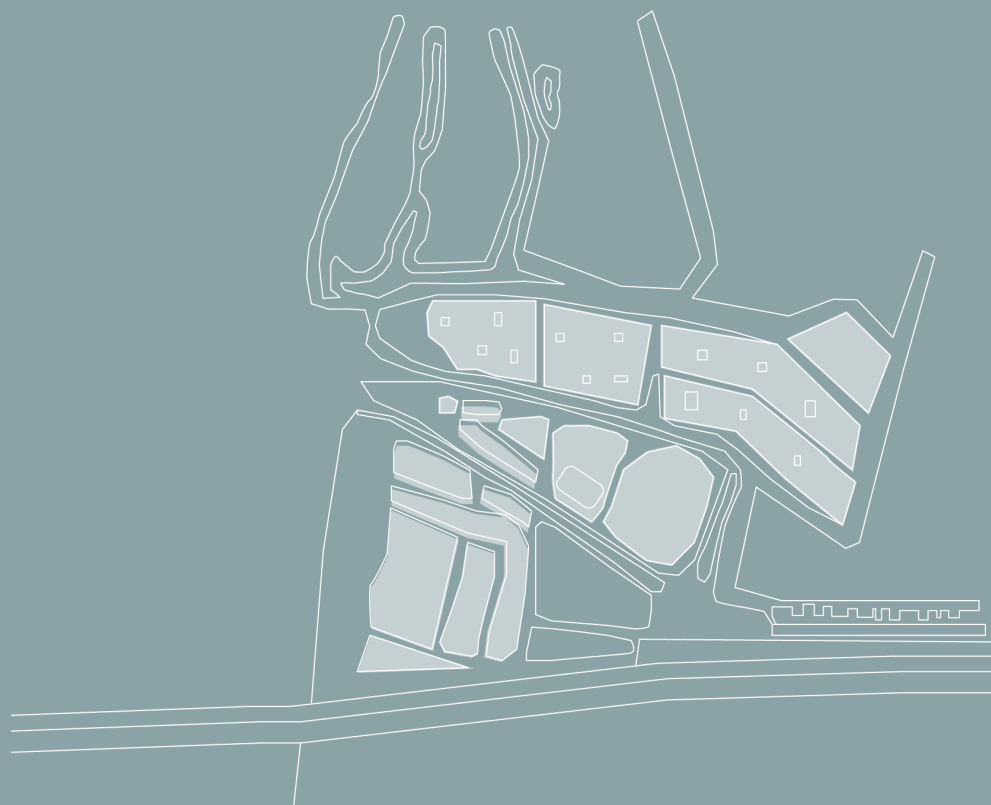
**¿Cómo dotar de una condición urbana sustentable a aquellos equipamientos que resuelven la gestión del recurso hídrico en la ciudad?**

### Casos PTAS en Chile

\*La elección de cada caso representado implicó como criterio: la extensión de terreno utilizado, su sistema de depuración, casos en grandes y pequeñas ciudades y la existencia de antecedentes en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA).



## PARTE III. LA DEPURACIÓN DE AGUAS



**FIG. 18**

Pantano de depuración en Hayward, California.  
Fuente: Elaboración propia a partir de "Waterscapes, el tratamiento de aguas residuales mediante sistemas vegetales."  
(Izembart y Le Boudec, 2003)

*“Si la lluvia no cae, o lo hace con menor frecuencia; si la nieve acumulada no permite garantizar deshielos en verano, y si el desierto avanza, amenazando con llegar a zonas que hoy son agrícolas, lo que queda, tanto para la autoridad como para el sector privado y las comunidades, es comenzar a planificar asumiendo esta nueva realidad (...) La búsqueda de nuevas fuentes de agua se destaca como una propuesta real de solución, ya sea como complemento o suplemento del recurso disponible” (Fundación Chile, 2016)*

# Capítulo 1: ¿POR QUÉ TRATAR EL AGUA?

## Tratamiento y depuración del agua en Chile y el mundo

Como ya se mencionó en los capítulos relacionados al recurso hídrico, la demanda global de agua seguirá aumentando, al año 2030 se espera que crezca en un 50%. Al mismo tiempo la cantidad de aguas residuales crecerá de forma exponencial a estos índices.

En el estudio realizado por el grupo Banco Mundial en materia de gestión de aguas; determinan la importancia del tratamiento del agua residual puesto que son y deben considerarse un recurso valioso, a partir del cual pueden extraerse energías, nutrientes y ser una fuente adicional de agua.

Según la Fundación Chile, desde los años 50 ha ido tomando fuerza la idea del tratamiento de aguas residuales, para ser utilizado como un recurso para diversos fines. En este sentido, el tratamiento y depuración de aguas tiene directa relación con el concepto de reúso; el cual se basa en volver a utilizar el recurso hídrico para suplir las necesidades de aguas en distintos sectores.

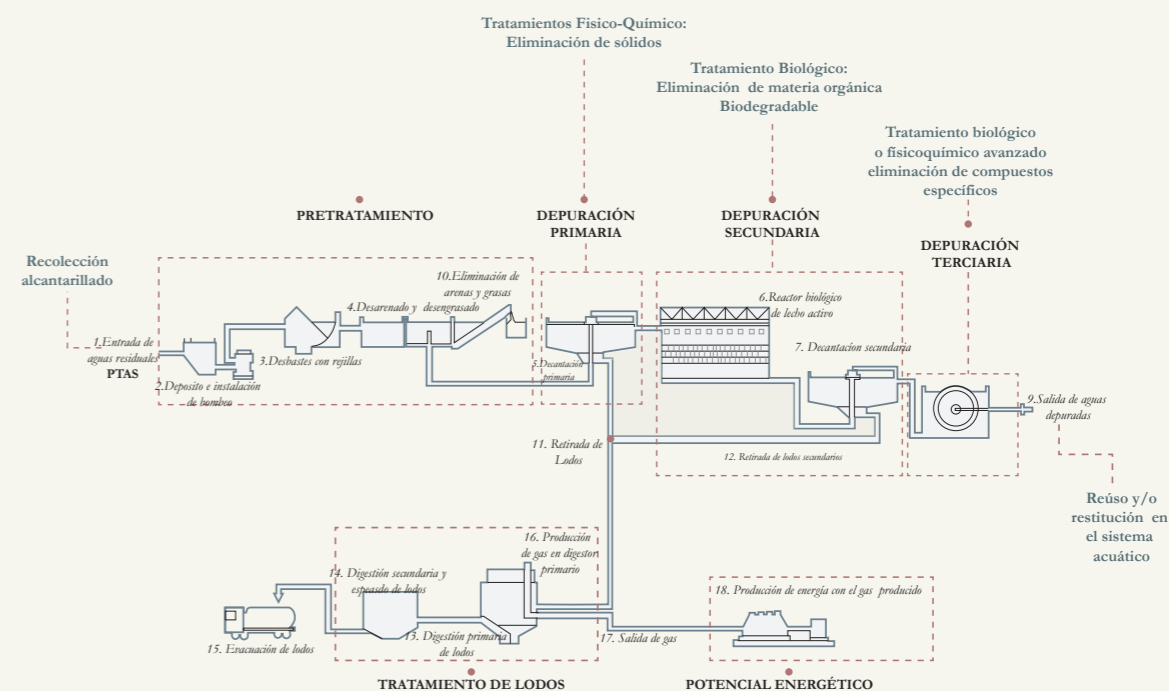
En el informe de la fundación se expone que en Chile la reutilización de aguas es muy escasa; a pesar de la amplia cobertura de plantas de tratamiento. Para el desarrollo de esta materia no solo se necesitan políticas públicas para el uso de fuentes de agua no convencionales; también es necesario implementar equipamientos y tecnologías de tratamiento avanzado y así asegurar la calidad y aceptación de estas aguas en las comunidades.

La construcción de Plantas de aguas residuales, a partir de los años 90 a la actualidad, poseen distintas tecnologías de tratamiento, las cuales dependen de las características de la zona donde se ubican y del clima. Por ejemplo, en el norte, se utilizan mayoritariamente plantas que utilizan lagunas como sistema de tratamiento secundario; mientras que hacia el sur casi el 100% de las plantas utilizan la tecnología de lodos activados. (Fundación Chile, 2016)

Sin embargo, las tecnologías aplicadas en otras partes del mundo lamentablemente aun no son implementadas en Chile, como la incorporación de membranas para tratamientos secundarios, osmosis inversa, procesos de oxidación avanzada, luz ultravioleta, entre otras. Conforme a la entrevista realizada a Enrique Vergara; menciona que lo anterior se debe al alto costo de producción y costo energético, pero que sin duda es algo que el país debería implementar a futuro por el panorama hídrico nacional. Mientras tanto, con las tecnologías disponibles, el agua destinada para el proceso de depuración es tratada a un 98%.

Los siguientes diagramas muestran los sistemas utilizados en Chile y en otras partes del mundo.

## Depuración de aguas en planta de tratamiento



## Depuración alternativa

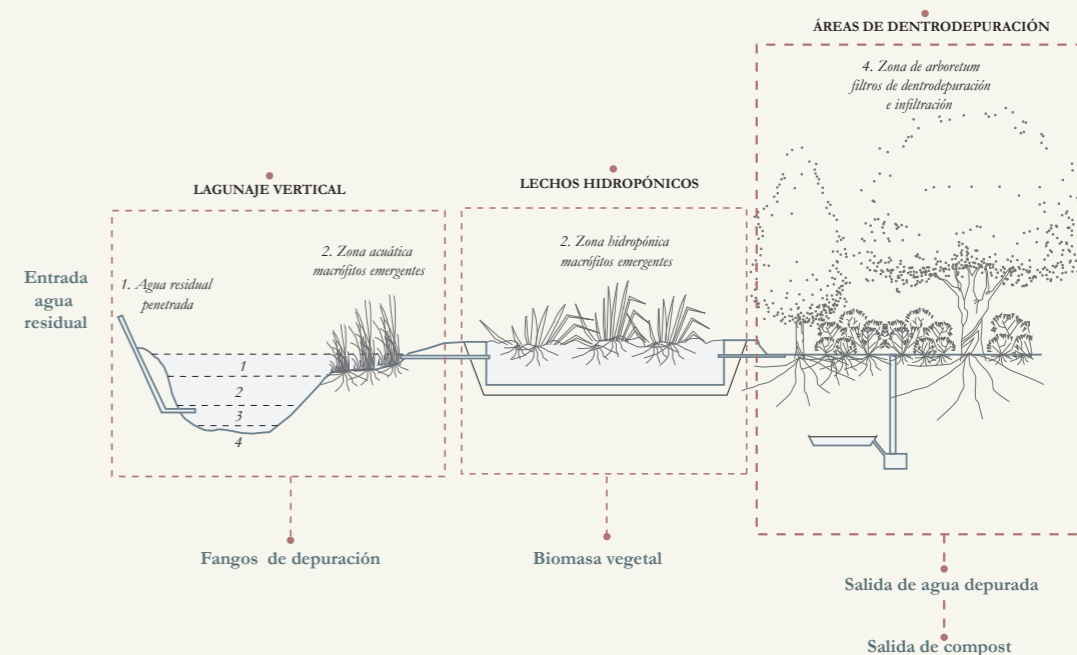
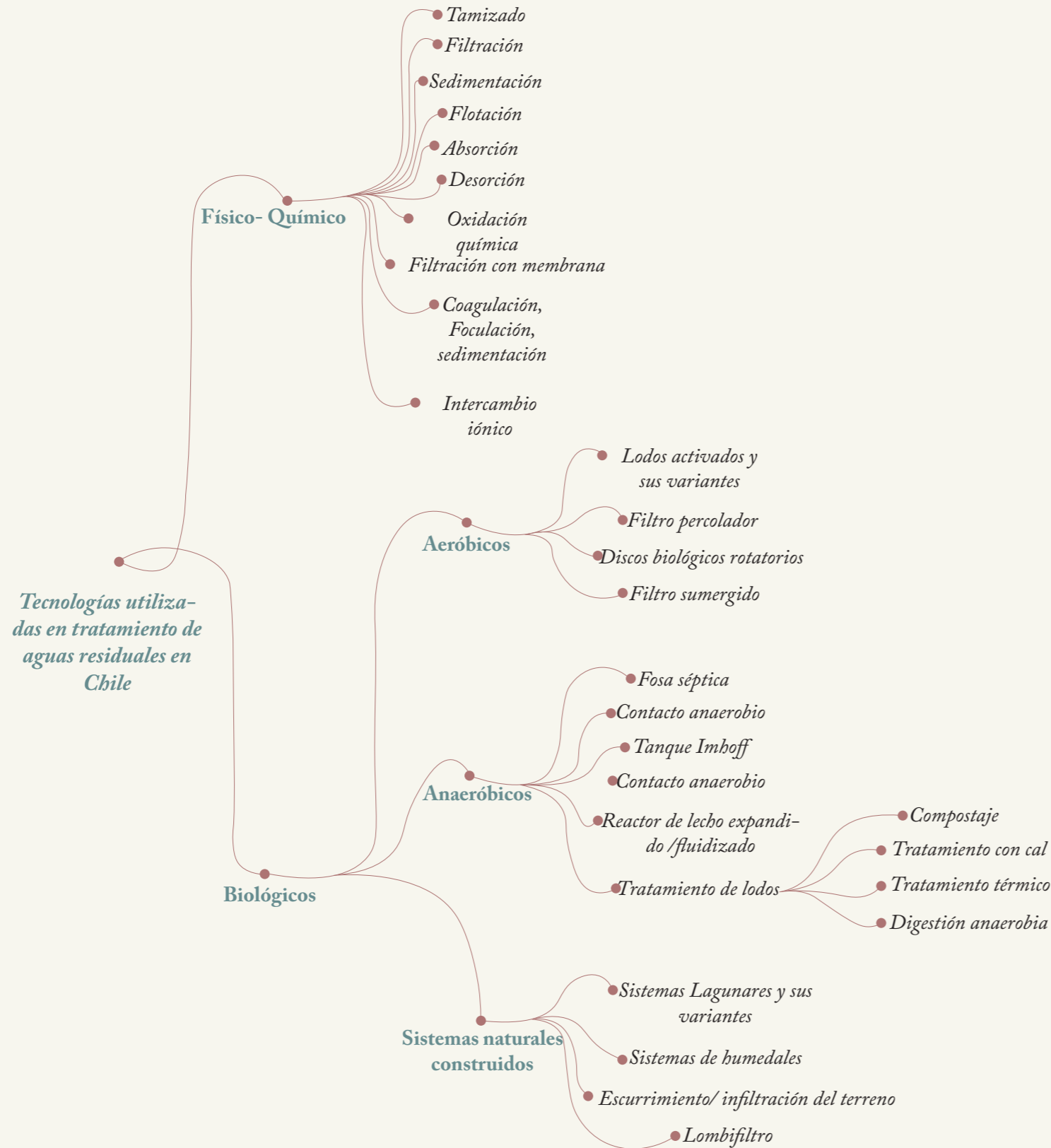
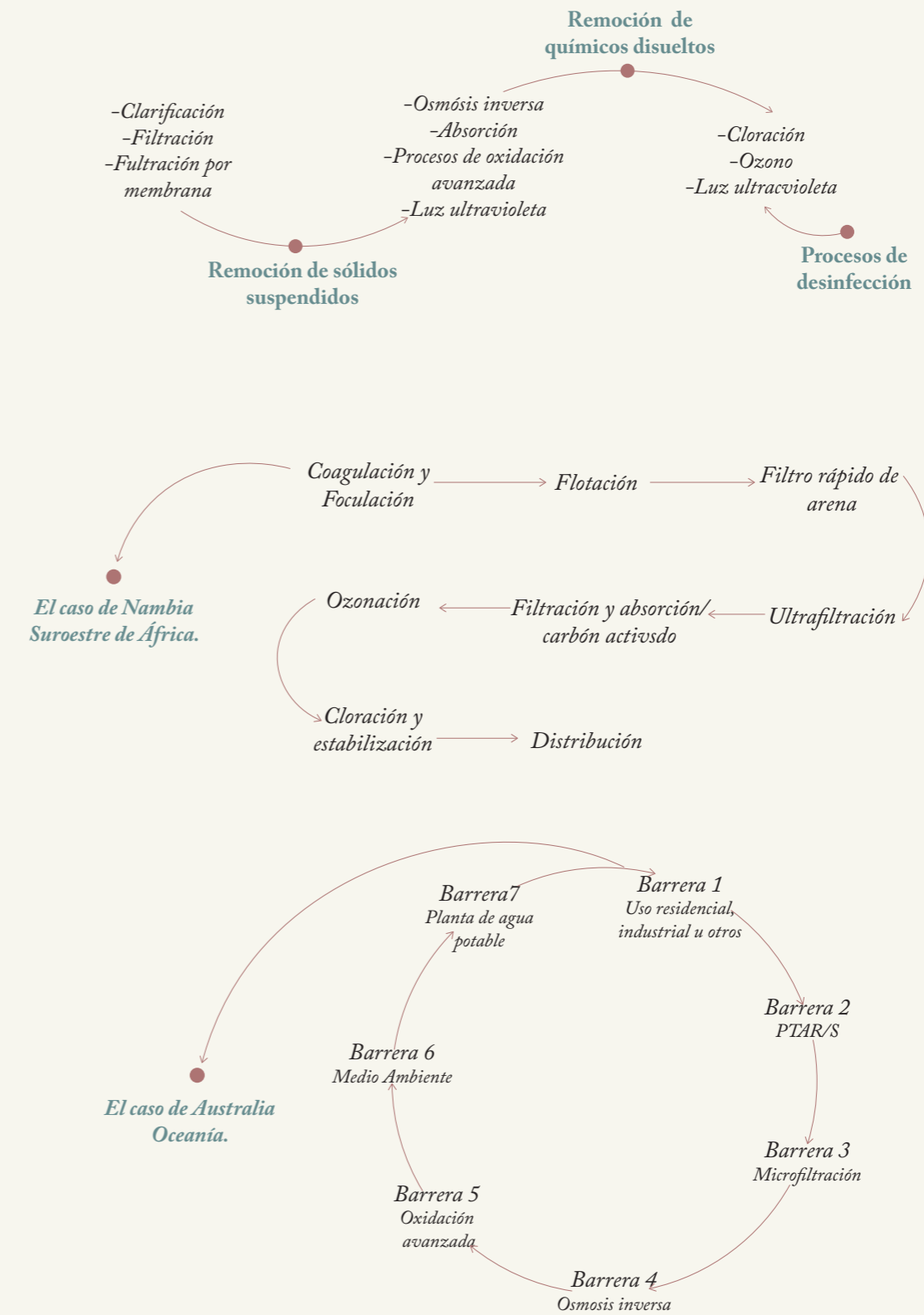


FIG.19

Tipos y niveles de depuración de aguas existentes.  
Fuente: Elaboración propia en base a Urbanarbolismo.es y Chilecubica.com



**Operaciones y tecnologías utilizadas en tratamientos avanzados de agua en otros países del mundo.**

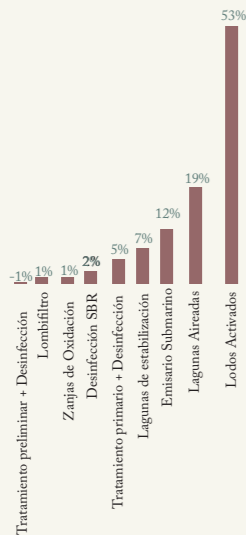


**FIG.20**

Tecnologías y sistemas utilizados en Chile y otros países.  
 Fuente: Elaboración propia en base a Memoria de Título "Evaluación de un plan de reciclaje y tratamiento de aguas para la ciudad de Rancagua" (Hernández, 2017)

## Sobre la gestión del tratamiento de aguas en Chile

Procesos de Tratamiento de Aguas Servidas usados actualmente en Chile



Disposición de las aguas post-tratamiento en Chile

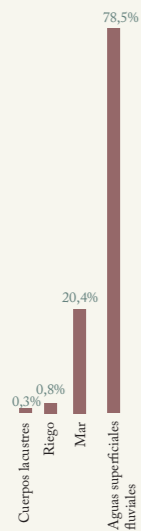


FIG.21

Estadísticas Tratamiento de aguas en Chile.  
Fuente: Elaboración propia en base a información SISS.

Como se indica en la información a la derecha, los principales sistemas de tratamientos de aguas residuales en Chile son a partir de lodos activados, lagunas aireadas y emisarios submarinos. Según el informe realizado en el marco Hábitat III por el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) estos han sido implementados por la Superintendencia de servicios Sanitarios (SISS) ya que requieren bajos costos energéticos, sin embargo, estos procesos tienen baja efectividad en la reducción de contaminantes orgánicos.

Como ya se menciona anteriormente, el caso más crítico en cuanto a la efectividad del proceso es el uso de emisarios submarinos; según la CEDEUS la principal preocupación es que no cuenta con un tratamiento secundario pudiendo alterar la composición química del sedimento marino. Por otra parte, en cuanto a ciudades que utilizan lagunas aireadas y lodos activados, estos suelen ser una buena alternativa para el tratamiento de aguas residuales puesto que poseen un bajo consumo energético, además existe la alternativa de generar biogas y abono con los residuos y ser utilizado para otras actividades. Sin embargo, algunas comunidades rechazan su uso por malos olores y grandes extensiones de terreno.

Bajo consumo energético no quiere decir que el tratamiento del agua sea efectivo o sea amigable con el medio natural, por ejemplo, en ciudades como La Serena, Valdivia y Temuco, hasta el 2016 ninguna de estas tres ciudades utilizaba un tratamiento secundario en las aguas servidas para la eliminación de materia orgánica, previo a su vertimiento en el medio natural.

Por otra parte, en cuanto a las normas que regulan el manejo de aguas residuales en plantas de tratamiento de agua potable, según el estudio realizado por el Ingeniero Civil de la Universidad de Chile Sebastián Fernández, la falta de especificación en la norma de manejo de aguas residuales ha dado lugar a prácticas cuestionables como las descargas de estas a medio naturales. Puesto que las descargas de aguas residuales del tratamiento de agua potable no forman parte de la norma de efluentes líquidos a cuerpos de aguas superficiales según el D.S. N°90/2000 (ver anexos). Esta falta de tratamiento provoca problemas ambientales, como acumulación de arenas y sedimentos en el lecho o fondo de los ríos, esto puede constituir un riesgo para la salud de la comunidad y su entorno.

Estos no son los únicos problemas que enfrenta el país en relación al manejo y tratamiento de aguas residuales. De acuerdo al informe de CEDEUS, Chile presenta desafíos en cuanto al empleo de lodos y su disposición final y el tratamiento de nutrientes como nitrógeno y fósforo. Estas problemáticas requieren de adaptaciones de los sistemas actuales de depuración y de esta manera alcanzar un mejor estándar en el manejo sustentable del tratamiento de aguas.

## Principales empresas encargadas de la depuración y tratamiento de aguas servidas en Chile



FIG.22

Empresas sanitarias y su concesión a lo largo del país  
Fuente: Elaboración propia en base a informe "El mercado del tratamiento de aguas en Chile" (Romeu, 2014)

## Capítulo 2: ARQUITECTURAS DE DEPURACIÓN TRATAMIENTO Y EDUCACIÓN DEL AGUA

### ¿Por qué los sistemas de filtrado, depuración y tratamientos de aguas se transforman en objeto de arquitectura?

En términos medio ambientales, técnicos y urbanos, la depuración de agua como se observó en los diagramas anteriores, supone la devolución de agua al entorno. En este proceso de salida, se generan dos tipos de productos: el agua “tratada” y los residuos “extraídos” del agua tratada.

Ambos productos afectan el medio donde se encuentren, pueden alterar el recurso hídrico ya sea por el vertimiento de aguas al medio natural o generar recursos partir de los residuos extraídos, como bio gas, abono, fertilizante, etc. Esta dicotomía influye en el escenario paisajístico puesto que normalmente las infraestructuras y equipamientos de saneamiento en esta categoría, supone cumplir con las funciones de filtrado y depuración, no así de la gestión del agua en un contexto paisajístico urbano o rural mayor.

Ante la posibilidad de generar un sistema o infraestructura que trate problemas medio ambientales, la arquitectura puede posicionarse de manera crítica a las transformaciones y disponibilidad de recursos naturales en la ciudad. De esta manera, los siguientes proyectos, proponen no tan solo un equipamiento para el tratamiento de aguas, también representan un propósito disciplinar de proyectar escenarios vinculados al espacio público, educación, paisaje y atender a las contingencias ambientales y sociales.

*Depuradora de Villalba, Majadahona y Guadarrama (1986-1987)  
Madrid, España.  
Juan Herreros- Iñaki Ábalos*

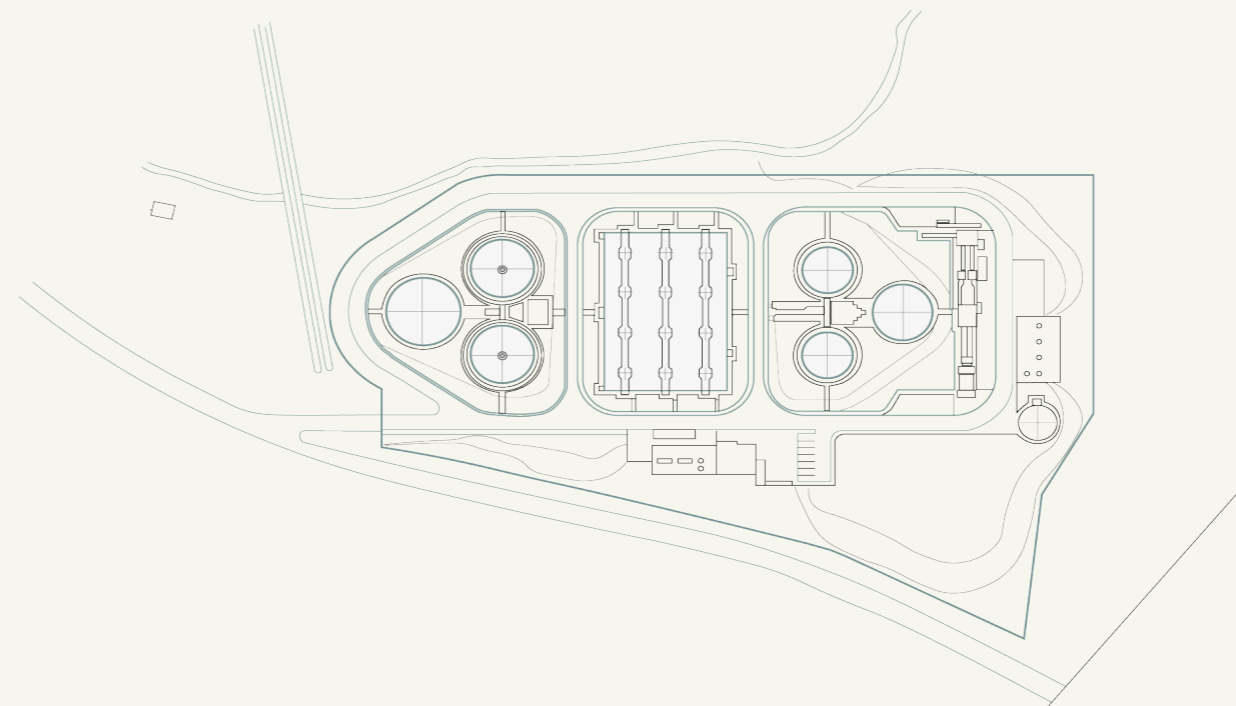
Descubrir una nueva condición urbana entre lo artificial y lo natural fue la visión principal sobre como Juan Herreros e Iñaki Ábalos se enfrentan al encargo de tres depuradoras en España. Las depuradoras de aguas residuales de Villalba, Majadahona y Guadarrama se enmarcan en el contexto de la contaminación de causas de agua en la periferia de la ciudad.

Lo significativo del proyecto es como las depuradoras, se presentan como un elemento valioso en el ciclo urbano del agua en Madrid. Los arquitectos las describen como llaves de paso que conectan dos sistemas: uno artificial, el saneamiento y otro natural, los causes fluviales.

Los sucesivos procesos de depuración están sistematizados según los instrumentos para la debida filtración, tales como “silos, contenedores de maquinarias, edificio de control y servicios conectados entre sí por galerías subterráneas que prolongan la obra civil, disminuyendo su presencia para contribuir a ordenar el proceso (de depuración) con una simplicidad casi didáctica” (Ábalos & Herreros, 1989)



**FIG.23**  
Imagen Depuradora Majadahona  
Fuente: Herreros y Ábalos.



**FIG.24**  
Plano Depuradora de Majadahona  
Fuente: Elaboración propia en base a  
Revista Arquitectura, 1989



**FIG.25**  
Imagen parque y depuradora  
Whitney  
Fuente: Steven Holl Architects.



**FIG.27**  
Imagen parque y depuradora  
Whitney  
Fuente: Simon Wood, 2016.

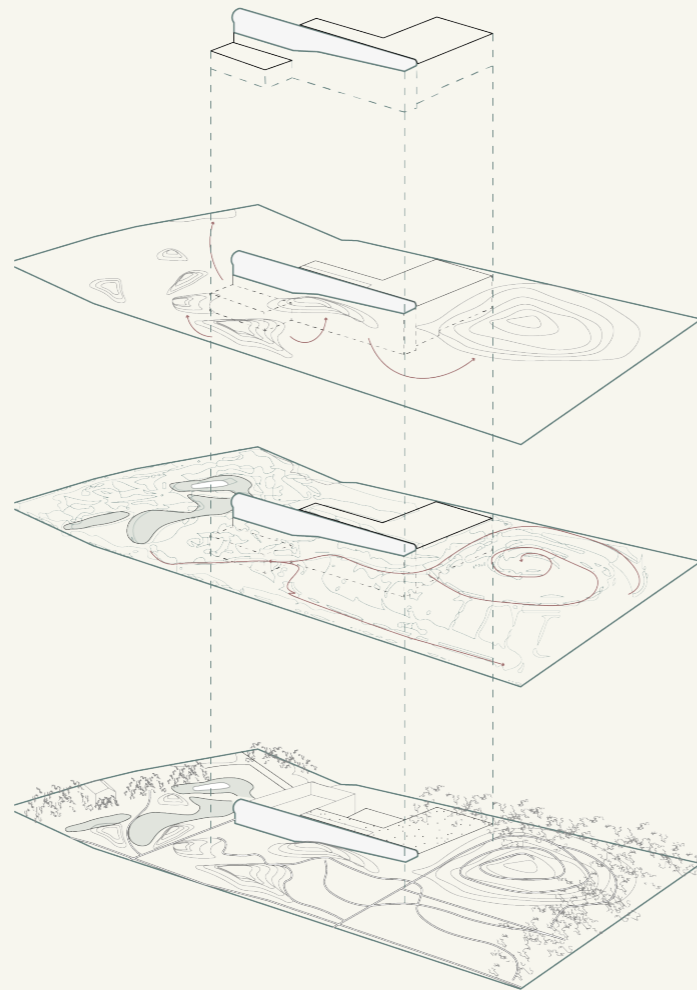
**Planta de Tratamiento de Aguas y Parque de Whitney. (1998-2005)**  
Conecticut, Estados Unidos  
Steven Holl Architects

Arquitectura, paisajismo, espacio público, agua y educación.

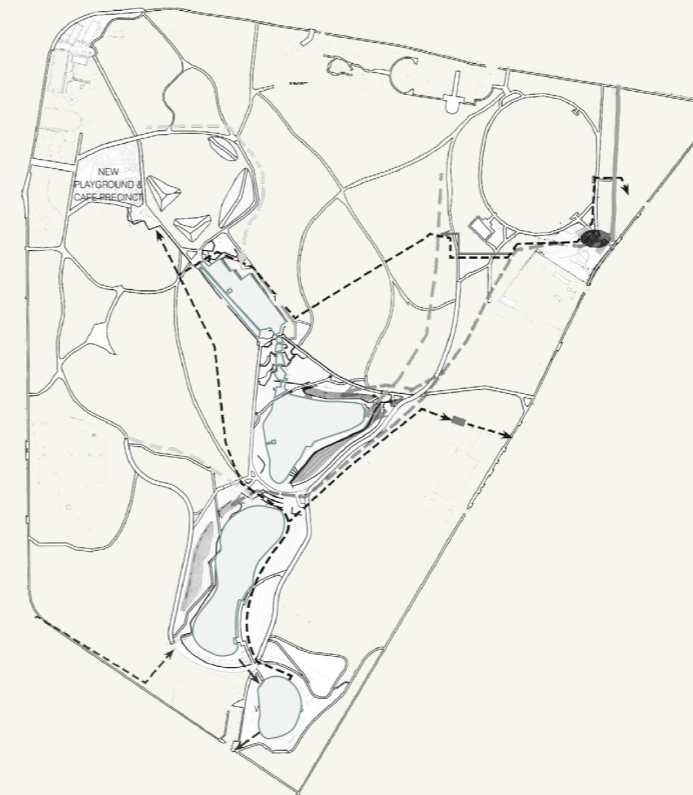
La oficina define la planta purificadora de agua y parque como una metáfora del proceso de purificación y utilización de aguas en su diseño. La elocuencia del proyecto reside en integrar aspectos técnicos, energéticos, industriales, paisajísticos y arquitectónicos para la gestión y manejo del recurso hídrico.

El proceso de purificación se compone de instalaciones de tratamientos de aguas situados por debajo de un parque público y un volumen de acero inoxidable de 110 m de largo en el que se incluyen programas públicos y operativos. Además, en el exterior el agua fluye a través del sitio y dentro de la planta de purificación con el uso de sistemas gravitacionales, de esta manera el agua circula sin mayores gastos energéticos, solo por medio de leyes naturales como estrategia de diseño.

A medida que el recurso hídrico continua en curso llega a su estado final de purificación por medio de distintos elementos paisajísticos de filtración; que además junto con el uso de cubiertas verdes, drenaje de aguas por medio del paisaje y zonas de captación de aguas lluvias van generando microambientes que potencia tanto el programa del parque como su biodiversidad. El proyecto a pesar de ser ajeno al ambiente natural es capaz de confluir en el paisaje e integrarse y generar un sistema en conjunto con lo natural.



**FIG.26**  
Axonométrica del parque y planta de tratamiento.  
Fuente: Elaboración propia en base a diagramas Steven Holl Architects



**FIG.28**  
Planta general del proyecto.  
Fuente: Elaboración propia en base a información recuperada de Plataforma Arquitectura.

**Proyecto de reutilización de agua del Parque de Sydney (2015)**  
Sydney, Australia  
Alluvium, Dragonfly and Partridge,  
Environmental Partnership, Turf Design  
Studio, Turpin+Crawford.

Este proyecto genera una infraestructura que captura, limpia y reutiliza aguas, entrelazándose con la recreación, biodiversidad y hábitat para la comunidad, todo esto integrado en la estructura física del parque y el entorno acuático.

El sistema de depuración de aguas en el parque se realiza mediante humedales de biorretención que capturan y limpian el agua a una medida equivalente de 340 piscinas de natación olímpica, mejorando la calidad de agua y entorno natural local. Las funciones de captación y limpieza de aguas son visibles en el flujo de aguas del parque, cruzados por vías peatonales permite que el usuario explore la narrativa de captura, movimiento y limpieza del agua por medio del paisaje y espacio público.

Lo valioso reside en como la propuesta establece una relación entre el agua, gente, topografía, flora y fauna del lugar; es decir, como el proyecto es capaz de generar interacción por medio de la revalorización del agua en una zona antiguamente degradada y contaminada por industrias.



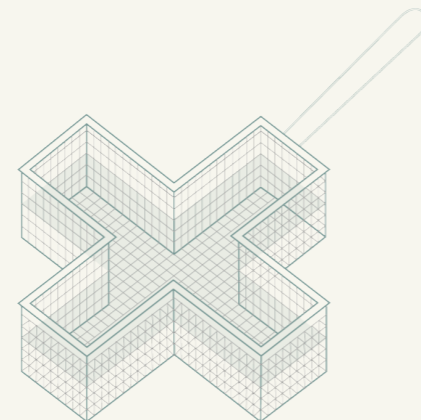
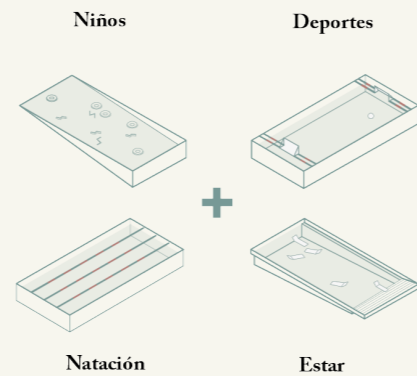
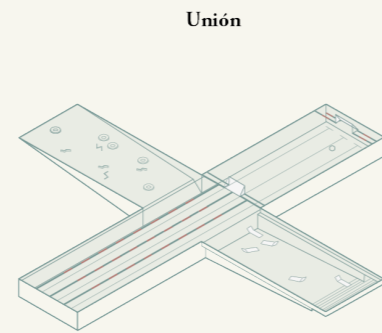
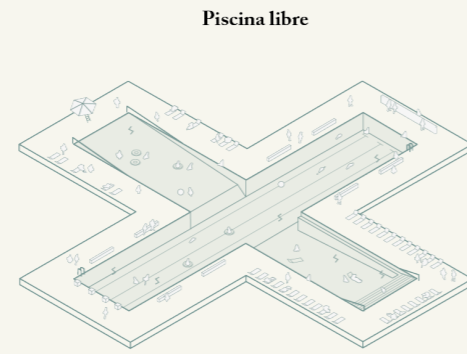
**FIG.29**  
Fotomontaje instalación  
Fuente: Pluspool.org

**+Pool (2010)**  
**Nueva York, EEUU**  
**Family /Playlab**

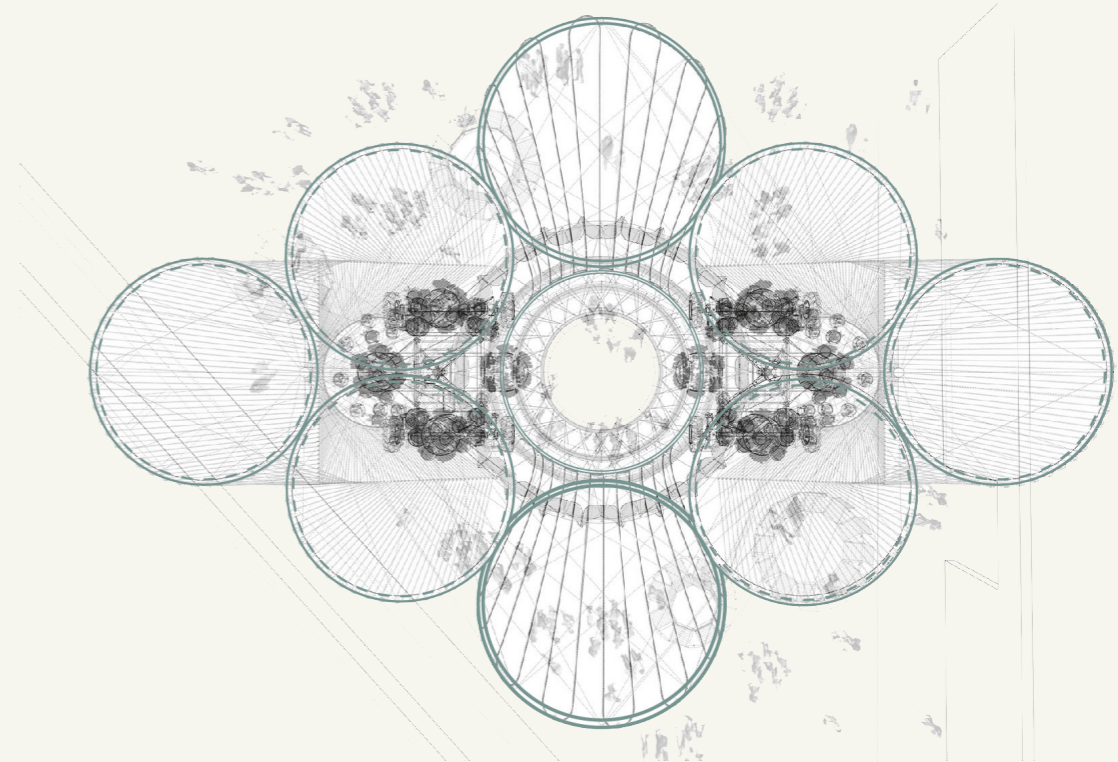
Se trata de una piscina flotante en el río Hudson, destinada para la depuración de aguas del río y para la recreación de distintos grupos de personas. El proyecto permitiría que por primera vez desde 1938 los neoyorquinos tuvieran la experiencia de nadar directamente en su río.

De manera lúdica la propuesta de +Pool refuerza la preservación, restauración y conservación de los cuerpos de aguas naturales por medio de la educación y administración del agua. El diseño se compone de 4 piscinas en una, según sus creadores “cada piscina puede usarse de forma independiente para atender a todo tipo de nadadores, combinarse para formar una piscina olímpica de entrenamiento o abrirse completamente en una piscina de 9,000 pies cuadrados para jugar. Su forma universalmente reconocible y su inusual ubicación en alta mar posicionan inmediatamente a +Pool como una pieza icónica de infraestructura pública.”

Actúa con un gran colador dentro del río, que por medio de filtros en sus paredes limpia el agua eliminando bacterias, contaminantes y olores, dejando solo el agua tratada y segura para nadar. De esta manera, se limpiarían más de 600.000 galones diarios de agua de río sin productos químicos.



**FIG.30**  
Axonométrica de la instalación  
Fuente: Elaboración propia en base a diagramas pluspool.org



**FIG.31**  
Planta de Proyecto  
Fuente: Elaboración propia en base a información recuperada de Metalocus.es

**Cosmos (2015)**  
**Ganador del Young Architects Program (YAP)(MoMA) y MoMA PS1**  
**Andrés Jaque**

El proyecto se trata de un artefacto móvil, que utiliza componentes de riego y distintos ecosistemas naturales para depuración y filtración de mas de 3mil galones de agua. La propuesta más que un sistema de tratamiento de aguas genera una discusión en torno a la problemática del agua, haciendo visible la infraestructura utilizada en el tratamiento hídrico y muchas veces olvidadas en la ciudad.

Esta instalación funciona como un conjunto ecosistémico donde el agua es depurada mediante procesos de metabolización de partículas en suspensión, nitratos, equilibrando el PH y aumentando el nivel de oxígeno disuelto. Además, evidencia el tratamiento del agua que es posible visibilizarla en los sistemas utilizados en la instalación, permitiendo interactuar y aprender de ella; por ejemplo, cuando el agua se vuelve potable, las mallas utilizadas se iluminan automáticamente.

El proyecto trata más allá del habitar, en este sentido la arquitectura esta inserta constantemente en realidades indeterminadas como la crisis climática; a partir de cosmos existe la posibilidad de coexistir con estas realidades y ser un aporte socio-territorial y ambiental.



**FIG.32**  
Imagen de la instalación  
Fuente: Recuperado de Metalocus.es



## PARTE IV. ENTENDIMIENTO DEL LUGAR



FIG. 33

---

Cuenca del Río Toltén  
Fuente: Elaboración propia .

*“Sentimos que los ríos son entidades vivas, tienen su newen y tienen su Püllü (espíritu), por ello forman parte del equilibrio del Itro Fill Monguen (la vida toda) y estos espacios sagrados son fundamentales para el Kume Monguen (buen vivir)”*

*Poeta Javier Milanka.*

# Capítulo 1: ELECCIÓN DEL LUGAR

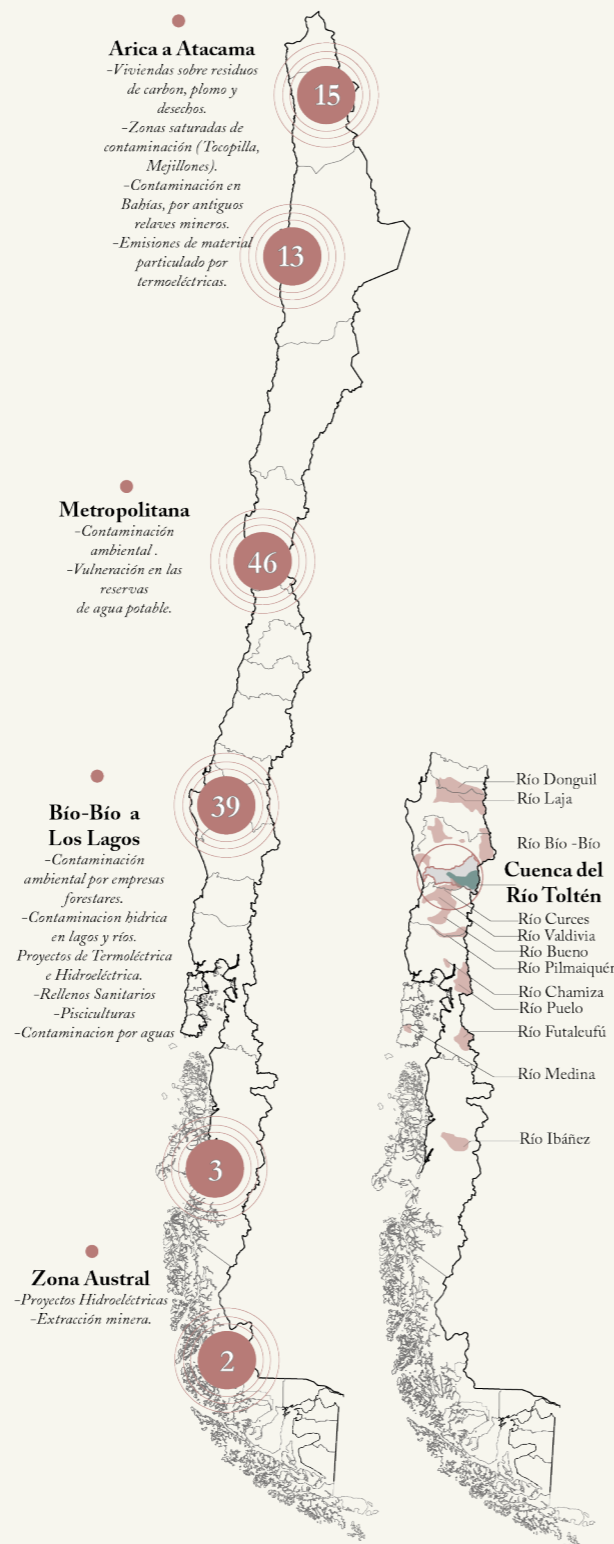
## Situándonos en contexto

En Chile, desde el Bio-Bío a Los Lagos el deterioro de los ríos y lagos no es una problemática nueva, la contaminación hídrica se ha evidenciado a lo largo de los años como un conflicto que parece no tener fin. Según el informe realizado por la DGA al año 1998 la descarga de contaminantes a los principales lagos demostró que la cantidad de fósforo y nitrógeno en las aguas (agentes contaminantes) desde esa fecha han generado que estos entraran en procesos de eutrofización.

Por otra parte, la contaminación de aguas superficiales por el vertimiento de aguas servidas con bajo tratamiento se ha ido concentrando a lo largo de los años de forma mayoritaria en las cuencas del Bio-Bío, Valdivia, Toltén, Río Bueno; con la consecuencia de que estos ríos han sido los más contaminados de la zona sur con aguas servidas y lo mismo aplica para sus bordes costeros donde desembocan (Orrego, 2002)

En la actualidad, la suposición de una relativa “abundancia” del recurso hídrico en esta zona del país, ha generado que la cantidad y calidad de aguas se vean constantemente alteradas y donde los principales cuerpos de agua se transforman en receptores de los desechos de la ciudad. El caso más preocupante y que ha sido relevante a nivel nacional es la situación de La Araucanía; esta zona se caracteriza por la presencia de dos hoyas hidrográficas, las del río Imperial y la del río Toltén (BCN). Luego de la sequía declarada entre el 2009 y 2010 el panorama en cuanto a la disponibilidad del recurso no tuvo grandes mejoras: según los datos de la DGA al año 2019 indican que las precipitaciones de la región presentan un déficit de un 36%, además según el Min. Del Medio Ambiente indican que las precipitaciones disminuirían cada año a un 14,15% al 2050.

No solo el tema de la disponibilidad de agua es una problemática hídrica latente en esta región, la calidad de estas está siendo gravemente afectada por las funciones de producción de la zona. Según el informe “Situación del Agua en la Araucanía” por Paz Neira, los principales contaminantes que alteran la calidad de las aguas de sus cuencas se relacionan a los residuos forestales, desechos de pisciculturas, agricultura intensiva, aguas servidas y falta de tratamiento de aguas residuales. Estos últimos desechos tomaron gran relevancia ambiental en la problemática hídrica de la zona.



**FIG.34**  
Plano 1. (Izq) de conflictos ambientales por cada macro zona según IDH  
Plano 2.(derch). Cuencas degradadas al sur de Chile.  
Fuente: Elaboración propia en base a información IDH e informe Técnico reserva de Palena.

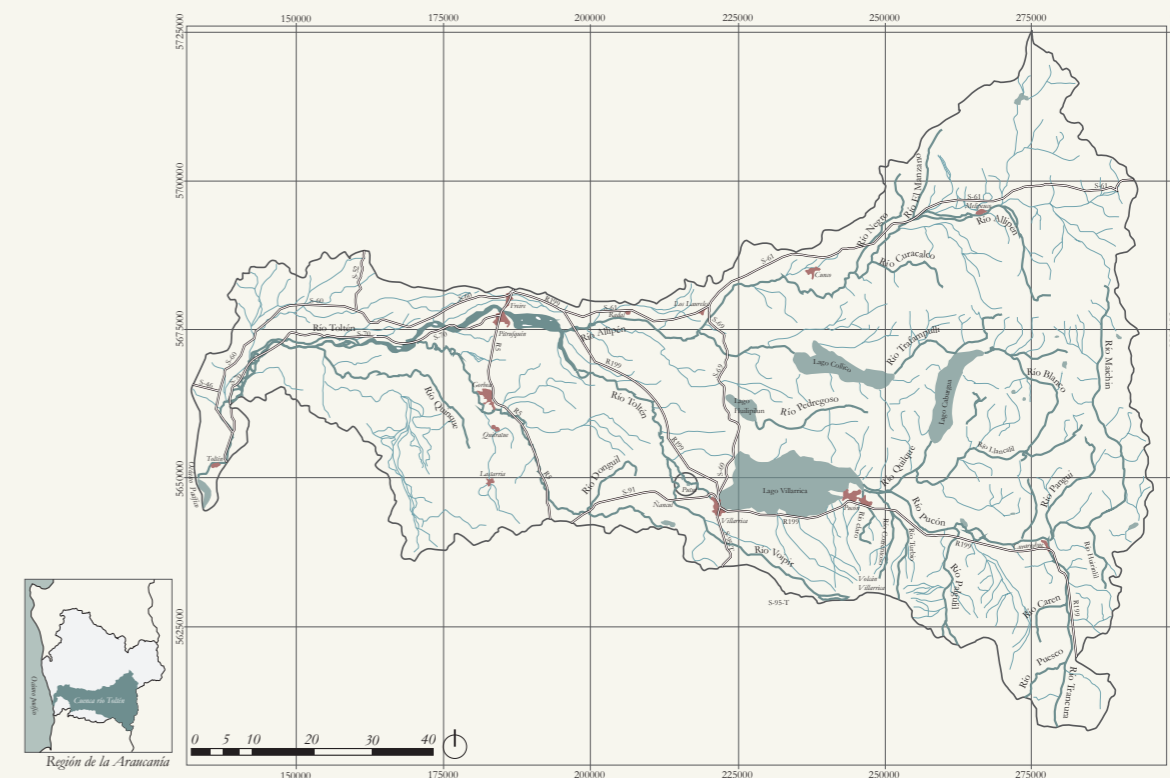
## Hábitat degradado

La Comisión Regional de Recursos Hídricos el año 2017 declara al Lago Villarrica perteneciente a la cuenca del río Toltén como el lago más contaminado de la región, su acelerado proceso de eutrofización debido a la descarga de contaminantes provenientes de pisciculturas, actividades agrícolas y descarga de las plantas de tratamiento de aguas servidas, provocaron su declaración bajo decreto presidencial de Zona Saturada en el año 2018.

Actualmente, el vertimiento de desechos en los cursos de agua no ha parado y la cuenca del río Toltén se ve nuevamente amenazada; organizaciones ciudadanas como el Movimiento Aguas Libres y el Centro Ciudadano del Sur, denuncian en el verano del 2020 la contaminación del río Toltén por el vertimiento de desechos de las plantas de aguas servidas, según miembros de los movimientos existe un vertido evidente en el río lo que parece ser incoherente para una zona que ya está declarada como saturada.

Desde un punto de vista disciplinar la problemática del agua al sur del país trae consigo posicionarse desde la incertidumbre. Surge el desafío de abordar la indeterminación del recurso hídrico, cuando la práctica profesional supone “dar certezas” sobre el acontecer urbano; sin embargo, el contexto de degradación de los entornos acuáticos confiere el cuestionamiento y responsabilidad de la disciplina en el reconocimiento de los posibles enfrentamientos de la ciudad con el medio natural, sus recursos y el habitar.

En este sentido, la correspondencia del caso de estudio mencionado a continuación se vincula justamente con aquellos entornos donde el agua es fundamental en las principales funciones del desarrollo de la zona y donde el saneamiento, arquitectura y paisaje parecen no ser vinculante en la importancia del manejo del recurso hídrico en la ciudad.



**FIG.35**  
Plano general Cuenca del Río toltén  
(En rojo: localidades y ciudades)  
Fuente: Elaboración propia en base a información DGA

## La cuenca del río Toltén como caso simbólico de deterioro hídrico

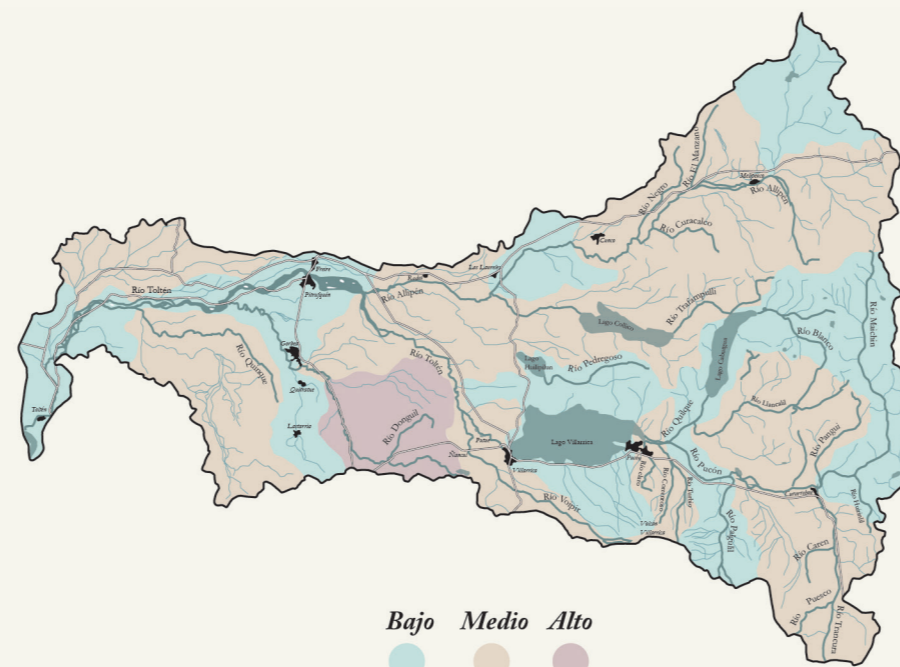
La hoya andina del río Toltén, posee una orientación geográfica de oriente a poniente (cordillera a mar) en ella existen numerosos lagos de origen glaciar que se alimentan de la red de drenaje de la cordillera andina (DGA). Es una cuenca relativamente pequeña en comparación a las cuencas vecinas, en su interior contiene parcial o totalmente 20 comunas entre las más importantes: Villarrica, Freire, Pitrufquén, Pucón, Cunco y Gorbea.

Esta cuenca alimentada por diversos ríos, entre ellos el Trancura que culmina y alimenta el Lago Villarrica y en la misma ciudad al extremo poniente del lago nace el río Toltén, el cual recibe las aguas del río Allipén ensanchándose en la parte alta de la cuenca y luego cerca de la localidad de Pitrufquén sus aguas se vuelven sinuosas y con poca pendiente dividiéndose en diversos brazos; finalmente desemboca en el océano pacífico en la localidad llamada Punta Nihue.

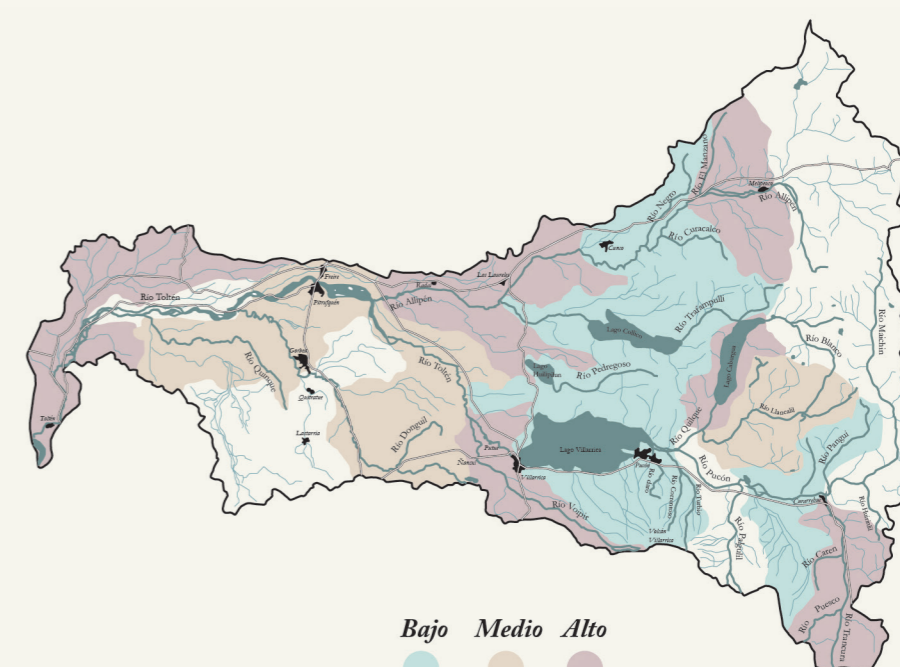
A pesar de ser una zona donde las actividades productivas dependen ampliamente de los servicios ecosistémicos brindados por la cuenca hidrográfica del Toltén, la problemática en la calidad de sus aguas es casi transversal. Según el “Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos” (2011) realizado por el Banco Mundial, la totalidad de la cuenca del río Toltén se ve afectada principalmente por: “Descarga difusa de agua servida, contaminación difusa debido a ganadería, descarga puntual de centros poblados, contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes, eutrofización de sus principales cuerpos lacustres, actividad turística (deportiva) y descarga directa de aguas servidas”

Además de los factores mencionados que afectan a la cuenca, existen tres acontecimientos de daño ambiental que tuvieron y tienen serias repercusiones en la calidad del agua y en las condiciones paisajísticas y urbanas de las ciudades que se encuentran en la cuenca. Se trata del derrame de petróleo en el río Toltén a la altura de Pitrufquén en el 2016, la proliferación masiva de algas en el Lago Villarrica desde 1993 hasta la actualidad (ver anexos) y la denuncia realizada a la PTAS de Villarrica por vertimiento de desechos al río Toltén. Las condiciones ambientales y los espacios públicos acuáticos tanto de la playa de Villarrica como el curso de agua del río Toltén siguen siendo espacios constantemente vulnerados.

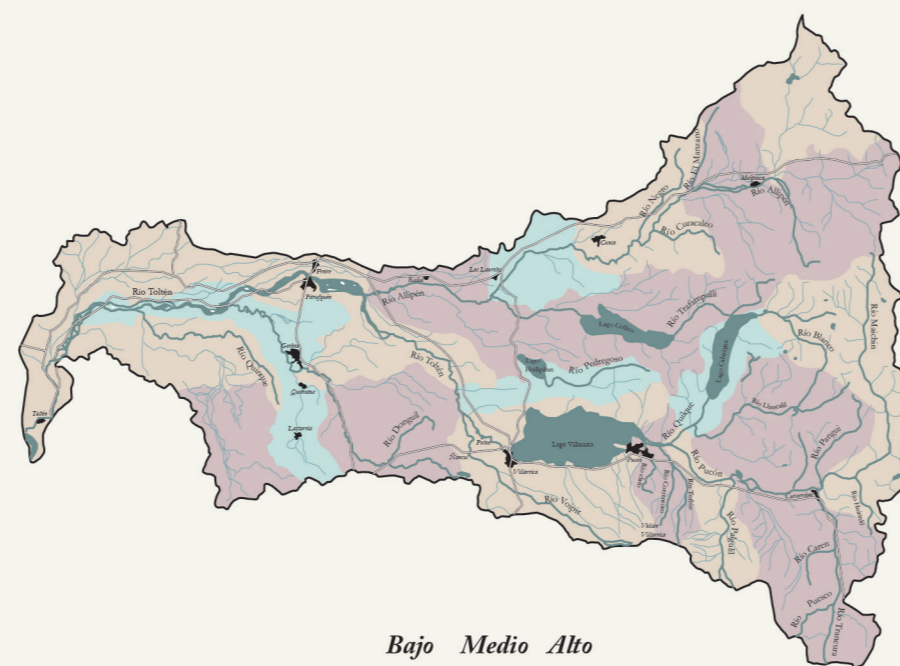
## Análisis de la cuenca: Condiciones hídricas, paisajísticas y urbanas



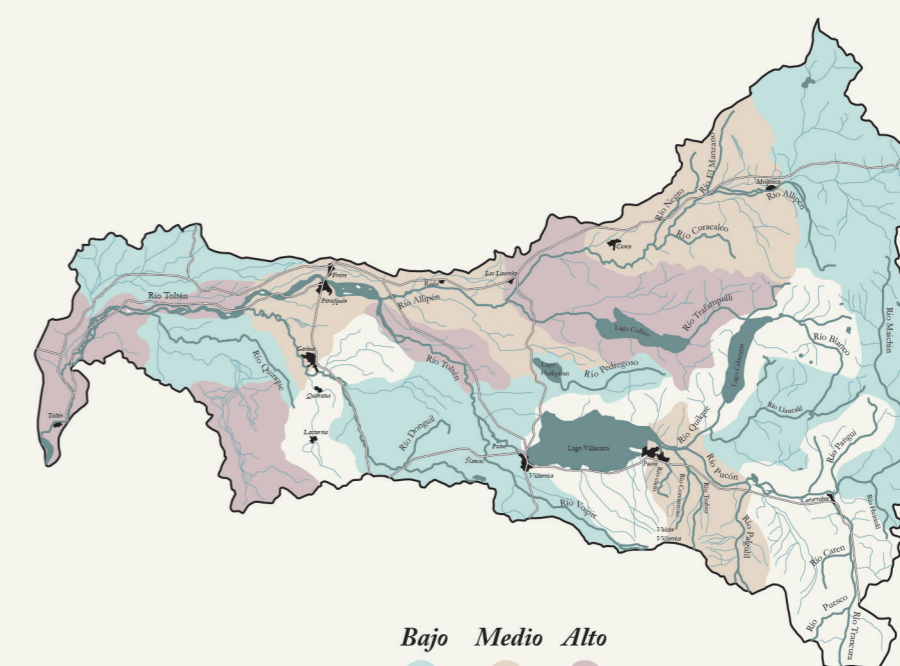
*Especies fluviales en categoría de amenaza*



*Necesidades sociales de subsistencia: Sanidad y agua potable*



*Régimen hidrológico no alterado*

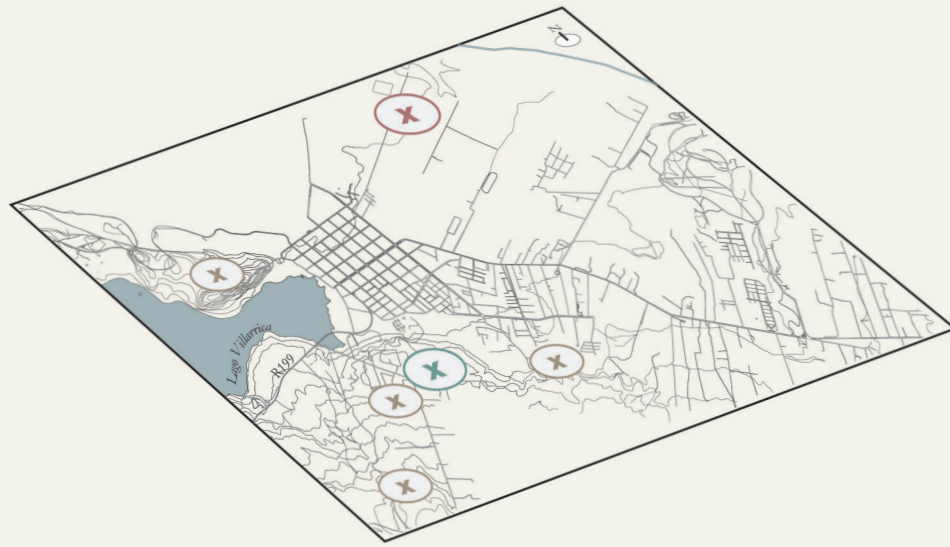


*Áreas fluviales críticas para la conservación de la biodiversidad*

FIG.36

Análisis de la cuenca en cuanto a la materia de estudio  
Fuente: Elaboración propia en base a información generada por  
CentroUC y +Eco-Group

## Capítulo 2: LOCALIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS HIDRÍCAS

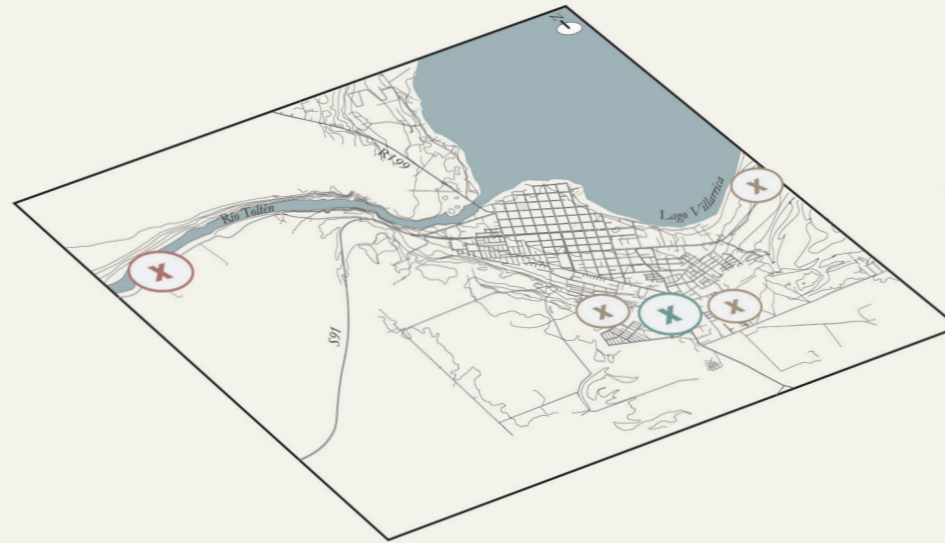


### PUCÓN

28.523 habitantes (aprox)

PTAS (X) a 2,5km del centro de la ciudad.

Tanque mayor (X) y tranques menores de agua (X) a 2- 2,3 km del centro de la ciudad.



### VILLARRICA

50.706 habitantes (aprox)

PTAS (X) a 4,5 km del centro de la ciudad.

Tanque mayor (X) y tranques menores de agua (X) a 2- 2,2 km del centro de la ciudad .

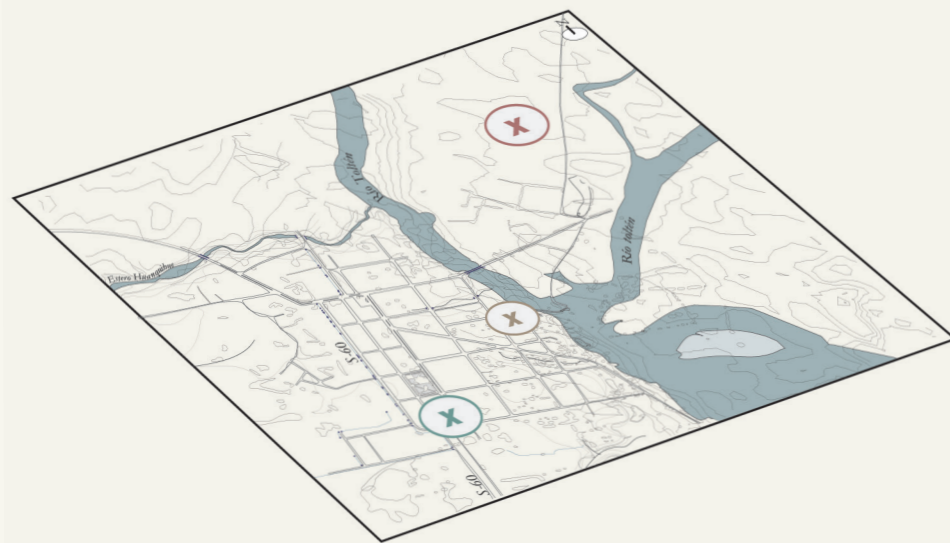
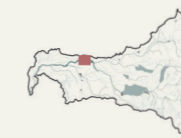


### PITRUFQUÉN

22.000 habitantes (aprox)

PTAS (X) a 2,5- 2,8 km del centro de la ciudad.

Tanque mayor (X) y tranques menores de agua (X) a 1- 1,4 km del centro de la ciudad.

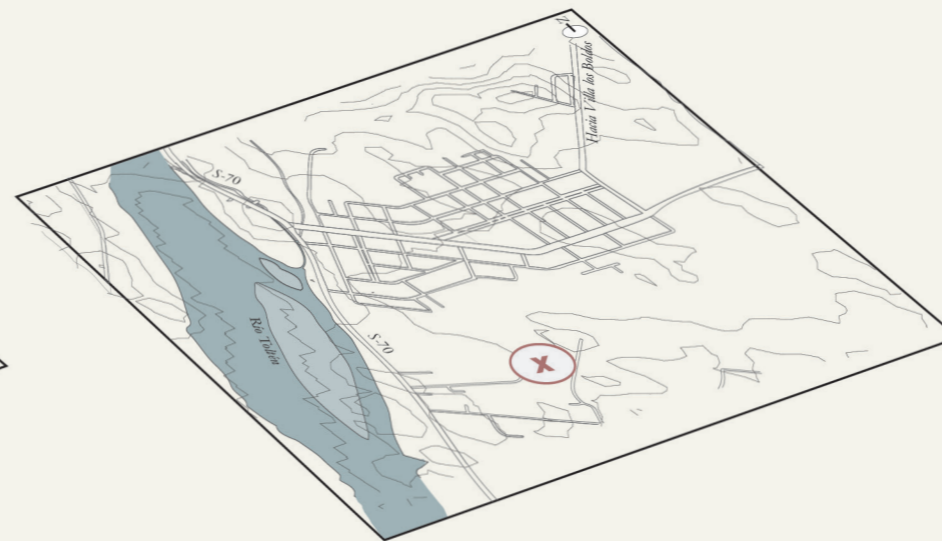


### HUALPÍN (Comuna Teodoro Schmidt)

2.500 habitantes (aprox)

PTAS (X) a 3 km de la plaza del pueblo.

Tanque mayor (X) y tranques menores de agua (X) a 400 a 700mtrs de la plaza del pueblo.

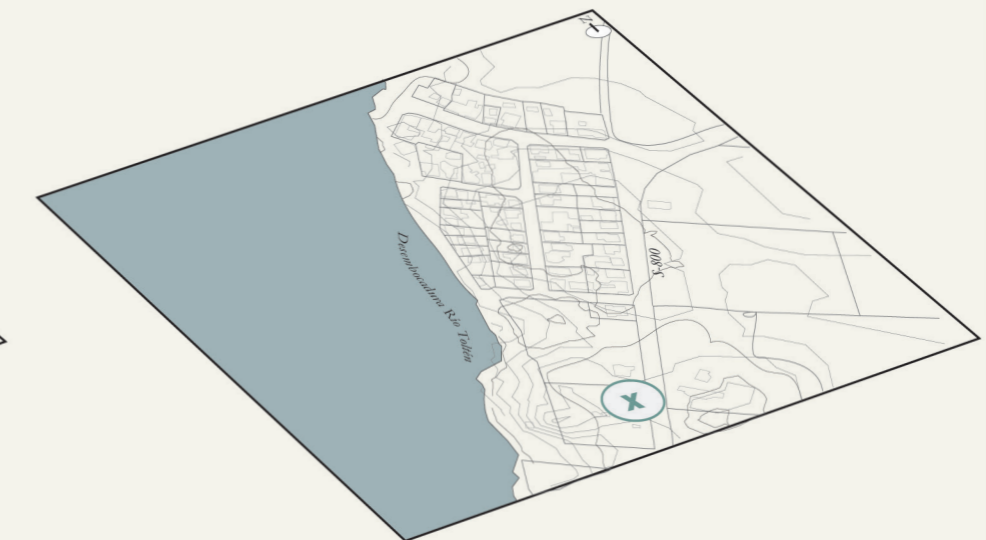


### NUEVA TOLTÉN (comuna de Toltén)

11. 216 habitantes a nivel comunal (aprox)

PTAS (X) a 2 km de la plaza del pueblo.

Tanque mayor (X) y tranques menores de agua (X) (registro no específico, APR en Villa los Boldos a 6km del pueblo)



### VILLA O'HIGGING- CALETA LA BARRA

(comuna de Toltén)

2000 habitantes (aprox)

Tanque mayor (X) a 400 mtrs aprox.



FIG.36

Catastro infraestructura hídricas:  
Ciudades y localidades ubicadas en la ribera del río toltén  
Fuente: Elaboración propia

## Macro estrategia de intervención: Casos representativos a nivel de cuenca

La propuesta de intervención se centra en reconocer los puntos representativos en la cuenca asociados con el tema en cuestión, es decir donde el saneamiento, agua, paisaje y ciudad no solo representan un problema en el sistema hídrico de la zona, sino también reconocerlos como lugares donde se puede tener mayor accesibilidad por parte de las comunidades. De esta manera, pensar en como la propuesta puede generar un mayor impacto en su entorno a partir de una intersección entre lo público, sustentable y productivo, siendo un caso emblemático y replicable en locaciones con condiciones similares.

Criterios de identificación de puntos representativos:

- Localidades de ribera y lacustres
- Locaciones con problemas en el sistema de tratamiento de aguas (Alta-Media-Baja)
- Locaciones con conflictos ambientales de contaminación de aguas (Alta-Media-Baja)
- Locaciones con espacios públicos y actividades productivas en torno al agua.

## Conflictos del recurso hídrico con la ciudad

El catastro realizado da cuenta los problemas por contaminación de agua en la cuenca, donde los casos mas característicos involucran los siguientes puntos de conflictos del recurso hídrico ante su manejo urbano y productivo:

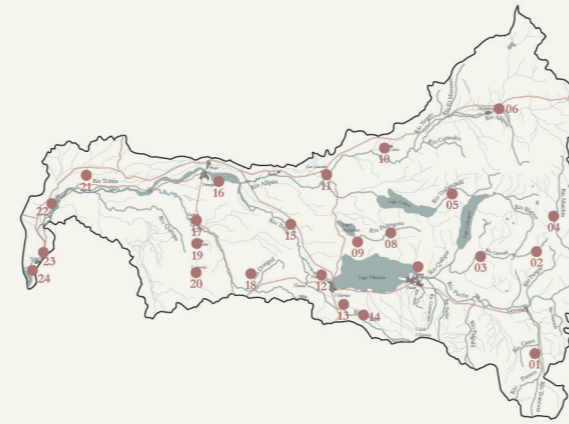
**1. Currarehue, ausencia de una planta de tratamiento:** Las aguas servidas de mas de 2mil habitantes son vertidas directamente en el río Trancura, principal afluente del Lago Villarrica y de los cursos de agua en Pucón. (Durán, 2018)

**2. Pisciculturas Villarrica- Pucón:** Según los antecedentes del MMA el aporte de fósforo al lago Villarrica realizado por las pisciculturas entre Villarrica y Pucón es de un 38,2%, mientras que de nitrógeno es de un 50%. Ambos nutrientes en exceso son altamente contaminantes y producen la crisis de eutrofización de los sistemas acuáticos del lago.

**3. Putúe Bajo, foco de contaminación:** Según el catastro realizado la comunidad de Putue Bajo al poniente de la ciudad de Villarrica, cuenta con la presencia de piscicultura, PTAS, relleno sanitario y empresas de cementos y áridos. Según vecinos del sector la presencia de estas empresas afecta notablemente su calidad de vida, además emiten una alta tasa de contaminación al río Toltén. (ver documentación en anexos)



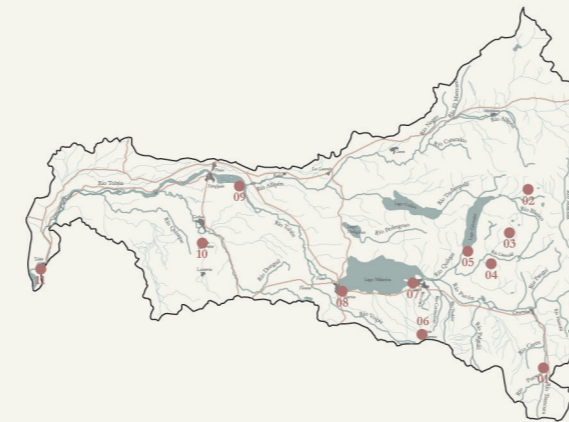
**Sub Cuencas**  
 0940- Río Allipén 2.548km<sup>2</sup>  
 0941- Río Pucón 2.382km<sup>2</sup>  
 0942- Lago Villarrica y Toltén Alto 1.135km<sup>2</sup>  
 0043- Toltén Bajo 2.347km<sup>2</sup>



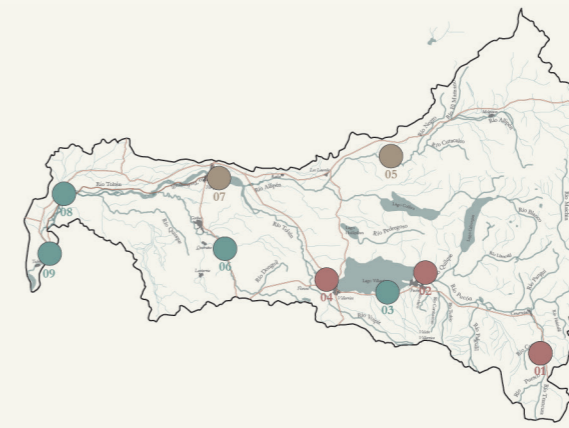
**Locaciones Ribereñas**  
 01- Currarehue  
 02- Huiñe  
 03- Pichares  
 04- Reigoli  
 05- Villa Esperanza  
 06- Melipeuco  
 07- Condominios Río Plata/ Río Quilque  
 08- Santa Magdalena  
 09- Pedregoso  
 10- Cunco  
 11- Los Laureles  
 12- Putúe  
 13- Huincara  
 14- Voipir  
 15- Coipue  
 16- Pitrufquén  
 17- Gorbea  
 18- Huiscaji  
 19- Quitratue  
 20- Lastarria  
 21- Teodoro Schmidt  
 22- Hualpín  
 23- Nueva Toltén  
 24- Caleta La Barra



**Locaciones Lacustres**  
 01- Puertos y embarcaderos Lago Colico  
 02- Caburgua  
 03- Pucón  
 04- Villarrica  
 05- Recintos privados Huilipilún



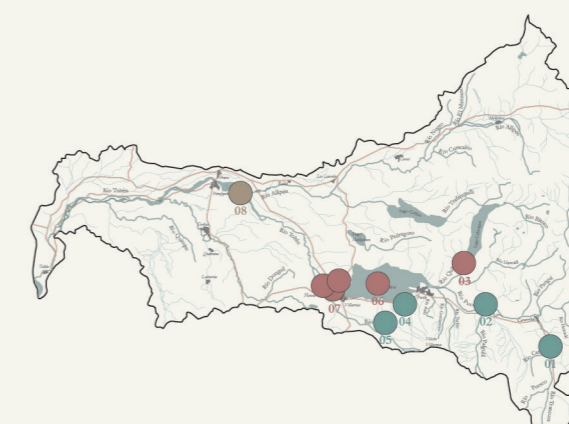
**Locaciones con espacios públicos en torno al agua**  
 01- Rápidos del río Trancura  
 02- Nevados de Solipulli  
 03- Parque Nacional Huerquehue  
 04- Santuario el Cañi  
 05- Lago Caburgua  
 06- Parque Nacional Villarrica  
 07- Playa, península, embarcadero Pucón  
 08- Playa, costanera y embarcadero Villarrica  
 09- Isla municipal Pitrufquén  
 10- Parque ecológico La Aguada  
 11- Pesca sustentable Caleta La Barra



**Locaciones con problemas de Tratamiento de Aguas servidas**

Alto Medio Bajo

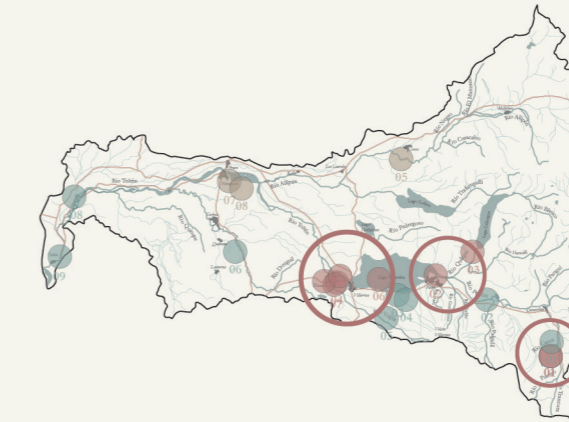
01- Vertimiento directo de aguas servidas de Currarehue en río Trancura.  
 02- Contaminaciones puntuales por Aguas servidas en Pucón  
 03- Descarga de fosas sépticas a Lago Villarrica.  
 04- Afloramiento y vertimiento de aguas servidas a río Toltén sector Putúe.  
 05- Casos de descargas de aguas servidas de Cunco en río Allipén.  
 06- Descargas de PTAS de Gorbea a río Donguil.  
 07- Incumplimientos ambientales PTAS Pitrufquén.  
 08- Problemas de alcantarillado en Hualpín  
 09- Escorrentamiento de aguas servidas en la vías públicas de Nueva Toltén.



**Locaciones con conflictos ambientales de contaminación de aguas**

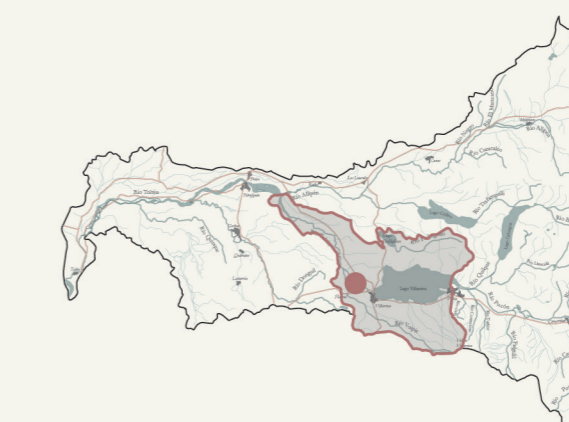
Alto Medio Bajo

01- Pisciculturas Currarehue  
 02- Relleno Sanitario Pucón  
 03- Pisciculturas Caburgua  
 04- Pisciculturas Loncostraro  
 05- Pisciculturas Los Chilcos  
 06- Eutrofización Lago Villarrica  
 07- Piscicultura Los Ríos- Relleno Sanitario Pozos de Lastre Putue Bajo  
 08- Derrames alcantarillados Pitrufquén



**Áreas críticas según los indicadores anteriores**

1. Currarehue: Pisciculturas y vertimiento de aguas servidas río Trancura.  
 2. Pucón - Caburgua: Relleno sanitario, pisciculturas y descargas puntuales de aguas servidas al lago.  
 3. Villarrica- Putúe: Eutrofización Lago Villarrica. Vertimiento de aguas servidas río toltén, pozos de lastre, relleno sanitario y vertedero zona de Putúe.



**Elección del caso:**  
**Territorio Villarrica Poniente Sector Putúe Bajo- Villarrica**

- Vertedero Municipal
- Relleno Sanitario
- Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (Tratamiento primario)
- Empresas de Áridos (Melón)
- Perrera ilegal
- Espacios de importancia cultural (cementerios, ceremonial, históricos)
- Escaséz de Agua potable: 167 familias con agua potable + 400 familias a la espera de agua.

FIG.37

Estrategia macro: reconocimiento del lugar a intervenir  
 Fuente: Elaboración propia

# PARTE V. ESCENARIO, PROPUESTA E INTERVENCIÓN



FIG. 38

Reconocimiento del área, localidad de Putúe Bajo  
*Fuente: Elaboración propia.*

*Lugar sagrado*  
*Lugar para tomar agua*  
*Lugar para cruzar el río.*

# Capítulo 1: CASO ESPECÍFICO A TRABAJAR

## Presentación del caso: Antecedentes de la zona Putúe Bajo, ribera del río Toltén.

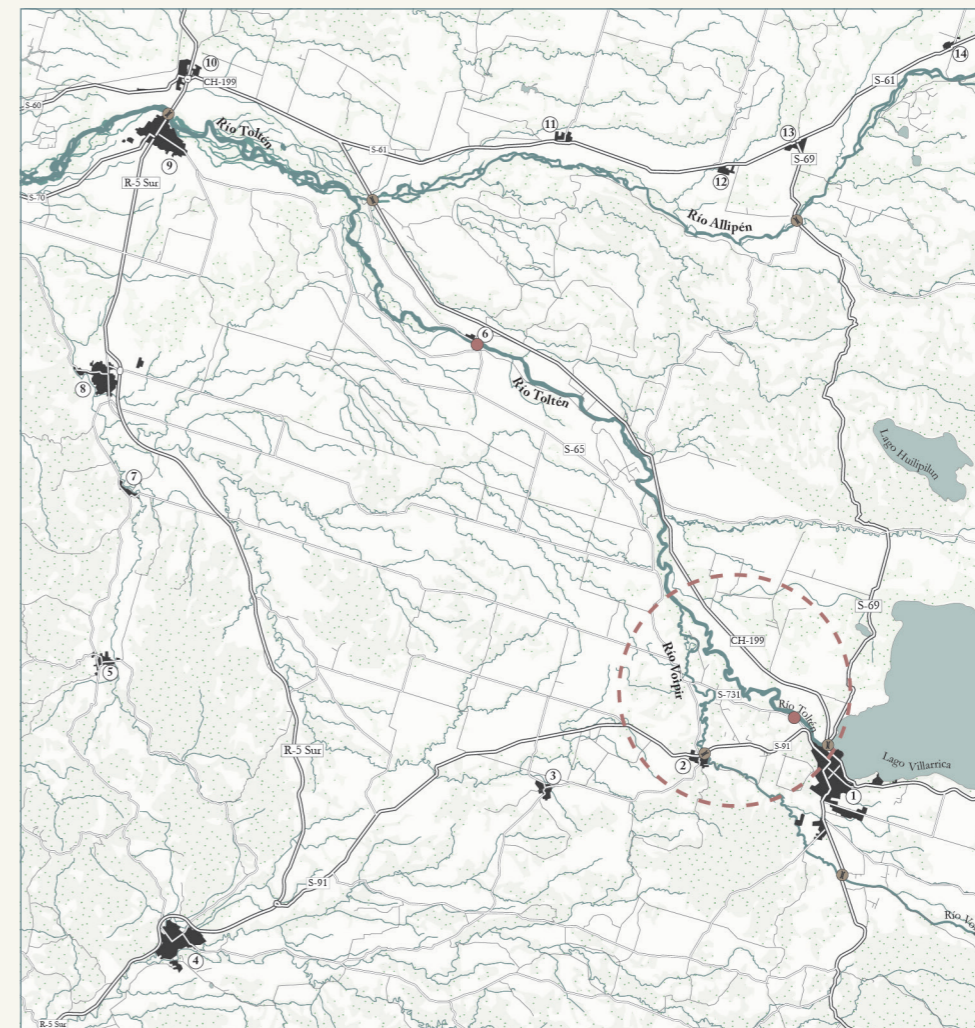
En relación con el análisis anterior, la subcuenca del Lago Villarrica y Toltén Alto se reconoce como el área más afectada de la cuenca. En términos de contaminación y degradación hídrica la zona identificada presenta por una parte la evidente problemática de contaminación del Lago Villarrica, el cual ya cuenta con un futuro plan de descontaminación y por otra parte, el área altamente focalizada en problemáticas de saneamiento ubicada en la zona de Putúe Bajo, sector que por sus condiciones hídricas, urbanas y culturales se elige caso representativo a intervenir.

El sector de Putúe se encuentra ubicado al poniente de la ciudad de Villarrica, comprendido en los límites naturales del Lago Mallohuelfaquén o Villarrica (al este), río Toltén (al norte), río Voipir(e) (al oeste) y estero Rehuelhue (Negrone) (al sur). Su territorio tiene un alto valor cultural, natural y ancestral puesto que, desde los primeros asentamientos en la zona hasta la actualidad, ha sido habitada por comunidades mapuches. La zona se encuentra dividida en Putúe Alto y Bajo, en las que hasta el 2005 vivían aproximadamente 77 familias mapuches, cerca de 700 habitantes (Gross, 2005) según el pladeco de Villarrica, representan cerca del 16% de los habitantes del territorio, el resto de sus habitantes son lugareños y foráneos con segundas viviendas.

La zona de Putúe se reconoce históricamente como el lugar de inicio y fin de la Guerra de Arauco, con la celebración del Parlamento de Putúe en 1883, en el que se dio por finalizado la ocupación militar de la Araucanía por el Estado Chileno en la explanada de Putue Bajo, donde actualmente se encuentra el vertedero de la comuna de Villarrica, problemáticas que abordarán más adelante. Además, el espacio del río Toltén era considerado como la frontera natural entre los pueblos mapuches (al sur de la ribera) y huilliches (al norte de la ribera).

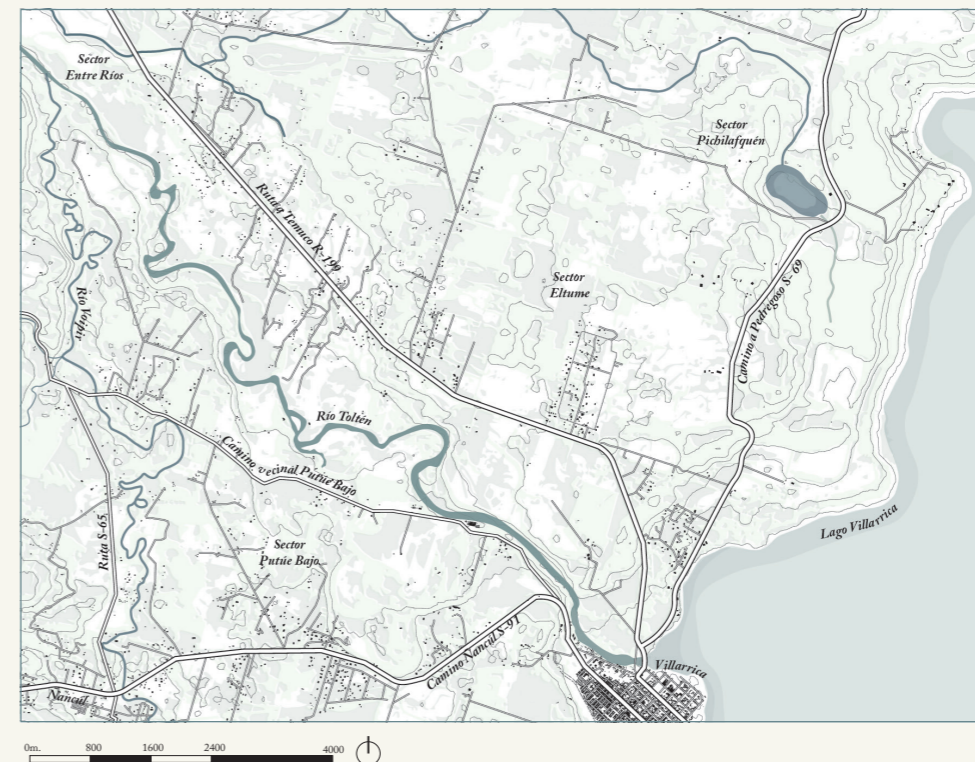
Su denominación, tiene directa relación a las condiciones hídricas del lugar puesto que el nombre Putúe según la cosmovisión mapuche tiene tres aproximaciones:

- pu (tomar) y tue (hue-lugar), lugar para tomar agua
- wampo (canoa) y hue (lugar), lugar de wampos usados para cruzar el leufu (río) Toltén
- Putú e (plural los, varios) y tue (lugar ritual), referido a la presencia de varios lugares sagrados. (Gross, 2005)



- ① Villarrica
  - ② Nancul
  - ③ Huiscaqui
  - ④ Loncoche
  - ⑤ Lastarria
  - ⑥ Coipue
  - ⑦ Quitratúe
  - ⑧ Gorbea
  - ⑨ Pitrufoquén
  - ⑩ Freire
  - ⑪ Radal
  - ⑫ Choroico
  - ⑬ Los Laureles
  - ⑭ Las Hortensias
- Balsas/Cruces  
● Puente

**FIG.39**  
Plano de ubicación zona de Putue Bajo  
Fuente: Elaboración propia.



**FIG.40**  
Plano de acercamiento sector Putue Bajo.  
Fuente: Elaboración propia.

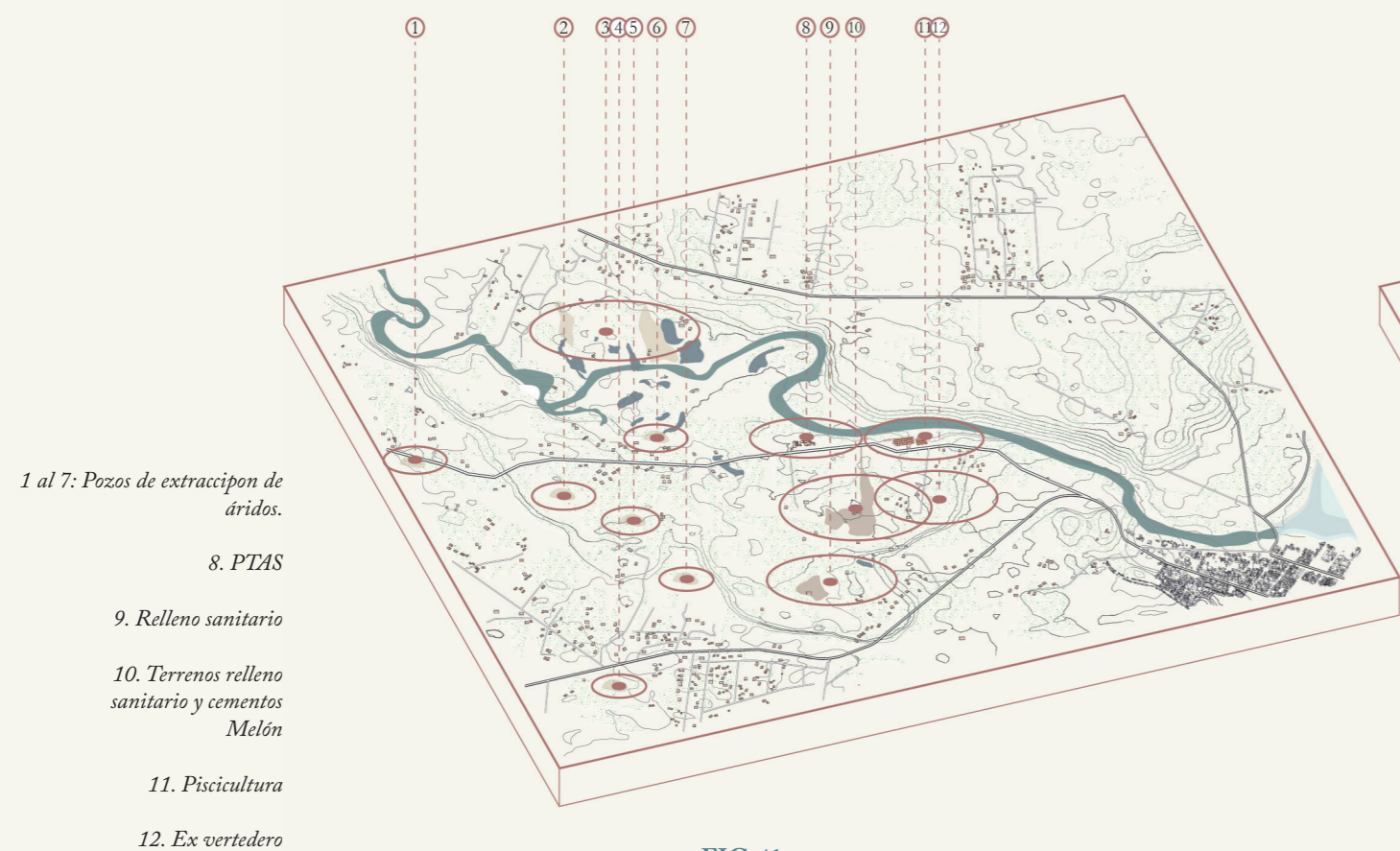
## Problemáticas urbanas y socioambientales

Dentro de la comuna de Villarrica el sector de Putúe Bajo, al ser un lugar extenso y relativamente alejado del centro urbano, concentra la disposición final de los residuos de la ciudad. En la zona se encuentra localizado, la piscicultura Los Ríos, la Planta de tratamiento de Aguas Servidas de Villarrica, el relleno sanitario, la empresa Cementos Melón, basurales y perreras clandestinas, focalizadas a pocos metros de la ribera del río Toltén y a unos 3km del centro de la ciudad de Villarrica.

A pesar del alto valor cultural de sus comunidades, su relevancia histórica y la presencia de cauces y cuerpos naturales de agua como ríos, estero y humedales, esta zona ha sido durante años postergada por la comuna de Villarrica. Según los antecedentes entregados por vecinos de la zona, el abandono de las autoridades ha generado que hace varios años su calidad de vida se vea afectada por la presencia de estas instalaciones, lo que no asegura que las familias del sector vivan en un lugar libre de contaminación. Desde 1998 se han hecho reclamos hacia las empresas encargadas, puesto que actualmente existen cerca de 21 focos de contaminación, de aire, agua y suelo, justamente en la zona donde se dio lugar al parlamento de Putúe (UATV, 2020).

En cuanto a la riqueza hídrica del sector, esta se encuentra altamente vulnerable a contaminación, el cauce del río Toltén ha quedado expuesto a la PTAS y a los residuos de la piscicultura, esto ha sido constatado por el Servicio Geológico de Estados Unidos en el estudio del lago Villarrica, el cual indica que los mayores índices de fosfato no se concentran precisamente en el lago sino se encuentran justo bajo la ubicación de la PTAS en el río Toltén (Valenzuela, 2019)

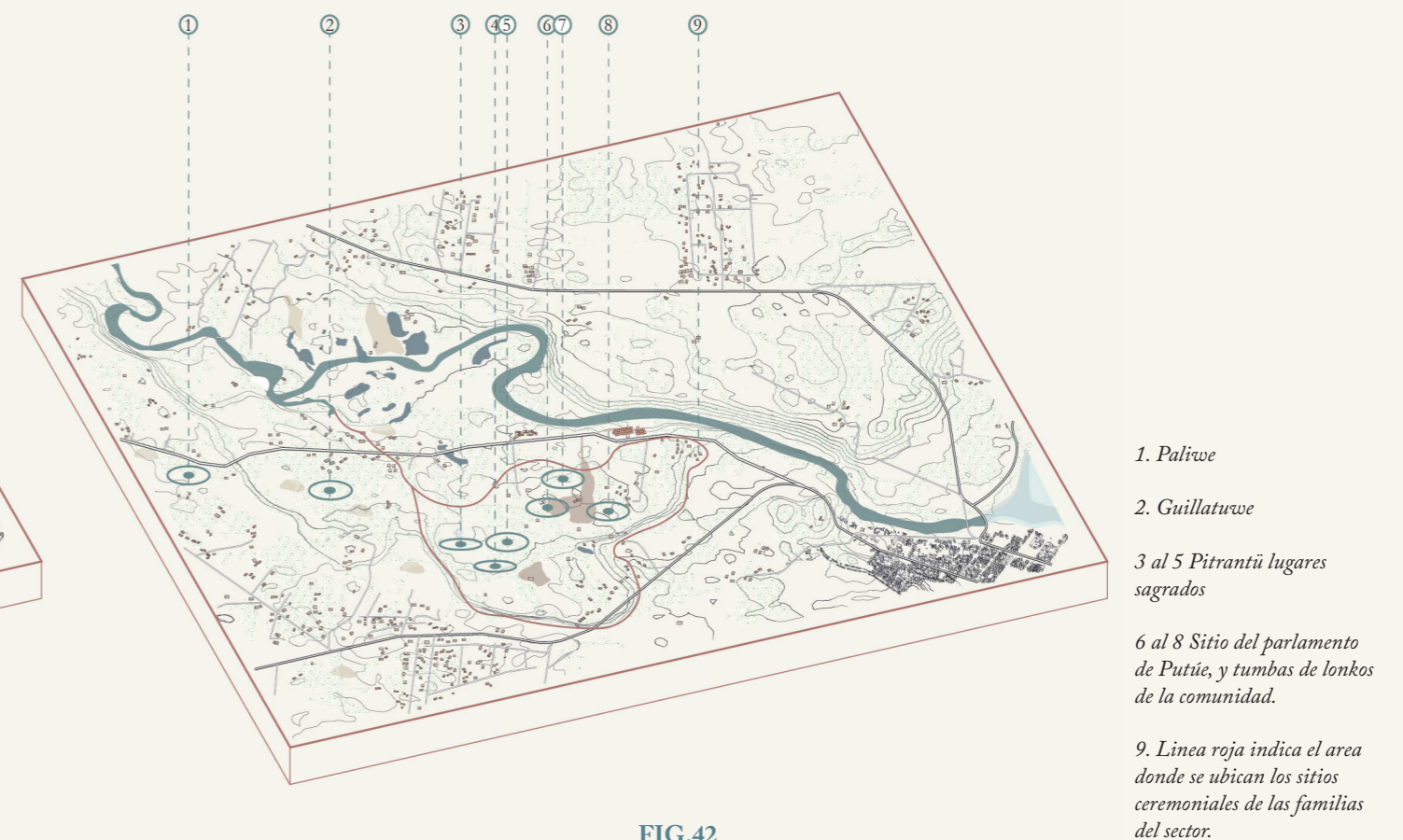
Además de los tests químicos, organizaciones regionales habían inspeccionado la PTAS por algunos funcionamientos irregulares, los que además quedaron constatados con la denuncia realizada por organizaciones ciudadanas y vecinos de Putúe quienes se reunieron con el Superintendente de Servicios Sanitarios Jorge Rivas, para inspeccionar nuevamente la planta. (ver anexos)



**FIG.41**

Puntos de conflicto ambiental en la zona de Putúe Bajo  
Fuente: Elaboración propia

Parte V: Escenario, propuesta e intervención.



**FIG.42**

Sitios de significación cultural mapuche  
Fuente: Elaboración propia en base a información comunidad Putúe se defiende

Parte V: Escenario, propuesta e intervención.



## Principales valores y desafíos del sector



FIG.43

Diagrama condición periurbana y rural  
Fuente: Elaboración propia

### Condición periurbana y rural:

La cercanía del sector de Putúe Bajo a los habitantes de Villarica, Ñancul, Huisca y Loncoche (ver esquema) lo posiciona como un sector con un alto potencial turístico, natural y cultural reconocido por sus habitantes. Según las propuestas del Plan de Desarrollo Comunal de Villarica la recuperación de la zona de Putúe podría transformarla en una gran área verde comunal, adquiriendo un gran valor por su ubicación.

Sin embargo, el sector se ha transformado en un foco de contaminación donde uno de los principales desafíos, junto al tema de la basura es el problema de las aguas servidas las que no tienen un tratamiento adecuado en las viviendas de los centros urbanos y las cercanas a los cuerpos y cursos de aguas emanando fuertes olores en verano.

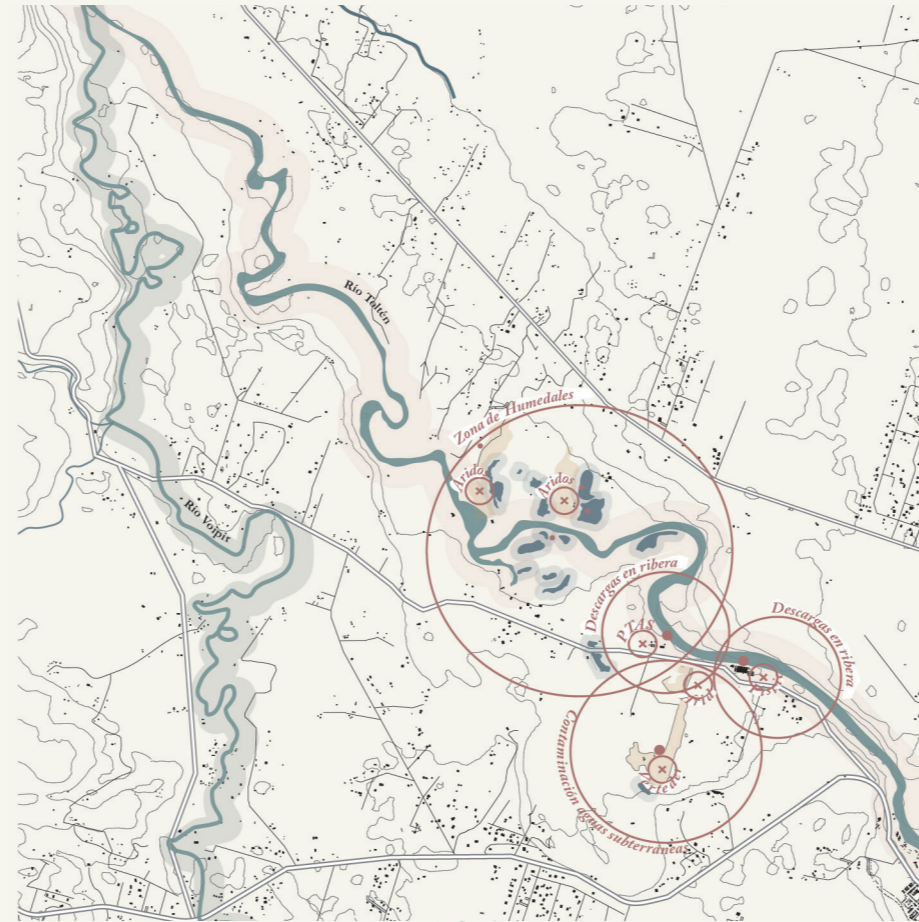


FIG.44

Diagrama áreas hídricas críticas  
Fuente: Elaboración propia

### Condiciones hídricas y paisajísticas

Para las comunidades rurales de Putúe, el valor natural e hídrico del lugar dado por la presencia del río Tolén y los cursos de aguas colindantes, son la fuente fundamental de su desarrollo e interacción con el paisaje local. De manera sabia logran un balance entre sustentabilidad y uso de recursos naturales para diversas actividades cotidianas y productivas.

Según el Pladeco surge la posibilidad de conformar el territorio desde un enfoque sustentable tanto en su desarrollo como en la armonía medio ambiental de sus posibles equipamientos.

Lamentablemente, la cercanía de las instalaciones de las PTAS, empresas de áridos, pisciculturas y relleno sanitario, pone en riesgo el manejo de sus valores hídricos y naturales, además de la contaminación de aguas por la PTAS y piscicultura por residuos líquidos, el relleno sanitario está afectando la calidad de las aguas subterráneas del lugar.



FIG.45

Diagrama comunidades mapuches  
Fuente: Elaboración propia

### Condiciones sociales

La convivencia de las comunidades indígenas con las comunidades del lugar dan cuenta de la riqueza intercultural de la zona, las prácticas productivas vigentes del lugar, son las artesanías tradicionales, pequeña ganadería, hortalizas y la pesca artesanal en el Tolén. Además, los linajes familiares principales de la comunidad mapuche (Anclef, Huenulef y Penchulef) se han encargado de preservar los lugares sagrados en la zona, su tradición oral, ceremonias y rituales contemporáneos (Gross, 2005)

Para estas comunidades, uno de los principales desafíos, además de las luchas ambientales es el tema de las infraestructuras de saneamiento del lugar, según lo mencionado por la vocera de las organizaciones de las comunidades de Putúe a pesar de contar con una diversidad de fuentes de agua, solo 167 familias de más de 400 poseen agua potable y sistema de alcantarillado (UATV, 2020), a esto se le suma la falta de equipamientos, educativos, recreacionales, comunitarios, de salud y transporte (ver anexos).

## Reconocimiento de las preexistencias y oportunidades del lugar.



FIG.46

Secto la "laguna" Putúe Bajo  
Fuente: Elaboración propia

### Atractivos naturales a preservar

Para la zona de Putúe Bajo el paisaje natural es fundamental, sus comunidades han participado activamente en su protección puesto que reconocen la vitalidad y riqueza que aportan a la zona y a la comuna. La presencia de vegetación nativa, avifauna, los humedales y el ecosistema del río Toltén el cual sigue siendo navegable, son una fuente de oportunidades para su reconocimiento, gestión y planificación sostenible, es la escala y orden principal de lo local.

(Ver anexos)



FIG.47

Complejo ceremonial mapuche, Putúe Bajo.  
Fuente: CMN

### Comunidades organizadas y con espacios ceremoniales vigentes

A pesar de su condición peri-urbana, las comunidades del sector de Putue Bajo conforman agrupaciones de carácter rural (según lo indicado en el Pladeco), debido a que la infraestructura básica del lugar en cuanto a obras viales, agua potable y alcantarillado, salud y educación es muy precaria siendo casi nula. Por lo tanto, reconocer estos conjuntos conformados en su mayoría por agrupaciones mapuches y lugareños tiene relación con valorarlos desde una perspectiva territorial, humano y cultural y no seguir postergando sus requerimientos.



FIG.48

Localización PTAS Villarrica, Putúe Bajo  
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth

### La Planta de Aguas Servidas

Antes de la construcción de la PTAS, las aguas grises de la ciudad de Villarrica se vertían al río sin ningún tipo de tratamiento. Desde el funcionamiento de la planta en el 2008 los residuos de las alcantarillas llegan a la planta para ser tratada de forma primaria (ver anexos) lo que significa un tratamiento muy básico y poco adecuado para la cantidad de habitantes de la comuna (49.184 hab), finalmente es lo que ha estado provocando la contaminación de las aguas del río Toltén y los conflictos hídrico-ambientales en la zona. Sin embargo, se presenta como un equipamiento valioso para el tratamiento del agua y donde surge la oportunidad de ser complementada a partir de los medios de depuración existentes.

## Capítulo 2: ARQUITECTURA Y SANEAMIENTO DEL AGUA EN CRISIS

### Lineamientos generales de la propuesta

La desconexión física del río Toltén con lo urbano y lo rural, provoca que este sea visto como un borde, externo al paisaje natural cotidiano. A nivel macro la comuna de Villarrica tiene más identidad con su lago que con sus ríos (Voipir y Toltén) prácticamente la ribera del río Toltén solo es visto por medio de los puentes de la ciudad, mientras que en la zona de Putue esa desconexión parece ser más evidente con la ocupación de las riberas de infraestructuras altamente contaminantes.

Los límites naturales del sector de Putúe, son elementos divisorios del territorio y el saneamiento acentúa aun más esa segregación. Las características territoriales y geográficas que entrega el río Toltén para la zona son prácticamente olvidadas a pesar de que su entorno es un espacio valioso para la interrelación del paisaje y comunidades cercanas por medio del río.

De esta manera la propuesta busca generar en la zona de Putúe Bajo un núcleo de equipamientos hídricos sustentables de carácter comunal, conformar la ribera del río y su entorno como un espacio de integración entre lo rural y lo urbano, donde el saneamiento no adquiera solo un carácter funcional, sino también sea una forma de mediar entre los requerimientos de las comunidades y las condiciones naturales.

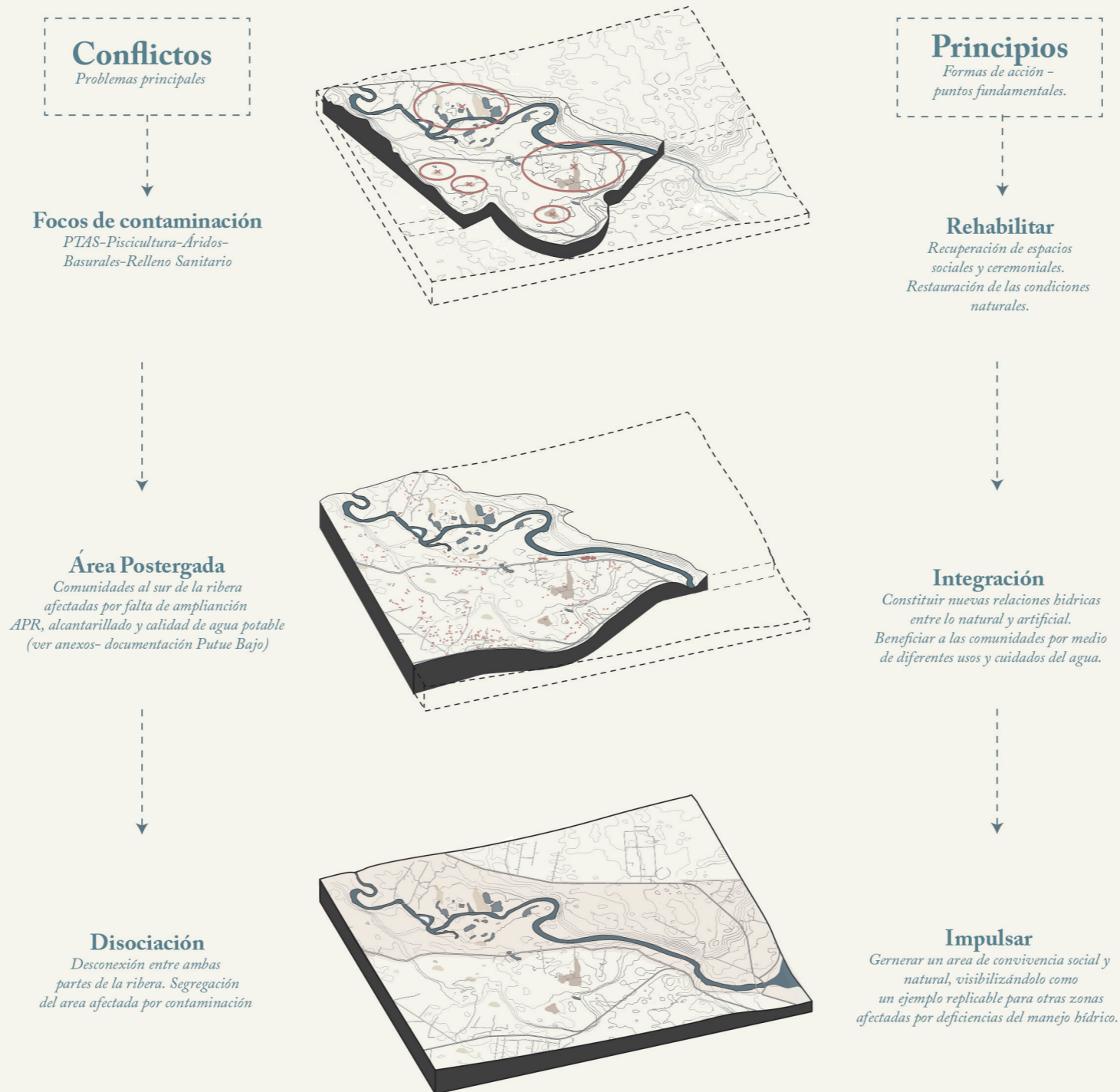


FIG.49

Diagrama principios generales de la propuesta  
Fuente: Elaboración propia

### Principios generales:

#### 1. Rehabilitar las zonas afectadas por contaminación:

De manera natural y social, se plantea restituir el territorio degradado por desechos y explotación productiva e impulsar un nuevo tipo de interacción de los habitantes de la zona con el paisaje existente por medio del tratamiento del agua, recuperación de la ribera y espacios ceremoniales, devolviendo el valor geográfico y cultural del río y su entorno.

#### 2. Integrar los valores hídricos a un sistema sustentable:

Se plantea un nuevo tipo de manejo hídrico, cambiando la forma en cómo se tratan los residuos a partir de la exploración de sistemas existentes (ver catalogo en anexos), además posibilitar el uso, reutilización y almacenamiento del agua para las distintas actividades y requerimientos de la zona como agua potable, riego para cultivos, pesca, crianza de animales, entre otras.

#### 3. Generar un área catalizadora de gestión y cambio :

La propuesta se plantea como un caso replicable en la cuenca del río Toltén y también aplicable a otras cuencas y medios acuáticos afectados por el vertimiento de desechos y saneamiento urbano. Visibilizar y generar educación en cuanto a la importancia del manejo del agua como recurso vital para sus habitantes.

## Sobre el imaginario de lo instrumentalizado

La condición periurbana del territorio de Putúe Bajo, posee una condición híbrida entre lo urbano y lo rural. Urbana en cuanto a las instalaciones mencionadas y rural en cuanto a sus comunidades, situado al límite de Villarrica, reconociendo al río Toltén como borde natural. El sector de Putúe Bajo fue transformado en una zona instrumentalizada por las motivaciones productivas y dinámicas de la ciudad, la lógica de lo local fue negociado por los auges de desarrollo y el uso de los territorios al borde se presenta como una locación ideal para desvincular a los centros habitados de infraestructuras rechazadas.

Posiblemente el escenario de Putúe Bajo luego de la ocupación de los territorios ancestrales y significativos para la comunidad, paso a ser un imaginario sin una fuente material, donde los espacios ceremoniales hoy son utilizados como una fuente rentable. Por lo tanto, es parte de la propuesta generar un espacio fuera de las idealizaciones disciplinares, sino más bien un proceso de reunión histórica, social y natural.

El imaginario en base a la propuesta anterior toma como sustento lo existente y los supuestos, el saneamiento desde un carácter material pero también simbólico que por definición evoca a “Dotar de las condiciones necesarias de sanidad a un lugar”. Por lo tanto, se propone restituir y sanar de manera ambiental, cultural y social el panorama actual del sector, donde si bien la existencia de equipamientos sanitario son un conflicto latente estas son necesarias para el manejo de residuos e higiene.

Aparece la oportunidad de generar equilibrios entre lo técnico y lo natural.



**FIG.50**

Acceso a Relleno Sanitario Putúe Bajo  
Fuente: *Elaboración propia*



**FIG.51**

Vista exterior PTAS Villarrica, Putúe Bajo  
Fuente: *Elaboración propia*



**FIG.52**

Vista exterior Piscicultura Los Ríos  
Fuente: *Elaboración propia*

## *Metodologías a trabajar: Estrategias territoriales y proyectuales*

La propuesta se aborda mediante las siguientes estrategias:

### **1. El río Toltén y su ribera como un espacio de integración:**

La histórica separación de la ribera norte y sur por la ocupación de comunidades indígenas, junto a la post ocupación de la ribera sur por empresas sanitarias generó una evidente separación entre ambos lados del río.

Esta estrategia busca entender ambas partes de la ribera como un valor territorial, por lo tanto, se plantea restaurar las relaciones del habitante con los componentes principales del territorio por medio del mejoramiento de accesos, conexión e incorporando nuevos y antiguos puntos y trazados que diluyan los límites sociales, culturales y naturales existentes. El río como un elemento unificador de un territorio segregado.

### **2. Uso de preexistencias naturales y artificiales:**

Como una forma de reconocer el contexto actual de la zona de Putúe Bajo, se plantea reconocer el río, humedales y vegetación existente como las fuentes principales del proyecto, serán el medio y el fin por el cual se va a intervenir y rehabilitar el lugar.

Además, reconocer la existencia de la PTAS, piscicultura y relleno sanitario como equipamientos a reformular, complementar, restablecer y/o sanar, puesto que su ubicación en el contexto e intervención será una de las formas de entender lógicas de lo técnico y natural mencionado anteriormente.

Por otra parte, se busca resignificar la relación de los conjuntos rurales y periurbanos con los espacios degradados de la zona por medio de la recuperación de espacios ceremoniales, espacios de producción local y lugares de recreación e interacción del paisaje existente.

### **3. El agua y sus sistemas como un tejido:**

Se considera el carácter cíclico del agua de manera natural y artificial como una forma de visibilizar sus variaciones, repercusiones geográficas y paisajísticas, rescatando el valor temporal de los procesos desde un entendimiento productivo, pero a la vez sustentable.

Por lo tanto, se propone generar una serie entrelazada de infraestructuras para los diferentes requerimientos del agua en cuanto purificación, reúso y posible potabilización mediante dispositivos que actúen en el entorno al proceso de captación, tratamiento y purificación, decantación, almacenamiento y distribución. Donde cada proceso tenga una relación programática de carácter interactivo de manera paisajística y social y sus posibilidades de ser un referente ambiental en el territorio.



**FIG.53**

Collage "Perspectivas de Putúe"  
Fuente: Elaboración propia

## Propuesta programática

De manera general la propuesta programática se basa en la vinculación de los dispositivos mencionados con el impacto, funcionamiento e interacción en el lugar, a partir de los siguientes tipos o categorías programáticas propuestos de forma preliminar:

### Programas en base a la infraestructura existente:

Estos programas tendrán relación con la depuración y tratamiento del agua y residuos, se considera como equipamiento existente a intervenir y reformular aquellos que estén produciendo un daño directo al río y aguas subterráneas por medio de residuos como la Planta de Aguas servidas, Relleno Sanitario y Piscicultura. Estos se vincularán a programas como depuradoras, decantadores y purificadores de agua, oficinas de control, entre otros.

### Programas en base a un sistema hídrico:

Se vincularán al proceso que requiere el agua para su uso. La zona de Putúe Bajo posee escasos equipamientos de saneamiento para las comunidades del sector, existe una escasez de agua y de su tratamiento para el consumo y funciones vitales para sus habitantes. Por lo tanto, se proponen programas en base a su captación, almacenamiento y distribución, tales como silos, tanques, copas, tuberías, ductos, entre otros (ver anexos), siendo visibles y característicos para el territorio.

### Programas en base a la difusión y protección

Los programas de difusión se plantearán como el nexo cívico más evidente de la propuesta, en este tipo se vinculará a aquella agua que como resultado de todos los procesos anteriores puede ser reutilizada, en programas como áreas verdes deportivas, jardines de reunión, paseos, ciclovías, áreas interactivas para futuros colegios y jardines (propuestos en el Pladeco), entre otros. Aquellos programas podrán en evidencia el valor de la reutilización y reciclaje de aguas.

TIPOS DE PROGRAMA	EQUIPAMIENTOS	ESPACIO DE ACCIÓN	USUARIOS	IMPACTO
<p><i>En base a la infraestructura existente</i></p> <p>+</p>	<p>Depuradora</p> <p>Decantadoras</p> <p>Bio-Digestores de residuos</p> <p>Sistema Biorremediación de agua</p> <p>Sistema Purificadores de agua</p> <p>Oficinas de control</p> <p>Salas de investigación</p>	<p>PTAS y Piscicultura</p> <p>Ribera del Toltén</p> <p>Humedales</p> <p>Estero Putue</p>	<p>Comunidades de Putúe Bajo</p> <p>Comunidades en la ribera del río Toltén</p>	<p>Sectorial</p> <p>A nivel de cuenca</p>
<p><i>En base a un sistema hídrico</i></p> <p>+</p>	<p>Sistemas de captación (ej: tuberías y bombeo)</p> <p>Sistemas de tratamiento (APR)</p> <p>Almacenamiento de agua (ej: Tanques, silos, subterráneo)</p> <p>Red de abastecimiento (transporte: tuberías, ductos, etc)</p>	<p>Comunidades lado sur ruta Villarrica-Temuco</p> <p>APR existente</p> <p>Nuevos trazados de abastecimiento</p>	<p>Comunidades de Putúe Bajo</p>	<p>Sectorial</p>
<p><i>De difusión, protección y educación</i></p> <p>+</p>	<p>Áreas verdes deportivas</p> <p>Jardines de reunión y ceremonias</p> <p>Ciclovías</p> <p>Pasarelas/Balsas</p> <p>Paseos peatonales</p> <p>Ágoras</p> <p>Áreas interactivas (Humedales y borde río)</p> <p>Puntos de reciclaje /compostaje</p>	<p>Explanada y valle de Putúe</p> <p>Nuevos trazados viales y peatonales</p> <p>Ribera del río Toltén</p>	<p>Comunidades de Putúe Bajo</p> <p>Comunidades a pocos kilómetros: Villarrica, Ñancul, Huiscaji</p>	<p>Comunal e intercomunal</p>

FIG.54

Cuadro alternativas programáticas  
Fuente: Elaboración propia

## Primera indagación de proyecto.

Mediante este proyecto se propone una nueva forma de concebir áreas destinadas a residuos en la ciudad, por lo tanto, el rol disciplinar en la investigación y propuesta del tema abordado no solo podría dejar insumos materiales sino también teóricos, abrir y despertar preguntas en torno a la planificación de zonas con crisis ambientales y sanitarias.

De forma preliminar, el proyecto se plantea como un parque hídrico para la zona de Putúe Bajo, específicamente se pretende generar un área integral entre dispositivos que traten en diferentes niveles el agua del lugar para la restauración de los ecosistemas afectados por recepción de desechos.

El parque estaría compuesto por una serie de dispositivos que en conjunto generen una infraestructura sustentable, un espacio que reúna aspectos técnicos, pero también naturales y paisajísticos. El proyecto por lo demás será un espacio integrador para las zonas y comunidades afectadas y para las localidades cercanas, puesto que su ubicación permite generar un núcleo intermedio de equipamientos hidráulicos y de recreación.

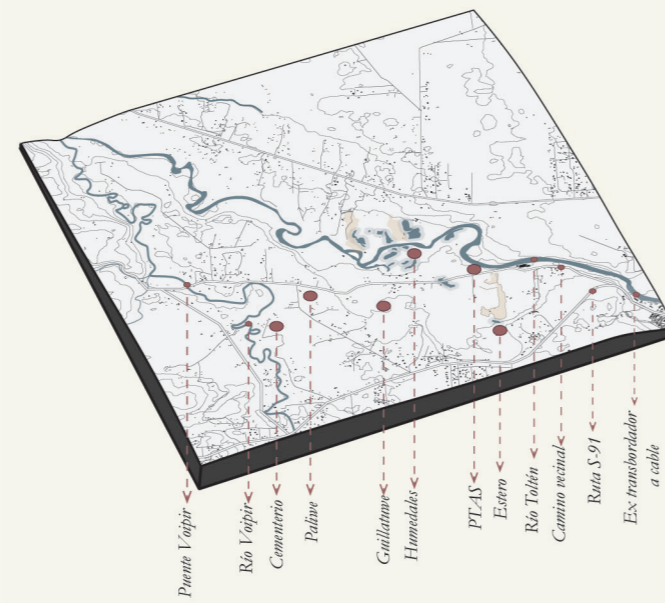
Por otra parte, y de manera reflexiva, la intervención aborda la revalorización cultural y paisajística de la zona de Putúe, mediante la puesta en valor de los sitios de memoria, conmemorativos y ancestrales, como el área del Palamento de Putúe, Guillatuwe y Paliwe y Eltún. Según el CMN caen bajo la categoría de Monumentos Históricos y actualmente se ven vulnerados por el manejo de residuos en la zona.

\*Guillatuwe: Espacio donde la comunidad realiza sus distintas rogativas y ceremonias de carácter sagrado.

\*Paliwe: Espacio social, deportivo y ceremonial donde se practica el juego ancestral denominado Palin, cuyo ejercicio también tiene connotaciones ritualistas, que se localiza en un terreno comunitario.

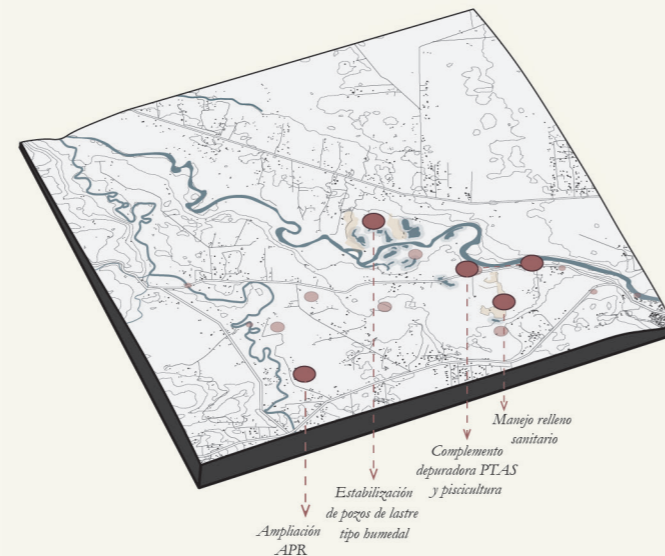
\*Eltún: Cementerio antiguo de la comunidad de Putúe es un espacio destinado a las sepultaciones de antiguos linajes que mantiene un carácter histórico.  
(CMN, 2006)

Documentación del Monumento Histórico en Anexos.



### PUNTOS PREEXISTENTES

Precedentes para la intervención: Se consideran como áreas potenciales y significativas para la restauración del sector, tratamiento de aguas e interacción de los habitantes.



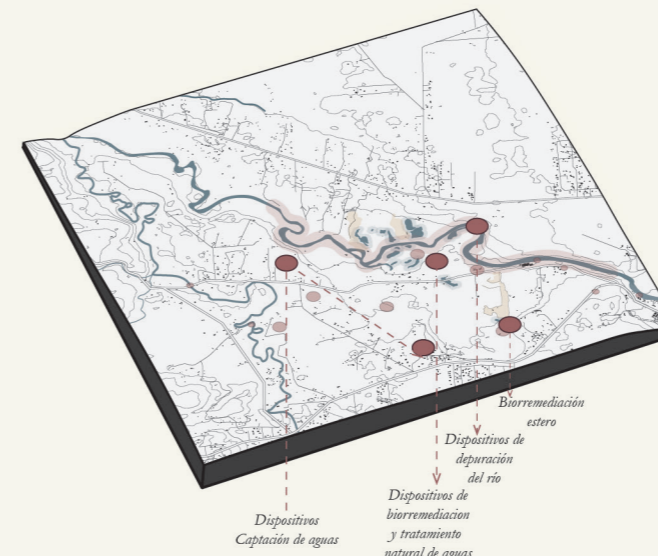
### LOCALIZACIÓN DE SISTEMAS

La rehabilitación de la zona de Putúe consta de 4 sistemas, los cuales se encargarán de: generar mayor abastecimiento de agua potable, recuperación de las aguas en humedales de lastre, sistemas de depuración para la PTAS y piscicultura, y el manejo de relleno sanitario por medio de biorremediación del suelo (ver anexos- catálogos de sistemas de tratamiento de aguas).



### ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 2.500 hectáreas aprox.

El proyecto se define en 4 espacios a partir de las preexistencias:  
(1) Área de rehabilitación  
(2) Área de integración ribera norte  
(3) Área de interacción natural  
(4) Área de integración y rehabilitación cultural



### LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS

Serán artefactos significativos para el proyecto e interacción de los habitantes, se encargarán de la captación de aguas lluvias, reutilización del agua, biorremediación, tratamiento y depuración de cursos naturales de agua.



### CONEXIONES

Se establecen nuevos nexos, caminos peatonales y ciclovías que unan ambas partes de la ribera del río, por medio de puentes, pasarelas y/o transbordadores. Además de potenciar las vías existentes y reconectarlas a los enclaves del proyecto.

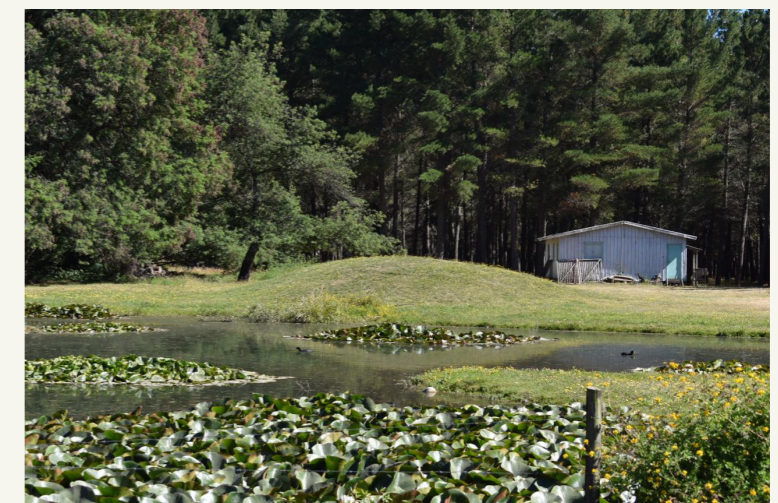


### NEXOS E INTERIORES

Son las áreas de reunión, esparcimiento, educación e interacción física de los habitantes con el parque hídrico, por medio de áreas deportivas, áreas verdes caminables, cosecha y cuidado de animales, áreas de miradores y observación, entre otras.

FIG.55

Diagramas de indagaciones de proyecto  
Fuente: Elaboración propia



**FIG.56**

Imágenes del sector  
Fuente: Elaboración propia



# LISTADOS Y CONCEPTOS

## TEMAS E INFRAESTRUCTURAS POSTERGADAS

El siguiente listado fue elaborado bajo la mirada disciplinar en el contexto nacional. Si bien algunos de estos temas u objetos son de carácter ingenieril y técnico su emplazamiento afecta de una u otra manera el entorno que los rodea. Justamente ahí es donde debería involucrarse el urbanismo, paisaje y arquitectura.

APR (agua potable rural)

Aserraderos

Baños públicos

Campos agrícolas

Campos de energía eólica

Cárceles

Carreteras

Cementerios

Copas de agua

Equipamientos sanitarios

Garajes

Hangares

Hidroeléctricas

Metalurgia

Plantas de aguas servidas

Puentes

Recicladoras

Redes de alcantarillado

Rellenos sanitarios

Rotondas

Vertederos

(...inacabado)

## CONCEPTOS

### AFLUENTES

Arroyo o río secundario que lleva sus aguas a otro mayor o principal. (iAgua)

### APROVECHAMIENTO NO CONSUNTIVOS

Derecho de aprovechamiento no consuntivo es aquel que permite emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho. (Ley Chile)

### CAUDAL

Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente. (Lexico.com)

### COLIFORMES

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. (Quimica.es)

### DEPURACIÓN

Acción y efecto de depurar las aguas residuales mediante el tratamiento que sea preciso para disolverlas en las mejores condiciones posibles a cause público (RAE)

### DGA

La Dirección General de Aguas es el organismo del Estado que se encarga de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad. (MOP)

### DRAGADO DE RÍOS

Conjunto de tareas de limpieza de rocas, sedimentos y otros materiales situados bajo el agua, ya sea en medio marino, fluvial o lacustre. Comprende las operaciones de extracción, transporte y vertido de dichos materiales. El objetivo puede ser aumentar el calado de ríos, canales o accesos portuarios para facilitar el tráfico de embarcaciones o bien aumentar la capacidad de transporte de agua en ríos para evitar inundaciones aguas abajo. (Yepes, 2016)

### EFLUENTES

Que mana de una fuente. (Oxford Languages)

### EROSIÓN

Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos. (Oxford Languages)

### EUTROFIZACIÓN

La eutrofización es el proceso de contaminación más importante de las aguas en lagos, balsas, ríos, embalses, etc. Este proceso está provocado por el exceso de nutrientes en el agua, principalmente nitrógeno y fósforo, procedentes mayoritariamente de la actividad del hombre. (iAgua)

### LODOS

El sistema de lodos activados es un proceso de tratamiento de aguas residuales que se fundamenta en la utilización de microorganismos (sobre todo bacterias heterótrofas facultativas), que crecen en el agua residual, convirtiendo la materia orgánica disuelta en productos más simples como nuevas bacterias, dióxido de carbono y agua (iAgua)

### PERIURBANO

Que está situado en la periferia de una ciudad. (Oxford Languages)

### PLANTA DE AGUAS SERVIDAS

Es una instalación donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reúso en otras actividades de nuestra vida cotidiana. (Cuidoelagua.org)

### POZOS DE LASTRE

La acepción utilizada respecto de la actividad industrial de extracción de áridos es es indistintamente “industria de áridos” o “industria de pozos lastreos”. (BCN)

### RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es un método diseñado para la disposición final de la basura. Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña. (Binass.sa.cr)

### RIBERENO

De la ribera o que tiene relación con ella. Franja de tierra que está junto a un río o mar. (Oxford Languages)

### RIESGO HÍDRICO

Se plantea como la probabilidad de que un territorio experimente un evento perjudicial relacionado con el agua (Schulte, 2014)

### RILES

Los Residuos Industriales Líquidos, aguas de desecho resultantes del proceso, actividad o los servicios de las industrias (VoltaChile.cl)

### SANEAMIENTO:

Dotación de las condiciones necesarias de sanidad a un terreno, un edificio u otro lugar. Conjunto de obras, técnicas y dispositivos encaminados a establecer, mejorar o mantener las condiciones sanitarias de un edificio, una población, etc. (Oxford Languages)

### SANEAMIENTO AMBIENTAL

El Saneamiento ambiental básico es el conjunto de acciones, técnicas y socioeconómicas que garantizan la salud pública, que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Consiste en el mantenimiento de los elementos del medio ambiente (tanto naturales como aportados por el hombre) en condiciones aptas para el desarrollo del ser humano, en lo individual y en lo colectivo. (EcuRed)

### SEDIMENTAR

Dicho de un líquido: Depositar sedimento (Oxford Languages)

### SISS

La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) es el organismo normativo y fiscalizador de las empresas concesionarias que prestan los servicios de agua potable y alcantarillado. (MOP)

### FIG.57

Listado

Fuente: Elaboración propia



## CATÁLOGO : FLORA DE LA CUENCA DEL RÍO TOLTÉN

### FLORA TERRESTRE DE LA CUENCA DEL RÍO

#### Bosque Caducifolio del Sur:

Nombre común	<i>Nombre científico</i>
1. Roble	1. <i>Nothofagus obliqua</i>
2. Laure	2. <i>Laurelia sempervirens</i>
3. Roble	3. <i>Nothofagus obliqua</i>
4. Mañío de hojas largas	4. <i>Podocarpus saligna</i>
5. Olivillo	5. <i>Aextoxicom punctatum</i>
6. Laurel	6. <i>Laurelia sempervirens</i>
7. Murra	7. <i>Rubus ulmifolius</i>
8. Espinillo	8. <i>Ulex europaeus</i>
9. Pasto Miel	9. <i>Holcus lanatus</i>
10. Piojillo	10. <i>Agrostis tenuis</i>
11. Mostacilla	11. <i>Sisymbrium officinale</i>
12. Pasto Ovillo	12. <i>Dactylis glomerata</i>
13. Llantén	13. <i>Plantago major</i>
14. Piojillo	14. <i>Poa annua</i>
15. Contrahierba	15. <i>Gratiola peruviana</i>
16. Plagiobotris	16. <i>Plagiobothrys pratense</i>
17. Unquillo	17. <i>Juncus procerus</i>
18. Lotera	18. <i>Lotus corniculatus</i>

#### Bosque Laurifolio Valdiviano:

Nombre Común	<i>Nombre científico</i>
19. Olivillo	19. <i>Aextoxicom punctatum</i>
20. Ulmo	20. <i>Eucryphia cordifolia</i>
21. Olivillo	21. <i>Aextoxicom punctatum</i>
22. Coigue	22. <i>Nothofagus dombeyii</i>
23. Mañío hojas largas	23. <i>Podocarpus salign</i>
24. Ulmo	24. <i>Eucryphia cordifolia</i>
25. Tineo	25. <i>Weinmannia trichosperma</i>
26. Lingue	26. <i>Persea lingue</i>
27. Ulmo	27. <i>Eucryphia cordifolia</i>
28. Huella	28. <i>Corynabutilum vitifolium</i>
29. Maqui	29. <i>Aristotelia chilensis</i>
30. Calafate	30. <i>Berberis buxifolia</i>
31. Huayún	31. <i>Rhaphithamnus spinosu</i>
32. Unquillo	32. <i>Juncus bufonius</i>
33. Quira	33. <i>Juncus planifolius</i>

#### Bosque Caducifolio Mixto de la Cordillera Andina:

Nombre común	<i>Nombre científico</i>
34. Raulí	34. <i>Nothofagus alpina</i>
35. Coigue	35. <i>Nothofagus dombeyii</i>
36. Colihue	36. <i>Chusquea coleu</i>
37. Chaura	37. <i>Guayultheria phyllireaeifolia</i>
38. Leña dura	38. <i>Maytenus magellanica</i>
39. Saucó del diablo	39. <i>Pseudopanax laetevirens</i>

#### Bosque Caducifolio Alto Andino de la Araucanía:

Nombre común	<i>Nombre científico</i>
40. Araucaria	40. <i>Araucaria araucana</i>
41. Lengua	41. <i>Nothofagus pumilio</i>

### FLORA ACUÁTICA DE LA CUENCA DEL RÍO TOLTÉN

42. Llantén de agua	42. <i>Alisma plantago-aquatica</i>
43. Carrizo, totora	43. <i>Arundo donax</i>
44. Flor del pato, Tembladerilla	44. <i>Azolla filiculoides</i>
45. Huencheco	45. <i>Callitriche palustris</i>
46. Flor de la piedra	46. <i>Crassula erecta</i>
47. Cortadera"	47. <i>Cyperus eragrostis</i>
48. Luchecillo, huiro	48. <i>Elodea densa</i>
49. Contrahierba	49. <i>Gratiola peruviana</i>
50. Yerba de la plata	50. <i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
51. Tembladerilla	51. <i>Hydrocotyle volckmanni</i>
52. Isete	52. <i>Isoetes savatieri</i>
53. Junquillo, junco	53. <i>Juncus procerus</i>
54. Lenteja de agua	54. <i>Lemna valdiviana</i>
55. Canutillo	55. <i>Leptocarpus chilensis</i>
56. Romerillo	56. <i>Lythrum album</i>
57. Placa, berro	57. <i>Mimulus bridgesii</i>
58. Placa	58. <i>Mimulus luteus</i>
59. Pitra	59. <i>Myrceugenia exsucca</i>
60. Pasto pinito	60. <i>Myriophyllum brasiliense</i>
61. Hierba del sapo	61. <i>Myriophyllum elatinoides</i>
62. Berro	62. <i>Nasturtium officinale</i>
63. Loto	63. <i>Nymphaea alba</i>
64. Duraznillo	64. <i>Polygonum hidropiperoides</i>
65. Huiro	65. <i>Potamogeton gayi</i>
66. Huiro	66. <i>Potamogeton linguatus</i>
67. Huiro	67. <i>Potamogeton lucens</i>
68. Huiro	68. <i>Potamogeton lucens var. B</i>
69. Huiro	69. <i>Potamogeton obtusifolius</i>
70. Huiro	70. <i>Potamogeton pectinatus</i>
71. Huiro	71. <i>Potamogeton pusillus var. T</i>
72. Huiro	72. <i>Potamogeton stenostachys</i>
73. Sosa	73. <i>Salicornia fruticosa</i>
74. Mimbre	74. <i>Salix viminalis</i>
75. Totora	75. <i>Scirpus californicus</i>
76. Hualtata, paco	76. <i>Senecio fistulosus</i>
77. Taisana	77. <i>Spergularia rubra</i>
78. Hierba de la paloma	78. <i>Triglochin maritima</i>
79. Vatro, totora	79. <i>Typha angustifolia</i>
80. No me olvides del campo	80. <i>Veronica anagallis-aquatica"</i>

**FIG.58**

Especies flora de la cuenca del río Toltén  
Fuente: DGA, MOR, (2004), Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Toltén, p.17-20

# CATÁLOGO : FLORA DE LA CUENCA DEL RÍO TOLTÉN

*Especies representativas*



1. Roble



5. Olivillo



7. Murra



6. Laurel



8. Espinillo



9. Pasto Miel



13. Llantén



15. Contrahierba



20. Ulmo



29. Maqui



30. Calafate



33. Quira



34. Raulí



35. Coigue



37. Chaura



38. Leña dura



40. Araucaria



41. Lengua



42. Llantén de Agua



43. Carrizo, Totorá



48. Luchencillo



50. Yerba de plata



53. Junquillo



56. Romerillo



58. Placa



63. Loto



65. Huiro



72. Huiro



73. Sosa



77. Taisana



80. No me olvides del campo

FIG.59

Especies flora de la cuenca del río Toltén

Fuente: Elaboración propia, en base a información DGA, MOP (2004), Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Toltén, p.17-20

## CATÁLOGO : FAUNA ACUÁTICA DEL RÍO TOLTÉN

### FAUNA BENTÓNICA RÍO TOLTÉN

Especie	Familia
1. Hyalella sp	1. Hyalellidae
2. Aegla sp	2. Aeglidae
3. Parastacus spinifrons	3. Parastacidae
4. Berosus sp	4. Hydrophilidae
5. Hydrophilidae	5. Hydrophilidae
6. Nousia minor	6. Leptophebiidae
7. Penaphlebia chilensis	7. Leptophebiidae
8. Siphonella sp	8. Oniscogastridae
9. Meridialaris laminata	9. Oniscogastridae
10. Notonecta sp	10. Notonectidae
11. Protochauliodes sp.	11. Corydalidae
12. Aeshna sp.	12. Aeshnidae
13. Lestes undulatus	13. Lestidae
14. Magellomyia sp	14. Limnephilidae
15. Pisidium sp	15. Sphaeridae
16. Chilina sp	16. Chiliniidae
17. Littoridina	17. Annicolidae
18. Diplodon chilensis	18. Hiiridae

### FAUNA ÍCTICA RÍO TOLTÉN

Nombre	Nombre científico
19. Bagre chico	19. <i>Trichomycterus areolatus</i>
20. Carmelita	20. <i>Percilia gillissi</i>
21. Cauque	21. <i>Odontesthes mauleanum</i>
22. Farionela	22. <i>Aplochiton taeniatus</i>
23. Farionela listada	23. <i>Aplochiton zebra</i>
24. Gambusia	24. <i>Gambusia affinis</i>
25. Lamprea anguila	25. <i>Geotria australis</i>
26. Lisa	26. <i>Mugil cephalus</i>
27. Pejerrey chileno	27. <i>Basilichthys Australis</i>
28. Puye	28. <i>Galaxias maculatus</i>
29. Perca trucha	29. <i>Percichthys trucha</i>
30. Pocha del sur	30. <i>Cheirodon australe</i>
31. Puye	31. <i>Galaxias platei</i>
32. Puye, Peladilla	32. <i>Brachygalaxias bullocki</i>
33. Robalo	33. <i>Eleginops maclovinus</i>
34. Trucha arcoiris	34. <i>Oncorhynchus mykiss</i>
35. Trucha de río	35. <i>Salmo trutta fario</i>

**FIG.60**

Fauna acuática de la cuenca del río Toltén

Fuente: Elaboración propia, en base a información DGA, MOP (2004), Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Toltén. p.17-20

CATÁLOGO : FAUNA ACUÁTICA DEL RÍO TOLTÉN  
*Especies representativas*



1. *Hyalella sp*



3. *Parastacus spinifrons*



5. *Hydrophilidae*



9. *Meridalaris laminata*



11. *Protochanliodes sp.*



14. *Magellomyia sp*



16. *Chilina sp*



20. *Carmelita*



22. *Farionela*



27. *Pejerrey chileno*



29. *Perca trucha*



32. *Puye, Peladilla*



34. *Trucha arcoiris*



35. *Trucha de río*

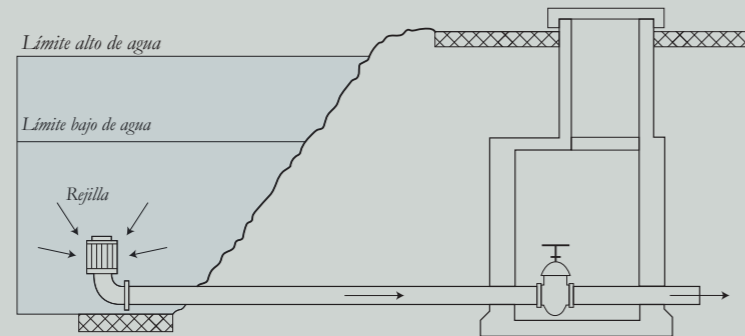
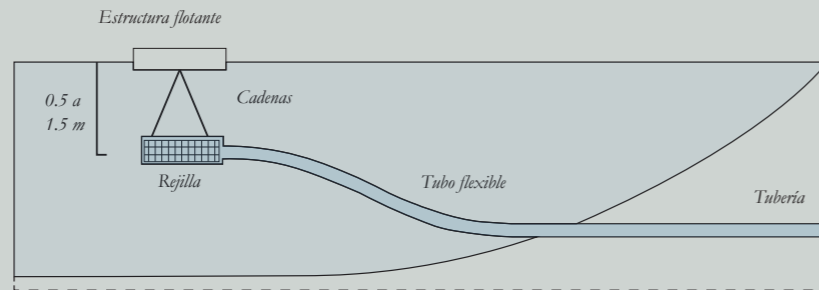
FIG.61

Fauna acuática de la cuenca del río Toltén  
Fuente: Elaboración propia, en base a información DGA, MOP, (2004), Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Toltén. p.17-20

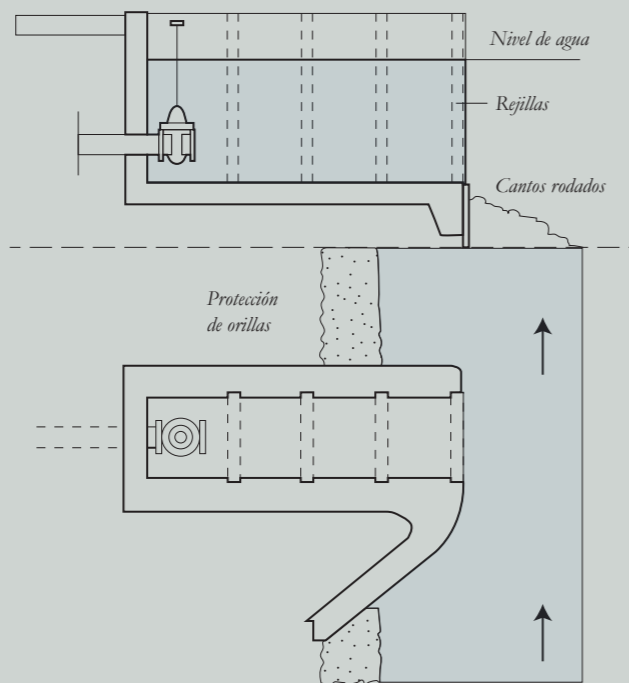
# CATÁLOGO: ARTEFACTOS HÍDRICOS

## FORMAS DE CAPTAR AGUAS SUPERFICIALES

### 1. CAPTACIÓN NO PROTEGIDA

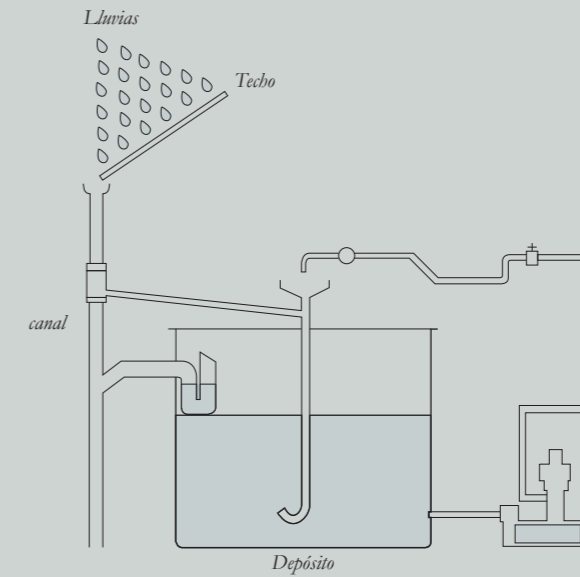


### 2. CAPTACIÓN PROTEGIDA

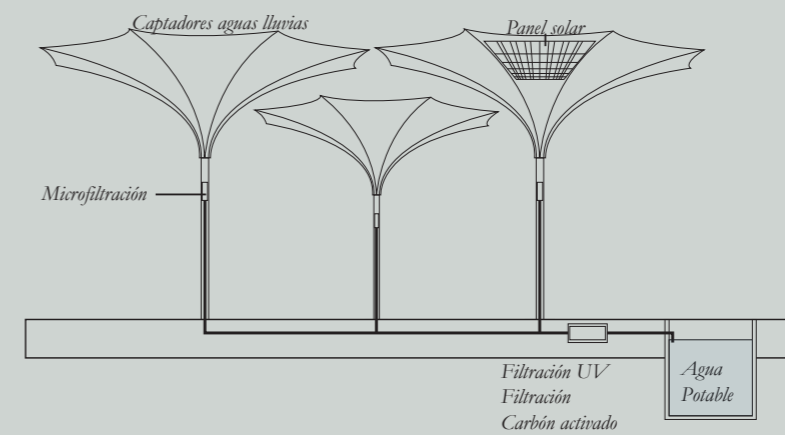


## FORMAS DE CAPTAR AGUAS LLUVIAS

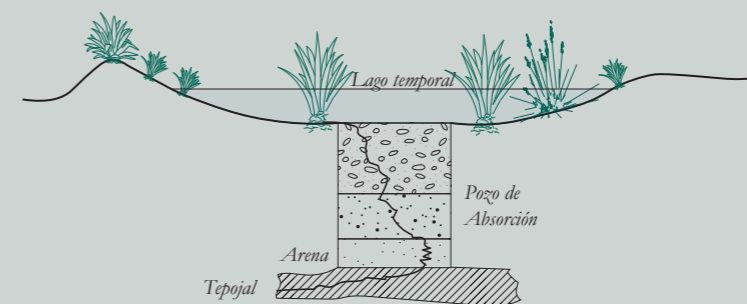
### 1. VIVIENDA



### 2. PARAGUAS INVERTIDO



### 3. JARDÍN DE LLUVIA



### FORMA CAPTACIÓN AGUA SUBTERRÁNEA

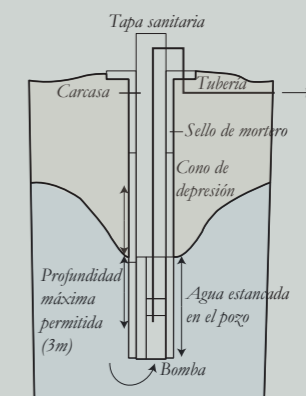


FIG.62

Catálogo de artefactos hídricos.

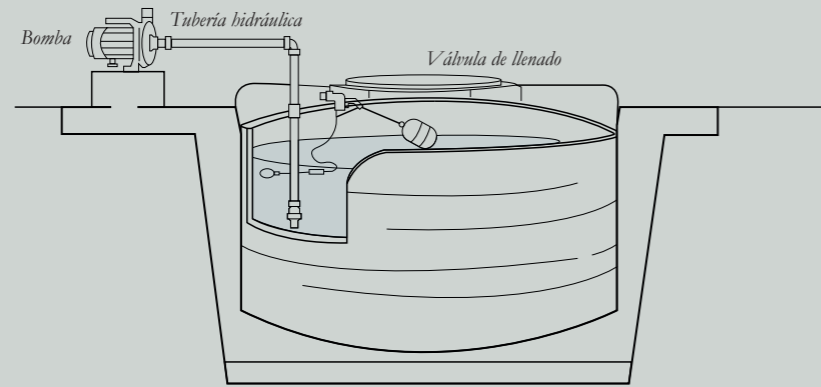
Fuente: Elaboración propia en base a información SSWN.info; Callisaya, E (2013) Aguas Pluviales, p.1-8; Avatarenergia.com; Bianconi, S (2010) Jardines de lluvia; Oa.upm.es



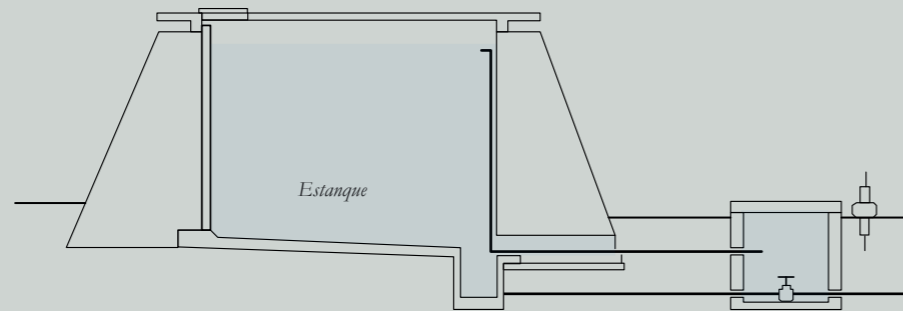
# CATÁLOGO: ARTEFACTOS HÍDRICOS

## FORMAS DE ALMACENAR AGUA

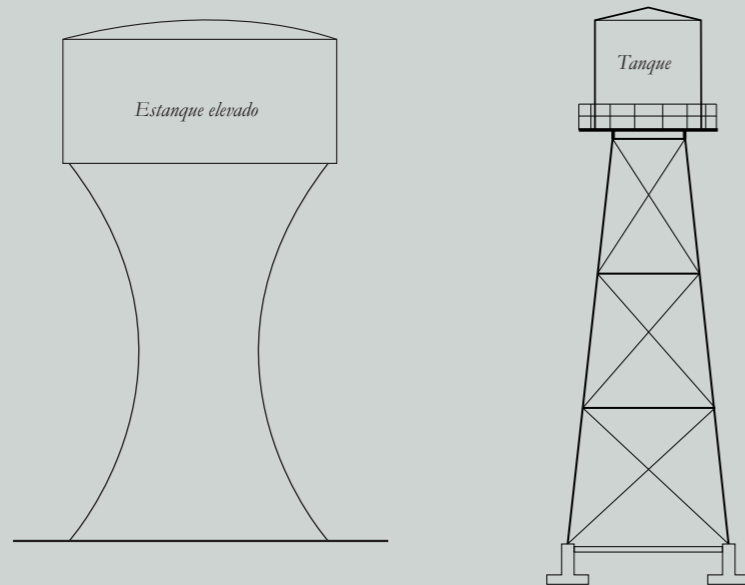
### 1. CISTERNA



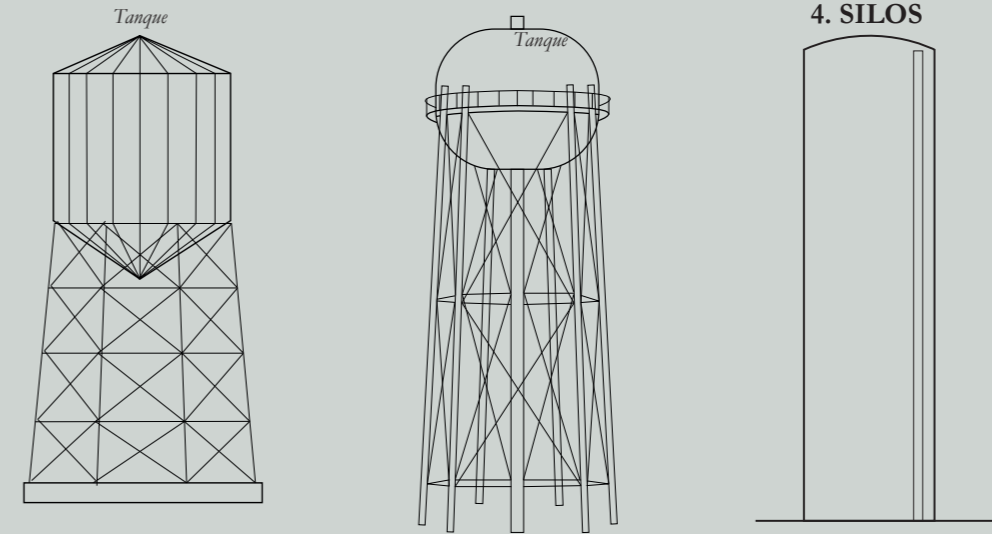
### 2. TANQUE



### 3. COPAS DE AGUAS

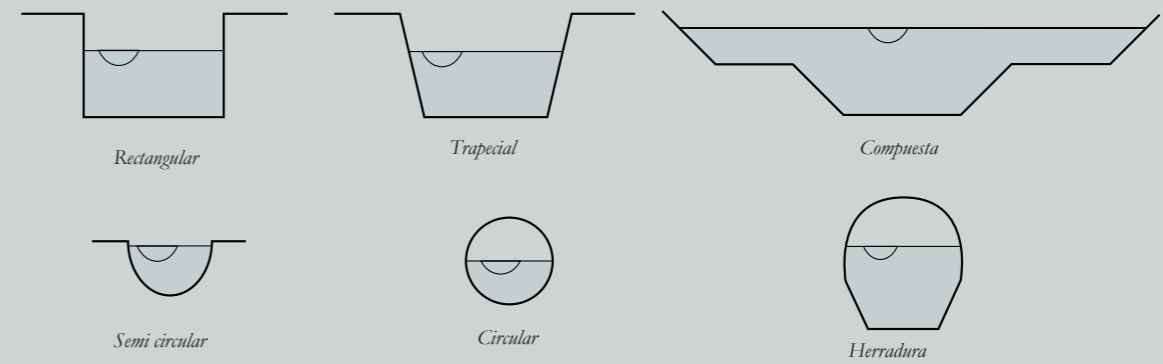


### 4. SILOS



## FORMAS DE TRANSPORTAR AGUA

### 1. CANALES



### 2. TUBERÍAS

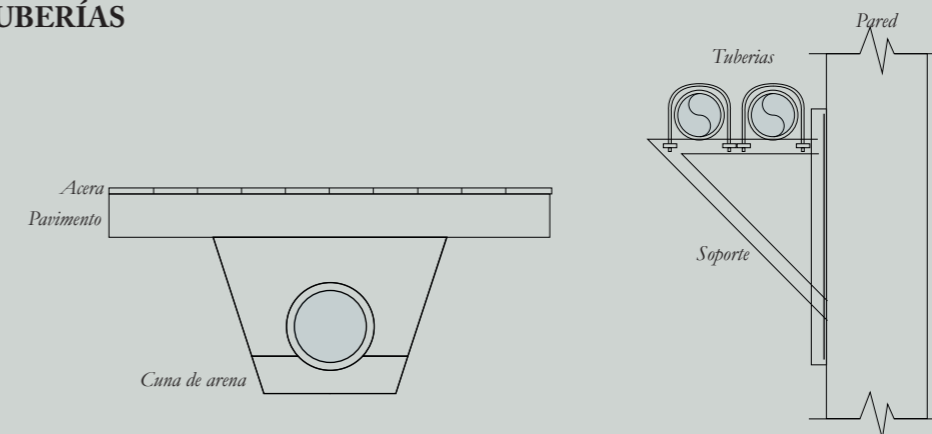


FIG.63

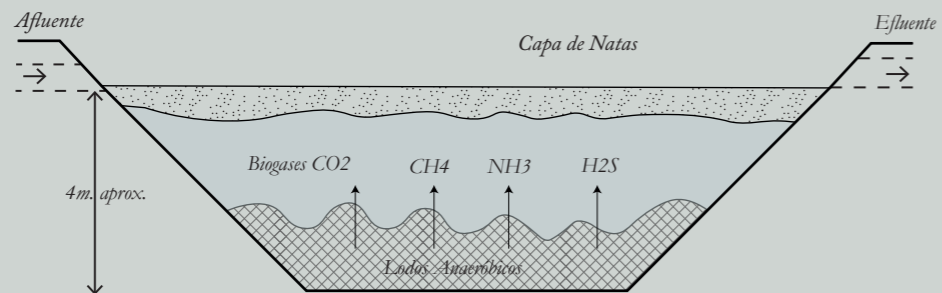
Catálogo de artefactos hídricos.

Fuente: Elaboración propia en base a información Dalsem.com; Redagricola.com; Civilgeeks.com;

# CATÁLOGO: SISTEMAS DE DEPURACIÓN BIOLÓGICOS

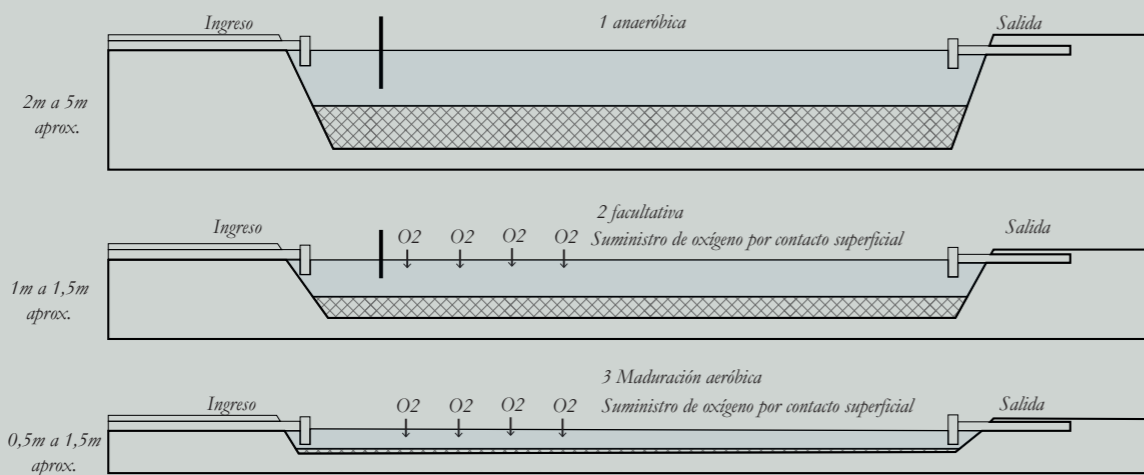
## SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL TIPO NO CONVENCIONAL

### 1. LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

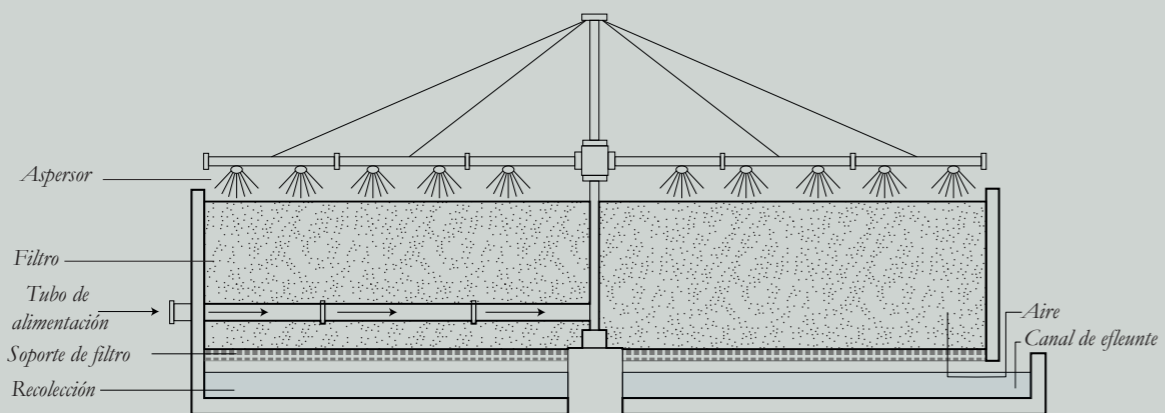


## SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL TIPO CONVENCIONAL

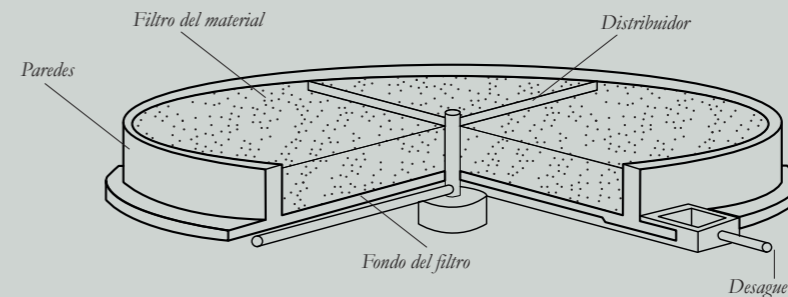
### 1. LAGUNAS AIREADAS



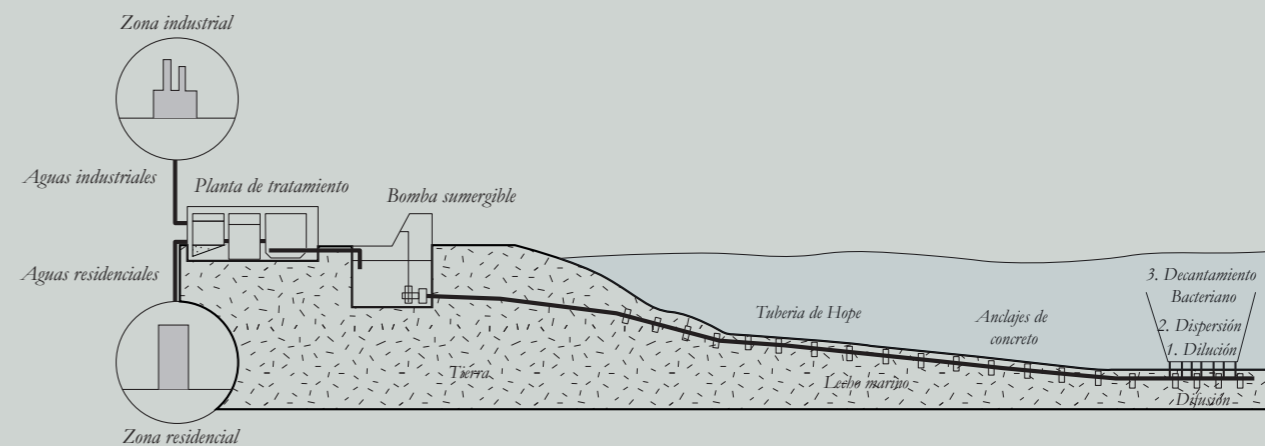
### 2. BIOFILTROS O FILTROS PERCOLADORES



### 2.1. VARIACIÓN BIOFILTRO



### 3. EMISARIO SUBMARINO



### 4. BIODISCOS

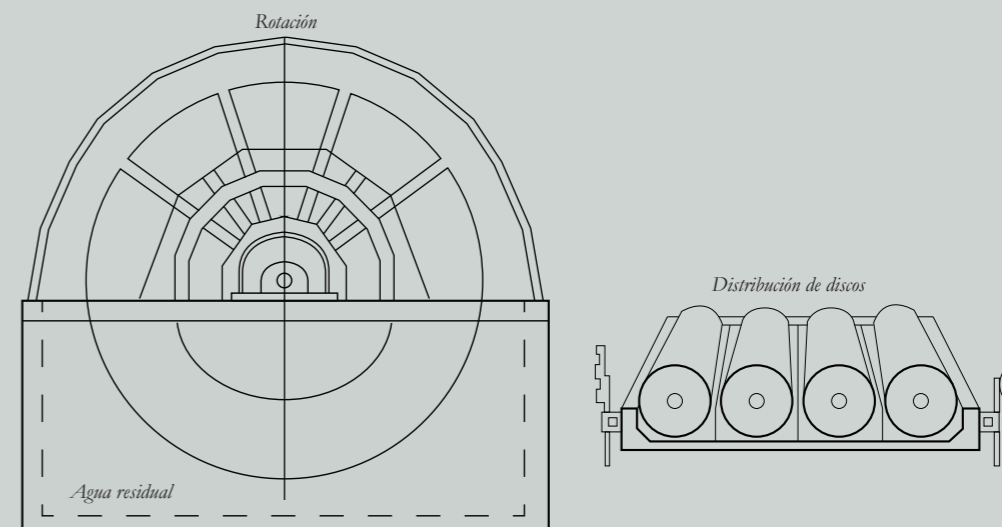


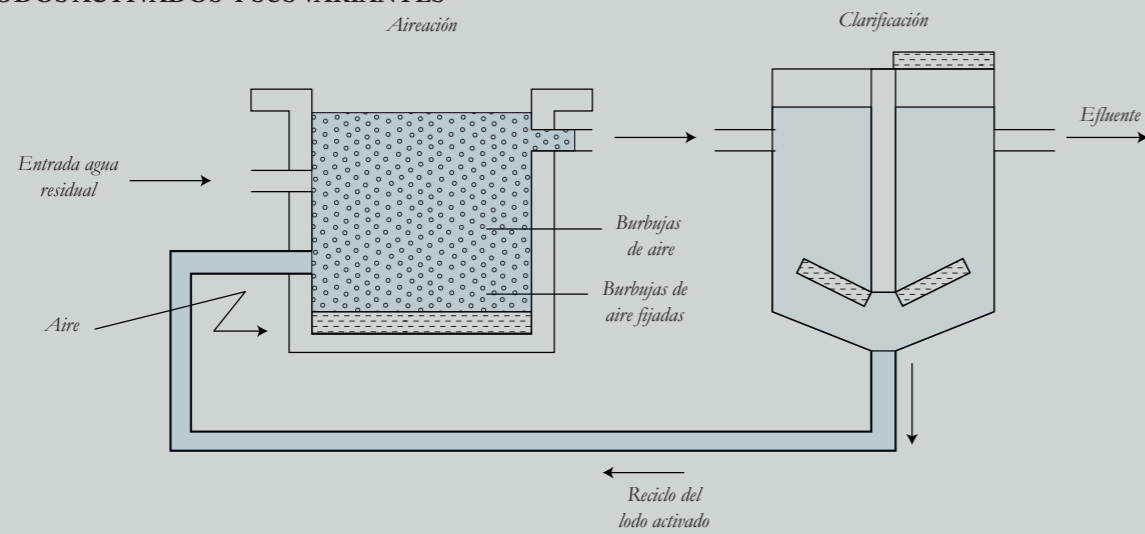
FIG.64

Catálogo de sistemas de depuración.

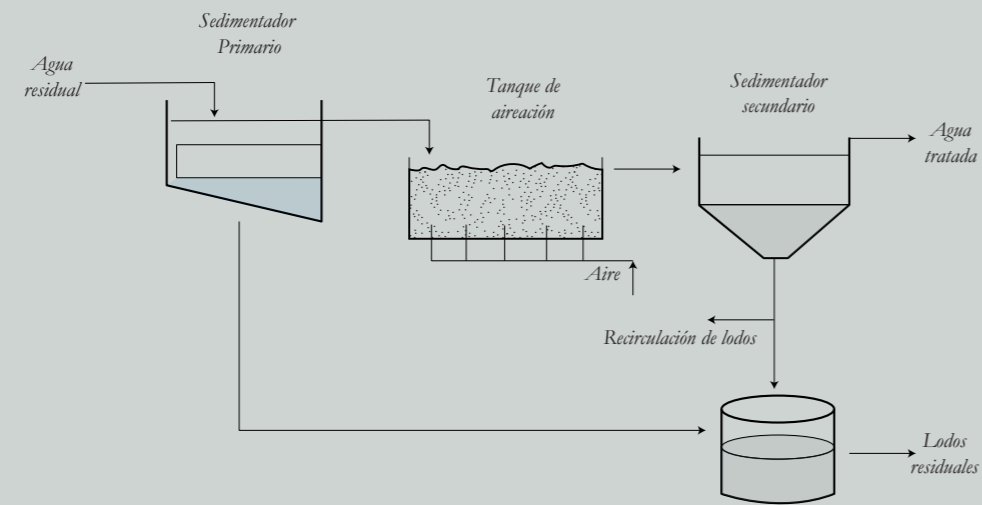
Fuente: Elaboración propia, en base a Pérez, V (2010) Selección de sistema de tratamiento de aguas residuales para localidad de Santa Bárbara usando metodología de decisión multicriterio AHP. p.22-68.

# CATÁLOGO: SISTEMAS DE DEPURACIÓN BIOLÓGICOS

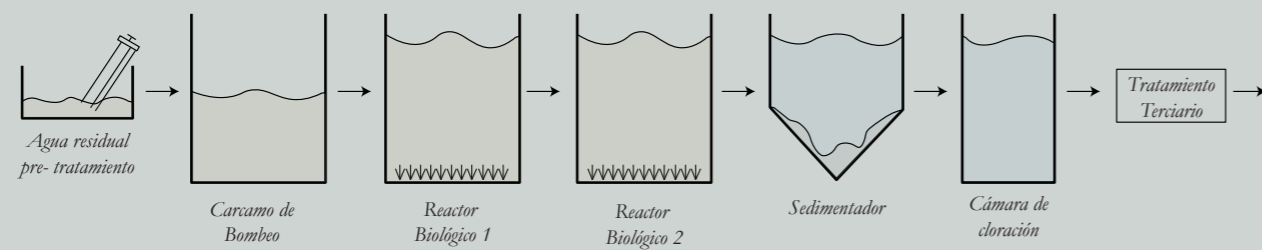
## 5. LODOS ACTIVADOS Y SUS VARIANTES



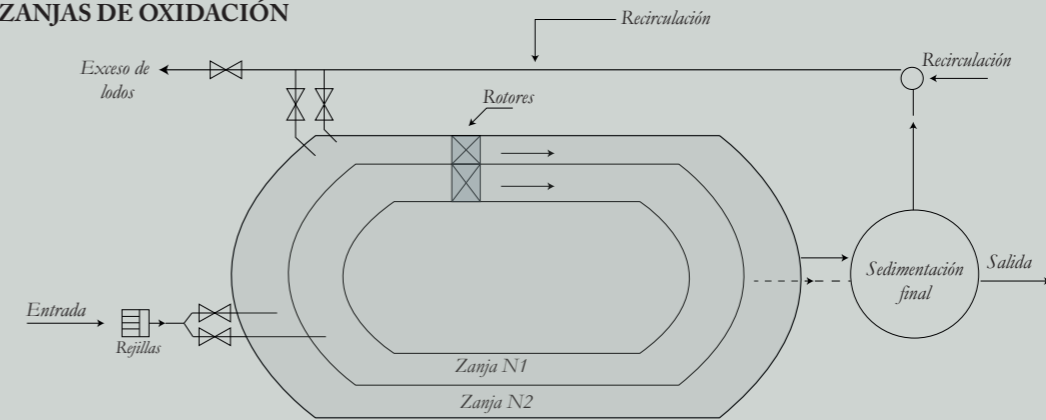
### 5.1. CONVENCIONAL



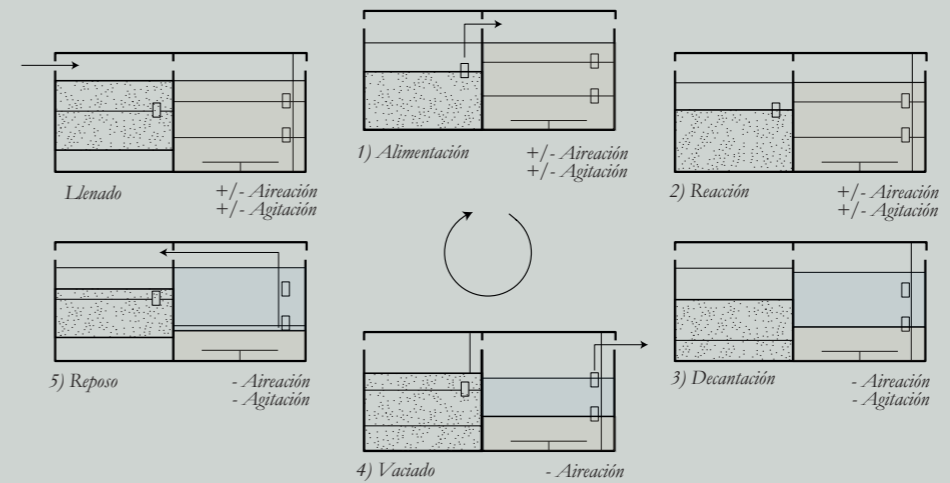
### 5.2 AIREACIÓN EXTENDIDA



## 6. ZANJAS DE OXIDACIÓN



## 7. REACTOR SBR



## SISTEMAS INNOVADORES

### 1. LODO ACTIVADO EN POZO PROFUNDO (VERTREAT)

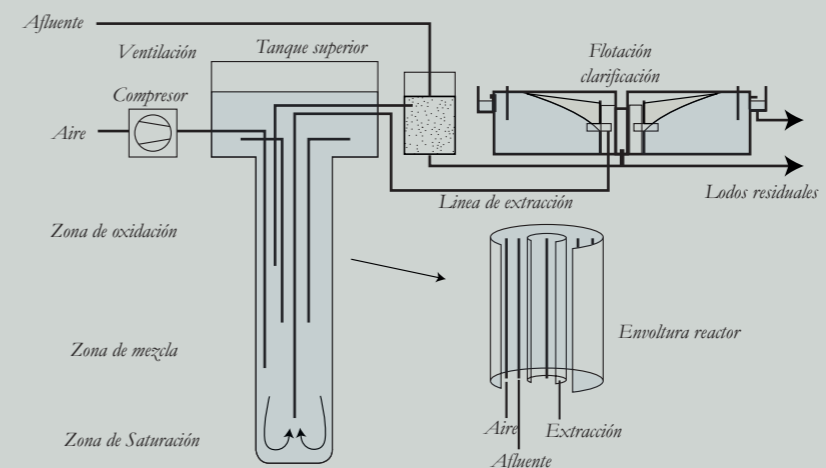
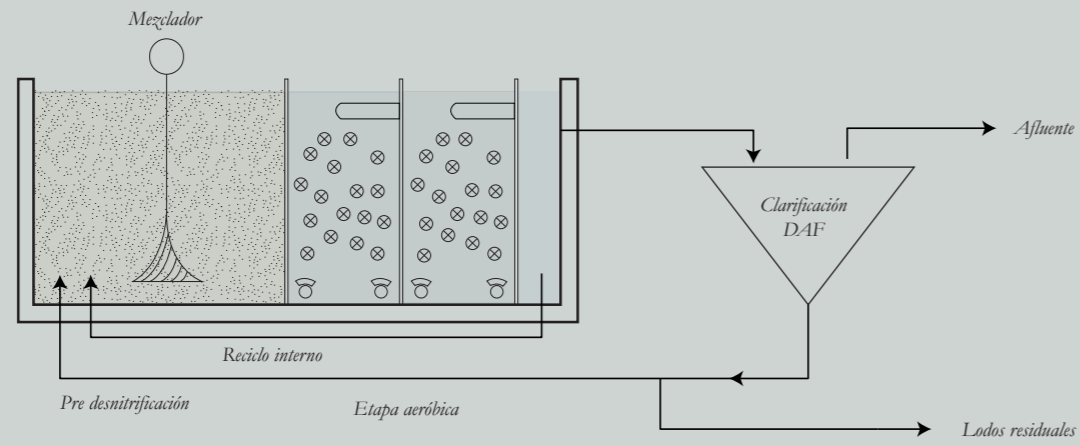


FIG.65

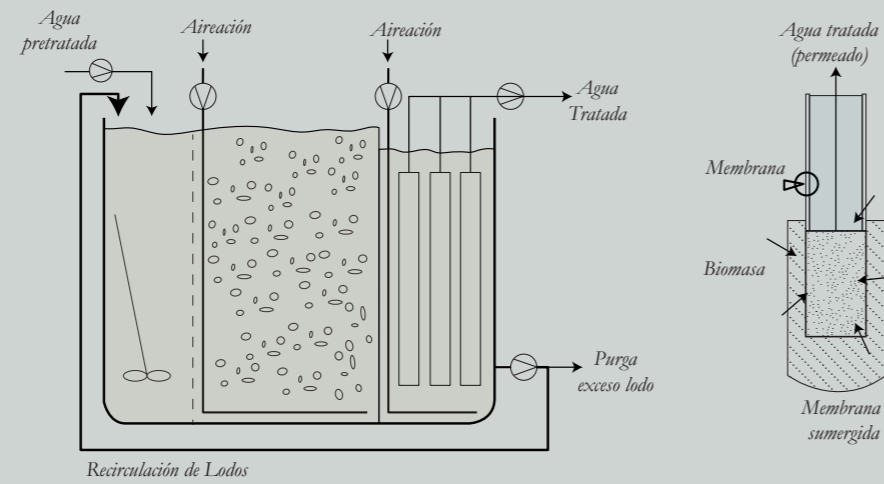
Catálogo de sistemas de depuración.  
Fuente: Elaboración propia, en base a Pérez, V (2010) Selección de sistema de tratamiento de aguas residuales para localidad de Santa Bárbara usando metodología de decisión multicriterio AHP. p.22-68.

# CATÁLOGO: SISTEMAS DE DEPURACIÓN BIOLÓGICOS

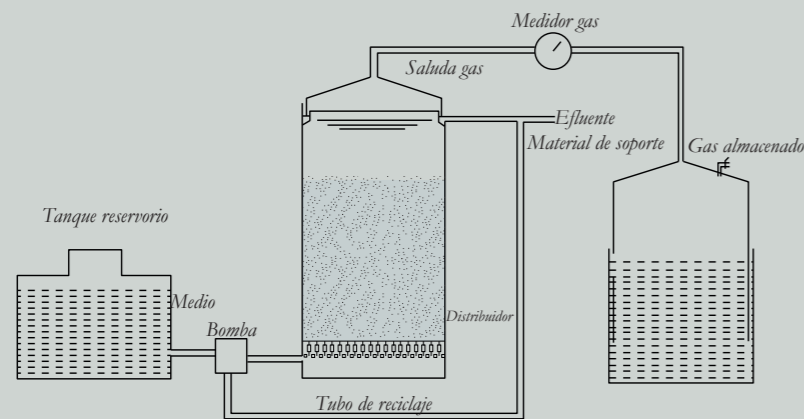
## 2. PELÍCULA FIJA (IFAS)



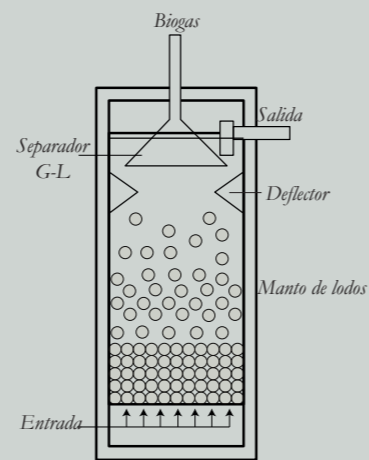
## 3. BIORREACTOR DE MEMBRANA MBR



## 4. BIORREACTOR DE LECHO FLUIDIFICADO

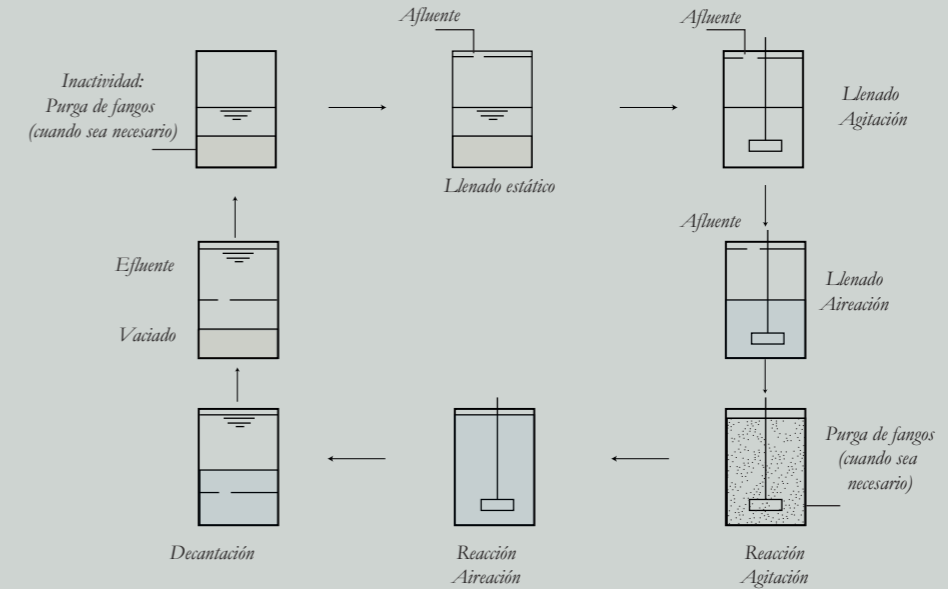


## 5. UASB



## SISTEMAS DE REMOCIÓN DE NUTRIENTES

### 1. FANGOS ACTIVADOS



### 2. TRATAMIENTO AVANZADO NEWATER

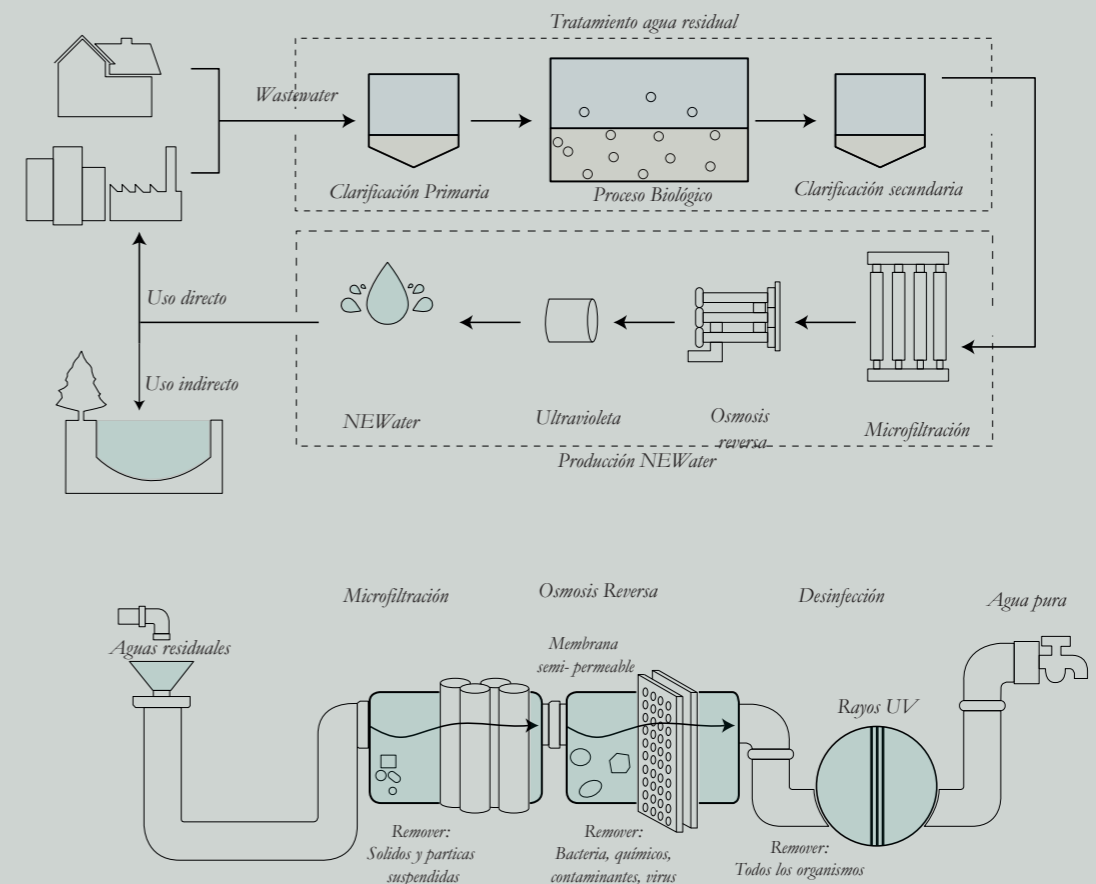


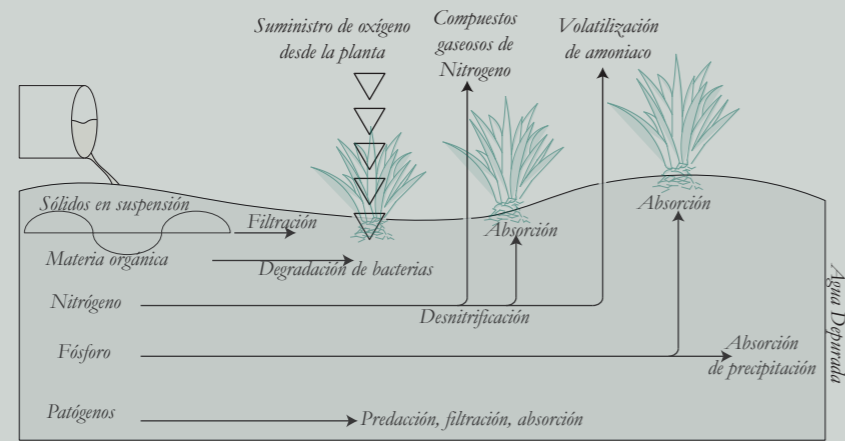
FIG.66

Catálogo de sistemas de depuración.

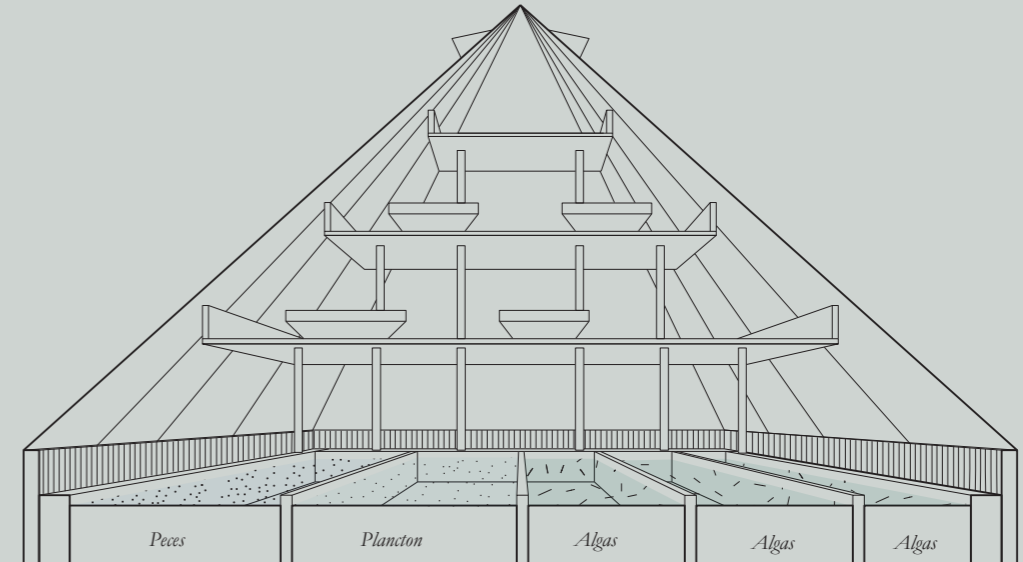
Fuente: Elaboración propia, en base a Pérez, V (2010) Selección de sistema de tratamiento de aguas residuales para localidad de Santa Bárbara usando metodología de decisión multicriterio AHP. p.22-68; PUB (s.f) NeWater.

# CATÁLOGO: SISTEMAS DE DEPURACIÓN NATURALES

## SISTEMA PRINCIPAL: VEGETACIÓN, MEDIOS FILTRANTES Y HUMEDALES

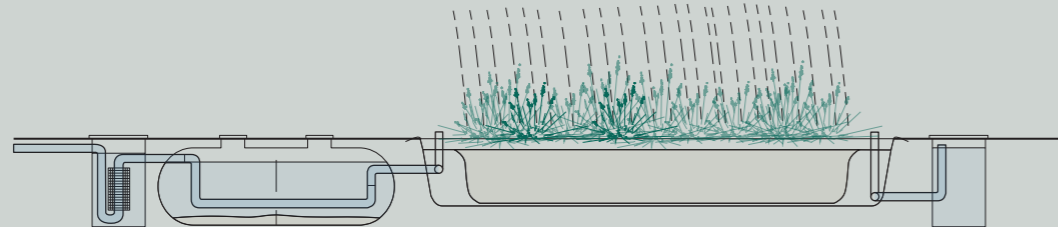


## 4. ESTANQUES DE DEPURACIÓN NATURAL

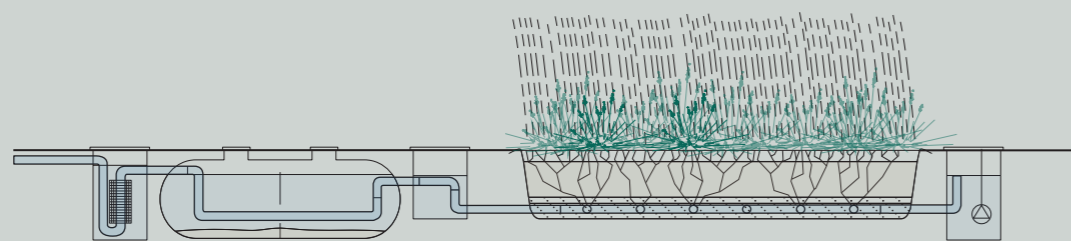


## VARIANTES DEL SISTEMA PRINCIPAL

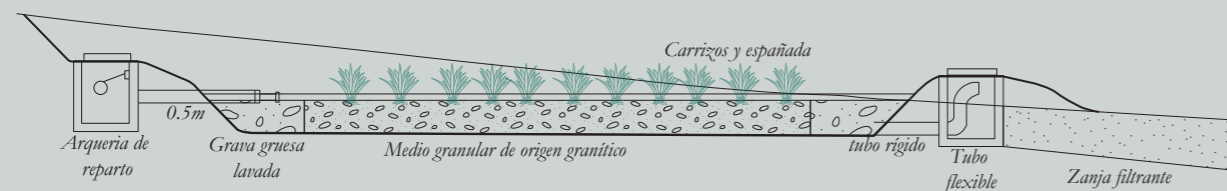
### 1. FITODEPURACIÓN FLUJO SUPERFICIAL : EXTENSIVOS Y COMPACTOS



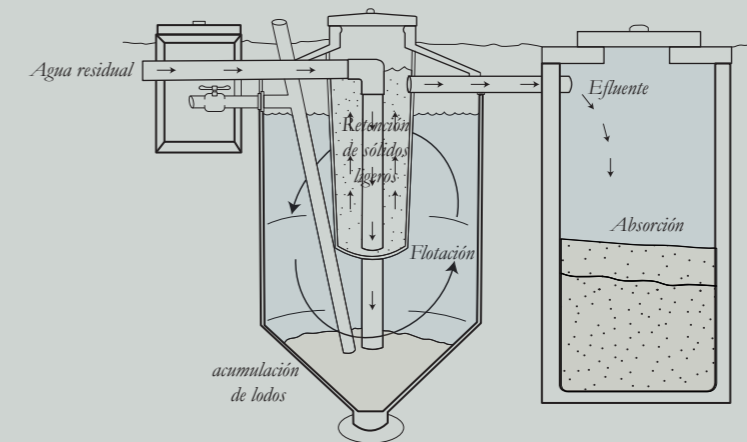
### 2. FITODEPURACIÓN FLUJO SUPERFICIAL : EVOTRANSPIRACIÓN



### 3. HUMEDAL



## 5. BIODIGESTOR



## 6. SISTEMA TOHÁ: LOMBIFILTRO

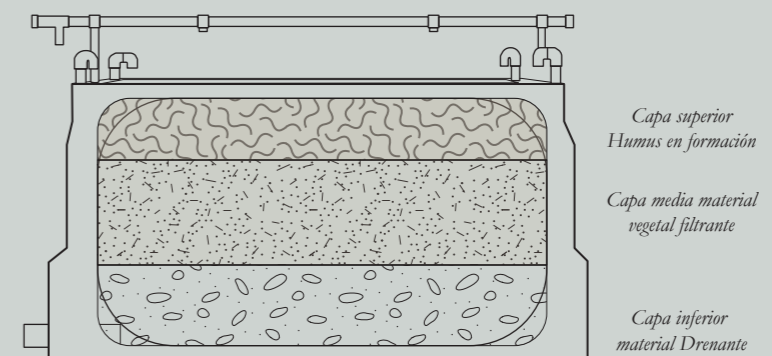


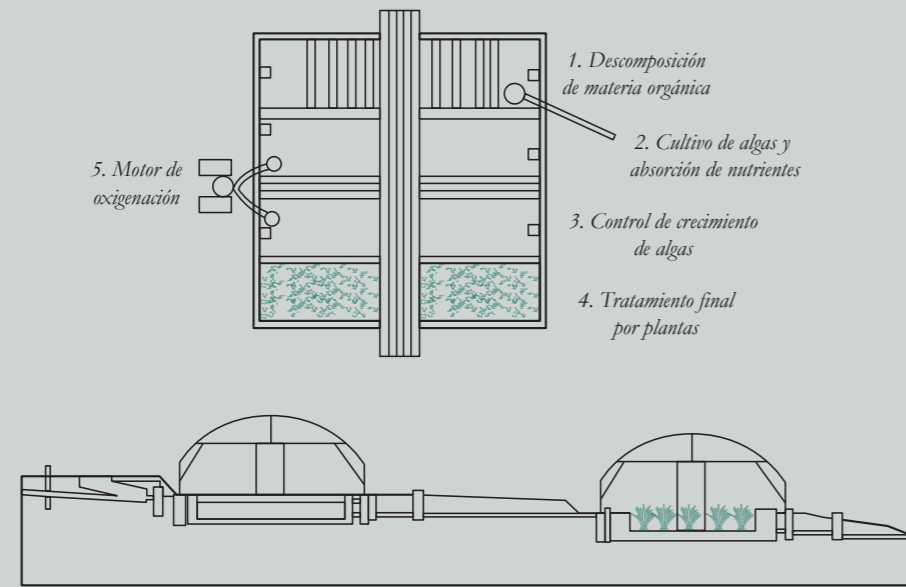
FIG.67

Catálogo de sistemas de depuración.

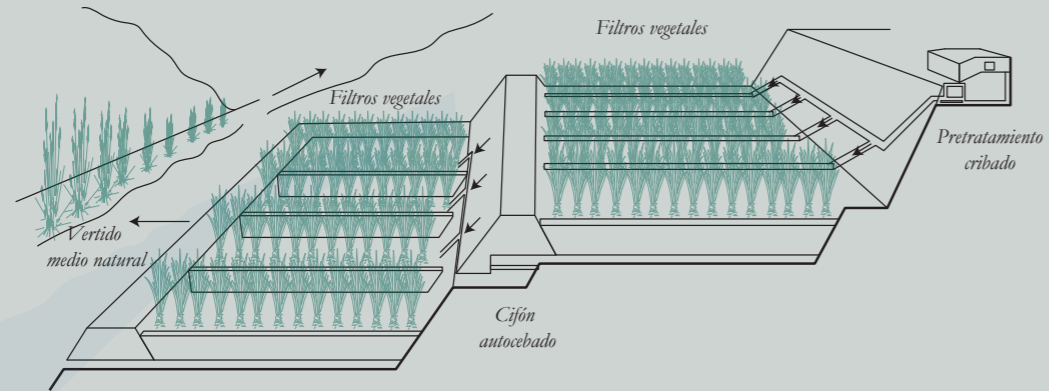
Fuente: Elaboración propia, en base a Izembart, I., & Le Boudec, B. (2003). Waterscapes. p. 45-104; Lafitodepuración.com; Fitofilter Water ecosolutions; Blog ecológico, urbanarbolismo.com; infolur S.L ingeniería; Sistematocha.cl

# CATÁLOGO: SISTEMAS DE DEPURACIÓN NATURALES

## 7. MACRÓFITAS E INVERNADERO

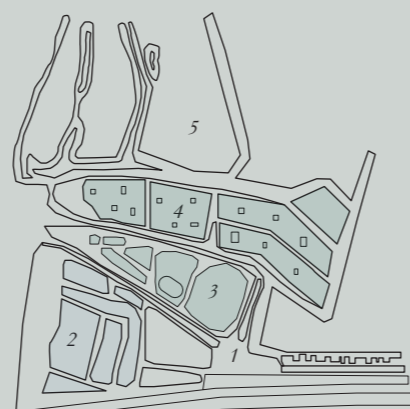


## 8. LECHOS VEGETALES

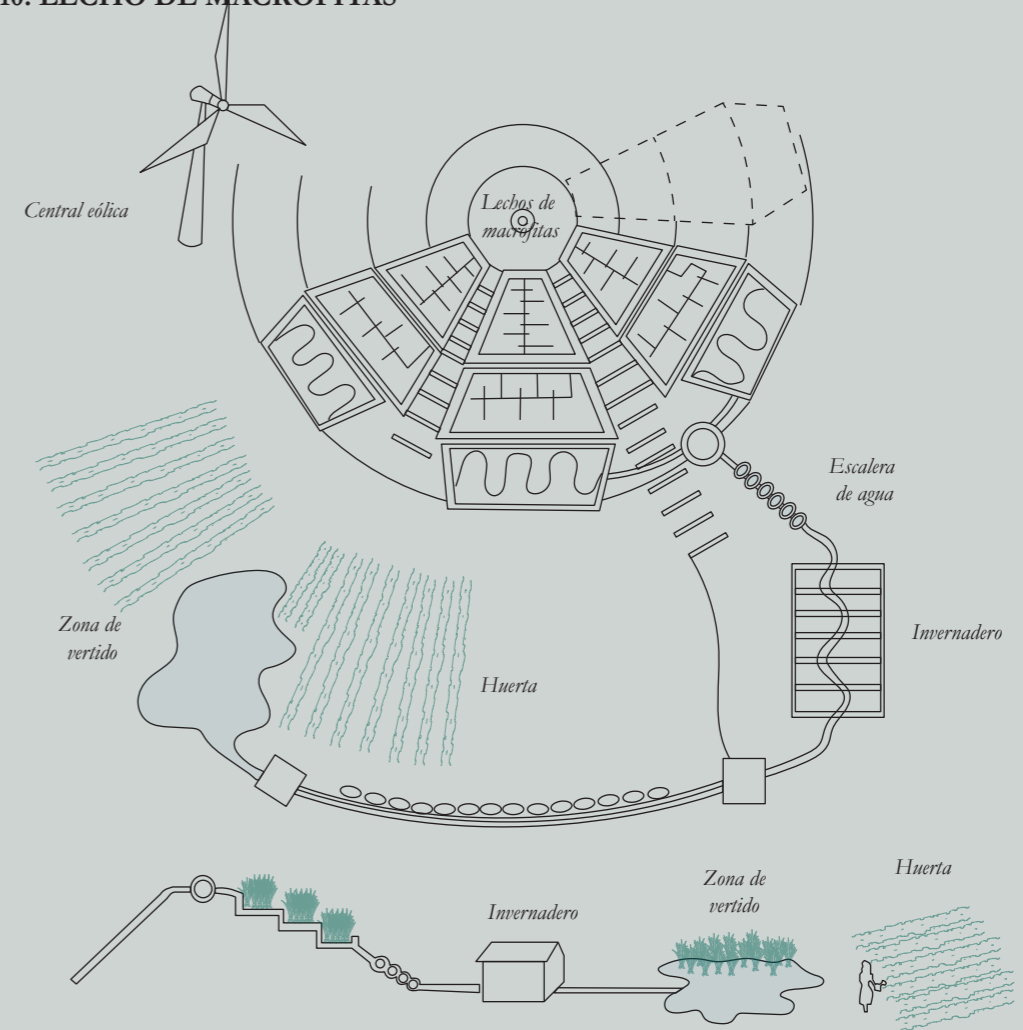


## 9. PANTANO DE DEPURACIÓN

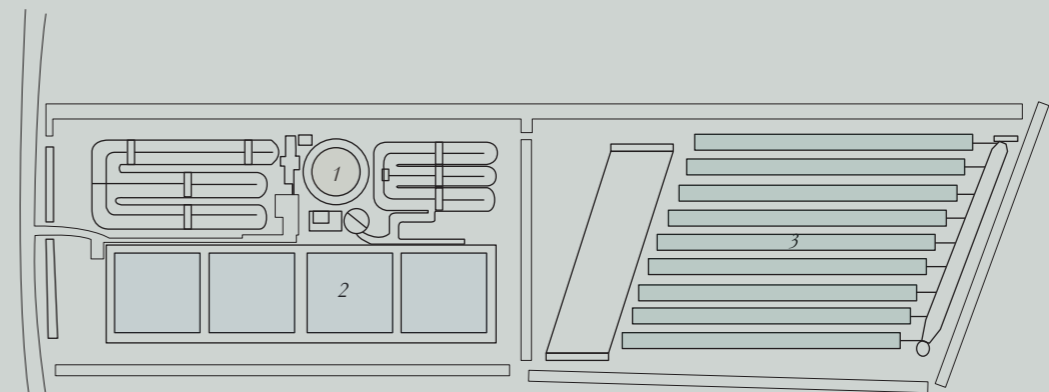
1. Centro de interpretación
2. Estanques
3. Pantanos de HARD
4. Pantanos de Hayeard
5. Pantanos Cogswel



## 10. LECHO DE MACRÓFITAS



## 11. DEPURADORA Y OXIGENACIÓN DE AGUAS



1. Depuradora tradicional / 2. Lagunas / 3. Filtros plantados

FIG.68

Catálogo de sistemas de depuración.  
Fuente: Elaboración propia, en base a Izembart, I., & Le Boudec, B. (2003). Waterscapes, p. 45-104;



### DFL 1.122



#### CODIGO DE AGUAS

##### DE LAS AGUAS Y DEL DERECHO DE APROVECHAMIENTO

**ARTICULO 5°**- Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del presente código.

**ARTICULO 6°**- El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe este Código.

El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley.

**ARTICULO 12°**- Los derechos de aprovechamiento son consuntivos o no consuntivos; de ejercicio permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado entre varias personas.

**ARTICULO 13°**- Derecho de aprovechamiento consuntivo es aquel que faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad.

##### PROTECCIÓN DE LAS AGUAS Y LOS CAUSES

**ARTICULO 129 bis°**- Si de la ejecución de obras de recuperación de terrenos húmedos o pantanosos resultara perjuicio a terceros, las aguas provenientes de tales obras deberán ser vertidas al cauce natural más próximo. De no ser posible lo anterior, ellas serán vertidas a cauces artificiales, con autorización de sus propietarios, o a otros cauces naturales. En este último caso, deberá obtenerse autorización de la Dirección General de Aguas en conformidad al Párrafo 1° del Título I del Libro II de este Código.

**ARTICULO 129 bis 1°**- Al constituir los derechos de aprovechamiento de aguas, la Dirección General de Aguas velará por la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente, debiendo para ello establecer un caudal ecológico mínimo, el cual sólo afectará a los nuevos derechos que se constituyan, para lo cual deberá considerar también las condiciones naturales pertinentes para cada fuente superficial.



### LEY NÚM. 20.417



#### CREA EL MINISTERIO, EL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE.

##### ARTÍCULO OCTAVO

Modifícase el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas, en el siguiente sentido:

a) *Agrégame, en el inicio del inciso segundo, el siguiente párrafo: "Un reglamento, que deberá llevar la firma de los Ministros del Medio Ambiente y Obras Públicas, determinará los criterios en virtud de los cuales se establecerá el caudal ecológico mínimo."*

##### ARTÍCULO 61

La presente ley no afectará las facultades y competencias que la ley N° 18.902 entrega a la Superintendencia de Servicios Sanitarios en materia de supervigilancia, control, fiscalización y sanción del cumplimiento de las normas relativas a la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado que realicen las concesionarias de servicios sanitarios.



### LEY 19300



#### APRUEBA LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE.

##### Disposiciones Generales ARTÍCULO 2

Para todos los efectos legales, se entenderá por:

r) *Recursos Naturales: los componentes del medio ambiente susceptibles de ser utilizados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades o intereses espirituales, culturales, sociales y económicos;*

s) *Reparación: la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas;*

t) *Zona Latente: aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental.*

u) *Zona Saturada: aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.*



### DECRETO 90



#### ESTABLECE NORMA DE EMISION PARA LA REGULACION DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LIQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES.

La presente norma tiene como objetivo de protección ambiental prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.

Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República.

##### DISPOSICIONES GENERALES

La presente norma de emisión establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile.

3.1 *Carga contaminante media diaria: Es el cociente entre la masa o volumen de un contaminante y el número de días en que se descarga el residuo líquido al cuerpo de agua, durante el mes del año en que se genera la máxima producción de dichos residuos. Se expresa en unidades de masa por unidades de tiempo (para sólidos suspendidos, aceites y grasas, hidrocarburos totales, hidrocarburos volátiles, hidrocarburos fijos, DBO5, arsénico, aluminio, boro, cadmio, cianuro, cloruros, cobre, índice de fenoles, cromo hexavalente, cromo total, estaño, flúor, fósforo, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, nitrógeno total kjeldahl, nitrato y nitrito, pentaclorofenol, plomo, SAAM, selenio, sulfatos, sulfuro, tetracloroetano, tolueno, triclorometano, xileno y zinc), en unidades de volumen por unidad de tiempo (para sólidos sedimentables) o en coliformes por unidad de tiempo (para coliformes fecales o termotolerantes).*



### DECRETO 46



#### ESTABLECE NORMA DE EMISION DE RESIDUOS LIQUIDOS A AGUAS SUBTERRANEAS

##### Disposiciones generales

**ARTÍCULO 1°.** Establécese la siguiente norma de emisión que determina las concentraciones máximas de contaminantes permitidas en los residuos líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlo.

**ARTÍCULO 2°.** La presente norma no será aplicable a las labores de riego, a los depósitos de relaves y a la inyección de las aguas de formación a los pozos de producción en los yacimientos de hidrocarburos.

**ARTÍCULO 13.** *Residuos líquidos o aguas residuales: Aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso, o producidas por éste, y que no tienen ningún valor inmediato para ese proceso, según se establece en la definición contenida en la NCh 410. Of 96.*

**ARTÍCULO 16°.** Los contaminantes que deberán ser considerados en el monitoreo serán los que señale la Superintendencia de Servicios Sanitarios, atendida la actividad que desarrolle la fuente emisora, los antecedentes disponibles y las condiciones de la descarga.



### DECRETO 143



#### ESTABLECE NORMAS DE CALIDAD PRIMARIA PARA LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES APTAS PARA ACTIVIDADES DE RECREACIÓN CON CONTACTO DIRECTO.

**ARTÍCULO 1°.-** El presente decreto establece las normas primarias de calidad ambiental de las aguas continentales superficiales en el territorio de la República, aptas para actividades de recreación con contacto directo. Las normas de calidad contenidas en el presente decreto tienen por objetivo general proteger la calidad de las aguas continentales superficiales de manera de salvaguardar la salud de las personas.

**ARTÍCULO 9°.-** No se considerarán sobrepasadas las normas de calidad establecidas en la presente norma, en las siguientes situaciones:

a) *Cuando la calidad natural de un cuerpo de agua continental superficial exceda los valores establecidos en el presente decreto, sin perjuicio de las medidas que para proteger la salud de la población deba adoptar la Autoridad Sanitaria a su respecto.*

b) *Cuando la superación de los valores establecidos por la presente norma sea consecuencia de catástrofes naturales u otras situaciones relacionadas con fenómenos a escala mundial o regional, sin perjuicio de las medidas que debe dictar la Autoridad Sanitaria a su respecto.*

##### INFORME DE CALIDAD

**ARTÍCULO 11°.-** La Autoridad Sanitaria respectiva, en coordinación con el Director Regional de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, elaborará un informe regional bianual sobre el estado de la calidad primaria de las aguas en base a las mediciones realizadas en conformidad a los respectivos programas de vigilancia. El referido informe será de conocimiento público.

FIG.69

Normativas involucradas en el tema.

Fuente: Elaboración propia, en base a BCGN, Ley Chile.



## DFL 1.122



### CÓDIGO DE AGUAS

#### DE LAS AGUAS Y DEL DERECHO DE APROVECHAMIENTO

**ARTÍCULO 5°**- Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del presente código.

**ARTÍCULO 6°**- El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe este Código.

El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley.

**ARTÍCULO 12°**- Los derechos de aprovechamiento son consuntivos o no consuntivos; de ejercicio permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado entre varias personas.

**ARTÍCULO 13°**- Derecho de aprovechamiento consuntivo es aquel que faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad.

#### PROTECCIÓN DE LAS AGUAS Y LOS CAUSES

**ARTÍCULO 129 bis°**- Si de la ejecución de obras de recuperación de terrenos húmedos o pantanosos resultara perjuicio a terceros, las aguas provenientes de tales obras deberán ser vertidas al cauce natural más próximo. De no ser posible lo anterior, ellas serán vertidas a cauces artificiales, con autorización de sus propietarios, o a otros cauces naturales. En este último caso, deberá obtenerse autorización de la Dirección General de Aguas en conformidad al Párrafo 1° del Título I del Libro II de este Código.

**ARTÍCULO 129 bis 1°**- Al constituir los derechos de aprovechamiento de aguas, la Dirección General de Aguas velará por la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente, debiendo para ello establecer un caudal ecológico mínimo, el cual sólo afectará a los nuevos derechos que se constituyan, para lo cual deberá considerar también las condiciones naturales pertinentes para cada fuente superficial.



## LEY NÚM. 20.417



### CREA EL MINISTERIO, EL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE.

#### ARTÍCULO OCTAVO

Modifícase el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas, en el siguiente sentido:

a) *Agrégase, en el inicio del inciso segundo, el siguiente párrafo: "Un reglamento, que deberá llevar la firma de los Ministros del Medio Ambiente y Obras Públicas, determinará los criterios en virtud de los cuales se establecerá el caudal ecológico mínimo."*

#### ARTÍCULO 61

La presente ley no afectará las facultades y competencias que la ley N° 18.902 entrega a la Superintendencia de Servicios Sanitarios en materia de supervigilancia, control, fiscalización y sanción del cumplimiento de las normas relativas a la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado que realicen las concesionarias de servicios sanitarios.



## LEY 19300



### APRUEBA LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE.

#### Disposiciones Generales ARTÍCULO 2

Para todos los efectos legales, se entenderá por:

r) *Recursos Naturales: los componentes del medio ambiente susceptibles de ser utilizados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades o intereses espirituales, culturales, sociales y económicos;*

s) *Reparación: la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas;*

t) *Zona Latente: aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental.*

u) *Zona Saturada: aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.*



## DECRETO 90



### ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES.

La presente norma tiene como objetivo de protección ambiental prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.

Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República.

#### DISPOSICIONES GENERALES

La presente norma de emisión establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile.

3.1 *Carga contaminante media diaria: Es el cociente entre la masa o volumen de un contaminante y el número de días en que se descarga el residuo líquido al cuerpo de agua, durante el mes del año en que se genera la máxima producción de dichos residuos. Se expresa en unidades de masa por unidades de tiempo (para sólidos suspendidos, aceites y grasas, hidrocarburos totales, hidrocarburos volátiles, hidrocarburos fijos, DBO5, arsénico, aluminio, boro, cadmio, cianuro, cloruros, cobre, índice de fenoles, cromo hexavalente, cromo total, estaño, flúor, fósforo, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, nitrógeno total kjeldahl, nitrito y nitrato, pentaclorofenol, plomo, SAAM, selenio, sulfatos, sulfuro, tetracloroetano, tolueno, triclorometano, xileno y zinc), en unidades de volumen por unidad de tiempo (para sólidos sedimentables) o en coliformes por unidad de tiempo (para coliformes fecales o termotolerantes).*



## DECRETO 46



### ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS

#### Disposiciones generales

**ARTÍCULO 1°.** Establécese la siguiente norma de emisión que determina las concentraciones máximas de contaminantes permitidas en los residuos líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlo.

**ARTÍCULO 2°.** La presente norma no será aplicable a las labores de riego, a los depósitos de relaves y a la inyección de las aguas de formación a los pozos de producción en los yacimientos de hidrocarburos.

**ARTÍCULO 13.** Residuos líquidos o aguas residuales: Aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso, o producidas por éste, y que no tienen ningún valor inmediato para ese proceso, según se establece en la definición contenida en la NCh 410. Of 96.

**ARTÍCULO 16°.** Los contaminantes que deberán ser considerados en el monitoreo serán los que señale la Superintendencia de Servicios Sanitarios, atendida la actividad que desarrolle la fuente emisora, los antecedentes disponibles y las condiciones de la descarga.



## DECRETO 143



### ESTABLECE NORMAS DE CALIDAD PRIMARIA PARA LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES APTAS PARA ACTIVIDADES DE RECREACIÓN CON CONTACTO DIRECTO.

**ARTÍCULO 1°.** - El presente decreto establece las normas primarias de calidad ambiental de las aguas continentales superficiales en el territorio de la República, aptas para actividades de recreación con contacto directo. Las normas de calidad contenidas en el presente decreto tienen por objetivo general proteger la calidad de las aguas continentales superficiales de manera de salvaguardar la salud de las personas.

**ARTÍCULO 9°.** - No se considerarán sobrepasadas las normas de calidad establecidas en la presente norma, en las siguientes situaciones:

a) *Cuando la calidad natural de un cuerpo de agua continental superficial exceda los valores establecidos en el presente decreto, sin perjuicio de las medidas que para proteger la salud de la población deba adoptar la Autoridad Sanitaria a su respecto.*

b) *Cuando la superación de los valores establecidos por la presente norma sea consecuencia de catástrofes naturales u otras situaciones relacionadas con fenómenos a escala mundial o regional, sin perjuicio de las medidas que debe dictar la Autoridad Sanitaria a su respecto.*

#### INFORME DE CALIDAD

**ARTÍCULO 11°.** - La Autoridad Sanitaria respectiva, en coordinación con el Director Regional de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, elaborará un informe regional bianual sobre el estado de la calidad primaria de las aguas en base a las mediciones realizadas en conformidad a los respectivos programas de vigilancia. El referido informe será de conocimiento público.

FIG.70

Normativas involucradas en el tema.  
Fuente: Elaboración propia, en base a BGN, Ley Chile.





### LEY 18778



#### LEY QUE ESTABLECE SUBSIDIO AL PAGO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE Y SERVICIO DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

Proyecto de ley

**ARTÍCULO 1°.-** Establécese un subsidio al pago de consumo de agua potable y servicio de alcantarillado de aguas servidas, que favorecerá a usuarios residenciales de escasos recursos. Asimismo, el subsidio podrá ser aplicable en aquellos casos en que los usuarios registren solamente el servicio de agua potable.

**ARTÍCULO 10.-** Tratándose de inversión en los sistemas rurales de agua potable, podrá otorgarse un subsidio destinado a cubrir la diferencia entre sus costos y el monto financiable por los usuarios de acuerdo a su capacidad de pago. Lo anterior, sin perjuicio de los aportes que se puedan otorgar para la inversión en tales sistemas por aplicación de otras disposiciones legales.

Estos subsidios se pagarán con cargo a los recursos que se consultan en la Ley de Presupuestos para el Ministerio de Obras Públicas, los cuales se asignarán a nivel regional mediante uno o más decretos expedidos por dicha Secretaría de Estado con la fórmula "por orden del Presidente de la República" y deberán ser visados por el Ministerio de Hacienda.



### DECRETO 50



#### APRUEBA REGLAMENTO A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 295 INCISO 2°, DEL CÓDIGO DE AGUAS, ESTABLECIENDO LAS CONDICIONES TÉCNICAS QUE DEBERÁN CUMPLIRSE EN EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS IDENTIFICADAS EN EL ARTÍCULO 294 DEL REFERIDO TEXTO LEGAL.

**ARTÍCULO 2°** El presente Reglamento fija las condiciones técnicas que deberán cumplirse en el proyecto, construcción y operación de las obras a que se refiere el artículo 294 del Código de Aguas.

Esta reglamentación se aplicará a todas las obras nuevas que se proyecten y que cumplan con alguna característica de las descritas en el artículo 294 del Código de Aguas, y a la reconstrucción de este tipo de obras, aun cuando a las obras originales no se les hayan aplicado estas disposiciones

**ARTÍCULO 4°** La Dirección General de Aguas otorgará la autorización una vez aprobado el proyecto definitivo y siempre que haya comprobado que la obra no afectará la seguridad de terceros.

**ARTÍCULO 5°** La construcción de las obras deberá realizarse replanteando fielmente el proyecto aprobado por el Servicio, pudiendo existir una Inspección Técnica de Obras o un Autocontrol que verifique, supervise y apruebe o rechace las distintas partes de la obra en construcción.



### LEY 18450



#### APRUEBA NORMAS PARA EL FOMENTO DE LA INVERSIÓN PRIVADA EN OBRAS DE RIEGO Y DRENAJE.

**ARTÍCULO 1°.-** El Estado, por intermedio de la Comisión Nacional de Riego, bonificará el costo de estudios, construcción y rehabilitación de obras de riego o drenaje, así como de proyectos integrales de riego o drenaje que incorporen el concepto de uso multipropósito; inversiones en equipos y elementos de riego mecánico o de generación; y, en general, toda obra de puesta en riego u otros usos asociados directamente a las obras bonificadas, habilitación y conexión, cuyos proyectos sean seleccionados y aprobados en la forma que se establece en esta ley.

**ARTÍCULO 3°.-** La Comisión Nacional de Riego deberá asignar al Instituto de Desarrollo Agropecuario, de acuerdo a las disponibilidades presupuestarias para este objeto, los recursos para prefinanciar el monto de la bonificación aprobada, los costos de estudio de los proyectos y la construcción y rehabilitación de las obras de riego o drenaje presentadas por los pequeños productores agrícolas a que se refiere la letra a) del inciso segundo del artículo 1° de esta ley y las organizaciones de usuarios y comunidades no organizadas, integradas a lo menos por el 70% de dicho tipo de agricultores



### DFL 285



#### SOBRE ORGANIZACIÓN Y ATRIBUCIONES DE LA CORPORACIÓN DE LA VIVIENDA.

**ARTÍCULO 15.** La Corporación de la Vivienda podrá otorgar al Fisco préstamos sin interés, destinados a ampliaciones o refuerzos de los servicios de agua potable, alcantarillado y desagüe que permitan dotar de estos servicios a las poblaciones que se ejecuten en conformidad al presente decreto con fuerza de ley.

Facúltase, asimismo, a la Corporación de la Vivienda para que, con informe favorable de la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas, otorgue a las empresas Municipales o particulares, préstamos destinados a ampliaciones o refuerzos de los servicios de agua potable, alcantarillado o desagüe que permitan dotar de estos servicios a poblaciones que se construyan en conformidad con el presente decreto con fuerza de ley. El interés de estos préstamos, será del 6% y su amortización deberá hacerse en el plazo máximo de cinco años.



### DECRETO 735



#### REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO.

**ARTÍCULO 1°.-** Todo servicio de agua potable deberá proporcionar agua de buena calidad en cantidad suficiente para abastecer satisfactoriamente a la población que le corresponde atender, debiendo además, asegurar la continuidad del suministro contra interrupciones ocasionadas por fallas de sus instalaciones o de su explotación.

**ARTÍCULO 2°.-** La Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva deberá aprobar todo proyecto de construcción, reparación, modificación o ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la provisión o purificación de agua para el consumo humano, que no sea parte o no esté conectado a un servicio público sanitario regido por el DFL N°382 de 1988 del Ministerio de Obras Públicas.

#### DE LA CALIDAD DEL AGUA

**ARTÍCULO 6°.-** Se autorizará la explotación y funcionamiento de un servicio de agua cuando ésta, sometida a análisis bacteriológico, no acuse existencia de gérmenes del grupo coliforme. Si acusa existencia de estos gérmenes, aun cuando no se encuentren gérmenes patógenos, se considerará contaminada. Sin embargo, en los servicios con red de distribución se aceptará como agua potable desde un punto de vista bacteriológico, aquella que cumpla con las exigencias establecidas en los artículos 16, 17, y 17 bis del presente Reglamento.



### NCh N°1.333

#### REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO.

Esta norma fija un criterio de calidad del agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado. Estos criterios tienen por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por contaminación con residuos de cualquier tipo u origen, El vaciamiento de residuos contaminantes a masas o cursos de agua deberá ajustarse a los requerimientos de calidad especificados para cada uso, teniendo en cuenta la capacidad de autopurificación y dilución del cuerpo receptor, de acuerdo a estudios que efectúe la Autoridad Competente en cada caso particular.

Requisitos del agua para recreación con contacto directo:

Coliformes fecales / 100 ml, máximo  
Turbiedad, unidades Escala Sílice, máximo 50  
Sustancias que produzcan olor o sabor inconvenientes : Ausentes


FIG.71

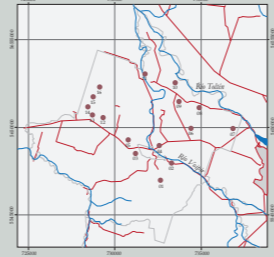
Normativas involucradas en el tema.  
Fuente: Elaboración propia, en base a BGN, Ley Chile.


# 1. DOCUMENTACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO


 **Plan Regulador Comunal Villarrica 2011.**



 **Pladeco 2011-2020 Comuna de Villarrica.**



 **Ubicación zona de contaminación Putúe Bajo**





 **Documento: Las aguas del Lago Villarrica, calidad y procesos fisicoquímicos de los recursos hídricos. Pag 46-51**

 **Referencias BCN: Contaminación Lago Villarrica.**

 **Informe DGA: Cuenca del Río Toltén.**

# 2. DOCUMENTACIÓN ÁREA DE CONFLICTOS AMBIENTALES: VILLARRICA Y PUTÚE BAJO.

 **Diario Austral, 1989: Contaminación del Lago Villarrica.**



 **Diario Austral, 1990: Lagunas de decantación para descontaminación del Lago Villarrica**




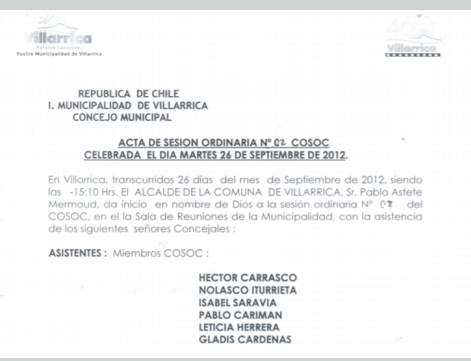
 **Rebelión.org, 2005. Racismo ambiental: Aguas servidas en la Araucanía**



 **BioDiversidad LA, 2006. PTAS en territorios mapuches.**





 **Municipalidad de Villarrica, 2012. Acta sección extraordinaria: Denuncia contaminación en áreas rurales, caso de Putúe.**




 **Red Informativa, 2017. Derrame material de PTAS en carretera Villarrica-Ñancul.**



 **Araucanía Noticias, 2019. Denuncia de problemas ambientales en Putúe a instituciones públicas.**



 **Plataforma Ley del Lobby, 2019. Audiencia: Problemáticas zona de sacrificio ambiental comunal en Putúe.**




FIG.72

Documentación zona de Putúe Bajo y Villarrica.

Fuente: Elaboración propia, en base a (en orden arriba- bajo/izquierda- derecha) Muniivillarrica.cl; Villarrica.uc.cl; googlemaps; Valenzuela(2019) Las Aguas del lago Villarrica: calidad de los procesos que lo alimentan; BCN; DGA; Diario Austral; Rebelión.org; BiodiversidadLA.org; Portavillarrica.cl; Red Informativa.cl; Araucanianticias.cl; Leylobby.gov.cl;

**Plataforma ambiental Tomate rojo, 2019.**  
Filtración de aguas servidas en el Lago Villarrica.






**Diario Uchile, 2020.**  
Contaminación en Río Toltén.






**UATV, 2020.**  
Denuncia vecinos de Putúe para fiscalizar el sector.




**El Mostrador, 2020.**  
Incumplimientos ambientales en relleno sanitario de Villarrica.

**SMA, 2020.**  
Infracciones de relleno sanitario en Villarrica.

**Emol, 2020.**  
Vertimiento directo de aguas servidas al río Toltén.




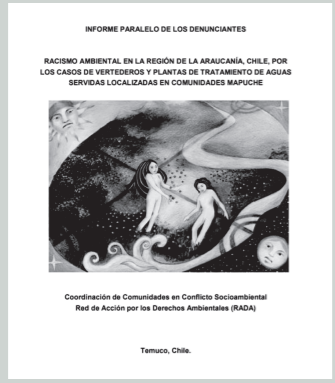

**CodeVerde, 2020.**  
Vertimiento de aguas servidas al río Toltén.




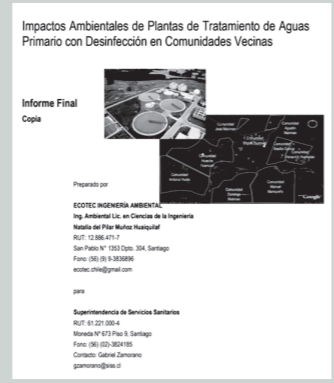

**Red Lafica, 2020.**  
Actividades extractivas de áridos en Putúe Bajo.




**Informe RDA.**  
Localización de PTAS en comunidades mapuches.

**Informe SISS.**  
Impacto ambiental de las PTAS (caso Putúe Bajo).

**Mon. Aguas Libres, 2020.**  
Video Aguas servidas en río Toltén.



**Facebook Comunidad Putúe se defiende.**



**Facebook Comunidad El Valle de Putúe.**



**Manual de Saneamiento zonas rurales.**



**Declaratoria lugar ceremonial Mapuche Putúe, CMN.**



FIG. 73

Documentación zona de Putúe Bajo y Villarrica.

Fuente: Elaboración propia, en base a (en orden arriba-bajo/izquierda-derecha) Tomaterojo.cl; Diariouchile.cl; Uatv.cl; Elmostrador.cl; Portal.sma.gob.cl; Emol.cl; Codexverde.cl; Redlafica.org; RADA; SISS; Coomel.cl; Monumentos.gob.cl

# BIBLIOGRAFÍA

1. Ábalos, I., & Herreros, J. (1989). Tres depuradoras. *Revista Arquitectura*, (275-276), 88-99.
2. *Aquae*. (s.f) Las fases del ciclo urbano del agua. *Aquae Fundación*. Recuperado de <https://www.fundacionaquae.org/el-ciclo-urbano-del-agua/>
3. Benöbr, J, Kunzar C, Orrego, J. (13 de noviembre 2020). *Cultura del agua: territorio y comunidad*. Seminario Paisajes del agua: Sustentabilidad, resiliencia y cultura. MAPAUC. Escuela de Arquitectura Universidad Católica.
4. Caputo, L. (3 de julio de 2020). *Protección de los ecosistemas acuáticos ante la presión de la crisis económica que viene*. CIPER. Recuperado en de diciembre 2020 de <https://www.ciperchile.cl/2020/07/03/proteccion-de-los-ecosistemas-acuaticos-ante-la-presion-de-la-crisis-economica-que-viene/>
5. Donchyts, G., Baart, F., Winsemius, H., & Gorelick, N. (2016). *Earth's surface water change over the past 30 years*. *Nature Climate Change*, 6(9), 810-813.
6. Durán, V. (15 de septiembre de 2018). *Curarrehue, sin tratamiento de sus aguas servidas*. APTUR Chile. Recuperado en diciembre 2020 de <https://www.apturchile.cl/curarrehue-sin-tratamiento-de-sus-aguas-servidas/>
7. Ellena N, Vigouroux E. (2019). *Río Sagrado*. Vimeo. <https://vimeo.com/269964426>
8. El mostrador. (9 de febrero de 2019). "Ley de Ríos Salvajes": la propuesta ambientalista que busca "preservar y restaurar" los ríos de Chile. *El mostrador*. Recuperado en noviembre 2020 de <https://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2019/02/09/ley-de-rios-salvajes-la-propuesta-ambientalista-que-busca-preservar-y-restaurar-los-rios-de-chile/#:~:text=Actualmente%2C%20en%20Chile%20no%20existe,otros%20medios%20para%20obtener%20agua.>
9. Espinosa, P, Meulder, B. d., Alarcón, M., & Pérez, L. (2015). *Interacciones de agua y ciudad / Una investigación de Urbanismo del Paisaje aplicado al caso del río Andalién, Concepción*. *Revista de Urbanismo*, 52-72.
10. ESVAL. (s.f.). *Aguas servidas*, ESVAL. Recuperado de <https://portal.esval.cl/educacion/el-agua/aguas-servidas/>
11. FAO. (s.f.). *Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/T0551E/t0551e03.htm>
12. FGH. (2016). *Diagnóstico del potencial de reúso de aguas residuales en la Región de Valparaíso*. Santiago-Valparaíso [Archivo PDF] *Fundación Chile*. <https://fch.cl/publicacion/aguas-residuales-como-fuente-de-agua/>
13. Garreaud, R., Álvarez-Garretón, C., Barichivich, Boisier, C., Christie, D., Galleguillos, M., Zambrano-Bigiarini, M. (2017). *The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation*. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 1-37.
14. Gross, M. (8 de septiembre de 2005). *Comunidad Mapuche Pedro Ancalef, de Putúe Villarrica*. *Villarrica Cultural*. <http://cinevillarrica.zoomblog.com/archivo/2005/09/>
15. *iAgua*. (7 de Septiembre 2020). *El agua en Ámsterdam y los Países Bajos*. *iAgua*. Recuperado en noviembre 2020 de <https://www.iagua.es/noticias/locken/agua-amsterdam-y-paises-bajos.>
16. Izembart, I., & Le Boudec, B. (2003). *Waterscapes*. Barcelona: Gustavo Gili GG.
17. Jaque, A (2015) *Cosmo*. Office for Political Innovation. <https://officeforpoliticalinnovation.com/>
18. Larrain, S., Aedo, M. P., Navarrete, K., & Villarreal, C. (2010). *Marco jurídico para la gestión del agua en Chile*. [Archivo PDF]. *Chile Sustentable*. <http://www.chilesustentable.net/wp-content/uploads/2010/02/Marco-Jur%C3%AD-dico-para-la-gesti%C3%B3n-del-agua-en-Chile-Diagn%C3%B3stico-y-Desaf%C3%ADos.pdf>
19. López, I., & Rotger, D. (2013). *El papel de los cauces urbanos como espacios públicos en la gestión del riesgo hídrico*. *Proyección*, 7, 42-73.
20. Maddocks, A., Young, S., & Reing, P. (19 de abril de 2016). *Falta de agua preocupa a Medio Oriente y Magreb*. *Inter Press Service*. Recuperado en diciembre 2020 en <http://www.ipsnoticias.net/2016/04/falta-de-agua-preocupa-a-medio-oriente-y-magreb/>
21. Molina, M. (2012). *El paisaje fluvial en la gestión del recurso hídrico (Chile): Caso de estudio río Limarí*. Barcelona.
22. Orrego, J. P. (2002). *El estado de las aguas terrestres en Chile: cursos y aguas subterráneas*. Santiago: Fundación Terram.
23. Oyarzun, F., Rosas, J., & Valenzuela, L. (2004). *Las aguas del Centenario*. *ARQ*, 72-74.
24. Padrón, A., & Cantú, P. (2019). *El Recurso agua en el entorno de las ciudades sustentables*. *Culcyt Sustentabilidad*, 15-25.
25. Pellicer, F. (2001). *Ordenación paisajística de espacios fluviales en las ciudades mediterráneas*. [Archivo PDF]. *Paisaje y Territorio*. Obtenido de <http://www.paisajeyterritorio.es/assets/ordenacion-paisajistica-de-espacios-fluviales-en-las-ciudades-mediterraneas.-pellicer-corellano%2C-f.pdf>
26. *Proyecto de reutilización de agua del Parque de Sydney / Turf Design Studio, Environmental Partnership, Alluvium, Turpin+Crawford, Dragonfly and Partridge* [Sydney Park Water Re-Use Project / Turf Design Studio, Environmental Partnership, Alluvium, Turpin+Crawford, Dragonfly and Partridge] 13 sep 2016. *Plataforma Arquitectura*. Recuperado en <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/794905/proyecto-de-reutilizacion-de-agua-del-parque-de-sydney-turf-design-studio-environmental-partnership-alluvium-turpin-plus-crawford-dragonfly-and-partridge> ISSN 0719-8914
27. Ramírez, I., Kent, R., & Gorke, R. (30 de noviembre de 2004 ). *América del Norte consume agua contaminada*. *CN cismacnoticias*. Recuperado en noviembre 2020 en <https://cismacnoticias.com.mx/noticia/america-del-norte-consume-agua-contaminada/>
28. Richey, A. S., Thomas, B. F., Lo, M.-H., Reager, J. T., Famiglietti, J. S., Voss, K., Rodell, M. (2015). *Quantifying renewable groundwater stress with GRACE*. *Water Resources Research*, 51, 5217- 5238.
29. *Ríos Salvajes*. (7 de febrero de 2019). *En Chile, menos del 1% de la totalidad de los 1.251 ríos del país han sido protegidos a través de la figura de reserva de caudales*. *Ríos Salvajes*. Recuperado en diciembre 2020 de <https://riossalvajes.cl/>
30. Rodríguez, D. J., Serrano, H. A., Delgado, A., & Nolasco, D. y. (2020). *De Residuo a Recurso: Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe*. Washington, DC: Banco Mundial.
31. Sánchez, J. M., Ramírez, G. d., & Carrasco, R. A. (2019). *La Política de Agua de Chile: una radiografía histórica, legal y administrativa a la gestión del agua en manos del mercado Neoliberal*. *Agua y Territorio*, 43-54.
32. Stehr, A., Álvarez, P., Álvarez, J., Arumí, C., Baeza, R., Barra, C., Holzappel, C. (2019). *Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático*. [Archivo PDF]. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. <https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/documentos/mesa-agua/19.Agua-Recursos-Hidricos-Stehr.pdf>
33. *Temuco Televisión*. (7 de febrero de 2020). "Están tirando aguas servidas al Río Tolten": así lo certifica Notario de Villarrica. *Temuco Televisión*. Recuperado en noviembre 2020 en <https://temucotelevision.cl/web/2020/02/07/estan-tirando-aguas-servidas-al-rio-tolten-asi-lo-certifica-notario-de-villarrica%EF%BB%BF/>
34. Torres, A. (2018). *Las metrópolis y sus periferias: cinturones de marginación, pobreza y desechos urbanos en la ZMG*. *Agua y Territorio*. (12), 25-38.
35. UATV. (13 de febrero de 2020). *Vecinos de Putúe en Villarrica solicitaron fiscalizar a las empresas del sector y terminar con la contaminación*. UATV NOTICIAS. Recuperado en Octubre 2020 en <https://uatv.cl/2020/02/13/vecinos-de-putue-en-villarrica-solicitaron-fiscalizar-a-las-empresas-del-sector-y-terminar-con-la-contaminacion/>
36. *Universidad del Desarrollo, Facultad de Arquitectura y Arte* (2015). *Aguas cruciales: libro norte, libro sur*. Universidad del Desarrollo.
37. Valenzuela Moure, A. (2019). *Las aguas del Lago Villarrica: Calidad y procesos fisicoquímicos de los recursos hídricos que lo alimentan*. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170970>
38. WRI. (2015). *WATER*. World Resources Institute. <https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world%E2%80%99s-most-water-stressedcountries-2040>
39. WWAP. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. París, UNESCO. Francia: UNESCO.



**Antecedentes del Proyecto**  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad de Chile