

TESINA PROYECTO DE TÍTULO
Centro de Purificación de Agua

alumno Valentina Nadinne San Martín Barrales

profesor Alessandra Sandolo

mención Diseño Sustentable

30.05.2024



TEMA: EL AGUA COMO PROTAGONISTA Y CONFIGURADOR ESPACIAL
LUGAR: PUYEHUE, REGIÓN DE LOS LAGOS
CASO: CENTRO DE PURIFICACIÓN DEL AGUA

POR: VALENTINA SAN MARTÍN BARRALES.

**Tesina presentada a la Facultad de Arquitectura y Arte de la Universidad del Desarrollo
para optar al grado académico / título profesional de ARQUITECTO con mención en
Diseño Sustentable.**

PROFESOR GUÍA
Arquitecto, ALESSANDRA SANDOLO

MAYO, 2024
CONCEPCIÓN

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	ii
AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
MARCO TEORICO	3
1. EL AGUA	3
1.1 EL AGUA Y SU IMPORTANCIA A NIVEL MUNDIAL	4
1.2 EL AGUA COMO CONFIGURADOR Y PROTAGONISTA ESPACIAL A LO LARGO DE LA HISTORIA.....	5
2. IMPORTANCIA DEL AGUA EN EL DESARROLLO & DISEÑO SOSTENIBLE	7
2.1 OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE	8
2.2. HUELLA HIDRICA	9
2.3 MANEJO RESPONSABLE DEL AGUA.	9
2.4 ETAPAS DEL TRATAMIENTO INTEGRAL DEL AGUA	11
2.5 SISTEMAS DE CAPTACIÓN	13
2.6 SISTEMAS DE PURIFICACIÓN	14
2.7 EJEMPLOS PRACTICOS EN LA ARQUITECTURA.	14
3. ESCENARIO HIDRICO EN CHILE	16
3.2 OSORNO, CIUDAD SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA	17
TEMA	18
LUGAR	19
CASO	22
ESTRATEGIAS PROYECTUALES	26
DESARROLLO PROYECTUAL	37
.....	38
.....	42
.....	43
.....	44
BIBLIOGRAFIA	47
ANTECEDENTES ACADEMICOS	52
ANEXOS	53

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud hacia mis padres. Mi madre quien siempre me ha respaldado de manera incondicional en la consecución de mis metas personales y académicas. Su afecto ha sido el motor que me ha impulsado a preservar en mis objetivos, incluso en momentos adversos. Asimismo, quiero destacar a mi padre por proporcionar el apoyo material y financiero necesario para que pueda concentrarme en mis estudios sin abandonarlos.

Deseo expresar el profundo agradecimiento por el apoyo incondicional brindado por mi pareja durante este complejo, pero gratificante proceso profesional. Su constante apoyo moral y humano ha sido fundamental en los momentos más difíciles de este trabajo y esta profesión. También agradezco su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo que me ha dedicado. Sin su apoyo, este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo.

Quiero expresar mi agradecimiento a todos los profesores que han formado parte de mi trayecto universitario. Gracias a ellos, he adquirido los conocimientos que me permiten estar aquí hoy. Ellos han convertido los conceptos en algo tangible, porque sin su guía, las palabras serían efímeras, como sabemos, se las lleva el viento.

Aprecio el apoyo de mis compañeros de la escuela de arquitectura, quienes han llegado a ser amigos cercanos, aliados y hermanos. Valorizo el tiempo que hemos pasado juntos, los proyectos en los que hemos trabajado en equipo y las vivencias que hemos compartido.

Finalmente, quiero expresar mi agradecimiento a la universidad que me han desafiado y, al mismo tiempo, me ha brindado la oportunidad de obtener mi tan esperado título. Agradezco a cada uno de los líderes por su labor y su gestión, sin los cuales no se habrían establecido las bases ni las condiciones para adquirir conocimientos.

A todos, muchas gracias.

RESUMEN

Los problemas de contaminación y escasez de agua en la actualidad son un tema de contingencia a nivel mundial y principal foco de interés para el desarrollo y diseño sustentable. El cambio climático acelera la escasez de agua y en cierto modo “La calidad del agua también se ve afectada por el cambio climático, ya que se prevé que las temperaturas más altas del agua y las inundaciones y sequías más frecuentes agraven muchas formas de contaminación del agua, desde sedimentos hasta patógenos y pesticidas” (IPCC, 2008).

A diario, 2 millones de toneladas de aguas residuales desembocan en ríos y lagos, según datos de la ONU. Es así como este recurso natural, imprescindible, renovable y uno de los más importantes, está siendo vulnerado por la contaminación, dada la falta de gestión y tratamiento adecuado de los residuos humanos, industriales y agrícolas producidos por el hombre. En consecuencia, se estima que actualmente 3.600 millones de personas en el mundo viven con escasez de agua. Según el Informe mundial de las Naciones Unidas de 2019 establece que, en el desarrollo de los recursos hídricos, esta cifra podría alcanzar hasta 5.700 millones para el 2050.

Para mitigar los problemas de contaminación, se han desarrollado una serie de estrategias de diseño que promueven la reutilización y el manejo responsable de los recursos. Estas estrategias se basan en el tratamiento conjunto de aguas grises y negras, junto con la implementación eficiente de sistemas de captación de aguas lluvias. Mediante la utilización de estos sistemas, se logra llevar a cabo la purificación, captación, almacenamiento e incluso envasado de agua gris, negra y de lluvia, con miras a su utilización durante periodos de escasez. En la actualidad, resulta fundamental incorporar dichos sistemas en los espacios de infraestructura pública, para avanzar hacia un progreso sostenible.

A través del análisis exhaustivo de fuentes bibliográficas que incluyen textos, referentes y noticias, la presente investigación tiene como objetivo comprender la importancia fundamental del agua como recurso en el contexto del desarrollo y diseño sostenible. La meta es generar una propuesta de infraestructura que otorgue un papel central al agua, abordando de esta manera la problemática presente en una localidad afectada por cuestiones de contaminación y disponibilidad limitada del recurso hídrico.

En el marco de esta propuesta, se enfoca en la comuna de Puyehue-Osorno, la cual enfrenta carencias significativas en términos de infraestructura de saneamiento. Como solución, se plantea

la concepción de un “Centro de Purificación del Agua” en dicha localidad. Este proyecto, dentro de sus objetivos principales, busca complementar las iniciativas municipales destinadas a la purificación de aguas residuales domésticas, con el fin de proporcionar agua limpia al Río Pilmaiquén.

Palabras clave: Contaminación, Escasez hídrica, Desarrollo sustentable, Cambio climático, Reutilización, Agua negra, Agua gris, Agua lluvia.

MARCO TEORICO

1. EL AGUA

El agua se define como un “líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrogeno y oxígeno (H₂O), el cual constituye al componente más abundante de la superficie terrestre y de todos los organismos vivos” (RAE¹, 2022).

El agua como elemento, es el único que se transforma a partir de procesos naturales en los distintos estados de la materia. Esta transformación se da por el ciclo hidrológico (Anexo I), que pasa por una serie de fases en sus distintos estados: sólido, líquido y gaseoso. Esto ocurre al evaporarse desde el suelo, mar o aguas continentales y condensarse en nubes a la atmósfera, para luego regresar a la tierra en forma de precipitaciones. Estas se acumulan en el suelo o masas de agua y así sucesivamente (DPEJ.RAE², 2023).

El movimiento y la circulación del agua se deben a dos causas: la primera es la radiación solar que incide en el elemento y provoca su elevación en forma de evaporación. La segunda se debe a la gravedad terrestre, que facilita el escurrimiento del agua condensada por montañas, cerros, montes, etc.

¹ Real Academia Española.

² Diccionario Panhispánico del Español Jurídico – Real Academia Española.

1.1 EL AGUA Y SU IMPORTANCIA A NIVEL MUNDIAL

El agua es el elemento más abundante en la tierra y el motor de la vida en la tierra, tal como afirmó Leonardo da Vinci³ en 1452 al decir que “El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza”. Representa un 70% de la composición del planeta y es el único elemento que puede encontrarse en los tres estados de la materia en la atmósfera.

El 96% del recurso es agua salada y se encuentra en océanos, lo que la hace no apta para el consumo humano, ya que no cuenta con los minerales necesarios para el organismo humano. El restante 4% corresponde al llamado “agua dulce” (Anexo II), la cual es adecuada en un 99% para el consumo humano. En cambio, no todos tienen acceso total a este recurso debido a su disponibilidad.

Esta fuente vital para la existencia de la vida en la tierra constituye en más del 70% de la composición de los seres humanos, animales y plantas (Anexo III). Sin embargo, actualmente la cantidad de agua está siendo limitada y alterada en su ciclo y estructura por procesos tanto naturales como antropogénicos⁴. El hombre es el principal responsable del cambio climático, dado que altera la composición de los Gases de Efecto Invernadero, debido a la excesiva demanda de combustibles fósiles y emisiones de CO₂ al ambiente. Esto afecta al ciclo hidrológico y provoca un aumento de la temperatura promedio global, lo que modifica el clima y la disponibilidad de este recurso.

Además, se suma la gestión ineficiente en actividades productivas como la agricultura, que representa más de la mitad de consumo de agua dulce en el mundo. El resto se distribuye entre las industrias forestales, mineras y uso doméstico. En consecuencia, la sociedad es la que percibe muchos de estos impactos ambientales en sus sistemas físicos, biológicos y humanos, poniendo en peligro la sostenibilidad de los recursos al disminuir el suministro de agua debido a su alta demanda.

Hace 23 años, la ONU⁵ (2010) reconoció el agua y saneamiento como derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida. Este derecho a sido proclamado en determinadas

³ Leonardo da Vinci, Fue uno de los grandes maestros del Renacimiento, famoso como pintor, escultor, arquitecto, ingeniero y científico.

⁴ Perteneciente o relativo a lo que procede de los seres humanos que, en particular, tiene efectos sobre la naturaleza.

⁵ Asamblea General de las Naciones Unidas.

constituciones y leyes de otros países, cuyo objetivo es garantizar a toda persona el acceso a una determinada cantidad de agua potable y al saneamiento básico, entendido como la existencia de alcantarillado.

En cambio, a pesar de estos reconocimientos, en todo el mundo aún existe un total del 29% de personas que carecen de una fuente mejorada de agua potable. Esto ha llevado a que más de 297.000 niños menores de cinco años mueran cada año debido a enfermedades diarreicas causadas por las malas condiciones sanitarias o el consumo de agua no potable (OMS⁶/UNICEF⁷, 2019). Esto se debe a la falta de infraestructura idónea para el tratamiento previo del agua antes de su consumo, lo que ha ocasionado escasez del recurso a más del 45% de la población mundial (UNESCO⁸, 2023).

Es así como la OMS (2019) recomienda una cantidad mínima de agua potable por persona de 50 litros al día, y la Huella Hídrica ⁹ media óptima de agua para el consumo doméstico humano es de 100 litros por habitante al día (Anexo IV). Esto garantiza que no afecte la cantidad de agua disponible en el mundo, ya que la capacidad de impacto no es menor el tener que producir cada uno de los bienes de servicio y consumo.

A pesar de la contingencia actual, es positivo destacar que el agua, como elemento de diseño en la arquitectura antigua, ha sido utilizado mediante métodos ingeniosos y respetuosos con el medio ambiente por diversas civilizaciones. Estas, además, se han encargado de proporcionar soluciones sustentables y armónicas, aportando conciencia y protagonismo a este vital elemento dentro del diseño, el que abordaremos en el siguiente capítulo.

1.2 EL AGUA COMO CONFIGURADOR Y PROTAGONISTA ESPACIAL A LO LARGO DE LA HISTORIA

Gracias a registros antiguos que datan de más de 8.000 años a.C., hoy en día podemos conocer cómo las ciudades antiguas implementaban sistemas de captación pluvial. Estos consistían principalmente en canales de piedra para el transporte del agua, dirigiéndola hacia pozos de

⁶ Organización Mundial de la Salud.

⁷ Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

⁸ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

⁹ Es la apropiación humana del agua dulce, es un indicador tanto del volumen de agua utilizado para producir algo, como de su origen.

almacenamiento. Mesopotamia¹⁰ fue pionera en el uso de estos sistemas de captación de agua, que se empleaban en periodos de crisis como guerras o sequías.

Además, el agua se aprovechaba en el regadío de cultivos a medida que circulaba por los canales hacia los pozos. Un ejemplo destacado es Babilonia¹¹, donde se cree que el agua capturada se utilizaba para crear una impresionante fachada de cascadas que alimentaban los jardines flotantes (Anexo V, Fig. 5).

Por otro lado, estos sistemas también se aplicaban a una menor escala, como los *impluvium* en Roma¹² y sus viviendas. Estos techos de gran pendiente capturaban el agua y la conducían hacia un atrio, desembocando luego en un área de almacenamiento al aire libre. En su parte inferior, constaba de cisternas cerradas capaces de albergar el doble de volumen.

Tristemente, solo las personas de altos recursos podían acceder a dichos métodos. En caso contrario, existían reservas públicas que, a diferencia de los *impluvium*, estaban constituidas por una gran bóveda exterior construida en medio de la cisterna (Anexo V, Fig. 6). Además, los Romanos se encargaban de solucionar mediante el diseño de cisternas el problema de presión del agua y deterioro del material. Desarrollaron dos sistemas cerrados (Anexo V, Fig. 7). Esto no significa que no se pudieran utilizar reservorios a cielo abierto, como se hacía en Mesoamérica¹³ México, con sus *jagueyes*. Estos consistían básicamente en hundimientos o cavidades extensas en el terreno, alimentados por agua canalizada desde corrientes pluviales de techos de viviendas cercanas, así como el escurrimiento de cerros y colinas.

Como podemos observar, la civilización Romana fue la que avanzó más en el manejo del agua, influyendo en civilizaciones vecinas como la Islámica¹⁴. Esta última adoptó parte de estos métodos, específicamente en el manejo de evacuación de aguas residuales y pluviales, las cuales luego se aprovechaban en el riego agrícola (Anexo V, Fig. 8).

Hoy en día, en el mundo moderno, el manejo del agua es un pilar trascendental dentro de los principios del Diseño Sustentable. Si bien preliminarmente adquirió relevancia en proyectos como la Casa en la Cascada, del emblemático arquitecto Frank Lloyd Wright¹⁵, quien logró una

¹⁰ Situada entre Irak, Turquía y Siria, Fue fundada en el siglo 3500 - 2100 a.C., perteneciente al continente asiático.

¹¹ Fue una antigua ciudad de la Baja Mesopotamia situada cerca de la actual ciudad de Hilla.

¹² Actual capital de Italia fue fundada en el año 753 a. C., perteneciente al continente europeo.

¹³ Comprende la mitad meridional de México, los territorios de Guatemala, El Salvador, Belice, Honduras, el occidente de Nicaragua y Costa Rica, fue fundada en el siglo XVI, perteneciente al continente americano.

¹⁴ Fundada en el siglo VII, toma partes de los continentes de África, Asia y Oceanía.

¹⁵ Fue un arquitecto, diseñador de interiores, escritor, y educador estadounidense.

comunidad entre la obra construida y la naturaleza, poniendo en valor e integrando la cascada existente a la propuesta de diseño (Anexo V, Fig. 9); en la actualidad, los diseños responsables con el medio ambiente promueven la conservación del recurso a través de diversas estrategias de eficiencia, reciclaje y captación. Estas, de acuerdo a la temática de estudio, serán abordadas en los siguientes capítulos.

2. IMPORTANCIA DEL AGUA EN EL DESARROLLO & DISEÑO SOSTENIBLE

La génesis del concepto de desarrollo sostenible proviene del el Informe Brundtland¹⁶ de 1987, que define el DS como: “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Es así como surgieron más de 100 conceptos oficiales que abordan tanto el consumo como la construcción ligada al “Diseño Sustentable”. Este concepto nació en la década de los 80’ en la exposición *The Green Design*¹⁷, la cual habla de minimizar el impacto negativo de las ciudades, edificios, casas y objetos de uso cotidiano en todas sus etapas de creación y fabricación con el fin de reducir su impacto antropogénico durante el ciclo de su vida útil. Por tanto, se requiere la integración de políticas ambientales y estrategias de desarrollo económico y social.

Esta condición llevó al tratamiento, a lo largo del tiempo, de “tres dimensiones” o “tres pilares” del desarrollo sostenible (el económico, el social y el ambiental), que luego se traducen en los siguientes principios que definen al Diseño Sostenible:

Análisis del ciclo de vida: (ambiental) es un proceso que incorpora los principios ecológicos al desarrollo del proyecto. Se centra en los impactos de la construcción, uso, mantenimiento y posterior eliminación. Esto va de la mano con la medición en los costos ecológicos y económicos de los aportes de recursos energéticos o manufacturados, los cuales se analizan según criterios medioambientales. Estos incluyen variables como la reutilización de los materiales, valorización

¹⁶ El Informe Brundtland enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico junto con el de sostenibilidad ambiental, con el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto. El informe fue elaborado por diferentes naciones en 1987 para la ONU (Organización de las Naciones Unidas), por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland, entonces primera ministra de Noruega.

¹⁷ Organizada por el Design Council de Reino Unido, en donde se plantearon las necesidades tecnológicas y de producción para diseñar y fabricar un producto de forma sostenible.

o disposición de los residuos y desechos. En simples palabras, es la guía de diseño para el arquitecto.

El Diseño Humano: (social) se enfoca en el confort¹⁸ de los usuarios al interior de los espacios y su relación con la ciudad y la movilidad urbana. No obstante, también aborda principios de preservación del entorno topográfico y la naturaleza. Esto implica poner en valor el manejo responsable del agua, promoviendo la protección de napas subterráneas y cuerpos de agua existentes, como lagunas, ríos, humedales, acuíferos, antes de llevar a cabo cualquier planeación territorial que pudiera afectarnos de manera negativa.

Economía de los recursos: (económico) se basa en mitigar la demanda energética operacional durante la vida útil de los edificios mediante diversas estrategias, ya sean pasivas y/o activas. Entre éstas, se destaca la conservación de agua. Esto implica la reducción en el consumo y su reutilización, de modo que se aproveche tanto el agua gris como el agua de lluvia para facilitar la reposición natural del recurso hídrico y, con ello, su conservación.

2.1 OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

“El agua se ha vuelto el epicentro del desarrollo sostenible y, como ya sabemos, es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas y la supervivencia de los seres humanos” (ONU, 2014). Así vemos como los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) u Objetivos Globales, adoptados por la ONU (2015) son un llamado universal a diferentes acciones para poner fin a la pobreza, proteger al planeta y garantizar la prosperidad para todos de aquí al 2030, para que todas las personas del mundo disfruten de paz y prosperidad.

Tres de los 17 ODS (Anexo VI) se enfocan principalmente a través de ámbitos sociales, económicos y ambientales promover la conservación y optimización del agua, que son:

- ODS N°6: se enfoca en garantizar el agua potable universal, segura y asequible, mejorando la accesibilidad del recurso y seguridad
- ODS N°12: que se encarga de garantizar las modalidades de consumo y producción sostenible.

¹⁸ Se refiere a un estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en el ambiente ninguna distracción o molestia que perturbe física o mentalmente a los usuarios.

- ODS N°13: por último y no menos importante, la acción por el clima, que sugiere adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

2.2. HUELLA HIDRICA

Para hacer uso del agua, es fundamental hacer una gestión adecuada en el territorio. Esto se logra mediante el uso de indicadores como la huella hídrica, que posibilita medir el volumen total de agua dulce con el propósito de establecer “la cantidad de agua consumida y contaminada necesaria para producir bienes y servicios a través de su cadena de suministro”, afirma Dr. Arjen Hoekstra¹⁹ (2002) creador del concepto de huella hídrica.

La huella hídrica también se comprende como una medida del impacto ambiental relacionado con la extracción y el uso tanto directo como indirecto de los recursos hídricos. Sin embargo, la Huella Hídrica trata de suplir esta deficiencia al estimar el nivel de apropiación e impacto sobre los cuerpos de agua de toda la cadena de producción que es imprescindible para adquirir un bien.

Otra característica relevante de la huella del agua es que cuantifica exclusivamente la captación o consumo de aguas superficiales o subterráneas (agua azul), el volumen de aguas lluvias que es apropiado desde el suelo (agua verde), y el volumen de agua necesario para diluir los contaminantes generados por las actividades humanas hasta un nivel ambientalmente tolerable (agua gris) (Anexo VII).

2.3 MANEJO RESPONSABLE DEL AGUA.

Respecto a que el agua está siendo explotada en mayor medida por la producción agrícola, con una Huella Hídrica del 70% de extracción de agua dulce (Banco Mundial, 2022), es fundamental procurar el manejo responsable de los recursos, aun así cuando se encuentran en exceso, para evitar el problema de escasez causado por la explotación y contaminación del agua. Este problema se puede revertir aprovechando fuentes en desuso como las aguas lluvias y residuales, que no tienen ningún otro destino más que desembocar en el mar u otros cuerpos de agua. Esto implica hacer ajustes en el manejo de este elemento dentro del ciclo urbano (Anexo VIII, Fig. 12), transformándolo en uno que ayude a la conservación del recurso (Anexo VIII, Fig. 13).

¹⁹ Profesor de Gestión del Agua en la Universidad de Twente.

Partiendo desde la distribución y el acceso al agua potable, es importante notar que solo el 2,7% de litros de agua que necesita una persona se utiliza para beber (Fundación Aquae²⁰, 2018). El resto de los litros podrían perfectamente ser reemplazados por aguas grises, satisfaciendo otras necesidades de consumo en una vivienda como, regar, lavar la ropa, limpieza en el hogar y recargar el WC. Datos entregados por el SERNAC²¹ (2003) afirman que el excusado (WC) es la primera fuente de consumo de agua en el hogar. Para lograr este objetivo, es atinente aplicar estrategias de optimización y buenas prácticas, entre las que se destacan:

Optimización del recurso: se refiere a la maximización de una función que agrega el bienestar humano y la naturaleza. Esto es aplicable a todas las estrategias sostenibles, que incluyen la utilización de tecnologías ecoeficientes, reutilización, captación de aguas lluvias con su correspondiente tratamiento. Estas prácticas buscan optimizar el uso del agua sin afectar en las exigencias que ejecutan los sistemas.

La instalación de dispositivos ecoeficientes puede significar un ahorro de hasta un 25% en consumo de agua en las viviendas, garantizando un uso eficiente del recurso de forma continua (Goycoolea²², 2015).

Reutilización: el agua reciclada se considera no apta para el consumo humano debido a temas de salud. Sin embargo, funciona bien como mitigador para la escasez hídrica. Es importante considerar una buena depuración y asegurar la calidad del agua antes de su distribución al medio. Es crucial entender que se puede lograr a un nivel significativo de ahorro importante, ya que el porcentaje de agua residual doméstica equivale aproximadamente al 63% de la demanda anual por vivienda al año.

Captación: es una práctica antigua que consiste en la recolección del agua de lluvia para fines domésticos o agrícolas. Los métodos más conocidos son la captación a través de cubiertas o superficie de suelo, tanto blandos como duros (carreteras o cerros). Esta Técnica se utiliza en lugares con alta cantidad de precipitaciones, donde el agua de lluvia que cae es

²⁰ Se encarga de defender un nuevo modelo económico, social y medioambiental sostenible, comprometido con el futuro del planeta y apostando por la educación, la innovación social y el compromiso con la dignidad de las personas.

²¹ Servicio Nacional del Consumidor.

²² Pilar Goycoolea, directora ejecutiva de la fundación Urbanismo Social.

canalizada, filtrada y almacenada en un tanque o depósito para su posterior uso en servicios sanitarios, lavado de ropa del hogar, irrigación de huertos y jardines.

La reutilización, al igual que la captación, comprende procesos de depuración regulados a través del régimen del tratamiento integral. Este abarca aguas negras, grises y de lluvia, cada una con sus etapas específicas, las cuales varían según el tipo de agua y el uso previsto para el recurso. La diversificación de estas fuentes de aguas podría resultar un ahorro significativa, tanto en la demanda de agua potable como en costos operativos.

2.4 ETAPAS DEL TRATAMIENTO INTEGRAL DEL AGUA

El manejo responsable del agua residual para su reutilización requiere de un tratamiento integral, ya sea de tipo industrial, urbana o domiciliario. Este proceso abarca un pretratamiento que facilita los procesos posteriores de depuración, que pueden ser de tipo físico, químico, fisicoquímico y biológico. Estos procesos tienen como finalidad busca la eliminación de contaminantes mediante la separación de partículas en suspensión. Se llevan a cabo en dos líneas de acción tanto para líquidos (tratamiento primario, secundario y terciario), como para sólidos (espesamiento, estabilización, acondicionamiento y deshidratación), con el objetivo de obtener una buena calidad de agua. Sin embargo, esto dependerá del uso al que se quiera destinar, ya que los costos están inversamente relacionados con el aumento de calidad y la disminución de contaminantes. Según Díaz Gerardo²³ (2022), estos costos son aproximadamente de USD 0,3/m³ de agua puesta en planta, aunque habría una reducción significativa si las aguas residuales se ocupasen solo para actividades de riego. Por ejemplo,

“Israel tiene cinco o seis calidades diferentes para riego de diferentes cultivos, llegando hasta un tratamiento secundario. Sin embargo, Singapur²⁴ que utiliza el agua incluso para consumo humano llega a un tratamiento terciario, es decir, un tratamiento [...] más caro, pero que asegura [...] pueda ser consumida por las personas [...]”, comenta Cifelli Rafaella²⁵ (2022).

Cuyas etapas a llevar aquel proceso corresponden a:

²³ Jefe de Proyectos de Fundación Chile.

²⁴ Oficialmente República de Singapur es un país soberano insular de Asia, situado entre Malasia, con la que limita al norte, e Indonesia al sur.

²⁵ Periodista de Codexverde de la Universidad de Santiago de Chile.

- Línea de agua: incluye los procesos o tratamientos agrupados por niveles que permiten reducir los contaminantes presentes en las aguas residuales como: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario (Anexo IX, Fig. 14).

- Pretratamiento: consiste recibir todo tipo de agua residual para luego eliminar sólidos o partículas en suspensión de mayor tamaño como ramas, peces, plásticos, etc., para evitar el daño de la maquinaria en los procesos posteriores. Dentro del pretratamiento se incluyen las operaciones de separación de grandes sólidos por medio de desbaste, tamizado y desarenado-desengrase.

- Tratamiento primario: proceso físico o fisicoquímico que consiste en la eliminación de sólidos en suspensión por lo menos en un 50%, con métodos anaerobios (ausencia de oxígeno) para la decantación por gravedad.

- Tratamiento secundario: proceso biológico que consiste en eliminar las bacterias de las aguas residuales en condiciones aerobias (con presencia de oxígeno), por lo que la separación del líquido y lodo es a partir de la floculación (espesamiento), para la decantación por flotación.

- Tratamiento terciario: es el último proceso de filtrado que consiste en la desinfección del agua, el cual elimina nutrientes (fósforo y nitrógeno), para cumplir con los parámetros de la calidad del agua. Si bien el cloro es el desinfectante más típico para las aguas residuales, se hace precisa la sustitución de los sistemas de cloración por sistemas de desinfección alternativos, tales como la radiación UV, el empleo de ozono o el empleo de membranas.

- Línea de lodos: en ella se tratan la mayor parte de los subproductos que se obtiene a partir de la línea de agua, los sólidos decantados por la primera y segunda fase, con la finalidad de secar el material coloidal para ser utilizado como abono o en estado no abrasivo para el medio ambiente, con ayuda de sus respectivas etapas de: espesamiento, estabilización, acondicionamiento y deshidratación (Anexo IX, Fig. 15).

- Espesamiento: se incrementa la concentración de sólidos, a través de mecanismos giratorios que ayudan al barrido de lodos primarios y secundarios, con métodos por gravedad y flotación.

- Estabilización: del lodo por aireación para reducir la fracción biodegradable a fin de evitar su putrefacción, por medio de digestión anaerobia o aerobia que elimina entre el 40% – 50% de materia orgánica.
- Acondicionamiento: ayuda al secado o más bien a la deshidratación de los lodos con la eliminación de agua para facilitar el proceso posterior.
- Deshidratación: consiste en la eliminación total de materia líquida presente en los lodos, por medio de tres operaciones básicas (secado mecánico, secado térmico y eras de secado) que deshidratan entre un 20% - 25%.

2.5 SISTEMAS DE CAPTACIÓN

Los sistemas de captación de precipitaciones en el territorio se dividen en tres tipos: natural, físico-mecánico y domiciliario. A pesar de la diferencia de escala (Anexo X, Fig. 16-17-18), todos siguen las mismas etapas: superficie de captación, sistema de conducción, métodos de purificación y tanque de acumulación.

Comenzando por la dimensión de la superficie para captar agua, se consideran cuatro variables clave: las precipitaciones locales (que pueden medirse en días, semanas, meses o años), el coeficiente de escorrentía (que depende de la latitud del lugar) asociado al tipo de suelo y el volumen de agua necesario para cubrir ciertas necesidades. La fórmula para determinar el área de captación es el volumen requerido dividido por la precipitación promedio anual, todo multiplicado por el factor 0,8 que representa el porcentaje de pérdida por escorrentía e infiltración (INIA, 2015).

Una vez calculada la viabilidad preliminar del sistema y el volumen de agua necesario, se puede determinar el tamaño en metros cúbicos del estanque de acumulación o almacenamiento (Anexo X, Fig. 19). Es recomendable ubicar el estanque en la zona más alta del terreno, siempre que la topografía lo permita; en caso contrario, se deben utilizar copas de agua elevadas para facilitar su suministro por gravedad.

En lo que respecta a los sistemas de conducción (Anexo X, Fig. 20), se refiere al traslado del agua, el cual debe llevarse a cabo mediante técnicas basadas en la gravedad o por bombeo eléctrico. Posteriormente, el agua atraviesa un proceso de purificación cuya complejidad dependerá de los requisitos particulares.

2.6 SISTEMAS DE PURIFICACIÓN

De la mano con el tratamiento integral del agua y considerando la categorización y volumen de aguas residuales, es posible determinar que sistemas son apropiados o complementarios para la purificación del agua. Como es sabido, en los sistemas mecánicos, es esencial incorporar pretratamientos debido a la complejidad del proceso de tratamiento de sólidos, a diferencia de los líquidos, que pueden ser tratados de manera eficaz mediante procesos naturales de depuración (Anexo XI).

Por ejemplo, la fitodepuración de suelos contaminados destaca por su eficiencia en la reducción significativa de hidrocarburos gracias a la acción de microorganismos. Sin embargo, la viabilidad de su uso puede estar limitada por las características del contaminante y el riesgo de colmatación del sistema cuando la grava es el componente principal. A pesar de que los primeros artefactos históricos empleaban filtros lentos de arena, actualmente se ha desarrollado tecnología innovadora, como el humedal artificial creado por la Universidad Politécnica de Madrid a través de su grupo de Agroenergética. Este sistema utiliza plantas emergentes que normalmente tienen raíces en el suelo pero que han sido alteradas artificialmente para flotar, similar a un cultivo hidropónico. Esta técnica ofrece un rendimiento superior al evitar la resistencia al paso del agua por la colmatación del lecho, contrario a sistemas lentos con filtros de arena, que actualmente están obsoletos e incluso prohibidos, como el pozo filtrante, zanjas filtrantes, lechos filtrantes.

Es importante recordar que los costos operativos y de mantenimiento disminuyen según el tipo de tratamiento requerido para satisfacer una que se necesidad. Siempre es más económico purificar el agua con fines ambientales y ecológicos, lo cual solo requiere llegar a un tratamiento secundario, como sugiere Díaz en el capítulo “Etapas del tratamiento integral del agua”.

2.7 EJEMPLOS PRACTICOS EN LA ARQUITECTURA.

En lo que respecta a la preservación y conservación del recurso hídrico, surgen ejemplos arquitectónicos que, a través de la creación de espacios naturales, promueven los principios del desarrollo sostenible al generar ambientes que facilitan la gestión del agua. Estos espacios no solo implican la interacción humana con la naturaleza, sino que también ofrecen áreas recreativas como jardines, un anfiteatro, un museo y un amplio espacio para reuniones al aire libre, siempre poniendo al agua como protagonista.

Un caso ilustrativo es el Parque Centenario inundable en Bangkok, Tailandia (Anexo XII), que abordó el desafío climático de la región al implementar sistemas de captación y purificación combinados. El sistema de captación propuesto por el proyecto introduce una morfología que responde a la dirección de las lluvias, empleando una cubierta inclinada de 10,5 metros. Esta característica aprovecha el exceso de precipitaciones mediante la gravedad y facilita el filtrado de las aguas, una tarea que anteriormente se veía dificultada por la densidad de edificaciones y pavimento en la ciudad. El parque abarca 4,5 hectáreas de superficie, capturando y purificando 355.000 galones de agua, los cuales se utilizan para el mantenimiento del paisaje del propio parque. No obstante, tiene la capacidad de almacenar hasta un millón de galones de agua.

Otro destacado ejemplo es la Plaza del Río (Anexo XIII), un proyecto que recibió mención de honor en el concurso eVolo Skyscraper 2018. Fue concebido por los estudiantes Kang Tae Hwan, Kim Min Jeong, Yun Seo Jun y Lee Se Won. Esta infraestructura vertical, con aproximadamente 420 metros de altura, no solo purifica el agua del río, sino que también provee agua potable a la población y es de acceso público. Ubicada en la India, un país con graves problemas de contaminación del recurso hídrico, donde solo el 30% de las aguas residuales son tratadas, siendo el resto vertido en los ríos. El proyecto resuelve esta problemática al incorporar pozos para el almacenamiento de agua y plazas comunitarias que se desarrollan simultáneamente al proceso de depuración para el uso de la población. Asimismo, agrega un valor significativo al proporcionar un ambiente pacífico y religioso a través del agua que fluye, reflejando la forma del río en la estructura. La Plaza del Río se convierte en un punto central de encuentro para los habitantes de la India y fomenta una serie de actividades influenciadas por el agua, que desempeña un papel central en su diseño.

Por último, se destaca el Rascacielos Recolector de Lluvia (Anexo XIV), también distinguido con mención de honor en el concurso eVolo del año 2010. Este proyecto fue ideado por los estudiantes Ryszard Rychlicki y Agnieszka Nowak en Poznan, Polonia. El diseño del edificio facilita la captación y reutilización de aguas pluviales a través de una cubierta en forma de embudo que imita una copa de agua. Esta estructura permite que el agua fluya hacia la parte inferior del edificio donde se han instalado filtros para su tratamiento y purificación antes de ser distribuida en el interior. En caso de que los canales de agua se saturen, se bombea a una segunda cisterna de almacenamiento ubicada en la parte superior del rascacielos. Este proyecto tiene como objetivo satisfacer la alta demanda de agua de la población, demostrando así una innovadora solución para el aprovechamiento del recurso hídrico.

3. ESCENARIO HIDRICO EN CHILE

Chile, debido a su ubicación geográfica y las condiciones climáticas particulares, se encuentra entre los países más impactados por el cambio climático, como lo destaca la CMNUCC (2021). El país presenta áreas costeras de baja altitud, zonas áridas y semiáridas, bosques, territorios susceptibles a desastres naturales, regiones propensas a sequías y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos. Por ejemplo, el norte de Chile, debido a sus características climáticas y geográficas, se enfrenta a una severa escasez hídrica provocada por sequías extremas, lo que resulta en una disminución de las precipitaciones (Anexo XV) y de las fuentes de agua subterránea como los acuíferos (DGA, 2020). Otro elemento climático que afecta a las zonas montañosas y contribuye al retroceso de los glaciares es el aumento de temperaturas, que ha experimentado un incremento de entre 0,2 y 0,3 °C cada década desde 1976 (UNESCO, 2018). Esto complica el acceso al agua potable en zonas rurales que dependen de fuentes subterráneas (MOP, 2016).

Por otro lado, las causas antropogénicas en el sur de Chile son motivo de seria preocupación, dado que han provocado un aumento irremediable de la contaminación en ríos, lagos y zonas costeras, así como una notable disminución de la biodiversidad acuática. El control de contaminantes provenientes de descargas industriales y urbanas ha sido un problema persistente, siendo las descargas puntuales el aspecto más inquietante para asegurar la calidad del agua, con un 84% concentrado en la región X, según se informó en la consulta pública para revisar el Decreto 90 en 2021. A diferencia del norte, donde la problemática radica en la accesibilidad al agua para el consumo debido a la sequía, en el sur, aunque el recurso es abundante, la escasez se debe a que el agua no cumple con los estándares de calidad establecidos en la Norma Chilena 409/1 Of. (Chile, 2005) del INN, que define al agua potable como aquella que cumple con requisitos microbiológicos, de turbiedad, químicos, radiactivos, organolépticos y de desinfección, asegurando su inocuidad y aptitud para el consumo humano. En contraposición, el nivel de toxicidad del agua es alto.

En la actualidad, uno de los sectores más golpeados por la escasez hídrica en la Región de Los Lagos es Osorno, situación declarada por la DGA el 05 de abril de 2021, a raíz de la contaminación por vertimiento de aguas servidas. Esta provincia se convierte en la ciudad más afectada por la contaminación en Chile, según un análisis realizado por el Centro de Sustentabilidad de la Universidad Andrés Bello.

3.2 OSORNO, CIUDAD SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA

Pertenecientes a la ciudad de Osorno, las comunas de Puyehue, Puerto Octay, Purranque, Río Negro, San Juan De la Costa y San Pablo fueron declaradas en estado de escasez hídrica por la DGA. Entre ellas, Puyehue es la zona más afectada, debido al vertimiento de aguas servidas al Río Pilmaiquén, lo cual ha sido corroborado a través de una serie de denuncias documentadas en las noticias (Anexo XVI). Con un aumento del 1,14% de la población Puyehuina cada cuatro años (INE, 2017), se genera una mayor cantidad de desechos residuales que, en la actualidad, superan los 1.600 coliformes fecales por cada 100 milímetros de agua durante las 24 horas del día. La Norma permite un índice de hasta 1.000 coliformes por cada 100 milímetros de agua, evidenciando que el parámetro no se cumple. Esto conlleva problemas sanitarios para la población que utiliza el recurso aguas abajo, una situación denunciada por la mesa ambiental de la comuna por segunda vez. Sin embargo, esta problemática ha persistido por más de 50 años. Al respecto, Núñez Jimena (2023) enfatizó: "surge la preocupación, porque sin una planta de tratamiento, Puyehue no puede crecer, concretar proyectos habitacionales y mucho menos recibir la visita de turistas a la zona".

Dada la situación de la localidad, La Ilustre Municipalidad de Puyehue ha incluido en el PLADECO (2020-2026) (Anexo XVII) estrategias relacionadas con el medio ambiente, la educación y el ámbito social. Estas estrategias buscan mejorar el manejo de los recursos hídricos de la comuna e incluyen la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, incentivos para sistemas de riego y drenaje, así como cosecha, captación y acumulación de aguas. Además, se promueven actividades medioambientales y se fortalece el Sello Verde en la Escuela Entre Lagos. También se implementa el Programa Subsidio Agua Potable y Alcantarillado, siendo la Planta de Tratamiento el único proyecto que, hasta el día de hoy, no se ha concretado. A su vez, se introducen una serie de actividades en la población con el objetivo de concienciar sobre la importancia de la preservación del agua, proporcionando diversas estrategias para su optimización.

TEMA

EL AGUA COMO CONFIGURADOR Y PROGAGONISTA ESPACIAL.

La actual crisis hídrica que enfrenta Chile y el mundo resalta la importancia crucial de implementar medidas destinadas a la conservación y optimización de este recurso, reconocido como un derecho fundamental para la subsistencia humana por la AGNU (2010). En palabras de Attenborough David (2019), "Puede sonar aterrador, pero la evidencia científica indica que, si no se toman acciones drásticas en los próximos 10 años, podemos enfrentarnos al daño irreversible del mundo natural y el colapso de nuestras sociedades".

Para lograr un cambio tangible, es fundamental sensibilizar a los profesionales involucrados en el diseño y construcción de instalaciones y edificaciones en diversas escalas, abarcando desde infraestructuras básicas hasta industrias, comercios y residencias. De esta manera, se internaliza la importancia del agua como recurso en nuestras vidas y como elemento configurador de la arquitectura y proyectos. Así, se pueden crear espacios que otorguen vida y conciencia a procesos que antes permanecían ocultos tras la ingeniería. Esto permite integrar la optimización del agua con otras disciplinas, a través del diseño arquitectónico, generando soluciones integrales que promuevan un desarrollo sostenible en los ámbitos social, económico y ambiental.

A partir de lo anterior, surge la oportunidad de abordar el estudio de un problema para proponer una solución, mediante estrategias de diseño que analizan cada faceta del agua, incluyendo su ciclo hidrológico, ciclo urbano e impacto medido a través de la huella hídrica. Esta investigación se centra en explorar y abordar una serie de estrategias para el manejo responsable del agua, como la optimización y conservación basada en la reutilización, a través de la captación y purificación del recurso.

“El reúso de aguas residuales no es un concepto nuevo, pues existe desde la Civilización Minoica, hace unos 5000 años, [...] actualmente, Israel alcanza porcentajes de tratamiento y reúso de sus aguas residuales muy cercanos al 100% de la totalidad generada en sus territorios [...]”, comenta Cifelli (Marzo, 2022).

En el sur de Chile, específicamente en la Región de Los Lagos, no se están implementando prácticas sustentables para la gestión del agua. A pesar de que la Ley 21.075 permite la reutilización del recurso, la disponibilidad y, sobre todo, la calidad del agua se ven afectadas

debido a un manejo ineficaz y la falta de infraestructura. Estas circunstancias subrayan la desvalorización y la urgente necesidad de conservar este recurso vital.

LUGAR

PUYEHUE, OSORNO.

La comuna de Puyehue se encuentra rodeada de cuencas, enmarcadas por impresionantes edificios volcánicos que destacan por su arquitectura ornamentada. Además, sus vastas praderas son dedicadas a actividades agropecuarias. Esta localidad es conocida por sus atractivos turísticos y su proximidad a la frontera con Argentina. Los paisajes, de una belleza excepcional, son preservados por la cultura indígena "Mapuche", quienes consideran la naturaleza como un santuario sagrado, limitando así la intervención humana en ciertas áreas.

En términos de construcción, la comunidad de Puyehue utiliza predominantemente la madera, el recurso más abundante de la zona. Esta actividad ha tenido una relevancia significativa para los pequeños agricultores y las comunidades indígenas. Muchos de los diseños están influenciados por la cultura Chilota, otorgando un sentido profundo a la comunidad y un fuerte deseo de trascendencia.

Según el Censo de Población y Vivienda²⁶ del Año 2017, informa que esta comuna posee una densidad poblacional de 11.667 habitantes, de los cuales un 42,8% habitan en centros urbanos, especialmente en la capital comunal, Entre Lagos, cuyo nombre se le otorga por estar emplazada entre el lago Rupanco y más cercano lago Puyehue.

Asimismo, el río Pilmaiquén, donde desemboca el lago Puyehue, se ve gravemente afectado por el vertimiento de aguas servidas y la explotación indiscriminada de acuíferos, principalmente debido a la actividad agropecuaria. Esta situación provoca una urgente necesidad de evitar la contaminación hídrica, ya que la falta de infraestructura para el tratamiento del agua es evidente. La Ilustre Municipalidad de Puyehue está llevando a cabo nuevos proyectos que incluyen la instalación de pozos con el objetivo de proveer agua potable al 9,36% de las personas que residen en comunidades rurales. Las razones detrás de la escasez hídrica radican en los cuatro factores mencionados anteriormente: la contaminación, la sobreexplotación de los recursos, la falta de infraestructura y el cambio climático.

²⁶ Es la operación estadística más importante que realiza el Instituto Nacional de Estadísticas y en la cual participan todos los habitantes del país.

La ubicación de Puyehue, al noreste de Osorno en la X Región del sur de Chile (Anexo XVIII), la rodea de paisajes boscosos con vegetación perenne y montañas que alcanzan hasta 2.700 metros de altura. Esto da lugar a un clima templado oceánico lluvioso, con ausencia de precipitaciones solo en el período seco (verano). Su sistema hidrográfico se caracteriza por la presencia abundante de ríos y lagos con pendientes suaves que facilitan el escurrimiento. Sin embargo, el déficit de precipitación del 17% (ONG, respaldada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) en comparación con años anteriores, como resultado del cambio climático, está afectando el proceso de purificación que normalmente lleva a cabo el ciclo hidrológico, dado que las lluvias continúan disminuyendo. Por lo tanto, el vertimiento constante de aguas residuales al río Pilmaiquén por parte de la población ralentiza aún más este proceso natural de depuración.

El punto de descarga de las aguas servidas se ubica al inicio del río (Anexo XIX), que se encuentra sometido a un meandro. Las características de este curso generan riesgos de inundación debido a su concavidad, lo que obstruye el flujo normal del afluente del lago Puyehue aguas abajo. Este preocupante evento no solo afecta al recurso hídrico en todas sus etapas y a la vida acuática, sino que también vulnera el derecho al agua de la población aguas abajo conocida como Pilmaiquén, quienes se abastecen del mismo río Pilmaiquén.

En efecto, a fin de establecer la superficie en donde emplazar el proyecto, el terreno escogido es de carácter municipal y el punto más alto de la localidad el cual facilita la captura de agua por gravedad, con un distanciamiento de 245 metros respecto al pueblo y su elección tiene la intención de conectarse a la futura PEAS²⁷, que se encuentra ubicada en la población, en conjunto al sistema de alcantarillado del cual desembocan las aguas residuales domiciliarias. La superficie cumple con el distanciamiento de 200 metros mínimos, que debería tener el tratamiento de aguas residuales según la normativa, ya que este terreno es el más alejado y disponible de la localidad. Aun así, la Municipalidad de Puyehue, hoy en día está haciendo las gestiones necesarias para comenzar una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, sin embargo, hasta la fecha esta no podido concretarse y lleva más de 10 años en tramitación. Además, esta planta no considera la participación de la ciudadanía ni mucho menos la del turista, ya que es totalmente necesario concientizar al ser humano de este proceso y no esconderlo como si no existiría, siendo que tiene alto potencial para crear espacios arquitectónicos entorno al agua.

²⁷ Planta Elevadora de Aguas Servidas de Puyehue.



Figura 1: Ubicación proyecto Centro de Purificación de Agua (Fuente: Elaboración propia)

CASO

CENTRO DE PURIFICACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA.

Un centro de purificación de aguas residuales se vuelve completamente necesario cuando estas son vertidas al medio sin previo tratamiento, dado que esto constituye una violación a la Ley 21075, conocida como Ley de Aguas Limpias. Adicionalmente, según el Seminario Internacional²⁸ (2019), "los sistemas de captación de agua de lluvia son una buena opción para la optimización del recurso, ya que aumentan la oferta de agua para consumo doméstico y uso en la agricultura y ganadería".

En función de los requerimientos identificados para los sistemas de tratamiento, purificación y captación de agua, así como las necesidades locales, se plantea la creación del "Centro de Interpretación de la Purificación y Captación de Agua", anexo a la infraestructura existente del sistema de alcantarillado de aguas servidas. Este centro se encargará de llevar a cabo el tratamiento completo de las aguas, abordando cada una de sus etapas, con un enfoque preciso en las variables principales que determinan el programa en su totalidad. Dicho centro funcionará como una entidad pública, de carácter recreativo, educativo y administrativo, donde se resaltarán la importancia de la purificación del agua y el recurso en sí mismo. El objetivo es fortalecer la estrecha relación entre los residentes y visitantes con el recurso hídrico, al actuar como configurador del espacio rural y natural.

Durante el proceso de investigación, se analizaron tres ejemplos representativos. Uno de ellos es el "Proyecto de Instalación de Purificación de Agua Avanzada" (Anexo XX) ubicado en la ciudad de Oxnard, California, Estados Unidos. Este proyecto utiliza aguas residuales domésticas recuperadas para reducir la dependencia de agua importada, lo que permite ofrecer servicios esenciales a residentes, empresas y agricultores. La instalación no solo purifica 25 galones de aguas residuales para su posterior reutilización, sino que también promueve la educación sobre el tratamiento del agua y la gestión de los recursos hídricos a través de un centro científico. Esta transición de programas se materializa mediante la creación de puentes que atraen a visitantes hacia los humedales de demostración.

²⁸ Sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, realizado en Santiago de Chile, el 27-28 de noviembre de 2014.

El segundo referente corresponde al Parque Metropolitano del Agua (Anexo XXI), en la ciudad de Zaragoza, España. Proyecto de mayor escala con un enfoque más urbano, ya que utiliza la estructura de un meandro²⁹ para organizar el recorrido que depura el agua extraída del Río Ebro, además de mantener su uso durante las esporádicas crecidas del curso del río y a la vez, conservar su función específica como área de desbordamiento y filtraje natural, a través de la vegetación, mientras que los edificios auxiliares quedan alejados de las crecidas nacientes de la ribera (Soto de Ribera), ya que es una zona susceptible a inundaciones periódicas.

El "Centro Comunitario para la Cosecha de Agua" (Anexo XXII) en Formosa, Argentina, representa un ejemplo valioso. Esta instalación tiene la capacidad de captar 1.912.500 litros de agua de lluvia anualmente a través de una superficie de 5.000 m². Esta agua se utiliza para el riego de cultivos, mientras que el excedente es dirigido hacia humedales o cisternas elevadas para su almacenamiento y posterior utilización en temporadas de escasez.

Luego de la exposición y análisis detallado de cada uno de los referentes estudiados, incluyendo sus sistemas respectivos, se ha obtenido el programa tentativo para el proyecto a desarrollar. Este comprende las instalaciones necesarias para la captación, tratamiento, purificación y almacenamiento del agua. En esta propuesta se contemplan equipamientos tanto de carácter privado, como el "Centro de Ciencia para el Tratamiento Primario y Secundario", en conjunto con otros destinados al uso público, como miradores, lagunas de demostración, recorridos fluviales y sistemas de distribución para suministrar agua limpia al río (Anexo XXIII).

²⁹ Curva pronunciada que forma un río en su curso.

TABLA PROGRAMA CENTRO DE PURIFICACIÓN DE AGUA

TORRE 1	M²	CANTIDAD USUARIO
Recepción	56	13
Cuarto de aseo	4	8
Baño minusválido	5	5
Cowork	22	11
Sala de reunión	18	12
Siembra de lodos biosólidos	25	13
Identificación microbiana	25	13
Exclusa biológica molecular	12	10
Siembra de aguas crudas y residuales	12	8
Siembra de aguas limpias	15	10
Recepción de muestras	22	11
Repiques y suspensión microbiana	18	9
Sala de operaciones	43	9
Bodega de muestras	43	14
Cuarto de maquinas	22	4
Cuarto de aseo	18	4
Terraza jardín	81	40
TOTAL	441	194

Tabla 1: Tabla superficie / programa Torre 1

TORRE 2	M²	CANTIDAD USUARIO
Colección biológica	9	4
Biología microscópica	14	9
Almacenamiento de orgánicos	25	6
Oficina director	25	6
Oficinas administrativas	24	4
Sala star	44	11
Baño mujeres	10	10
Baño minusválido	5	1

Baño hombres	9	9
Sala de análisis	50	12
Oficina de agua tratada	41	10
Cuarto frio	9	3
Kitchenette	9	4
Área de lavado	9	6
Pasaje y purificación	24	12
Recepción de muestras y agua tratada	25	8
Terraza jardín	81	40

TOTAL	413	155
-------	-----	-----

Tabla 2: Tabla superficie / programa Torre 2

TORRE 3	M²	CANTIDAD USUARIO
Hall acceso	24	12
Recepción	76	38
Baños mujeres	11	7
Baños hombres	12	8
Baños minusválidos	7	1
Auditorio del agua	77	50
Exposición del agua	77	40
Cocina	18	9
Deshechos	3	1
Cuarto frio	4	2
Baño minusválido	7	1
Zona de lavado	12	8
Caja	16	1
Cafetería	77	50

TOTAL	421	228
-------	-----	-----

Tabla 3: Tabla superficie / programa Torre 3

ESTRATEGIAS PROYECTUALES

Debido a la escasez y al inadecuado manejo del agua, surge la necesidad de proporcionar soluciones arquitectónicas. En este contexto, el problema es si ayuda a determinar el “¿Qué?”, “¿Dónde?” y “¿Cómo?” proyectar. Tras la investigación, no queda duda de la carencia de saneamiento básico del agua en la comunidad de Puyehue, una dificultad de gran relevancia, puesto que pone en peligro la integridad de los habitantes. Desde su fundación en 1930, la capital comunal de Puyehue, conocida como “Entre Lagos”, ha debido enfrentar la vulneración de sus derechos. Es en este contexto que surge el proyecto de un Centro de Purificación del Agua, el cual tiene como objetivo potenciar la conexión del recurso hídrico con el hombre y, de la mano, impulsar el desarrollo turístico de la sociedad. Este centro se convertirá en un hito, no solo para la comunidad, sino también para los turistas.

Para lograr concretar estas ideas, es fundamental tener en cuenta el emplazamiento específico mencionado en el capítulo del lugar, por las razones ya establecidas, tal y como se muestra en la

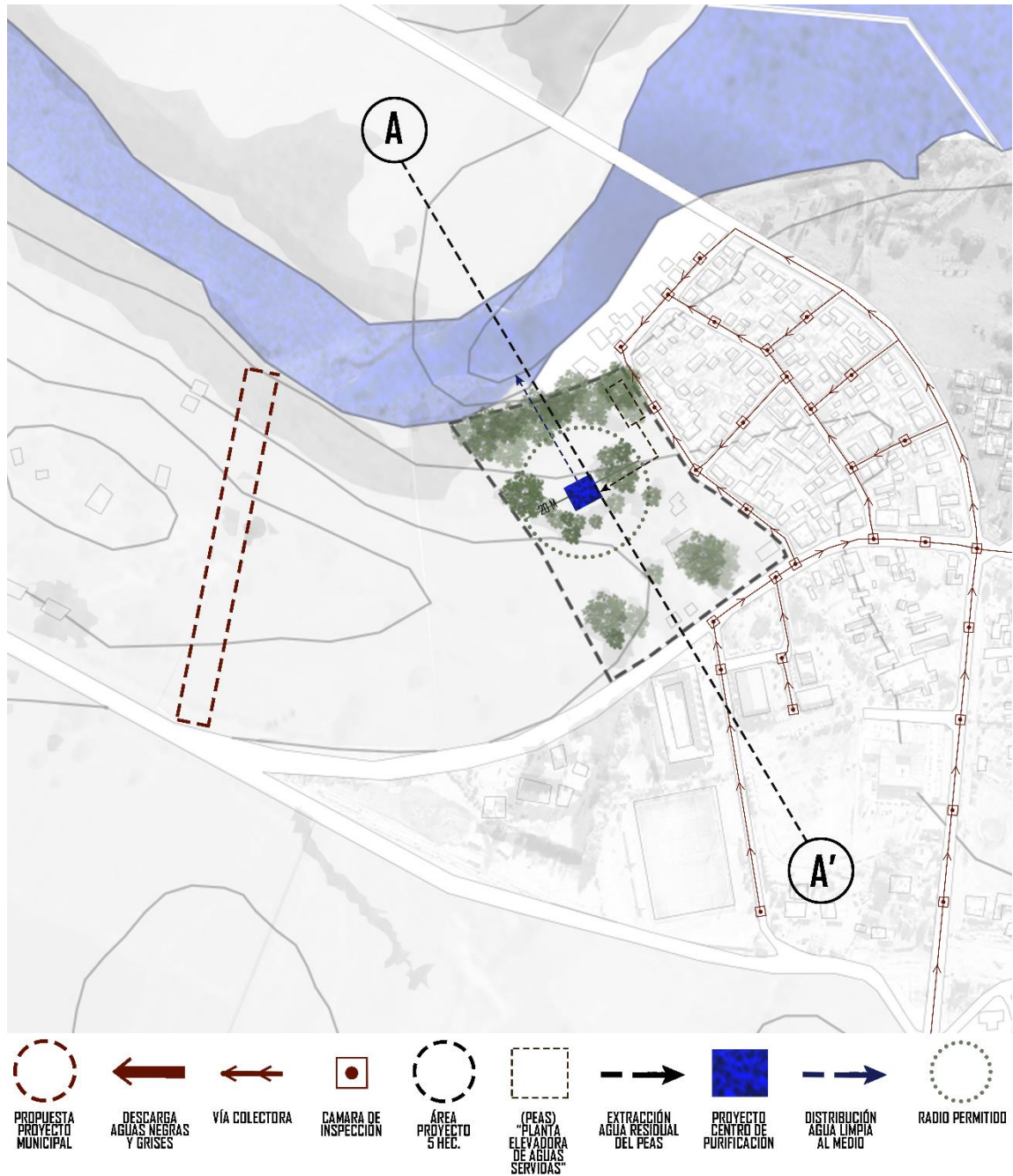


Fig. 1: Planimetría Conceptual del sistema de purificación, captación y distribución del agua
(Fuente: Elaboración propia).

Una vez entendido el funcionamiento de los sistemas de captación, purificación y distribución del agua para la optimización, junto con la estrategia de emplazamiento y los requisitos del programa (Anexo XXIII), es posible identificar los principios rectores que guiarán el proyecto hacia la creación de un Centro sostenible que se integre adecuadamente con el entorno. El objetivo es desarrollar un diseño innovador que aproveche las características y esencia del lugar, utilizándolas como referencia en su concepción, teniendo en cuenta la forma, el espacio, el orden y materialidad.



Fig. 2: Mapa Conceptual, Bases del Proyecto (Fuente: Elaboración propia).

RIESGOS

El territorio propuesto para el proyecto se encuentra cerca del borde del río y presenta problemas de remoción en masa del suelo, lo que indica que el suelo no es firme. Por lo tanto, se plantea la necesidad de reforzarlo con aterrazamientos. Estos aterrazamientos permitirán la distribución de agua residual tratada, como se muestra en la figura 3.

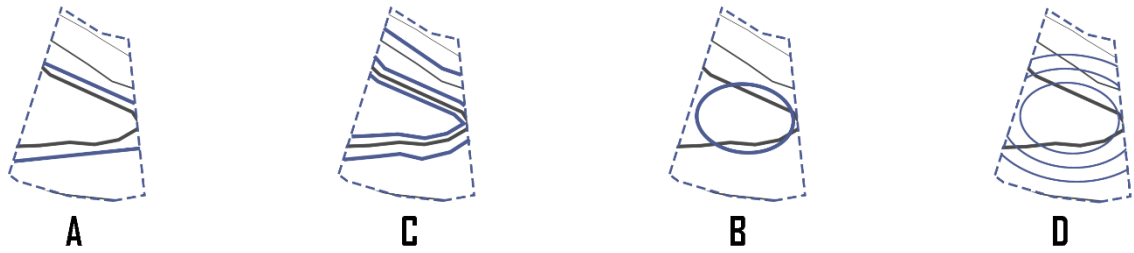


Fig. 3: Variables de aterrazamientos en el territorio (Fuente: Elaboración propia).

Ante dicho catastro, se propone abordar la remoción en masa con la opción C, ya que esta alternativa refuerza el terreno siguiendo las curvas de nivel del terreno. Esta estrategia no solo fortalece el suelo, sino que también facilita la distribución del agua tratada del proyecto para su entrega al medio.

ACCESO

En el recinto escogido no existe un acceso formal al proyecto propuesto. No obstante, existen huellas que sugieren que los usuarios sienten una conexión con el elemento del agua presente en el lugar. Con el objetivo de no perder de vista la experiencia del usuario, se busca establecer vínculos con vías principales de importancia para potenciar y activar la zona del proyecto tanto para el interés turístico como local. Esto se puede apreciar en la figura 4.



Fig. 4: Tipos de accesos al terreno (Fuente: Elaboración propia).

Todos estos tipos de accesos comparten la característica de conectarse al borde de la ribera para permitir el acceso al río. No obstante, solo la opción C realmente representa la huella del usuario, como se evidencia en la figura. Además, este acceso conecta directamente con los recintos municipales hacia el área de intervención.

EMPLAZAMIENTO Y CUERPO DE AGUA

En la figura 5, se busca determinar la ubicación óptima del proyecto en el terreno. Este análisis se basa en dos consideraciones fundamentales: la proximidad al río y la dificultad del terreno ante los riesgos de remoción en masa, así como la cercanía a la Planta Elevadora de Aguas Servidas (PEAS). Esta última será responsable de realizar el pretratamiento de las aguas servidas antes de ingresar al proyecto de purificación para completar el proceso. A partir de estas consideraciones, se presentan diversas opciones para su evaluación.

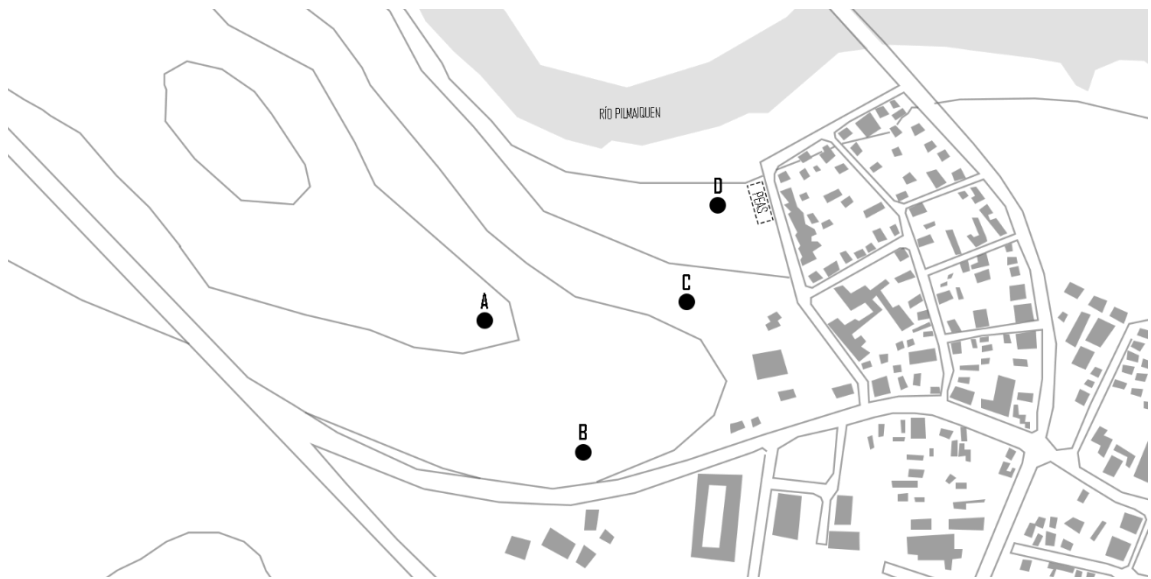


Fig. 5: Sugerencias de emplazamiento en el terreno (Fuente: Elaboración propia).

A:

- Lejos del cuerpo de agua
- La acústica es molesta
- Lejos de la planta elevadora de aguas servidas
- Libre de remociones en masa

B:

- Muy lejos a cuerpos de agua
- La acústica te es muy molesta
- Libre de remociones en masa
- Muy lejos de la planta elevadora de aguas servidas

C:

- Cercanía al cuerpo de agua
- La acústica es tranquila
- Cerca de la planta elevadora de aguas servidas
- Alejado del área de remoción en masa

D:

- Mayor cercanía al cuerpo de agua
- La acústica es muy tranquila
- Peligro de remoción en masa
- Muy cerca de la planta elevadora de aguas servidas

Dada la peligrosidad de construir justo en el borde del río, como sugiere la opción D, es posible descartarla debido al problema de remoción en masa. En este contexto, se concluye que la alternativa C es la más idónea, ya que mantiene un margen de seguridad con respecto a estos problemas sin alejarse demasiado del cuerpo de agua ni de la PEAS.

AGUA COMO FORMA

En primera instancia, se comienza analizando el comportamiento de los fluidos líquidos en reposo y movimiento, a partir de la hidrostática y la hidrodinámica, asociados a la forma adecuada para retener el agua. Esto implica una distribución homogénea en el espacio respecto a la capacidad de presión que ejerce sobre un cuerpo. En la figura 3, se ilustra la forma óptima de un estanque.

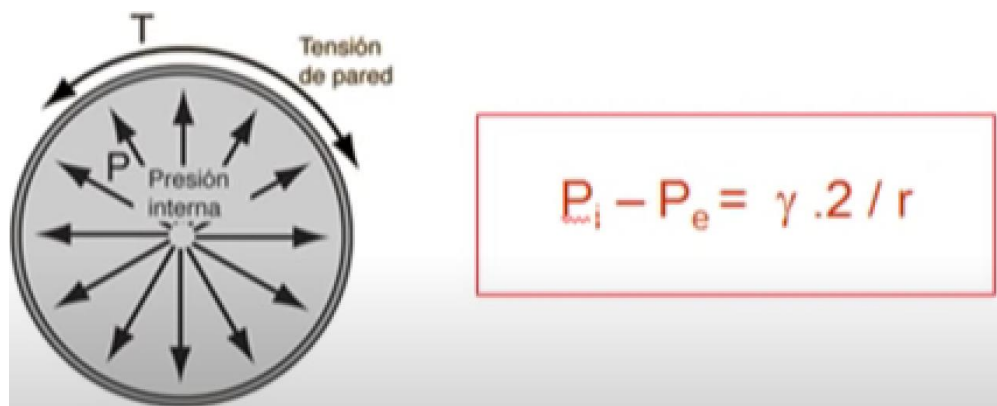


Fig. 6: Ecuación Hidrodinámica comprendida por la Ley de Laplace
(Fuente: Elaboración propia).

La figura anterior da luces a una forma circular, ya que la diferencia de presiones en el interior y exterior de un círculo es igual al doble de la tensión que recibe la pared dividida por el radio del círculo. Con respecto a la formula anterior, se logra el equilibrio correcto del agua, lo que permite visualizar diferentes formas curvadas que podría tener un estanque (Fig. 4).



Fig. 4: Agua como forma (Fuente: Elaboración Propia)

Se concluyó que la variable C no presenta ninguna esquina ortogonal en el espacio del estanque. Por lo tanto, sería la forma más adecuada para retener el agua frente a eventos sísmicos, ya que distribuye el agua de manera homogénea en cuanto a presión.

FALTA DE SUELO

La ocupación de las plantas de tratamiento de aguas servidas en el territorio es de una dimensión extensa y comúnmente distribuidas en horizontal, pero como sabemos las plantas de tratamiento depuran todas las aguas que desecha una población como en Puyehue, donde la probabilidad de que aumente la población año tras año es ascendente, se propone que estos sistemas realicen el proceso en vertical a fin de ahorrar suelo que hoy en día es escaso y aún más en el futuro Figura 5.

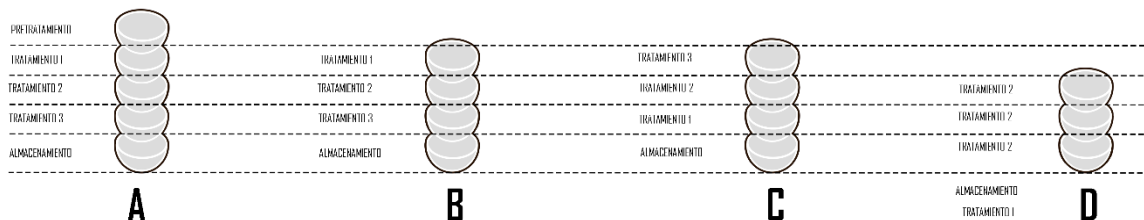


Fig. 5: Opciones de optimización de etapas de purificación en vertical (Fuente: Elaboración Propia)

En este gráfico se estudia la superposición de capas o etapas de purificación con el objetivo de ahorrar espacio y potenciar el movimiento natural del agua, que tiende a ser vertical. Dado que son muchas las etapas, se busca optimizar aquellas que no necesitan llevarse a cabo en altura o que pueden ser realizadas por otras infraestructuras, como el PEAS. La opción D es la que mejor optimiza el sistema, ya que no descuida ningún proceso importante. Según esta investigación, se identificó que el proceso terciario no es necesario de abordar, ya que se aplica únicamente cuando el destino de las aguas es el consumo humano o agrícola, y no cuando se trata de su entrega al medio.

INCIDENCIA SOLAR

Las estructuras verticales tienen la característica de generar sombras en ciertos horarios del día. Dado que este sistema cuenta con la superposición de etapas para la purificación, se requieren diferentes niveles de exposición solar para que las plantas puedan llevar a cabo la fotosíntesis y limpiar el agua. Por lo tanto, es necesario analizar esta problemática en la siguiente figura 6.

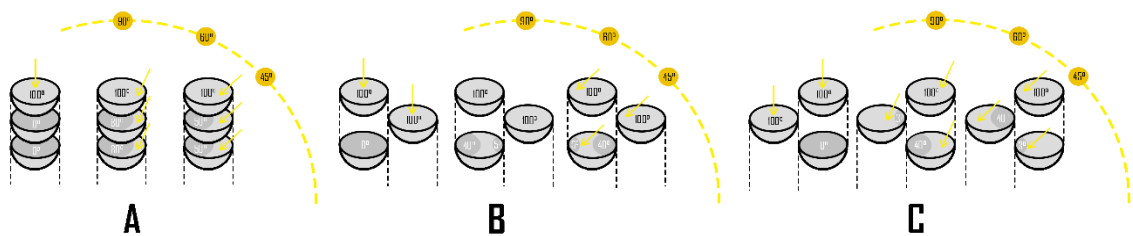


Fig. 6: Estudio solar de las etapas de purificación (Fuente: Elaboración Propia)

En esta situación, se prioriza la ubicación de la etapa más demandante en términos de tratamiento, conocida como la laguna anaerobia, en la zona más propicia para la incidencia solar. Esto se hace con el fin de favorecer la producción de fotosíntesis durante el mayor tiempo posible. Es decir, esta etapa debe estar situada por encima de las demás para evitar cualquier tipo de sombra, excepto la generada por ella misma. La etapa sucesiva, conocida como laguna facultativa, requiere al menos un 50% de incidencia solar para llevar a cabo la fotosíntesis. Por último, la laguna de maduración no demanda una gran exposición solar, ya que las plantas no necesitan realizar un intenso proceso de purificación, al ser la última etapa. Todas estas características corresponden al ejemplo B.

DISTRIBUCIÓN

Aquellas etapas mencionadas no son aisladas una de las otras, el agua debe pasar por cada una de ellas comenzando por la laguna anaerobia hasta llegar la laguna de maduración para finalizar el proceso, donde aquella distribución se propone con tubos comunicantes, solución que además evita el rebalsamiento de las copas conectadas a la misma etapa, como muestra la figura 7.

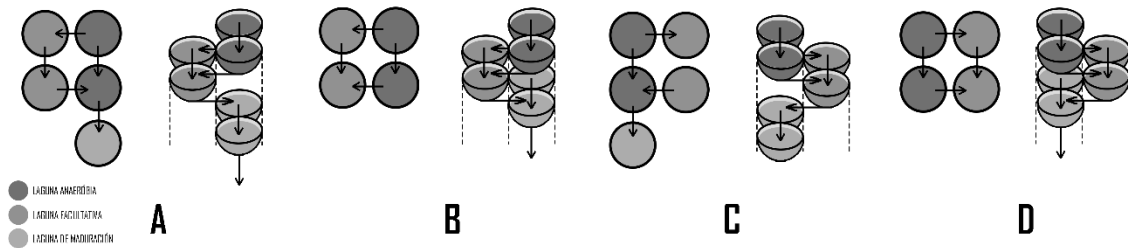


Fig. 7: Estudio solar de las etapas de purificación (Fuente: Elaboración Propia)

La opción C propone una distribución del agua que se ajusta a una orientación solar favorable en el sistema.

ALTURA

Para garantizar una distribución efectiva, se establece un requisito de altura mínima de 15 metros para las copas. Por lo tanto, el objetivo es alcanzar la mayor altura posible, como se ilustra en la figura 8.

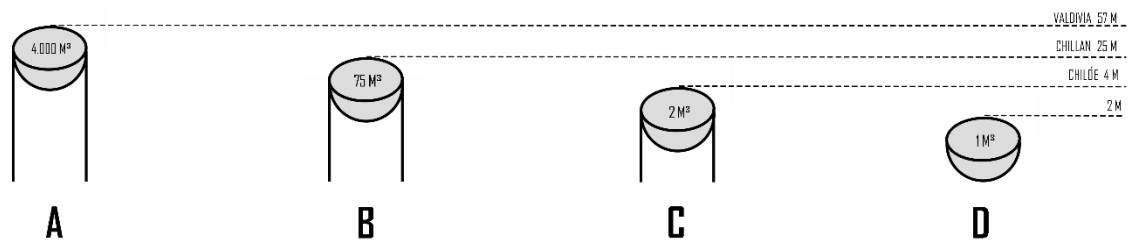


Fig. 8: Estudio de alturas de copas de agua en Chile (Fuente: Elaboración Propia)

AGUA Y PESO

En relación con las diferentes aguas que ingresarán al sistema declarado como proceso vertical, serán de un distinto volumen dependiendo del agua gris y negra que elimine la población, en

conjunto a los metros cuadrados del área de captura (cubierta) de agua lluvia del edificio, cuyos valores claramente varían (Fig. 6).

	AÑO	MES	SEMANA	DIA
AGUA LLUVIA	134.600 m ³	11.063 m ³	2.581 m ³	370 m ³
AGUA GRIS	139.795 m ³	11.490 m ³	2.681 m ³	383 m ³
AGUA NEGRA	114.975 m ³	9.450 m ³	2.205 m ³	325 m ³
SOLIDOS	273.750 m ³	22.500 m ³	5.250 m ³	750 m ³

Fig. 6: tabla de volumen por tipo de agua obtenida (Fuente: Elab. Propia)

La tabla anterior muestra el volumen de agua lluvia, gris, negra y solidos obtenida en periodos de días, semanas, meses y años. Como se puede ver en la tabla en color gris se muestra la cantidad de agua que va a ser purificada y capturada diariamente, dado que todos los días se vierten desechos al río, es necesario evitar la contaminación de manera que el sistema purifique diariamente las aguas, a través de distintas fases de tratamiento, el cual trabaja con distintos volúmenes de agua a medida que este atraviesa las distintas etapas de depuración, que son (Fig.7):

ETAPAS	DEL	TRATAMIENTO	INTREGAL	DEL	AGUA
AGUAS Y SOLIDOS	REQUIERE DE UN	VOLUMEN Y N° DE	ÁREA A OCUPAR		
	AREA O VOLUMEN	ESTANQUES			
CAPTACION		0	TOTAL 14,4 m²		
LLUVIA	ÁREA		14,4 m ²		
TRATAMIENTO 1		3	TOTAL 47,4 m²		
AGUA GRIS	VOLUMEN	383 m ³	15 m ²		
AGUA NEGRA	VOLUMEN	325 m ³	14 m ²		
SOLIDOS	VOLUMEN	750 m ³	18,4 m ²		
TRATAMIENTO 2		3	TOTAL 47,4 m²		
AGUA GRIS	VOLUMEN	383 m ³	15 m ²		
AGUA NEGRA	VOLUMEN	325 m ³	14 m ²		
SOLIDOS	VOLUMEN	750 m ³	18,4 m ²		
LINEA DE LODOS		1	TOTAL 18,4 m²		

SOLIDOS DESHIDRATADOS	VOLUMEN	750 m ³	18,4 m ²
ALMACENAMIENTO		1	TOTAL 43,4 m²
AGUA LLUVIA	VOLUMEN	370 m ³	14,4 m ²
AGUA GRIS	VOLUMEN	383 m ³	15 m ²
AGUA NEGRA	VOLUMEN	325 m ³	14 m ²

Fig. 7: Tabla con el área total de cada etapa de depuración (Fuente: Elab. Propia)

Dichas etapas notoriamente visibilizan una jerarquización en el volumen y área de aguas de cada nivel. Estratos necesarios por equilibrar en coherencia a la estrategia anterior de Agua y Suelo, que se representa con las siguientes variables (Fig. 8)

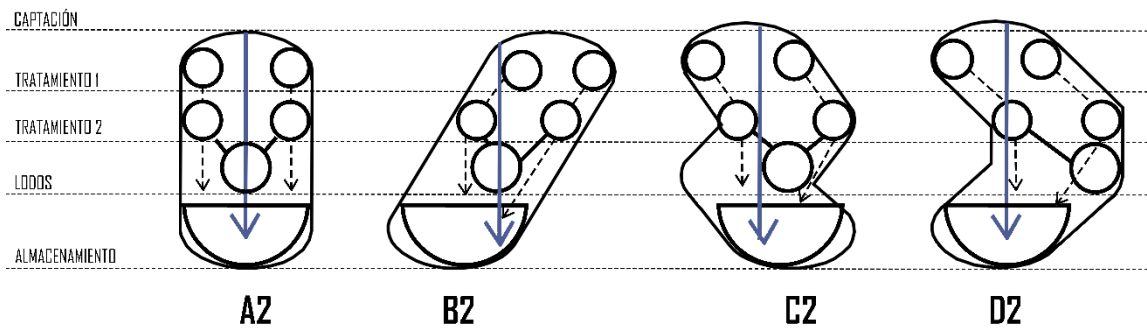
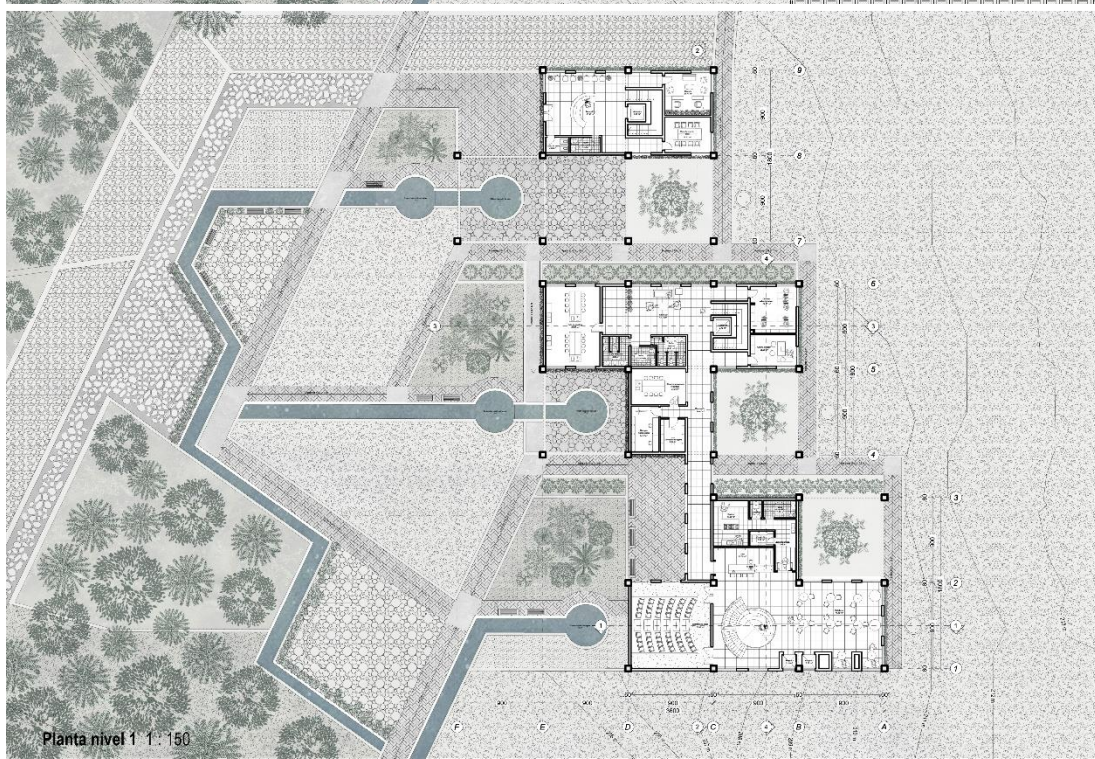
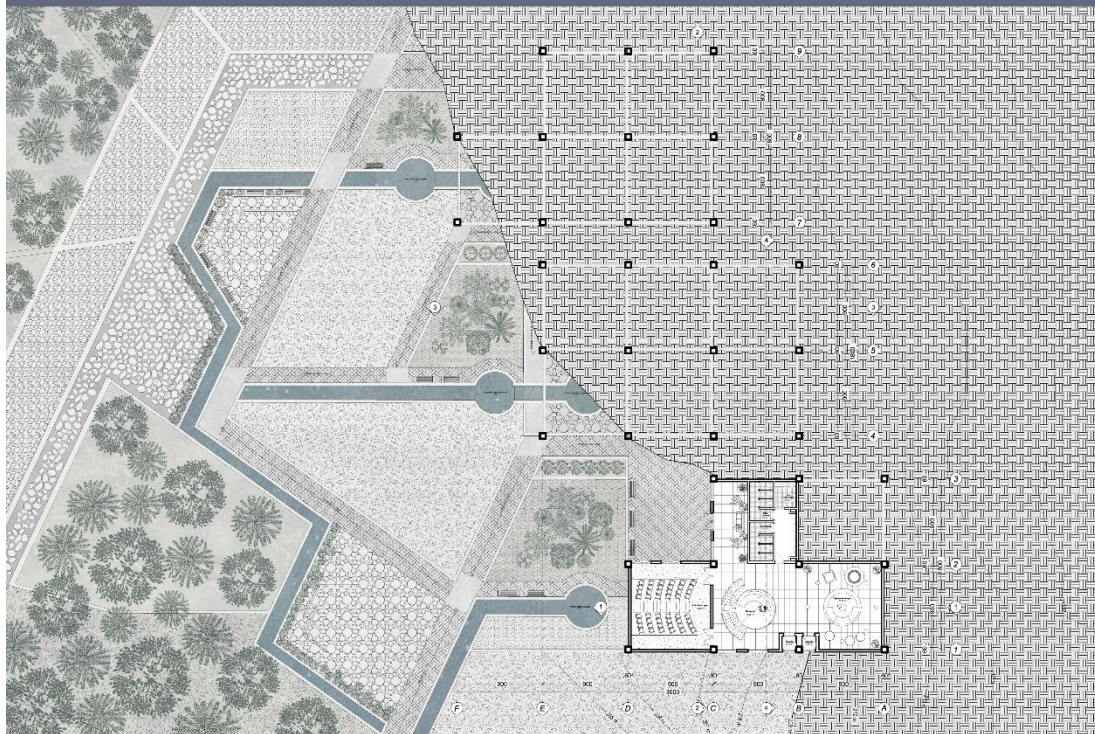


Fig. 8: Agua y peso (Fuente: Elab. Propia)

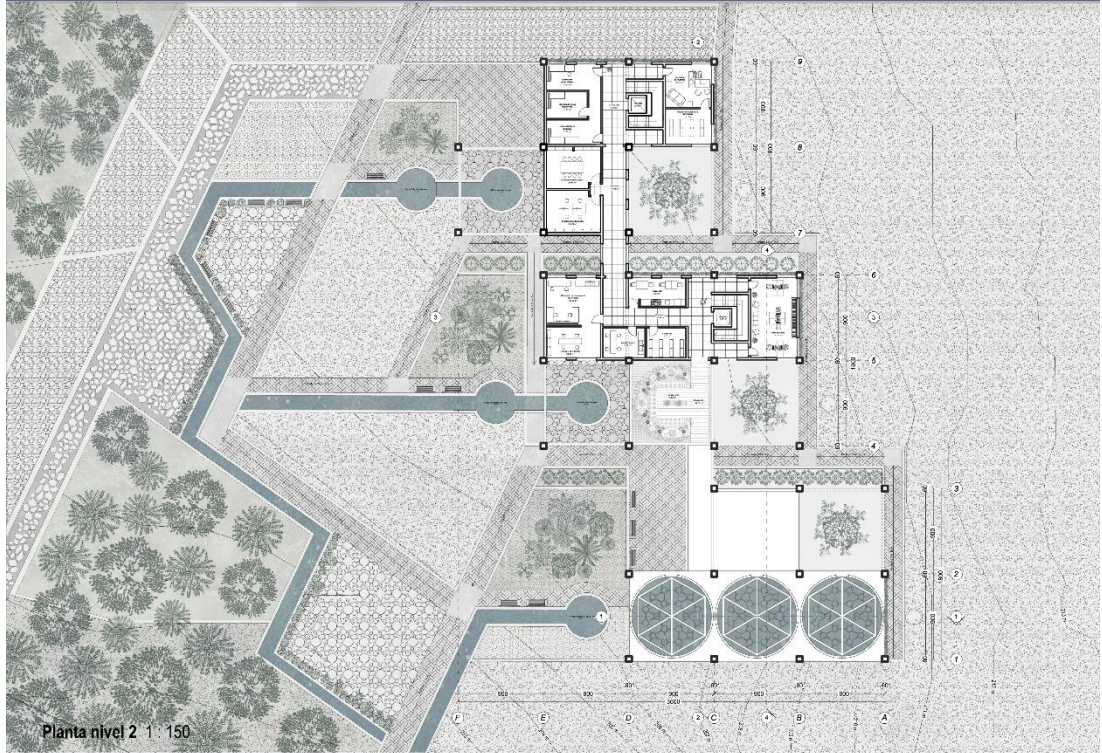
Como en la figura se presenta, se encontró el equilibrio adecuado en la variable C2, ya que es la única que permite el correcto paso de las aguas, sin tener que atravesar procesos que no correspondan a su categoría. Finalmente pueden llegar todas las aguas a la zona de almacenamiento común.

DESARROLLO PROYECTUAL

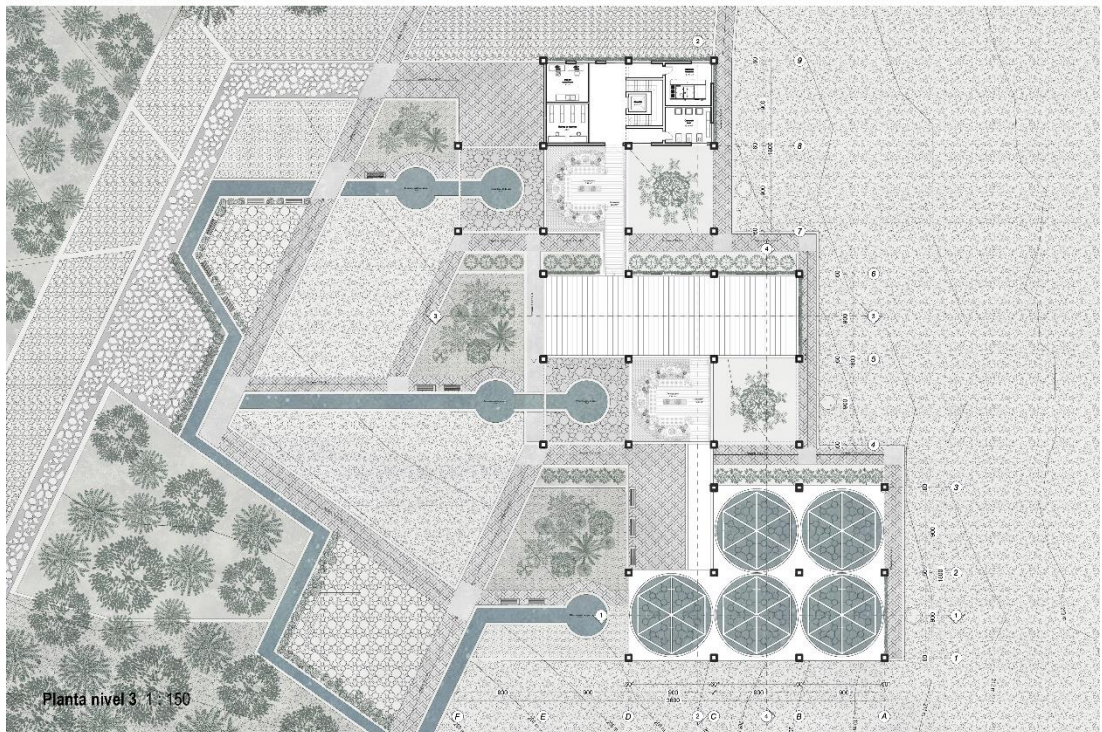




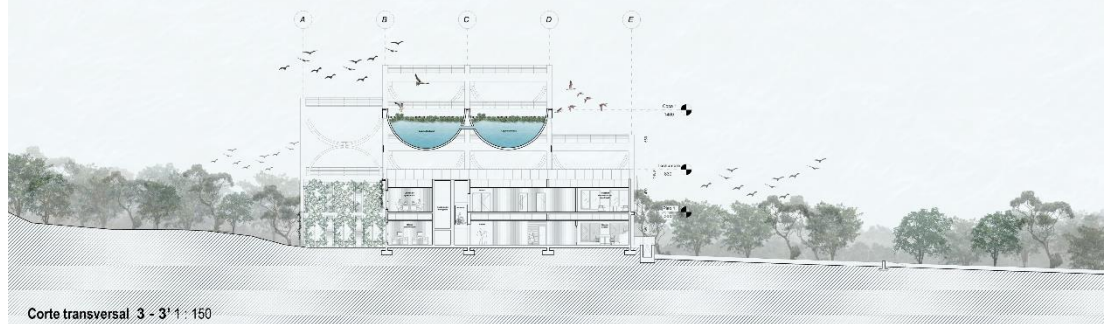
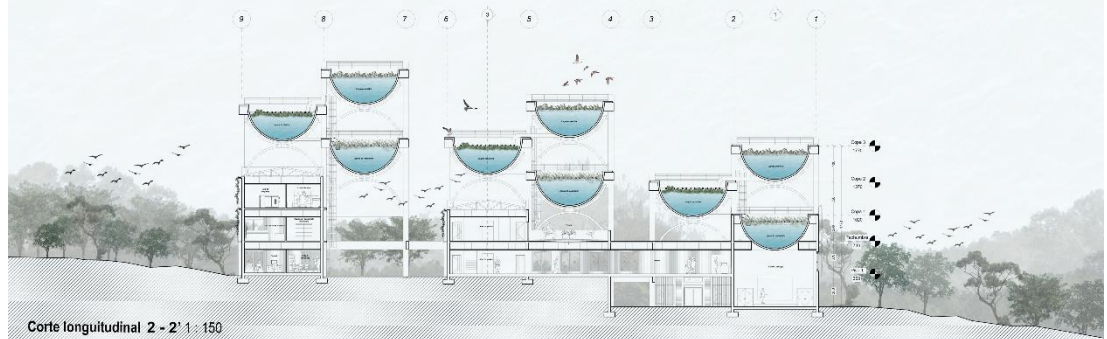
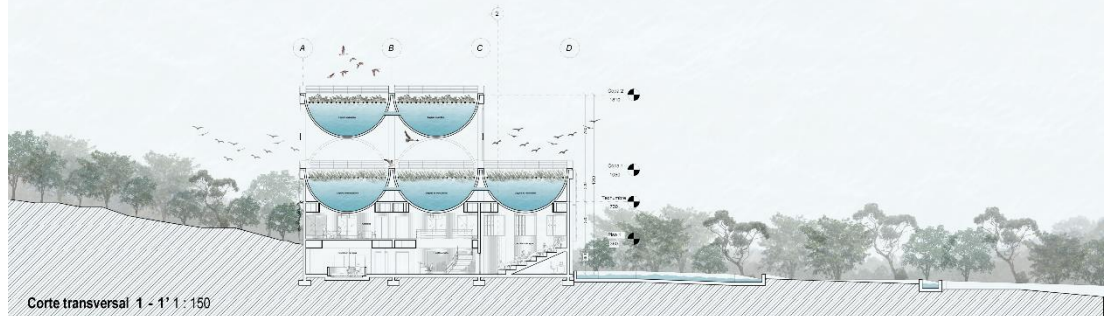
Planta nivel 1 1:150

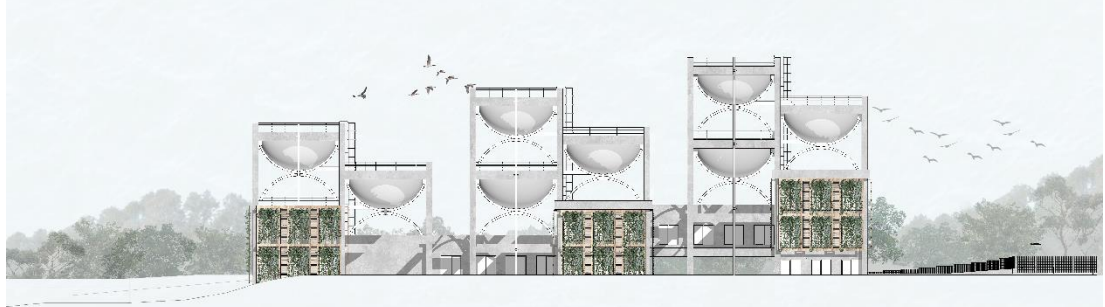


Planta nivel 2 1 : 150

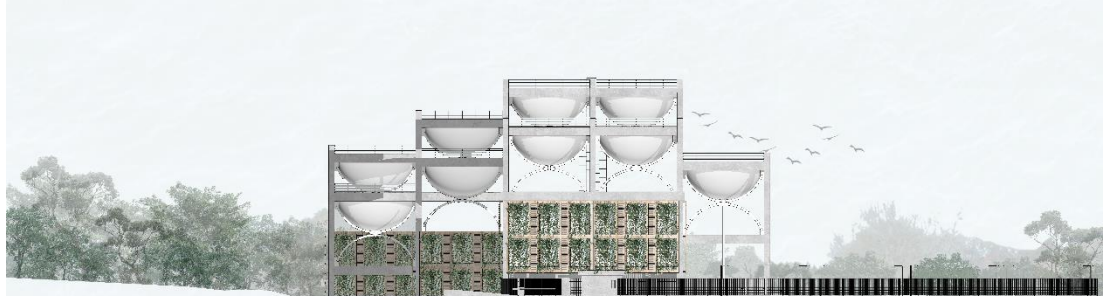


Planta nivel 3 1 : 150





Elevación Sur 1: 150



Elevación Oeste 1: 150



Elevación Norte 1: 150



Elevación Este 1: 150

1 Asignación en los derechos de operación

El lugar de Puyehue requiere la necesidad gestionar el vertimiento de aguas residuales al río Pinaquén.

- Licitación competitiva**
- La licitación en el área rural de Puyehue implica que la administración busca atraer inversionistas interesados en operar proyectos relacionados con el saneamiento y la conservación:
 - Publicación
 - Participación de interesados
 - Evaluación de ofertas
 - Selección mejor postor
 - Negociación de términos

2 Tipo y referentes inversionistas

Instituciones de financiamiento estatal de Chile
Fondo Nacional de Desarrollo Regional en Chile (FONDRC) es una fuente de financiamiento en Chile destinada a regular proyectos e inversiones en diferentes regiones del país. Su objetivo es fomentar el desarrollo social y mejorar la calidad de vida de la población.

Entidades gubernamentales
Ministerio del medio ambiente (MMA) Este es clave a la hora de fomentar prácticas sostenibles y regular los recursos naturales para los actuales y futuros generaciones. Su labor abarca diversos áreas, desde la formulación de políticas y regulaciones hasta la conservación de la biodiversidad y la gestión de residuos. Basar un equilibrio entre el desarrollo humano y la protección ambiental, buscando en colaboración a nivel nacional e internacional para abordar sus desafíos ambientales de desarrollo.

Organizaciones de investigación y desarrollo
Centro Nacional de Agua y la Biodiversidad (CNAB) Es una entidad dedicada a la investigación y gestión de los recursos hídricos. Se especializa en el monitoreo, análisis y desarrollo de proyectos relacionados con el agua. Su enfoque incluye el estudio de cambios hidrológicos, la evaluación de la calidad del agua y la implementación de tecnologías para la gestión sostenible de los recursos hídricos.

3 Procedimiento

Esta función mediante un acuerdo de concesión o arrendamiento con las autoridades competentes, específicamente el GDSB. Dentro del marco de una concesión, existen varias restricciones y requisitos específicos que deben ser observados y cumplidos.

Participación comunitaria Tiempo estimado: 3 a 6 meses
Se debe informar y consultar a la comunidad local sobre el proyecto. La participación comunitaria ayuda a anticipar preocupaciones, resolver problemas potenciales y obtener el apoyo necesario.

Normativas y regulaciones Tiempo estimado: 8 a 12 meses
Normativas locales, regionales y nacionales vinculadas con el tratamiento de aguas servidas. Obtener los permisos necesarios antes de comenzar la construcción.

Estudio de viabilidad Tiempo estimado: 8 a 12 meses
Se realiza un estudio de viabilidad que incluya la evaluación de la demanda de tratamiento, la disponibilidad de agua cruda, la ubicación geográfica y la factibilidad financiera del proyecto.

Selección del sitio Tiempo estimado: 3 a 6 meses
Elección de un sitio adecuado que cumpla con los requisitos normativos y que tenga acceso conveniente para la recolección y disposición del agua residual. Considerar factores como la topografía, la proximidad y la proximidad a áreas pobladas.

Diseño y capacidad Tiempo estimado: 12 a 18 meses
El diseño detallado de la planta, debe considerar la capacidad de tratamiento necesaria para satisfacer la demanda actual y futura. Asegurando que la planta pueda adaptarse a posibles aumentos en la carga de aguas servidas.

Costos Tiempo estimado: 3 a 6 meses
Estimar el costo de construcción, operación y mantenimiento a largo plazo de la planta. Asegurar contar con los recursos financieros necesarios para llevar a cabo el proyecto y para mantener la planta en funcionamiento de manera eficiente.

Eficiencia energética Tiempo estimado: 3 a 6 meses
Considerar opciones para mejorar la eficiencia energética de la planta, ya que el tratamiento de aguas servidas puede ser intensivo en energía.

Tipo de planta de tratamiento Tiempo estimado: 3 a 6 meses
Existen diferentes tecnologías y procesos para el tratamiento de aguas servidas, como sistemas de estabilización, sistemas de lodos activados, sistemas de membranas, entre otros. La selección del tipo de planta será la que mejor se adapte a las características de las aguas servidas y a las necesidades locales.

Plan de gestión de lodos Tiempo estimado: 6 a 12 meses
Si la planta genera lodos como subproducto, se debe desarrollar un plan de gestión de lodos que cumpla con las regulaciones ambientales. Este puede incluir la disposición segura de los lodos o su uso beneficioso, como en la agricultura.

Capacitación y operación Tiempo estimado: 6 a 12 meses
El personal encargado de operar la planta debe estar capacitado y tener experiencia en el manejo de sistemas de tratamiento de aguas servidas. También se establece un plan de operación y mantenimiento a largo plazo.

Monitoreo y cumplimiento Tiempo estimado: Continuo
Se debe implementar un programa de monitoreo continuo para asegurar que la planta cumple con los estándares de calidad del agua y otras regulaciones ambientales.

Expendido del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) (2022). Informe Anual sobre el Calidad del Agua en Chile.

Limite Plan Regulador Comunal_Puyehue



Zonificación Comuna de Puyehue



ZR-1 Uso: Obras de defensa de la ribera del lago y cauce de río y equipamiento complementario para sus usos como instalaciones de uso público, áreas verdes, juegos, kioscos y murales.
Normas específicas: Los proyectos de las obras complementarias que se construyan en esta zona, serán autorizados por la D.O.M.

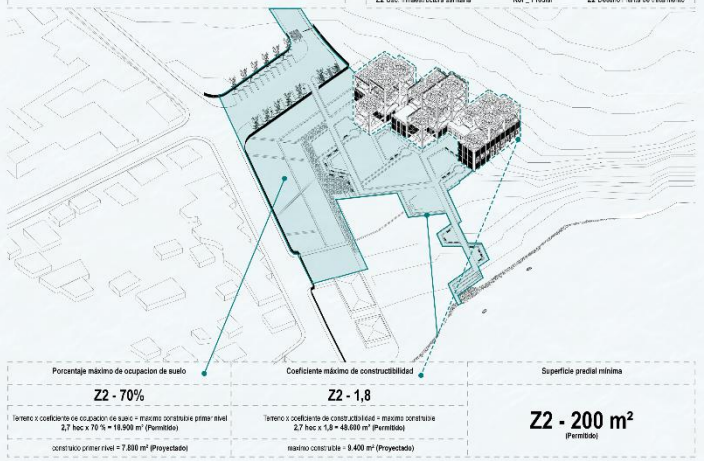
Diagnóstico Ambiental

Problemas de contaminación de aguas subterráneas, debido a que en el radio urbano de Entre Lagos las aguas son recalcitrantes inclusive en red de alcantarillado, pero son vertidos sin tratamiento alguno al río Pinaquén.

Zona Z2_ Usos permitidos

Dentro de los usos de cuencas permitidos en la zona Z2 se permite infraestructura sanitaria, por lo tanto, como modificar el plan regulador o cual se considere en procedimiento.

Nueva propuesta de modificación
Z2 Uso: infraestructura sanitaria Rol: Fudicial Z2 Destino: Planta de tratamiento

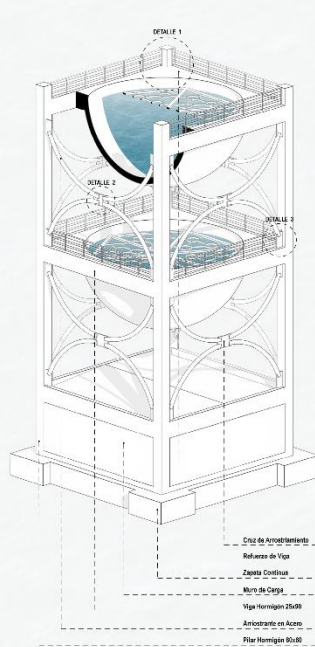


Porcentaje máximo de ocupación de suelo	Coefficiente máximo de constructibilidad	Superficie predial mínima
Z2 - 70%	Z2 - 1,8	Z2 - 200 m² (Permitido)
Índice o coeficiente de ocupación de suelo + máximo constructible permitido 2,7 hcc x 70% = 18.900 m ² (Permitido) constante primer nivel = 7.800 m ² (Proyectado)	Tamaño o coeficiente de constructibilidad + máximo constructible 2,7 hcc x 1,8 = 48.000 m ² (Permitido) máximo constructible = 9.400 m ² (Proyectado)	

Carta Gantt Proyecto de Arquitectura

Actividad	Inicio	Fin
Definición de objetivos	10/01/2023	10/01/2023
Revisión de Plan Regulador Comunal	10/01/2023	10/01/2023
Formulación de estudio	10/01/2023	10/01/2023
Selección de tecnologías	10/01/2023	10/01/2023
Formulación de presupuesto	10/01/2023	10/01/2023
Obtención de permisos	10/01/2023	10/01/2023
Inicio de construcción	10/01/2023	10/01/2023
Finalización de obra	10/01/2023	10/01/2023
Recepción de obra	10/01/2023	10/01/2023
Recepción de servicios	10/01/2023	10/01/2023

Financiamiento		Total	
Referencia: APR "Los Negros"	Valor metro cuadrado (COP)	Referencia: Parque Sotero Espino Reinares	Valor metro cuadrado (COP)
Valor: \$933.750.000	853.738.000	Valor: \$116.102.000	136.102.000
Área: 1.200 m ²	----- = 22 (U/P)	Área: 9.981 m ²	----- = 2,7 (U/P)
UF (Paf. Noviembre): 39.486,11	36.486,11	UF (Paf. Noviembre): 36.486,11	36.486,11
	CNAB		FNDRC
			\$1.720.087.296

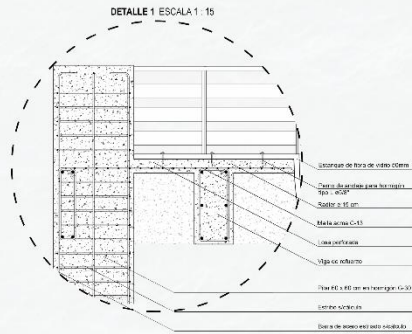


ISOMETRICA MODULAR ESTRUCTURA COPA DE AGUA
ESCALA 1:75

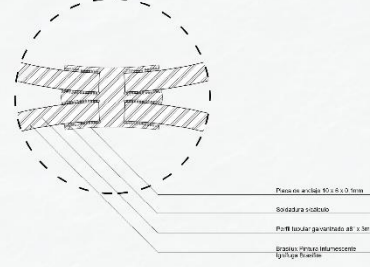
La innovadora copa de agua purificadora se inspira en las imponentes estructuras de torres de agua, específicamente aquellas ubicadas en las regiones del sur de Chile, mejoramente construidas con hormigón armado para garantizar resistencia, durabilidad, altura y capacidad de almacenamiento óptimas.

Esta estructura favorece la capacidad de almacenamiento y purificación del agua a través de métodos biológicos, contando en la propia vegetación del sistema para llevar a cabo dicho proceso. Aunque las torres de agua convencionales son completamente cerradas, la nueva propuesta incorpora vegetación, requiriendo el uso imprescindible de semillas para aprovechar aspectos ambientales esenciales para el crecimiento de sus plantas y facilitar el proceso de purificación.

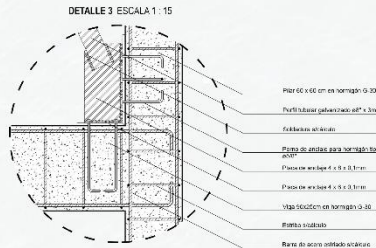
Finalmente, el sistema de armostramiento se presenta como una innovadora propuesta que permite una mayor resistencia de la estructura ante cargas tanto horizontales como verticales.



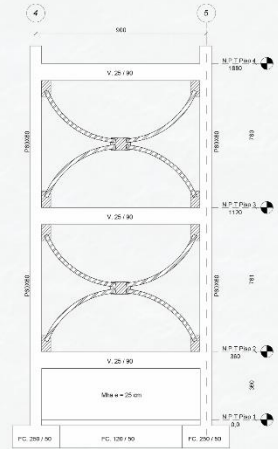
DETALLE 1 ESCALA 1:15



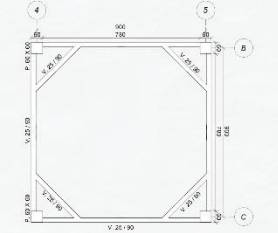
DETALLE 2 ESCALA 1:15



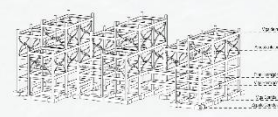
DETALLE 3 ESCALA 1:15



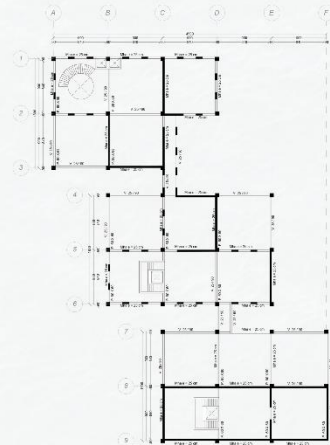
ELEVACION MODULAR ESTRUCTURA COPA DE AGUA
ESCALA 1:75



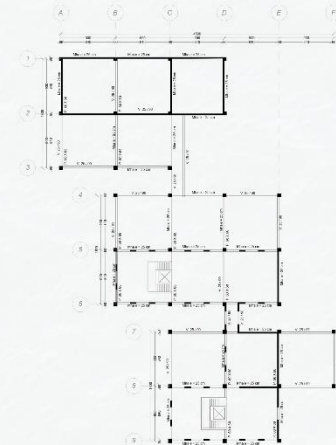
PLANTA MODULAR ESTRUCTURA COPA DE AGUA
ESCALA 1:75



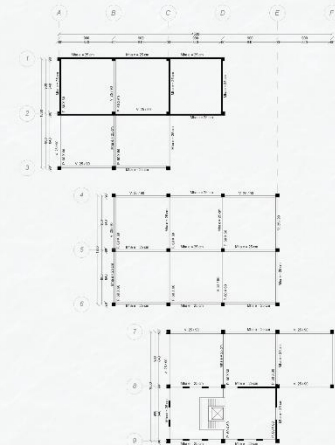
ISOMETRICA ESTRUCTURAL DEL CONJUNTO MODULAR



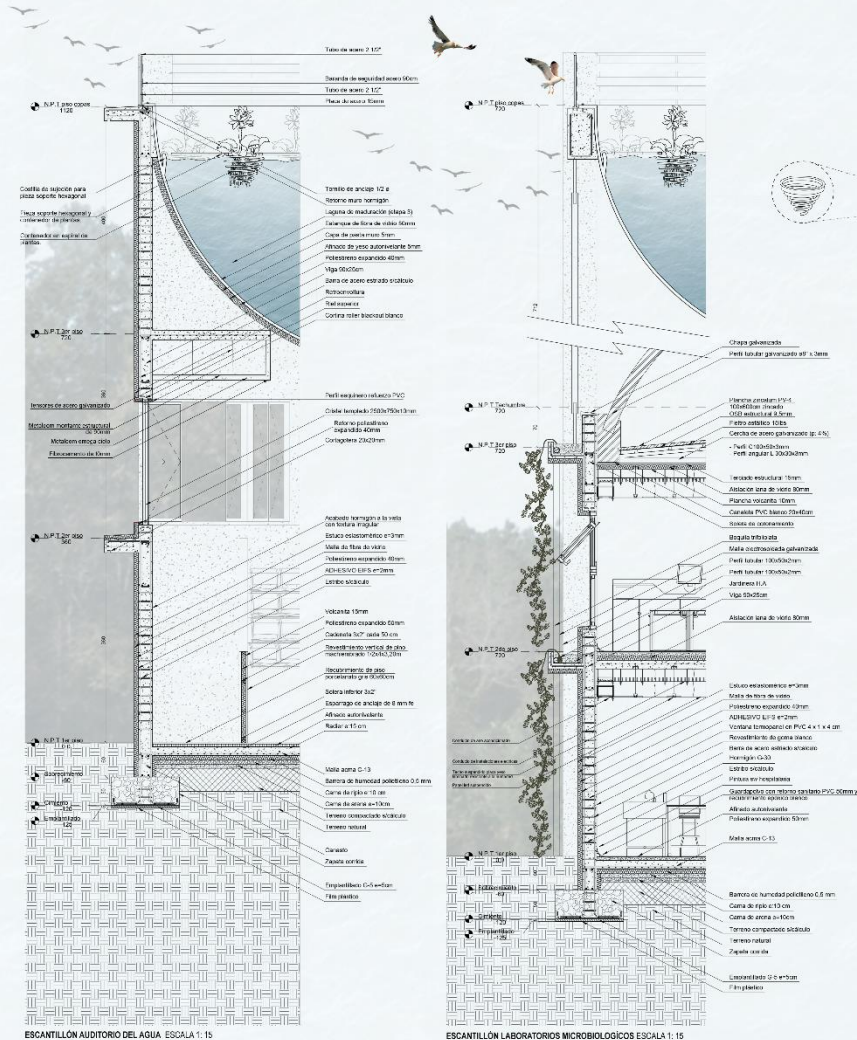
PLANTA ESTRUCTURAL NIVEL 1 PILARES Y VIGAS EN HORMIGÓN
ESCALA 1:200



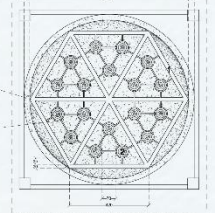
PLANTA ESTRUCTURAL NIVEL 2 PILARES Y VIGAS EN HORMIGÓN
ESCALA 1:200



PLANTA ESTRUCTURAL NIVEL 3 PILARES Y VIGAS EN HORMIGÓN
ESCALA 1:200



PLANIMETRIA DE COPA DE AGUA CON SOPORTE PARA MACROFITAS ESCALA 1:75

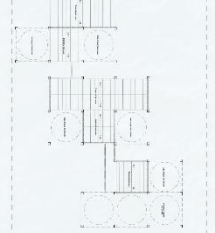


1 | Sistema modular hexagonal soportante para macrofitas. El material es polipropileno modificado y fabricado por inyección en uno solo pieza.

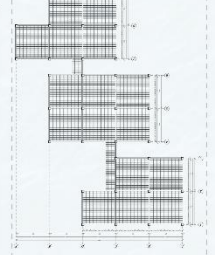
2 | Contenedor de plantas en espiral para albergar macrofitas.

Este sistema en espiral es adaptable a cada etapa de crecimiento de cada planta, esto dado por la flexibilidad que posibilita la forma.

PLANTA CUBIERTA MEDITERRANEA ESCALA 1:250



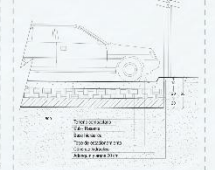
PLANTA TECHUMBRE ESCALA 1:250



JARDIN DE INFILTRACIÓN ESCALA 1:25



ESTACIONAMIENTO ESCALA 1:25



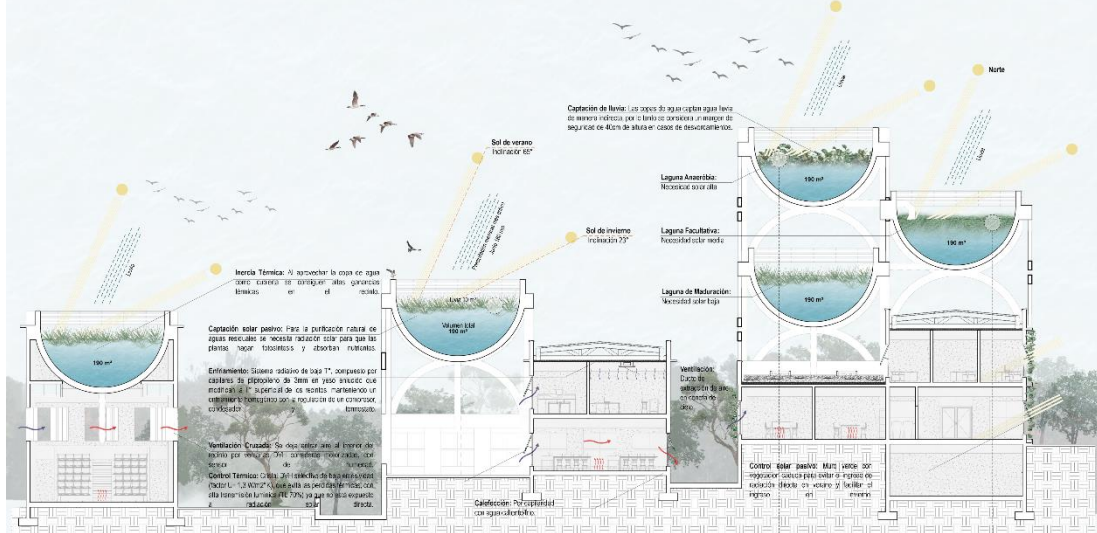


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO SUSTENTABILIDAD ESCALA 1:150

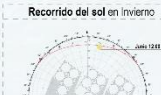
Sistema Calefacción Capacidad de purificación 30% a 70%

Sistema Calefacción Capacidad de purificación 30% a 90%

Área Fitosistemas Capacidad de purificación 30% a 90%



ZONA A PURIFICAR		TRANSMISIBILIDAD TÉRMICA		
Indicador	Ejemplar	U	Conductividad térmica	R
Lana de vidrio 100mm		0,17	0,34	2,00
Blaca de vidrio 200mm		0,25	2,50	0,08
Formigón armado 30cm		2,35	1,92	0,95
Agua		2,35	0,59	4,52
			RT	12,14
				Ver en el

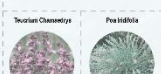


La utilización de plantas acuáticas o macrófitas en flotación se presenta como una alternativa natural para el tratamiento de aguas residuales. Estas plantas contribuyen a mejorar la calidad del agua, reduciendo los niveles de nutrientes y materia orgánica. Además, ayudan a oxigenar el agua y a eliminar los malos olores. Este sistema es una solución sostenible y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales.



Definición de macrófitas en flotación para la depuración de aguas residuales

Las macrófitas en flotación son plantas acuáticas que crecen en la superficie del agua. Estas plantas ayudan a mejorar la calidad del agua, reduciendo los niveles de nutrientes y materia orgánica. Además, ayudan a oxigenar el agua y a eliminar los malos olores. Este sistema es una solución sostenible y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales.



Definición de macrófitas en flotación para la depuración de aguas residuales

Las macrófitas en flotación son plantas acuáticas que crecen en la superficie del agua. Estas plantas ayudan a mejorar la calidad del agua, reduciendo los niveles de nutrientes y materia orgánica. Además, ayudan a oxigenar el agua y a eliminar los malos olores. Este sistema es una solución sostenible y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales.



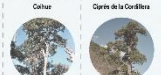
Definición de macrófitas en flotación para la depuración de aguas residuales

Las macrófitas en flotación son plantas acuáticas que crecen en la superficie del agua. Estas plantas ayudan a mejorar la calidad del agua, reduciendo los niveles de nutrientes y materia orgánica. Además, ayudan a oxigenar el agua y a eliminar los malos olores. Este sistema es una solución sostenible y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales.



Definición de macrófitas en flotación para la depuración de aguas residuales

Las macrófitas en flotación son plantas acuáticas que crecen en la superficie del agua. Estas plantas ayudan a mejorar la calidad del agua, reduciendo los niveles de nutrientes y materia orgánica. Además, ayudan a oxigenar el agua y a eliminar los malos olores. Este sistema es una solución sostenible y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales.



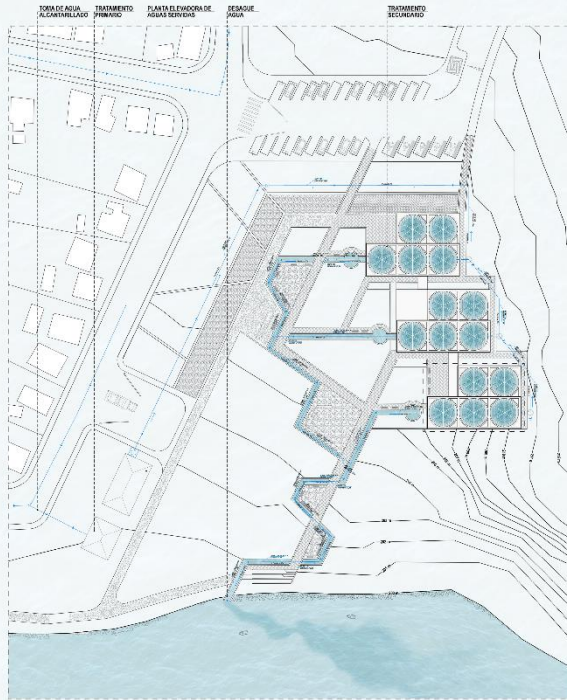
Definición de macrófitas en flotación para la depuración de aguas residuales

Las macrófitas en flotación son plantas acuáticas que crecen en la superficie del agua. Estas plantas ayudan a mejorar la calidad del agua, reduciendo los niveles de nutrientes y materia orgánica. Además, ayudan a oxigenar el agua y a eliminar los malos olores. Este sistema es una solución sostenible y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales.

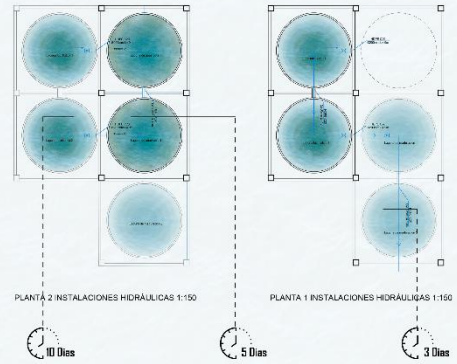


Descripción Bosque Templado Lluvioso Puyehue

El bosque templado lluvioso en la zona de Puyehue, Chile, es un ecosistema diverso y rico en especies. Está caracterizado por su alta humedad y precipitación anual, lo que favorece el crecimiento de plantas y animales. Este tipo de bosque es fundamental para la conservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico de la zona.



FUNCIONAMIENTO MODULAR DEL AGUA EN CADA ESTRUCTURA



ETAPAS DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO

- Laguna Anoxia:** degradación de materia orgánica en ausencia de oxígeno. Alcanza una remoción significativa de materia orgánica entre un 40% y 60%.
- Laguna Facultativa:** pueden reducir la materia orgánica con o sin oxígeno. Alcanza una remoción significativa de materia orgánica entre un 50% y 80%.
- Laguna de Maduración:** última fase en el tratamiento de aguas residuales. La exposición al sol y al aire contribuye a la reducción de olores. Al final del proceso, se asegura que el agua tenga una calidad superior y puede ser liberada al medio ambiente y reutilizada para fines no potables, según los requisitos locales. Alcanza una remoción significativa de materia orgánica entre un 70% y 90%.

CAUDAL MEDIO DIARIO

Q = 300 X 150 lpor día

CAUDAL MAXIMO DIARIO

Q = 750.000 l/día
Q = 8.88 l/m²
Q = 1.88 l/m² x 1.5

CICLO DEL AGUA EN EL PROYECTO

El agua extraída del lago Puyehue por la APR es utilizada para uso doméstico donde luego se convierte en aguas residuales domiciliarias y desechan en el Río Pinuilín en la zona más baja de Entre Lagos en donde la municipalidad proyecta rehabilitación del Primario y un EAS. Planta elevadora de aguas residuales para el proceso terciario y químico del agua antes de ser bombeada al proyecto CPA sistema de tratamiento secundario de aguas residuales para que con el lago ondulante de desarrollo al medio ambiente. Esos procesos replican eliminar contaminantes y microorganismos para garantizar que el agua liberada no cause daño al ecosistema.

Después de tratamiento el agua puede ser descargada en el Río Pinuilín. Este proceso se realiza de manera controlada y regulada para evitar impactos negativos en las comunidades aledañas.

Tanque Primario reduce la carga contaminante, pero no logra una purificación completa. El agua tratada en este etapa aún contiene una cantidad considerable de materia orgánica y otros contaminantes, por lo que se requiere tratamiento adicional en las etapas secundarias y terciarias del proyecto.

Tanque Secundario degrada significativamente la materia de contaminantes orgánica en el agua residual. Sin embargo se puede requerir una etapa adicional de tratamiento oscaro para cumplir con estándares más estrictos o para la reutilización del agua en aplicaciones específicas.

LEYENDA

- Bomba
- Dirección de la corriente en el tubo
- Dirección de la pendiente en el tubo
- Llave de paso
- Camara de inspección
- Llave de paso general
- Tutoria de desagüe

REQUISITOS CLIMATICOS PARA FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

- Temperatura:** Las temperaturas moderadas son beneficiosas para la actividad biológica. Un rango total de temperatura que favorece a actividad microbiana es de 20 a 30 grados Celsius.
- Radiación solar:** La exposición a la luz solar es valiosa para la desinfección natural y para estimular procesos biológicos.
- Precipitaciones:** La lluvia aporta positivamente al proceso de purificación del agua en sistemas tratamiento al diluir contaminantes, reducir olores para procesos aerobios y limpiar la limpieza de superficies en lagunas, mejorando así la eficiencia global del sistema y la calidad de agua tratada.
- Vientos:** Es un factor importante para minimizar la evaporación excesiva y garantizar una distribución adecuada del oxígeno.



CORTE LONGITUDINAL INSTALACIONES HIDRAULICAS ESCALA 1:150

CORTE TRANSVERSAL INSTALACIONES HIDRAULICAS ESCALA 1:150

HABITANTES	CONSUMO DIARIO	TOTAL	CONSUMO DE AGUA VS AGUA RESIDUAL	EFICIENCIA DEL SISTEMA DE PURIFICACION	DWC	CANTIDAD DE AGUA REUTILIZADA	TOTAL	AGUA AL MEDIO
CONSUMO	CONSUMO DE AGUA	CONSUMO DE AGUA	AGUA RESIDUAL		URINARIOS	RIEGO		DESCARGA
5.123	150	768.450 L	768.450 L	Agua curificada = Eficiencia de la planta + Cantidad onta de agua residual Agua curificada = 90% + 769.210 Agua curificada = 692.290 L	12	4	2.084 L	690.212 L
VIVIENDAS 1883	1.050L SEMANAL	5.379.150L SEMANAL	5.379.150L SEMANAL	4.846.072L SEMANAL	EL POR DESCARGA	3L POR DESCARGA	14.588L SEMANAL	4.831.484L

BIBLIOGRAFIA

RAE. (2022). Definición del agua. Real Academia Española. [En Línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/agua> [2022,]

DPEJ.RAE. (2023). Definición del ciclo agua. Diccionario Panhispánico del Español Jurídico. [En Línea]. Disponible en: <https://dpej.rae.es/lema/ciclo-hidrologico#:~:text=Serie%20de%20fases%20por%20las,%3A%20s%3%B3lido%20%20%3ADquido%20y%20gaseoso.> [2023,]

Cortés Lehuei, V. (2022, 9 de Febrero). 30 Comunas de la Región de los Lagos presentan escasez hídrica. *Diario Sostenible*, Categoría: Actualidad.

<https://eha.cl/noticia/local/mop-decreta-escasez-hidrica-para-3-provincias-de-la-region-de-los-lagos-10639> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

<http://osornoenlared.cl/2021/02/13/municipio-de-puyehue-y-seremi-de-medio-ambiente-aunan-criterios-para-avanzar-en-proyecto-de-planta-de-tratamiento-de-aguas-servidas/> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

<https://www.soychile.cl/Osorno/Sociedad/2018/05/26/535654/Puyehue-denuncian-contaminacion-de-rio-Pilmaiquen-por-aguas-servidas.aspx> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

<https://www.elcalbucano.cl/2022/01/anuncian-inversiones-en-sectores-rurales-de-la-comuna-de-puyehue/> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

Carbonell Piccardo, C. (2017). Panorama de la agricultura chilena: Chilean Agriculture Overview. En C. Manríquez Otárola (Ed.), *Descripción general: Localización de las explotaciones según zona geográfica* (p. 21). Chile: Odepa.

BCNC. (2017). *Cambio climático y efectos actuales y potenciales sobre los recursos hídricos en Chile*. Fajardo: AFI.

GCMOP. (2007). *Informe Técnico n°01 : Caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional en el río pilmaiquen*. Fajardo: AFI.

<https://www.greenpeace.org/chile/noticia/greenpeace/greenpeace-por-reforma-al-codigo-de-aguas-no-resuelve-el-sobre-otorgamiento-de-los-derechos-de-agua/> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

GC, DGA. (2014). *Determinación de necesidades de reserva de aguas, art. 147 bis del código de aguas - regiones IX, XIV Y X*. Fajardo: AFI.

UNESCO. (2008). *El Agua: Una responsabilidad compartida. 2° Informe de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*. Fajardo: AFI.

<https://www.redagricola.com/cl/las-mas-criticas-son-las-cuencas-de-la-zona-centro-norte-sin-regulacion/> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

<https://www.decoopchile.cl/un-problema-urgente-contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-y-todo-lo-que-hay-que-saber/> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

<https://www.iagua.es/noticias/idrica/importancia-objetivos-desarrollo-sostenible-agua#:~:text=Hacia%20una%20gesti%C3%B3n%20del%20agua%20sostenible&text=Tambi%C3%A9n%20facilitar%C3%A1%20una%20mejor%20producci%C3%B3n,para%20combatir%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

Vince Studio. (2021). Agua y Arquitectura. Recuperado (2023, 03 de Junio), desde: <https://vincestudiocr.com/blog/agua-y-arquitectura/>. DOI

SERNAC. (2003). Consumo de Agua. Recuperado (2023, 03 de Junio), desde: <https://www.sernac.cl/portal/607/w3-article-1576.html>. DOI

<https://codexverde.cl/tesis-hidrica-se-reutilizan-las-aguas-residuales-en-chile/> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

Carrasco J., Jorge, Mora L., David, Abarca R., Patricio y Aguirre A., Cristian (2015) *Sistema de captación y acumulación de aguas lluvias Modelo INIA* [en línea]. Rengo, Chile: Ficha Técnica INIA Rayentué. no. 3. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/66775> (Consultado: 4 junio 2023).

AQUAE. (2021). Agua purificada: proceso de purificación y propiedades. Recuperado (2023, 03 de Junio), desde: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/filtrado-agua/>. DOI

TED. (2018). Cuando Bangkok se inunda. Recuperado (2023, 03 de Junio), desde: <https://ideas.ted.com/when-bangkok-floods-and-it-floods-a-lot-this-park-does-something-amazing/>. DOI

Vargas, Vega C. (Sin Fecha). *Sistema de captación, almacenamiento y distribución pluvial en iztapala*. Reporte Curricular de Proyecto Terminal. Instituto Politécnico Nacional, Tecamachalco, México.

<https://www.ciperchile.cl/2021/06/04/el-problema-no-solo-es-la-escasez-de-agua-sino-su-contaminacion/> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

<https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=750> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

<https://comiteaprentrelagos.cl/detalle-noticia.php?idnoticia=15> (Consulta: 2023, 03 de Junio).

PLADECO. (2020). *Actualización plan de desarrollo comuna de Puyehue*. Fajardo: AFI.

Región del Lacio y IFLA Europe. (2019). *Gestión de las aguas pluviales: Diseñando el cambio*. Fajardo: AFI.

García del Villar, C. (Sin Fecha). *Escorrentía urbana: Sistema de recogida y drenaje*. Tesis inédita. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Franco, Alvarado M. (2007). *Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile*. Memoria para optar al título de ingeniero civil. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Monográficos Agua en Centroamérica. (Sin Fecha). *Manual de depuración de aguas residuales urbanas*. Fajardo: AFI.

Ilustre Municipalidad de Puyehue y SEREMI. (2014). *Estudios previos actualización plan regulador comunal de Puyehue región de los lagos: Proyecto informe ambiental*. Fajardo: AFI.

https://www.undp.org/sustainable-development-goals/clean-water-and-sanitation?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=CjwKCAjw5pShBhB_EiwAvmnNV4qlcTBOGPYj9wtchJywmn27au5DHY3Gb4xmnvkiEluBDf0QErCQiRoCJoYQAvD_BwE (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://www.comiteaprentrelagos.cl/detalle-noticia.php?idnoticia=15> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://arquitecturaviva.com/obras/parque-del-agua> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/cuantificacion-y-caracterizacion-mis-aguas-residuales-i> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://www.ciperchile.cl/2021/05/29/huella-del-agua-una-herramienta-fundamental-para-la-gestion-sustentable-del-agua-y-potenciar-la-seguridad-hidrica/> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2020/06/huella-hidrica.pdf> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

ACHS. (2001-2004). *Tratamiento de aguas servidas: Situación en Chile*. Fajardo: AFI.

Kang, T.H., Kim M.J., Yun S.J. y Lee S.W. (2018). *Mención de honor en la competencia eVolo Skyscraper in India*, 16 - 55.

<https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/que-son-aguas-negras-0?amp> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

ONU. (2020). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Fajardo: AFI.

<https://www.esagua.es/entrevista-al-dr-arjen-hoekstra-creador-del-concepto-huella-hidrica/> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://www.fundacionaquae.org/agua-y-contaminacion/#:~:text=Cada%20d%C3%ADa%2C%202%20millones%20de,residuos%20humanos%2C%20industriales%20y%20agr%C3%ADcolas> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://fci.uib.es/Servicios/libros/veracruz/giorgio/Surgimiento-y-evolucion-del-diseno-sustentable.cid226101> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

https://experience.acciona.com/es/agua/planta-depuradora-la-chira-devuelve-vida-al-agua/?gclid=EAlaIQobChMImd7o98jo_glVA8aRCh12eAEcEAAYBCAAEgJxS_D_BwE&_adin=02021864894 (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://www.chiledesarrollosustentable.cl/noticias/osorno-lidera-ranking-de-ciudades-mas-contaminadas-por-material-particulado-fino/> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-ciclo-hidrologico-etapas-e-importancia-3832.html> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

CIREN. (2021). *Recursos naturales comuna de Puyehue*. Fajardo: AFI.

<https://uchile.cl/noticias/184820/chile-el-pais-mas-afectado-por-la-crisis-hidrica-en-america-latina#:~:text=Las%20Condes%2C%20Vitacura%20y%20Lo,p%20cuatro%20o%20cinco%20v> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/05/10/manual-practico-para-construcciones-de-terrazas-agricolas/> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

https://inusuales.cl/047_copas-de-agua/# (Consulta: 2023, 04 de Junio).

[https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/water#:~:text=El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20afecta%20al,agua%20\(ONU%2DAgua\)](https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/water#:~:text=El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20afecta%20al,agua%20(ONU%2DAgua)) (Consulta: 2023, 04 de Junio).

Serviu Metropolitano. (Sin Fecha). *Diseño de aguas lluvias urbanos*. Fajardo: AFI.

Serviu, Minvu. (Sin Fecha). *Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos: Diseño, Selección y presentación de obras*. Fajardo: AFI.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68837/Capitulo%206.pdf?sequence=9&isAllowed=y> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://comoestudiar.org/ingenierias/que-estudia-la-hidrodinamica-y-sus-aplicaciones/> (Consulta: 2023, 04 de Junio).

<https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/huella-hidrica-indicador-agua-que-consumimos> (Consulta: 2023, 24 de Mayo).

<https://vincestudiocr.com/blog/agua-y-arquitectura/> (Consulta: 2023, 24 de Mayo).

<https://ingenieriareal.com/disenio-y-construccion-de-una-cisterna/> (Consulta: 2023, 24 de Mayo).

<https://wikiwater.fr/a21-tecnicas-de-lagunaje#:~:text=El%20lagunaje%20consiste%20en%20depurar,facilitado%20por%20las%20radiaciones%20solares.> (Consulta: 2023, 24 de Mayo).

<https://www.floresyplantas.net/fitodepuracion-de-aguas-residuales/> (Consulta: 2023, 24 de Mayo).

<https://www.ferrovial.com/es/recursos/osmosis-inversa/#:~:text=Es%20un%20proceso%20mediante%20el, trav%C3%A9s%20de%20unas%20membranas%20semipermeables.> (Consulta: 2023, 24 de Mayo).

https://www.ozono.cl/purificador-de-agua/?gclid=EAlaIQobChMly_mlvtoz_gIVzG6LCh0MhAzvEAAYASAAEgKqR_D_BwE (Consulta: 2023, 24 de Mayo).

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1099220>

ANTECEDENTES ACADEMICOS

Diseño Arquitectónico I. Docentes: Alessandra Sandolo / Andrea Nazar Año 2018.

Proyecto primer semestre: MUELLE BALNEARIO.

Emplazamiento: Salto el Itata.

Proyecto segundo semestre: INTERVENCIÓN PLAZA DE RESGUARDO ANTE TSUNAMIS.

Emplazamiento: Talcahuano.

Diseño Arquitectónico II. Docentes: Felipe Campos / . Año 2019.

Proyecto primer semestre: PASARELAS Y MUELLES DE CONTEMPLACIÓN.

Emplazamiento: Caleta Chome.

Proyecto segundo semestre:

Emplazamiento: Coñaripe.

Diseño Arquitectónico III. Docentes: Yanko Bugueño / Rodrigo Sheward. Año 2020.

Proyecto primer semestre: UNIDAD HABITACIONAL, CASA DEL DESTELLO

Emplazamiento: Concepción.

Proyecto segundo semestre: CONJUNTO HABITACIONAL PARA MINEROS DE LOTA

Emplazamiento: Lota.

Diseño Arquitectónico IV. Docentes: Andrés Utz / Paz Gonzalez. Año 2021.

Proyecto primer semestre: PLAN MAESTRO REHABILITACIÓN ESTERO NONGUEN.

Emplazamiento: Concepción, Nonguen.

Diseño Arquitectónico V. Docentes: Edison Salinas / Alejandro Marty. Año 2022.

Proyecto segundo semestre: CENTRO DE OBSERVACIÓN DEL PAISAJE

Emplazamiento: Concepción, Pehuen.

Diseño Arquitectónico VI. Paulo Alegría / Diego Martínez. Año 2022.

Proyecto Primer semestre: MERCADO CONCEPCIÓN.

Emplazamiento: Concepción.

ANEXOS

ANEXO I



Fig. 1: Ciclo hidrológico del agua

ANEXO II



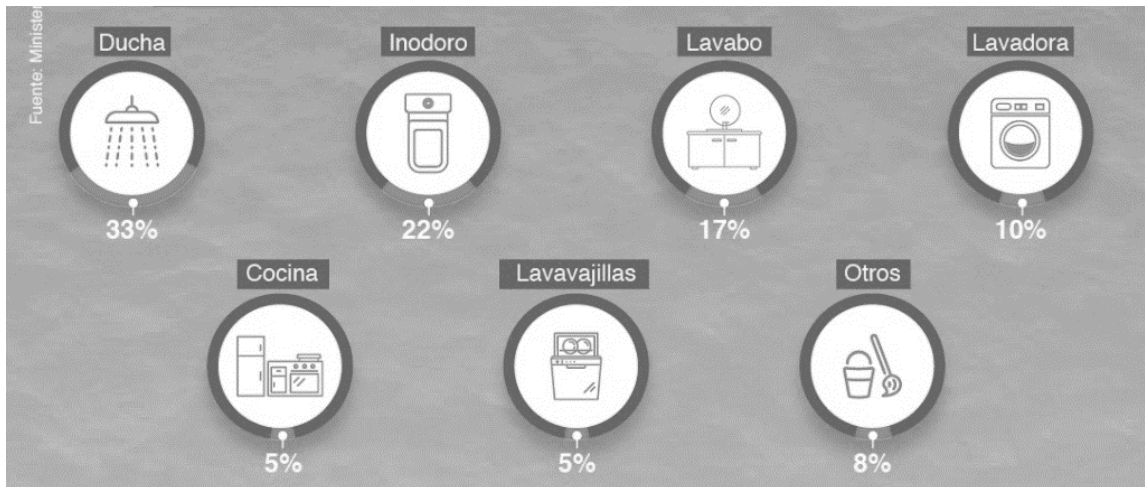
Fig. 2: Cantidad y distribución de agua en el mundo. (Centro Virtual de Información, 2017)

ANEXO III



Fig. 3: Importancia del agua en los seres vivos. (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, 2019)

ANEXO IV



Uso	Verano	Invierno
Duchas	250 litros	360 litros
Aseo en Lavatorio	50 litros	60 litros
Descarga en WC	300 litros	300 litros
Preparación comida y lavado de vajilla	80litros	90 litros
Lavado en General	150 litros	185 litros
Riego	5 litros	165 litros
Total diario	835 litros por día	1.150 litros por día
Total Mensual	25.050 litros por mes	34.500 litros por mes

Fig. 4: Consumo de agua en el hogar. (Aqua, 2016)



ANEXO V



Fig. 5: Recreación jardín de babilonia



Fig. 6:
Cisternone
livorno



Fig. 7: Impluvium Romano



Fig. 8: Jagueyes



Fig. 9: Casa de la cascada

ANEXO VI

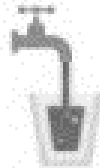


Fig. 10: Objetivos del desarrollo sostenible

GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO PARA TODOS

ANTES DE LA COVID-19

A PESAR DE LOS AVANCES,
MILES DE MILLONES
 CARECEN DE SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO



2.200 MILLONES DE PERSONAS
 CARECEN DE AGUA POTABLE
 GESTIONADA DE MANERA SEGURA
 (2017)



4.200 MILLONES DE PERSONAS
 CARECEN DE SANEAMIENTO
 GESTIONADO DE MANERA SEGURA
 (2017)



DOS DE CADA CINCO
 CENTROS DE SALUD
 EN EL MUNDO

CARECEN
 DE JABÓN Y AGUA Y DE
 DESINFECTANTES DE MANOS
 A BASE DE ALCOHOL
 (2016)



CONSECUENCIAS DE LA COVID-19



3.000 MILLONES
 DE PERSONAS EN EL MUNDO
 CARECEN DE INSTALACIONES BÁSICAS
 PARA LAVARSE LAS MANOS EN EL HOGAR
 ↓ ↓ ↓
 EL MÉTODO MÁS EFECTIVO PARA
 LA PREVENCIÓN DE LA COVID-19



**LA ESCASEZ DE AGUA
 PODRÍA DESPLAZAR UNOS
 700 MILLONES DE PERSONAS
 PARA EL AÑO 2030**

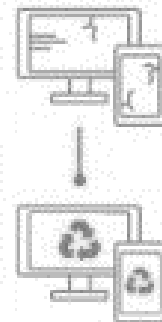
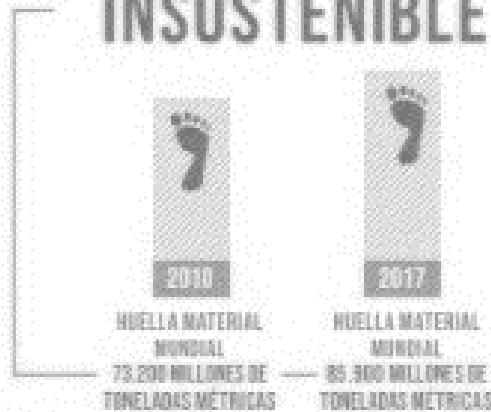


ALGUNOS PAÍSES MOSTRARON
 UN DÉFICIT DEL 61% PARA ALCANZAR LAS METAS
 VICINULADAS DE AGUA Y SANEAMIENTO

GARANTIZAR MODALIDADES DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN SOSTENIBLES

ANTES DE LA COVID-19

EL MUNDO SIGUE UTILIZANDO LOS RECURSOS NATURALES DE MANERA **INSOSTENIBLE**

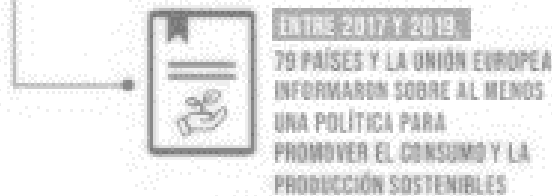


LOS DESECHOS ELECTRÓNICOS AUMENTARON UN **38%**

PERO MENOS DEL **20%** ES RECICLADO (2010-2018)

CONSECUENCIAS DE LA COVID-19

LA PANDEMIA ES UNA OPORTUNIDAD DE CREAR **PLANES DE RECUPERACIÓN** HACIA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE



LOS SUBSIDIOS A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES ESTÁ CONTRIBUYENDO A LA CRISIS CLIMÁTICA

\$318.000
MILLONES (2015)

\$427.000
MILLONES (2018)



COSECHA



TRANSPORTE



ALMACENAJE



PROCESAMIENTO



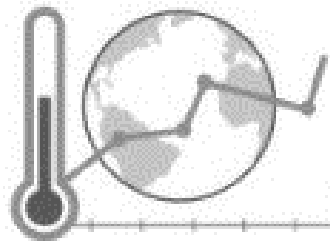
13.8%
 DE LOS ALIMENTOS SE PIERDEN EN LA CADENA DE SUMINISTRO (2016)



ADOPTAR MEDIDAS URGENTES PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS

ANTES DE LA COVID-19

LA COMUNIDAD MUNDIAL REHÚYE EL COMPROMISO NECESARIO PARA REVERTIR **LA CRISIS CLIMÁTICA**



EL AÑO 2019 FUE EL SEGUNDO MÁS CÁLIDO REGISTRADO

LA TEMPERATURA GLOBAL PODRÍA AUMENTAR HASTA 3.2°C PARA 2100



SÓLO 85 PAÍSES CUENTAN CON ESTRATEGIAS NACIONALES DE REDUCCIÓN DE DESASTRES ALINEADAS CON EL MARCO SENDAI

CONSECUENCIAS DE LA COVID-19

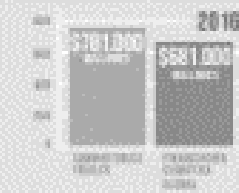


LA COVID-19 PODRÍA RESULTAR EN MENOS DEL 6% DE GASES DE EFECTO INVERNADERO **PARA 2020**

AUN SIN ALCANZAR EL 7.6% ANUAL DE REDUCCIÓN REQUERIDO **PARA** LIMITAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL A 1.5°C

FINANCIACIÓN CLIMÁTICA: INVERSIONES EN COMBUSTIBLES FÓSILES

CONTINUAN SIENDO MAYORES QUE LAS ACCIONES POR EL CLIMA



EL CAMBIO CLIMÁTICO CONTINÚA EXACERBANDO LA FRECUENCIA Y GRAVEDAD DE **DESASTRES NATURALES**



AFECTARON **EN** **39 MILLONES DE PERSONAS** EN 2018

ANEXO VII

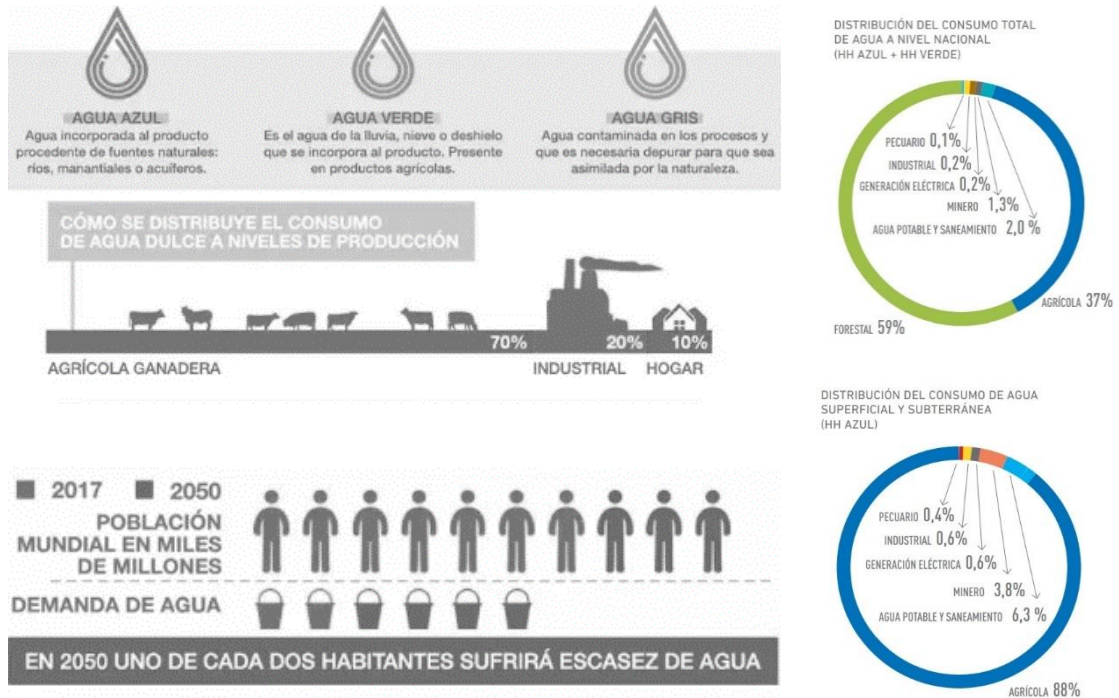


Fig. 11: Huella hídrica

Huella azul: cantidad de agua incorporada a la elaboración de un producto o prestar un servicio procedente de fuentes naturales como ríos, lagos, acuíferos.

Huella verde: corresponde al volumen de agua evaporada y transpirada que se experimenta durante los procesos de estado de la materia como la lluvia, nieve o deshielo que pueden ser incorporadas a la elaboración de un producto, en este caso almacenada en suelo agrícola en forma de rocío o en ocasiones capturada en superficies para la fabricación de un producto, pero que no pasan a ser aguas residuales.

Huella gris: es la porción de agua dulce consumida y posteriormente desechada por sus niveles de contaminación, cuyo valor resultante del uso de la huella azul mide el volumen de agua residual necesaria a ser depurada para que sea asimilada por la naturaleza.

ANEXO VIII

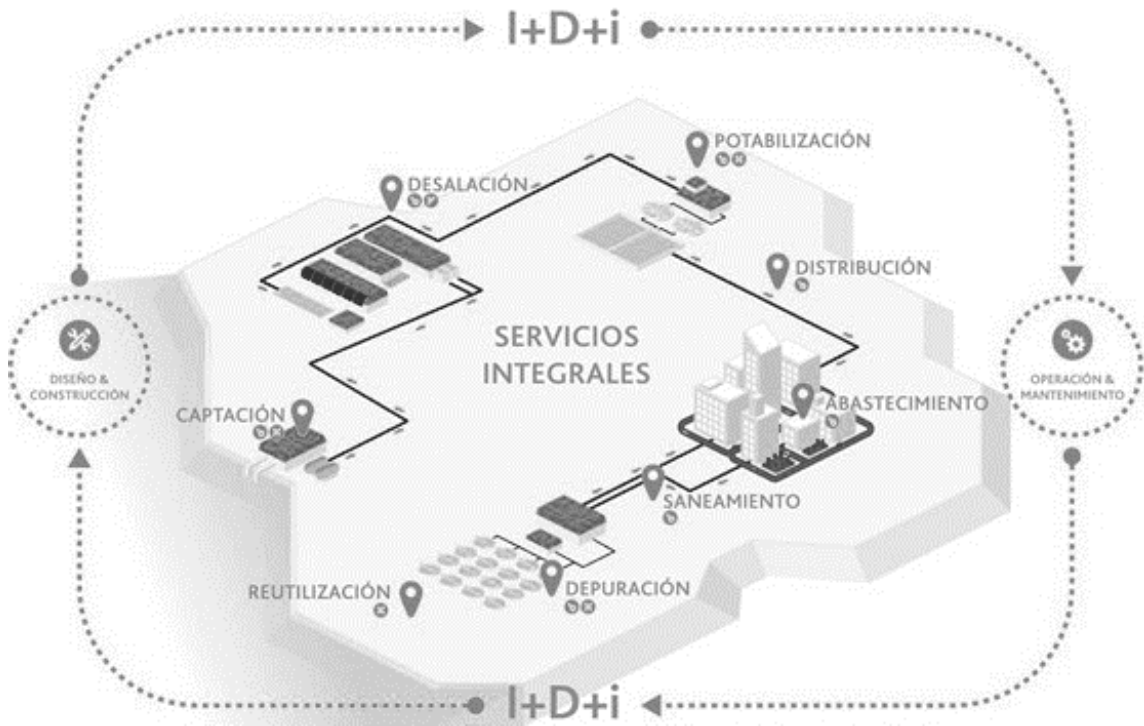


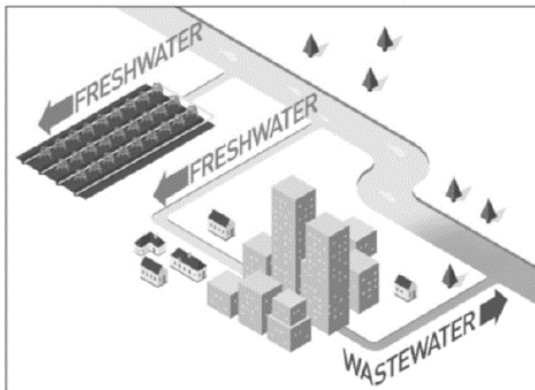
Fig. 12: Ciclo urbano del agua

Aguas residuales domesticas: Son aquellas aguas que son desechadas por equipamiento de menor escala como viviendas, aguas que pueden dividirse en negras y grises.

Aguas residuales industriales: Son aquellas aguas que son desechadas por equipamiento de mayor escala como empresas industriales y los contaminantes presentes en estas aguas pueden ser por contaminación alcalina, agua de refrigeración, contaminantes orgánicos, contaminación por aceite o grasa, acidez o contaminación por metales pesados, contaminantes tóxicos, contaminación por productos de limpieza.

Aguas residuales urbanas: Son el conjunto de aguas industriales y domiciliarias que se recogen del sistema de alcantarillado para ser tratadas y finalmente vertidas al medio.

UTILIZACIÓN ESTÁNDAR DE AGUA POTABLE
 Recursos convencionales disponibles para cubrir las demandas de AP



INTERCAMBIO DE AGUA ENTRE LA CIUDAD Y LA AGRICULTURA
 Fuente de agua no convencional abastece las demandas

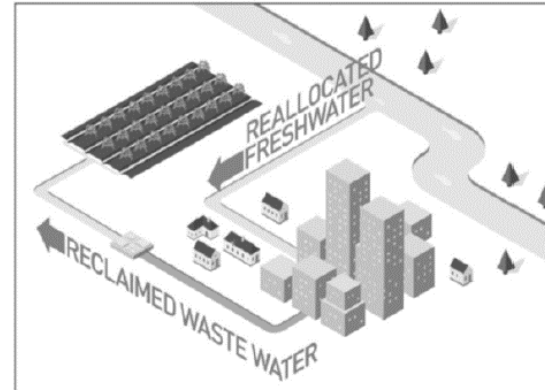


Fig. 13: Distribución de aguas residuales urbanas (FAO, 2017)

ANEXO IX

PRETRATAMIENTO	TRATAMIENTO PRIMARIO	TRATAMIENTO SECUNDARIO	TRATAMIENTO TERCIARIO
<p>Objetivo</p> <p>Eliminación de objetos gruesos, arenas y grasas</p>	<p>Objetivo</p> <p>Eliminación de materia sedimentable y flotante</p>	<p>Objetivo</p> <p>Eliminación de materia orgánica disuelta o coloidal</p>	<p>Objetivo</p> <p>Eliminación de sólidos en suspensión, materia orgánica residual, nutrientes y patógenos</p>
<p>Operaciones básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desbaste - Tamizado - Desarenado - Desengrasado 	<p>Operaciones básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Decantación primaria - Tratamientos físico-químicos (coagulación-floculación) 	<p>Procesos básicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Degradación bacteriana - Decantación secundaria 	<p>Procesos básicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Floculación - Filtración - Eliminación de N y P - Desinfección
<p>Procesos físicos</p>	<p>Procesos físicos y químicos</p>	<p>Procesos biológicos</p>	<p>Procesos físicos, químicos y biológicos</p>

Fig. 14: Etapas de la línea de agua, en el tratamiento de las aguas residuales urbanas

Línea de agua: incluye los procesos o tratamientos agrupados por niveles que permiten reducir los contaminantes presentes en las aguas residuales como: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario.

Pretratamiento: consiste recibir todo tipo de agua residual para luego eliminar sólidos o partículas en suspensión de mayor tamaño como ramas, peces, plásticos, etc., para evitar el daño de la

maquinaria en los procesos posteriores. Dentro del pretratamiento se incluyen las operaciones de separación de grandes sólidos por medio de desbaste, tamizado y desarenado-desengrase.

Tratamiento primario: proceso físico o fisicoquímico que consiste en la eliminación de sólidos en suspensión por lo menos en un 50%, con métodos anaerobios (ausencia de oxígeno) para la decantación por gravedad.

Tratamiento secundario: proceso biológico que consiste en eliminar las bacterias de las aguas residuales en condiciones aerobias (con presencia de oxígeno), por lo que la separación del líquido y lodo es a partir de la floculación (espesamiento), para la decantación por flotación.

Tratamiento terciario: es el último proceso de filtrado que consiste en la desinfección del agua, el cual elimina nutrientes (fósforo y nitrógeno), para cumplir con los parámetros de la calidad del agua. Si bien el cloro es el desinfectante más típico para las aguas residuales, se hace precisa la sustitución de los sistemas de cloración por sistemas de desinfección alternativos, tales como la radiación UV, el empleo de ozono o el empleo de membranas.

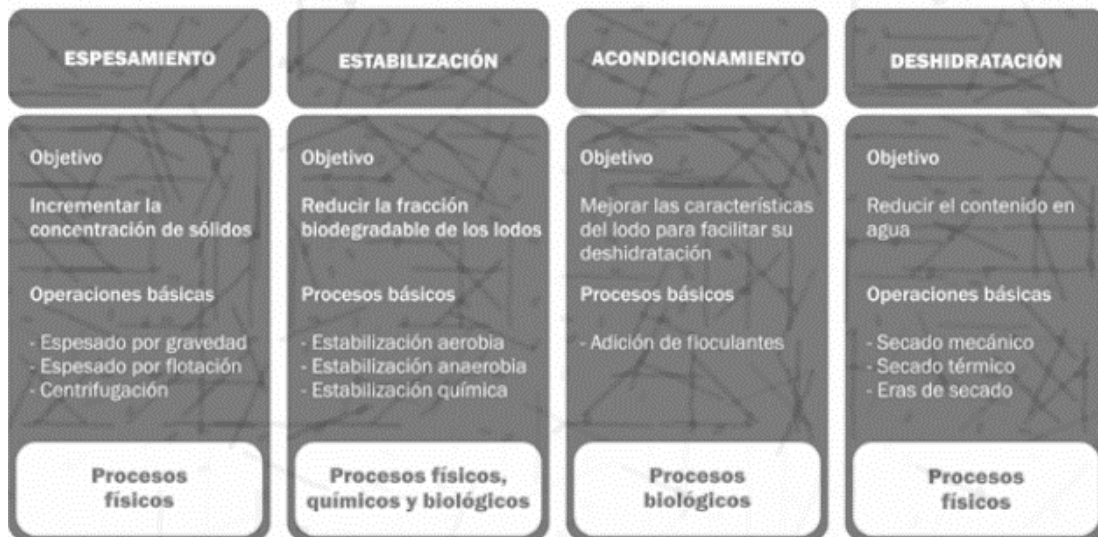


Fig. 15: Etapas del tratamiento en la línea de lodos

Línea de lodos: en ella se tratan la mayor parte de los subproductos que se obtiene a partir de la línea de agua, los sólidos decantados por la primera y segunda fase, con la finalidad de secar el material coloidal para ser utilizado como abono o en estado no abrasivo para el medio ambiente,

con ayuda de sus respectivas etapas de: espesamiento, estabilización, acondicionamiento y deshidratación.

Espesamiento, se incrementa la concentración de sólidos, a través de mecanismos giratorios que ayudan al barrido de lodos primarios y secundarios, con métodos por gravedad y flotación.

Estabilización, del lodo por aireación para reducir la fracción biodegradable a fin de evitar su putrefacción, por medio de digestión anaerobia o aerobia que elimina entre el 40% – 50% de materia orgánica.

Acondicionamiento, ayuda al secado o más bien a la deshidratación de los lodos con la eliminación de agua para facilitar el proceso posterior.

Deshidratación, consiste en la eliminación total de materia líquida presente en los lodos, por medio de tres operaciones básicas (secado mecánico, secado térmico y eras de secado) que deshidratan entre un 20% - 25%.

ANEXO X

SISTEMA DE CAPTACION NATURAL

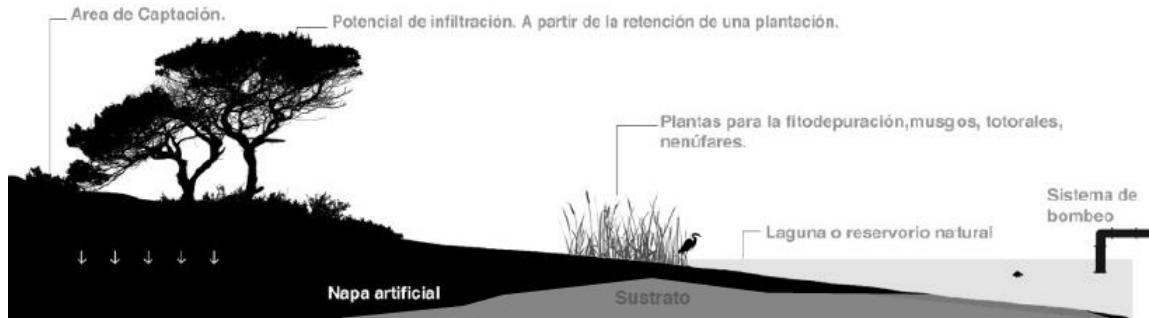


Fig. 16: Esquema del funcionamiento de captación y depuración natural (Sutter, 2018)

SISTEMA DE CAPTACION FISICO/MECANICO



Fig. 17: Esquema del funcionamiento de un sistema de captación mecánico/físico (Essbio)

SISTEMA DE CAPTACION DOMICILIARIO

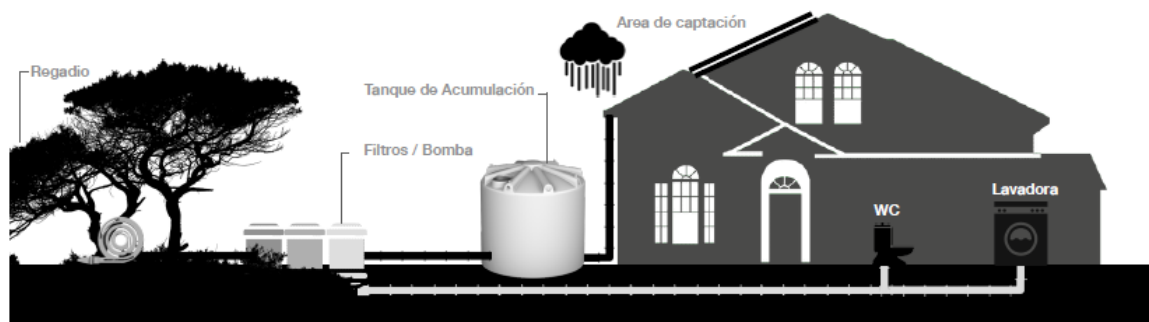


Fig. 18: Esquema del funcionamiento de un sistema de captación domiciliario (Sutter, 2018)

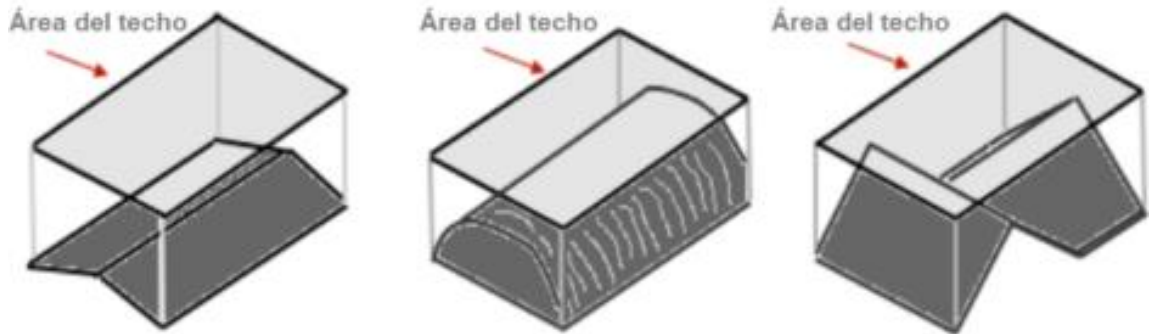


Fig. 19: Tipo de cubierta para la captación

Superficie de captación: corresponde a la estrategia principal para atrapar los mm de precipitaciones por metro cuadrado de agua lluvia mediante gravedad, el cual antiguamente se utilizaba a escala territorial aprovechando las condiciones topográficas como el relieve de lugares mayormente dotados de suelo inclinado o la simulación de suelo a escala domiciliar a través de cubiertas inclinadas y copas de agua.

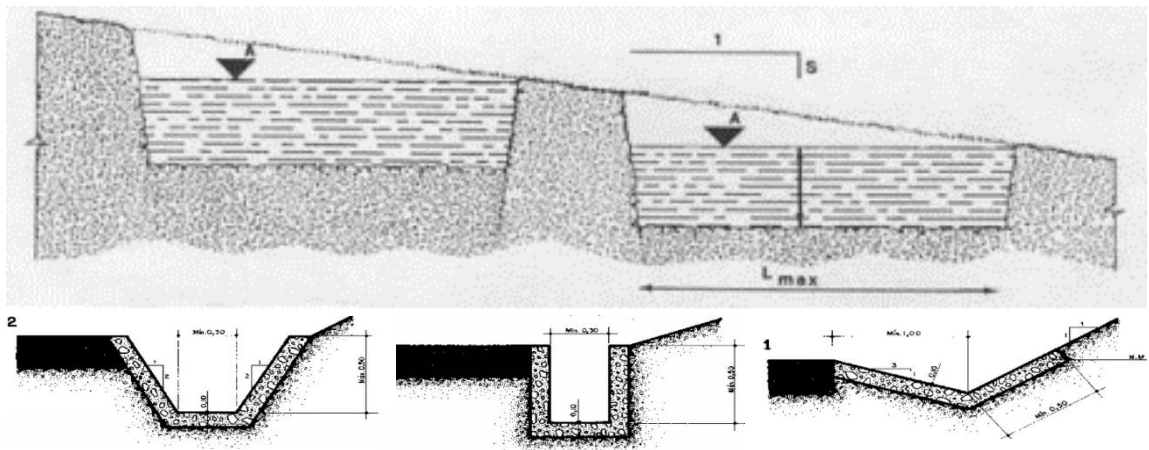


Fig. 20: Tipos de zanjas de conducción

Zanjas de conducción: es el aporte agregado a la captación que direcciona el agua lentamente con una pendiente mínima del 15%, la que asegura su conducción (UNESCO, 2015) mediante técnicas naturales como la escorrentía o mecánicas como el bombeo eléctrico para alimentar a algún sector en específico que en su mayoría son sitios de riego para el cultivo.

Drenaje sostenible: en si es la utilización de una zanja, pero rellena con vegetación, que además de direccionar el agua ayuda a la eliminación de contaminantes, reduciendo también el impacto por inundaciones derivadas al caudal de agua lluvia y así también embellece el paisaje urbano.

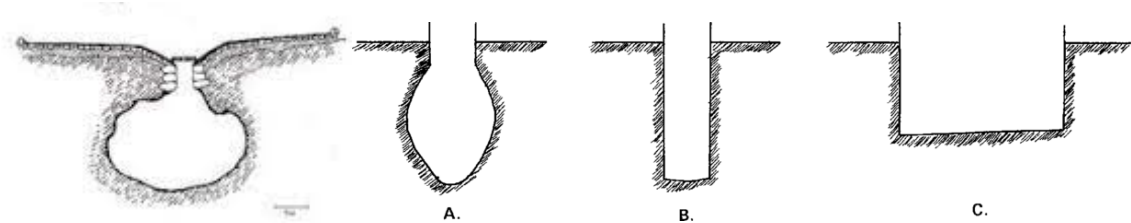


Fig. 21: Tipo de cisternas naturales.

Almacenamiento: es la acumulación del recurso en alguna fuente cerrada como tanques o fuentes abiertas naturales como lagunas u humedales. El valor en relación con el volumen de agua depende de la necesidad de abastecimiento que se tenga.

ANEXO XI

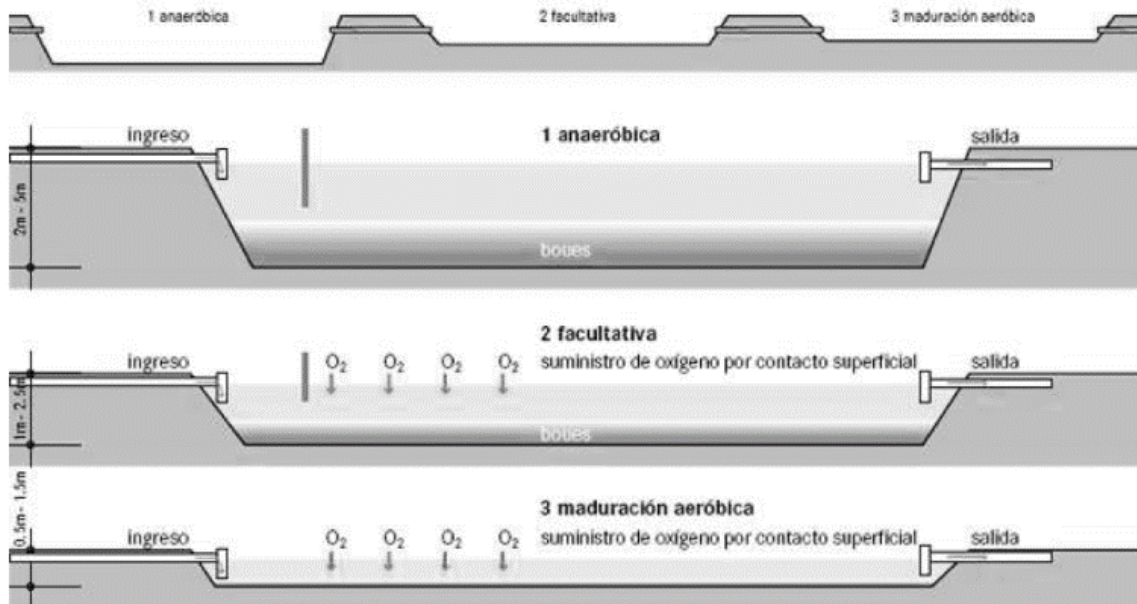


Fig. 22: Proceso de depuración mediante lagunaje

Lagunaje: es un sistema respetuoso con el medio ambiente, utilizado en varios países como Estados Unidos, Canadá, y Australia, que implementa no solo una si no que varias lagunas impermeables mejorando su eficacia, en las que se deja reposar el agua residual o industrial a un tiempo determinado para facilitar la autodepuración biológica del agua, las cuales pueden ser 3 tipos de degradación complementarias como; anaerobias (ausencia de oxígeno), facultativo (por flotación) o aerobias (con presencia de oxígeno). Este sistema bien funciona en climas templados y se emplaza generalmente en zonas rurales o en la periferia de las ciudades, pero siempre debe mantener cierta distancia con la población.

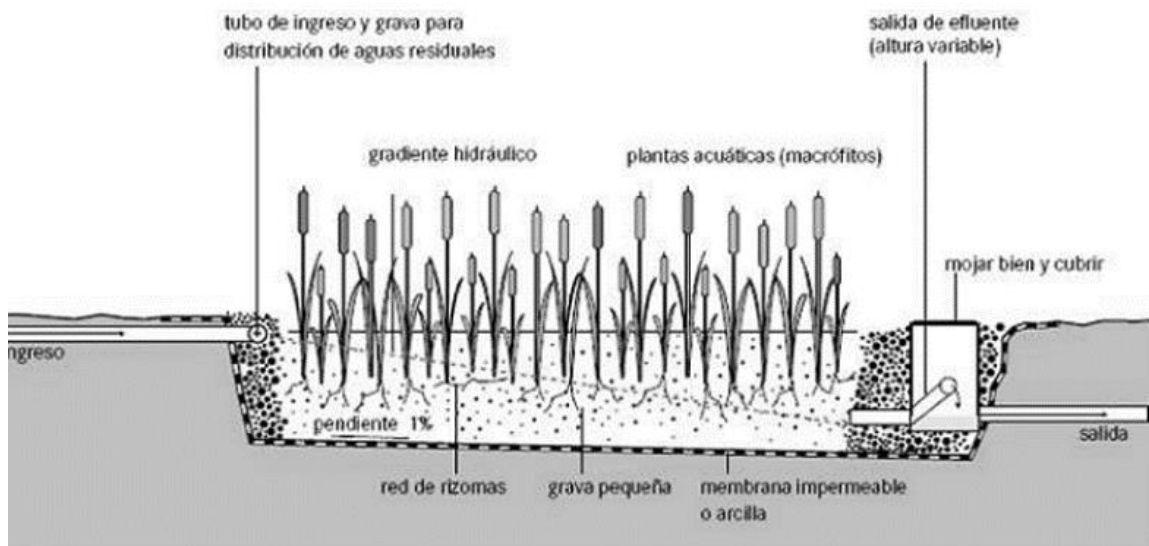


Fig. 23: Partes de un humedal de depuración.

Humedales de depuración o fitodepuración: consiste en una laguna o canal, pero cubierta de gran variedad vegetativa (sumergida, flotante o superficial) que facilita el proceso en vertical de degradación mediante las raíces por que absorben los nutrientes y metales del agua (fosforo, nitrógeno, metales pesados y fenoles), capaces de tratar aguas grises, negras e industriales en las etapas secundario y terciario del tratamiento integral del agua.

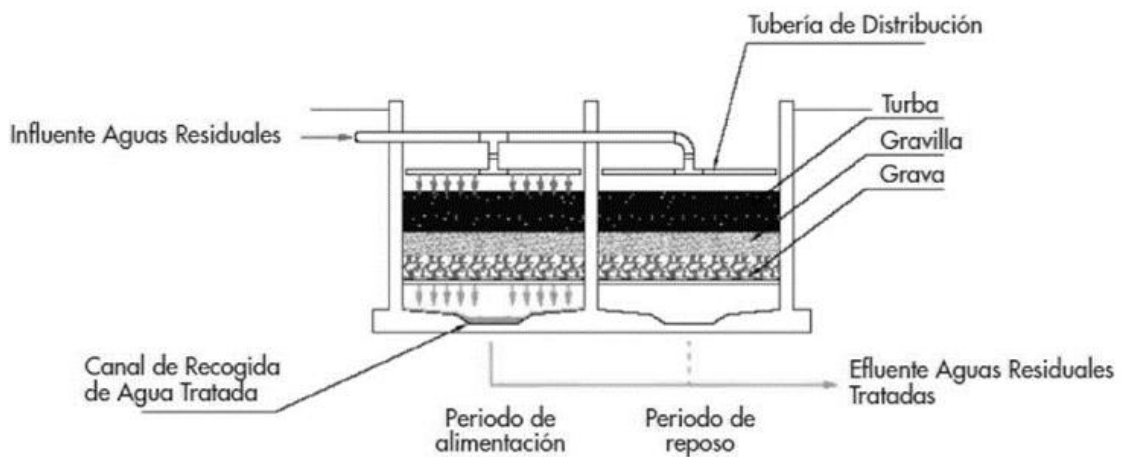


Fig. 24: Partes del filtro turba.

Filtro turba: es también el proceso natural de filtración del agua a partir de sustratos de la tierra hasta llegar a alguna napa freática, pero hoy en día se puede crear de manera artificial para lo que es comúnmente usado en filtración de agua residual, ya que las propiedades absorbentes del sustrato ayudan a la separación de materia coloidal y disueltas.

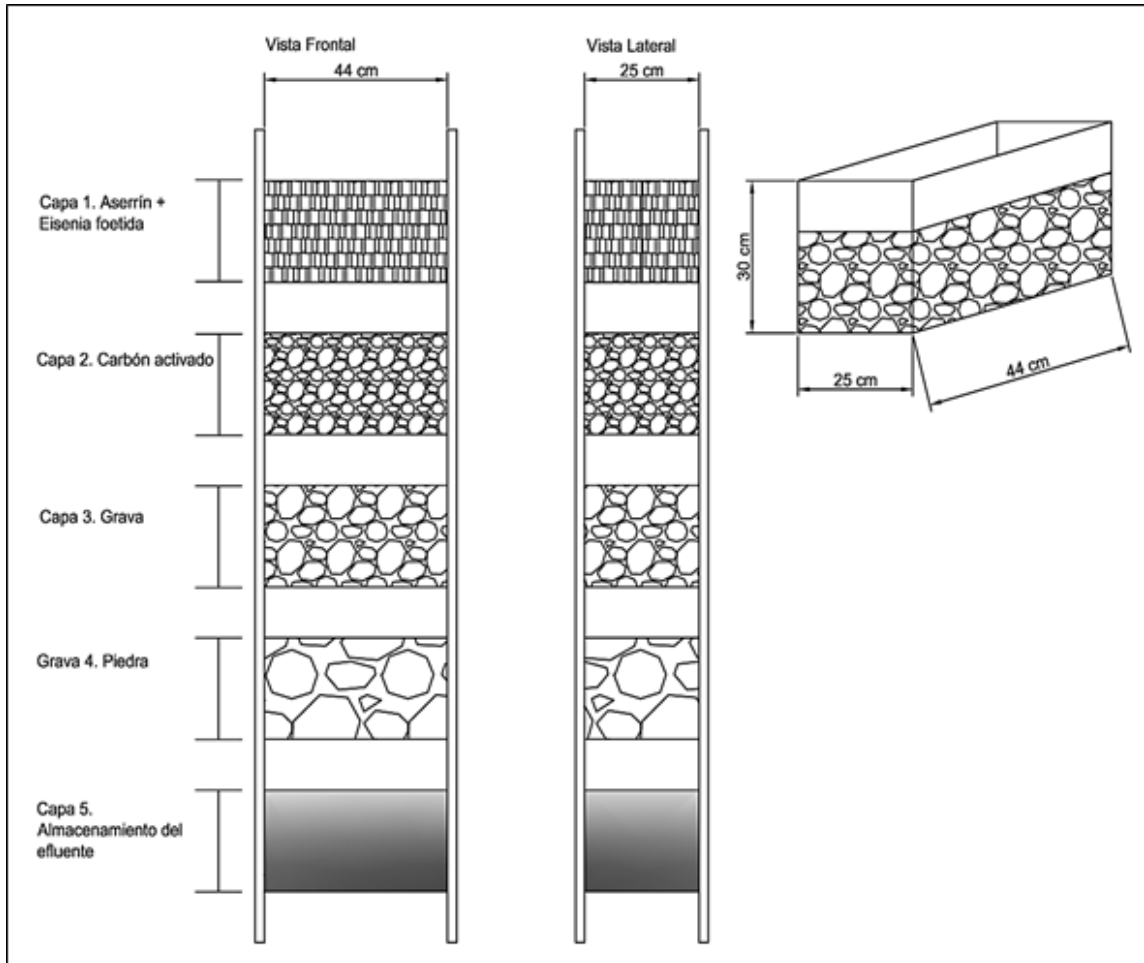


Fig. 25: Partes del método de lombrices.

Lombifiltro: técnica de depuración (se aplica en el tratamiento secundario) chileno creado por Raúl Fernández ingeniero civil especializado en medio ambiente. Este sistema permite limpiar y reutilizar las aguas servidas con el aporte de lombrices, ya que se comportan como un filtro percolador en los lechos en donde se desarrolla una microbiología natural del cual se alimentan las lombrices y los desechos generados por ellas se convierten en humus. Además, las lombrices crean túneles por lo cual el filtro es permeable.

Osmosis inversa: imita a la naturaleza para eliminar partículas en suspensión mediante membranas semipermeables donde los elementos más pesados quedan atrapados al pasar por una serie de mallas concéntricas de diferentes tamaños.

Carbón activado: método que se implementa después del filtrado del agua una vez se haya eliminado el material contaminante para absorber y eliminar las propiedades olfativas y gustativas que generan mal olor o sabor del agua limpiada proveniente del subsuelo o aguas residuales ya tratadas.

Ozono: es un producto 3.000 veces más desinfectante y rápido que el cloro el cual elimina problemas respiratorios y la irritación de los ojos el que además aporta una mayor claridad del agua y un beneficio ecológico – económico, mediante la inyección de hidrogeno (H_2) e hidróxido (OH). Este puede ser implementado en piscinas termales o de hidromasaje.

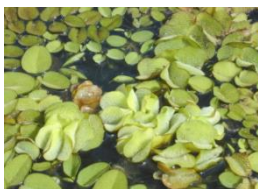
El ozono se puede generar con electrolisis del agua, que consiste en la descomposición de la molécula H_2O en oxígeno (O_2) e hidrógeno (H_2) por medio de corriente eléctrica continua, para la generación de gas (oxígeno O_2), cuyo proceso de descomposición ayuda a la separación de sustancias tóxicas.

Irradiación de rayos ultravioleta: es un método alternativo que utiliza lámparas de arco de mercurio que consiste en un tubo de sílice vítrea o cuarzo y que opera a una temperatura óptima de $40^\circ C$ (Phillips, 1983) en remplazo del cloro o del ozono para desinfectar según el área en que se vaya a aplicar la desinfección como agua potable o residual. Los primeros intentos de desinfección por luz UV se llevaron a cabo en Marsella, Francia en 1910.

Los tratamientos térmicos, con radiación ultravioleta y con ozono son los más extendidos como tratamientos de desinfección, llegando a más de 500 instalaciones en los Países Bajos (EDMONDS, 1993; RUNIA, 1994). Si embargo, según el “Diccionario de Cáncer del NCI”, dice que la exposición a la radiación UV aumenta el riesgo de presentar enfermedades que podrían causar ceguera si no se usa protección para los ojos.

Plantas utilizadas para el tratamiento de aguas residuales.

- 1) El jacinto de agua (*Eichhornia Crassipes*)
- 2) La salvinia gigante (*Salvinia Molesta*)
- 3) La lechuga de agua (*Pista Stratiotes*)
- 4) Lenteja de agua (*Lemna Minor*)
- 5) Elodea canadensis (*Egeria Densa*)
- 6) Carrizo común (*Phramites Australis*)
- 7) Espadaña (*Typha Latifolia*)
- 8) Esparto (*Stipa Tenacissima*)
- 9) Bambu
- 10) Avena (*Avena Fatua*)
- 11) Algas marinas de la Patagonia
- 12) *Cyperus papyrus*
- 13) Corazones de agua (*Hydrocharismorsus – Ranae*)
- 14) Sauce rastrero (*Ludwigia Repens*)
- 15) *Lithrum salicaria* (Fraile o Salicaria)
- 16) Junco espigado (*Cladium Mariscus*)
- 17) Lirio amarillo (*Iris Pseudacorus*)



Salvinia molesta



Stipa tenacissima



Typha latifolia



Hydrocharis morsus



Ludwigia repens



Iris pseudacorus



Lemna minor



Pistia stratiote



Phragmites australis



Schoenoplectus californicus



Elodea canadensis



Helianthus annuus

ANEXO XII

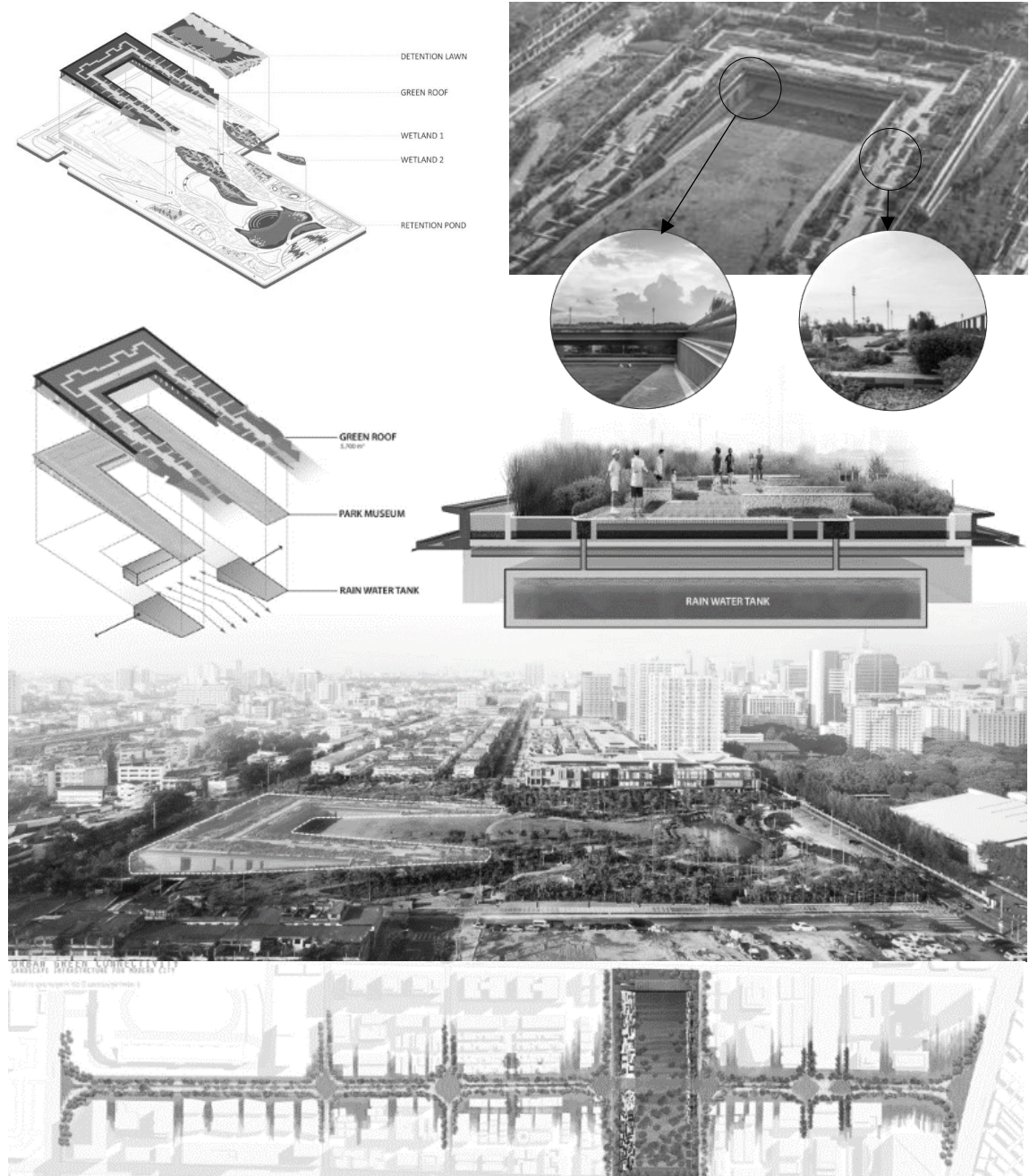
PARQUE CENTENARIO INUNDABLE

Arquitecto: Kotchakorn Voraakhom

Localidad: Ciudad de Bangkok, Tailandia

Año: 2017

Área: 44.415 m²



ANEXO XIII

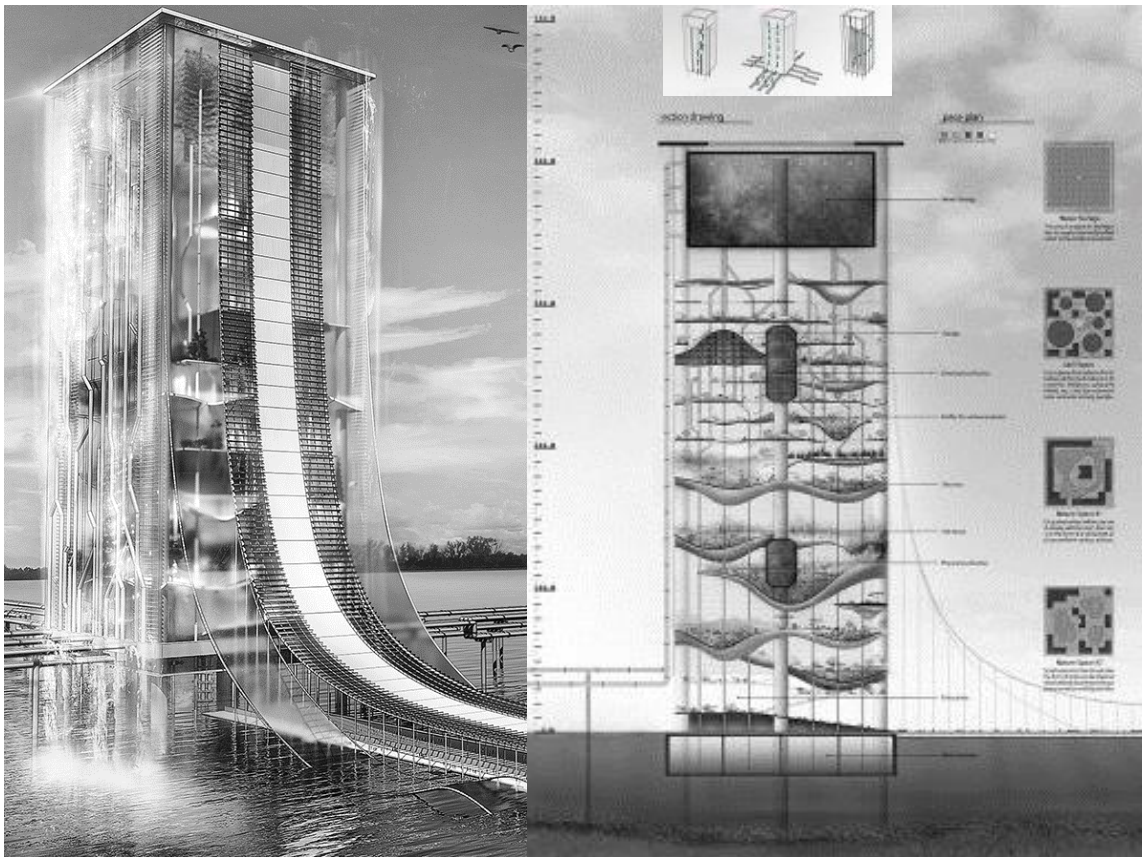
RASCACIELOS PLAZA DEL RÍO

Arquitecto: Kang Tae Hwan, Kim Min Jeong, Yun Seo Jun y Lee Se Won

Localidad: India.

Año: Premio de honor

Área: 22.500 m²



ANEXO XIV

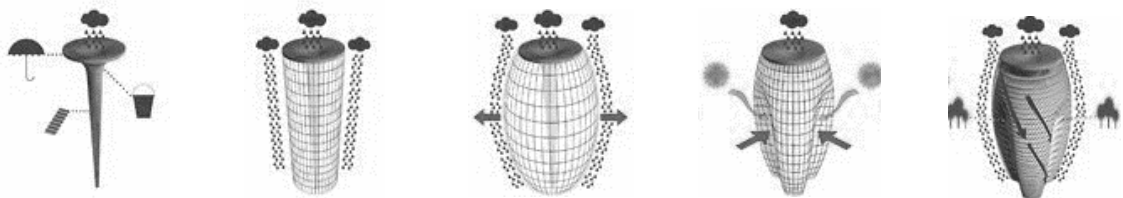
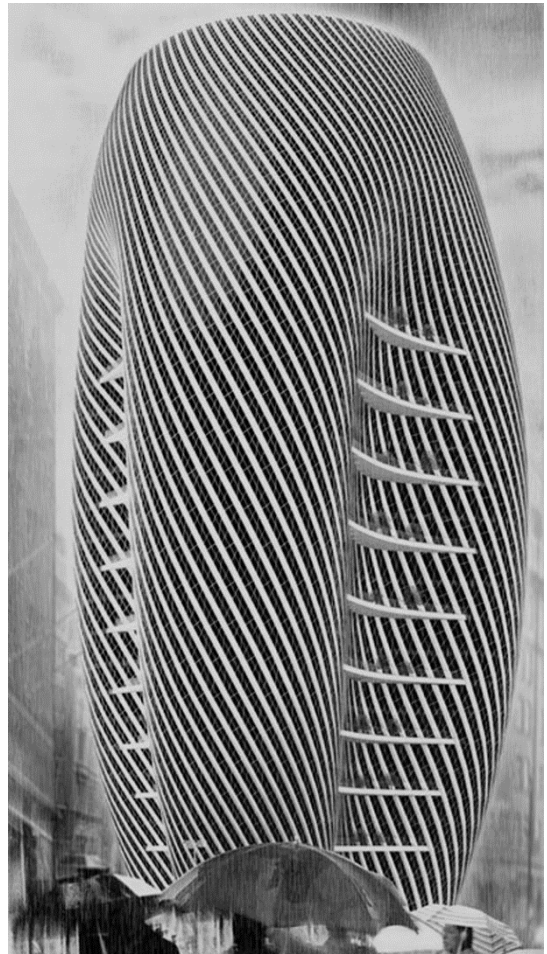
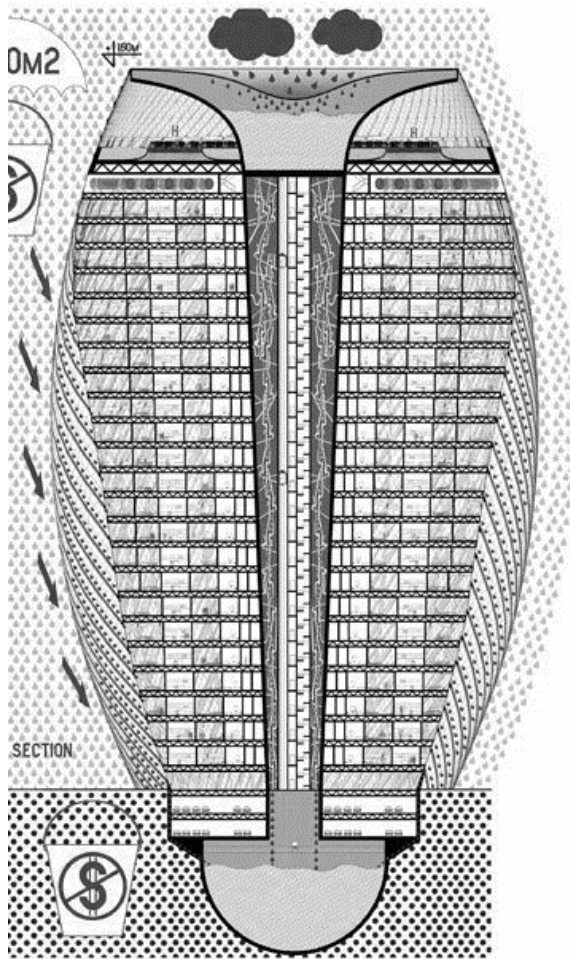
RASCACIELOS RECOLECTOR DE LLUVIA

Arquitecto: Estudiantes de la *Architecture Academy of Fine Arts*

Localidad: Ciudad de Poznan, Polonia.

Año: Concurso "Skycraper Competition" del año 2010

Área: 142 m²



ANEXO XV

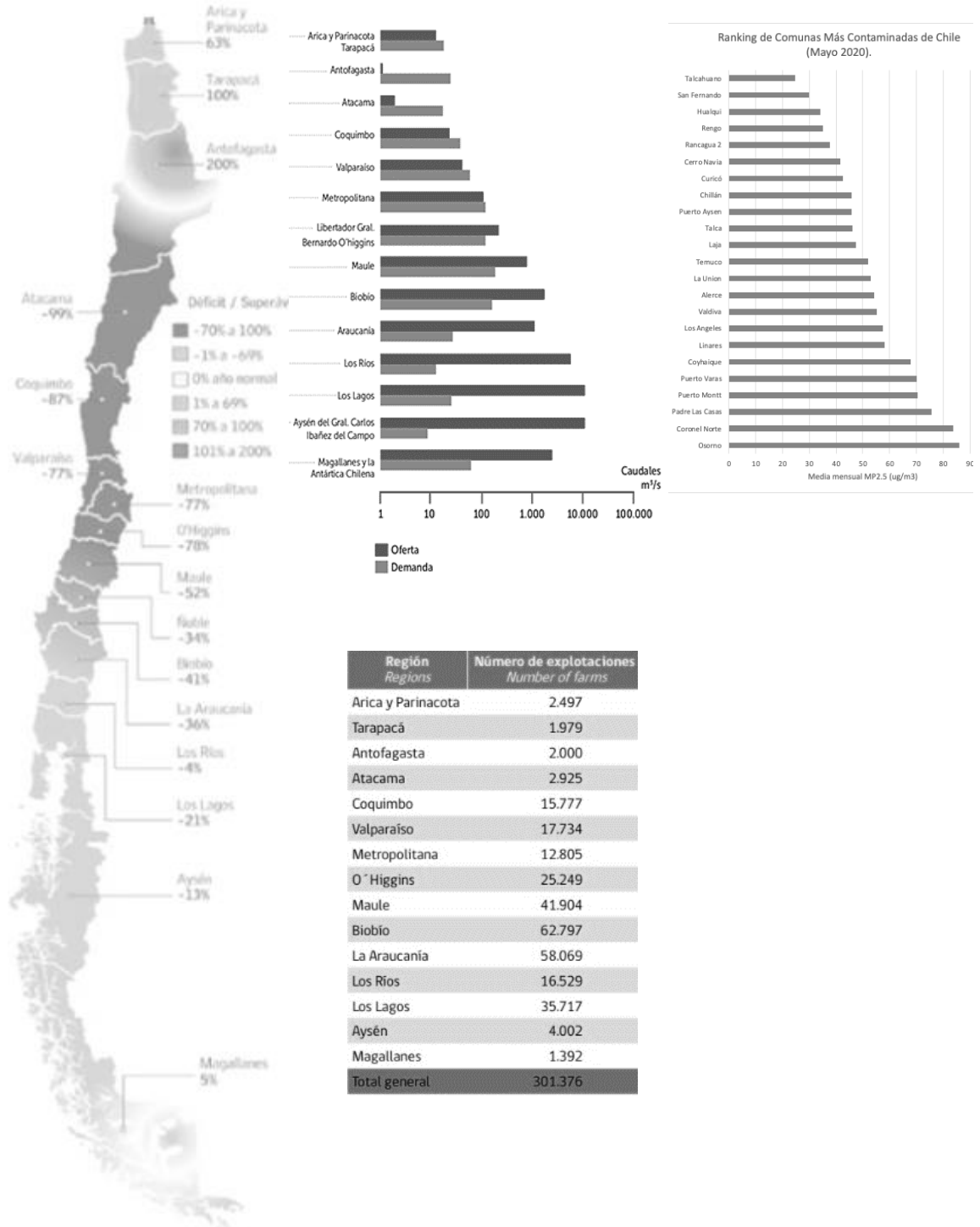


Fig. 26: Disminución de las precipitaciones en Chile

ANEXO XVI

 [Tarifas Electorales](#) [SOYTV](#) [Actualidad](#) [Deportes](#) [Entretenimiento](#) [Tecnología](#)

● SoyTv Entrevistas y streaming: la programación de este martes 30 de mayo

Aplicaron dos multas a empresa de Puyehue por contaminación del río Pilmaiquén

Desde la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Santa Sofía aseguraron que apelarán la decisión.

31 de Octubre de 2018 | 12:29



El pasado viernes 26 de octubre, la Secretaría Regional Ministerial de Salud, a través de la Autoridad Sanitaria Provincial, aplicó dos multas a la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Santa Sofía Limitada, firma que opera desde principios de este año en el sector de Pilmaiquén, en la comuna de Puyehue.

La Seremi de Salud multó a empresa por contaminación del río Pilmaiquen en Puyehue

Por **Dania Uribe** - Nov 1, 2018

423



Por dos procesos de contaminación, fue multada la empresa "Santa Sofía Limitada", responsable de la planta de tratamientos de aguas servidas de la comuna de Puyehue.

La Secretaría Regional Ministerial de Salud, a través de la Autoridad Sanitaria Provincial de Osorno, informó que la planta vertió desechos domiciliarios de manera directa y por sobre la norma permitida al cauce del río.

SMA y Sernapesca inspeccionaron río Pilmaiquén tras denuncia por masiva mortandad de peces

🕒 28/10/2020



Foto: La Vaguada

Vecinos de la zona manifestaron su preocupación y estudian realizar acciones penales para quienes resulten responsables del daño ambiental. Fuente: Soy Chile, 27 de octubre de 2020.

Una impresionante mortandad de peces encontraron vecinos en el río Pilmaiquén, específicamente a 8 kilómetros del embalse de la central Rucatayo hacia arriba, hecho que fue denunciado ante la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), entidad que ya realiza una investigación junto al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca).

Bernardita Amolef es la presidenta de la Comunidad Indígena Mapu Pilmaiquén y ha residido toda su vida en esa zona. Relató que “estuvimos en el lugar de los hechos, viendo la mortandad de peces que existe en el lugar. No estamos hablando de cincuenta peces ni de cien, fue mucho mayor, por lo que hicimos la denuncia correspondiente con apoyo de la Red Ambiental Ciudadana de Osorno. Como comunidad esta situación es muy preocupante, porque tenemos muchos fundos aledaños al río y estamos entre dos centrales”.

La dirigente relató que la SMA, junto con Sernapesca, se hicieron presentes en la zona el sábado para tomar muestras de los peces que ya se encontraban en descomposición y otros con una muerte más reciente.

Personal de Sernapesca reportó contaminación de aguas del Lago Puyehue

La institución provincial, indicó que preliminarmente, se atribuiría a la pesca furtiva indiscriminada en el lugar.

28 de Noviembre de 2022 | 15:20 | Por Alison Tello Rojas



Fotografía cedida

Luego que vecinos del sector denunciaron, a través de redes sociales, la posible contaminación de las aguas del lago Puyehue, cuerpo de agua en la provincia de Osorno. Personal de Sernapesca de la zona, se aproximó al lugar para verificar la información.

Tras la constatación que realizó la institución, reportaron peces muertos en la ribera del lago, quienes junto a funcionarios de la Oficina de Medio Ambiente del Municipio de Puyehue, recolectaron muestras desde diversos puntos del sector, para su análisis.

De manera preliminar y extraoficial, Sernapesca indicó que la pérdida de fauna nativa, se atribuiría a la pesca furtiva indiscriminada en el lago. De la cual, se desconoce su legalidad, mientras el proceso se encuentra en investigación.

ANEXO XVII

Proyectos del PLADECO Puyehue



Fig. 27: Propuesta del proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

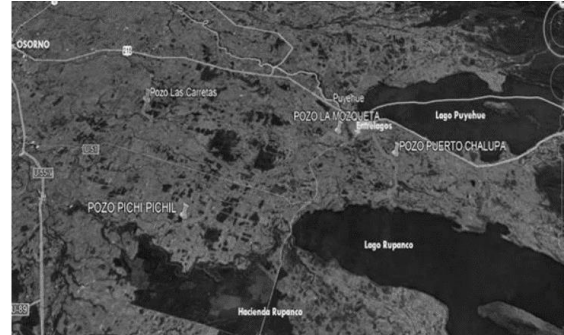


Fig. 28: Proyectos de punteras para el abastecimiento de agua potable.

Proyectos de agua potable en proceso de licitación

Puerto Chalupa para 80 viviendas y 320 habitantes beneficiados, con 11 kilómetros de redes proyectadas.
Pichi-Pichil para 60 viviendas y 200 habitantes beneficiados, con 8,1 kilómetros de redes proyectadas
Las Carretas para 65 viviendas y 220 habitantes beneficiados, con 8,2 kilómetros de redes proyectadas
La Mosqueta para 60 viviendas y 160 habitantes beneficiados, con 5.5 kilómetros de redes proyectadas.

Estrategias de la Municipalidad de Puyehue para el manejo del agua

MEDIO AMBIENTAL
Incentivos para la implementación de sistemas de riego y drenaje, y cosecha, captación y acumulación de aguas.
Planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS)
EDUCACION
Propiciar actividades Medioambientales y fortalecer el Sello Verde en la Escuela Entre Lagos.
SOCIAL
Programa Subsidio Agua Potable y Alcantarillado.



Fig. 29: Ubicación definitiva del futuro proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.



Fig. 30: Ubicación de la Planta Elevadora del PTAS.

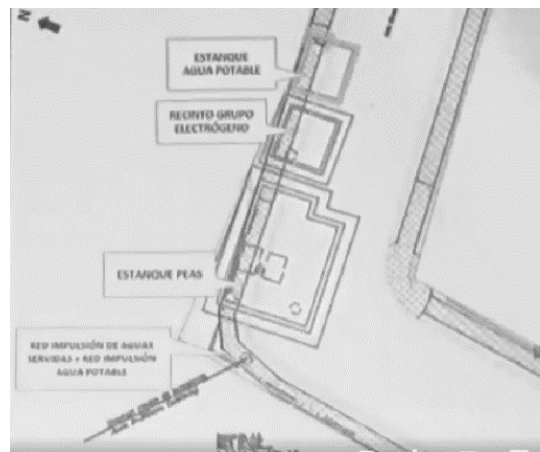


Fig. 31: Planimetría de la Planta Elevadora

ANEXO XVII

Fig. nn: Ubicación regional de Puyehue



ANEXO XVIII

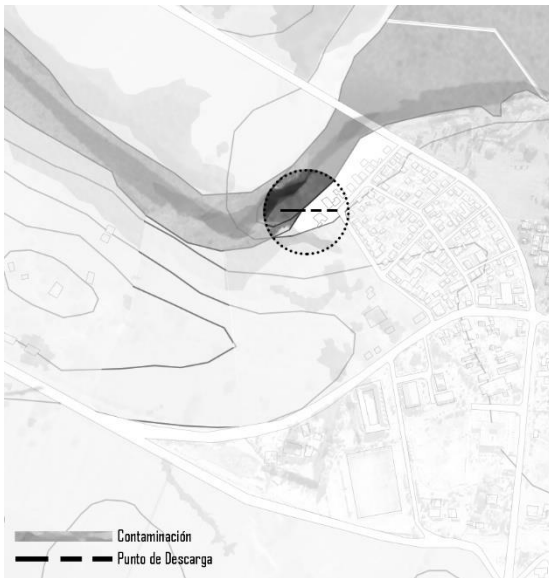


Fig. nn: Ubicación de descarga puntual



Fig. nn: Catastro de inundación del río

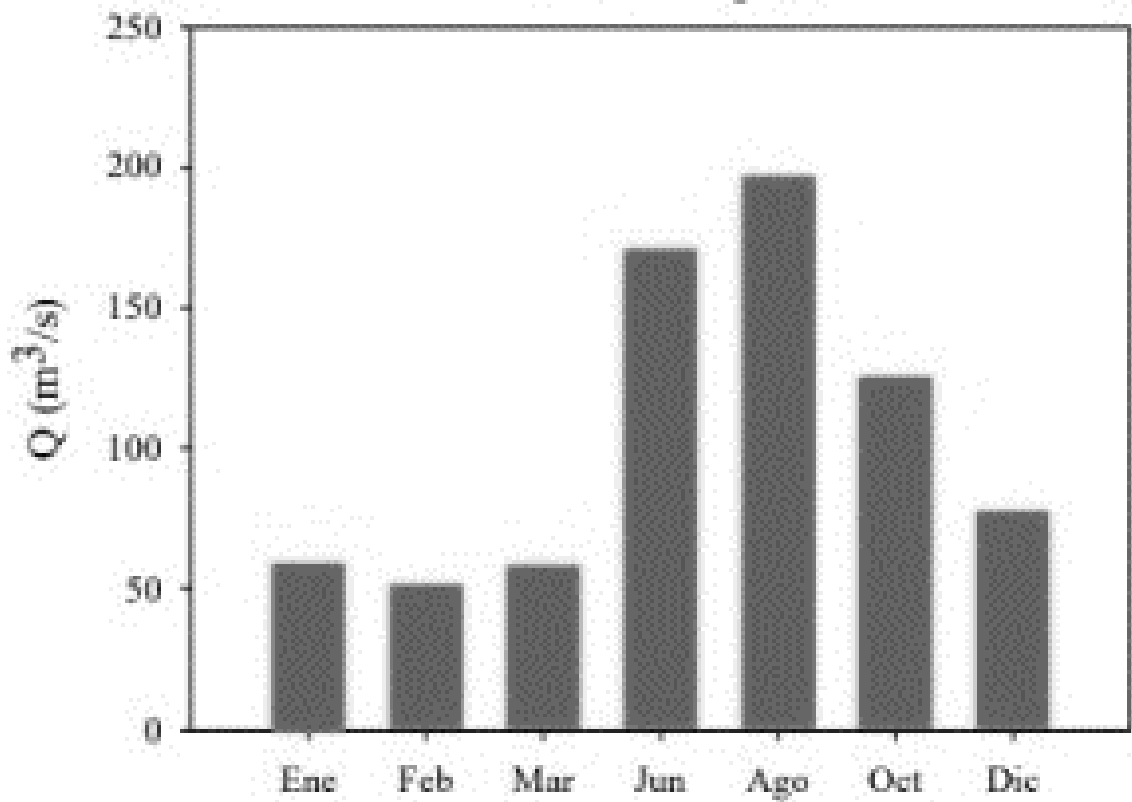
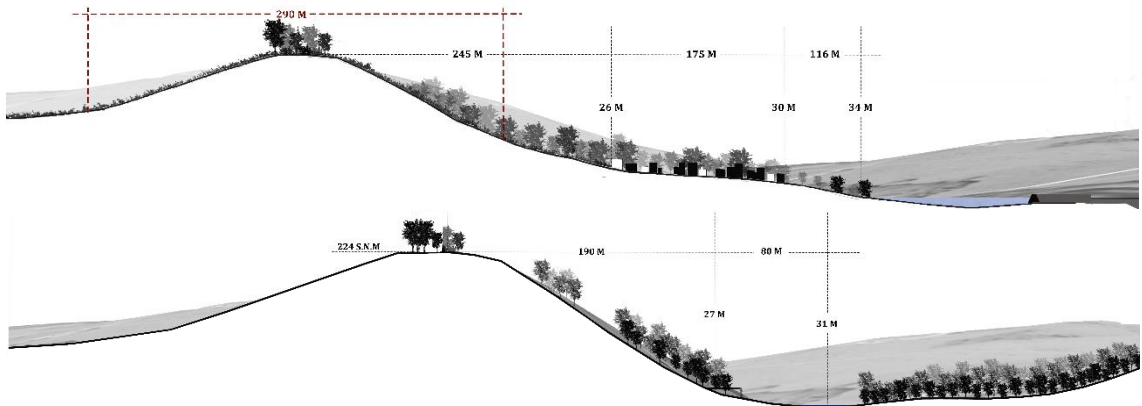
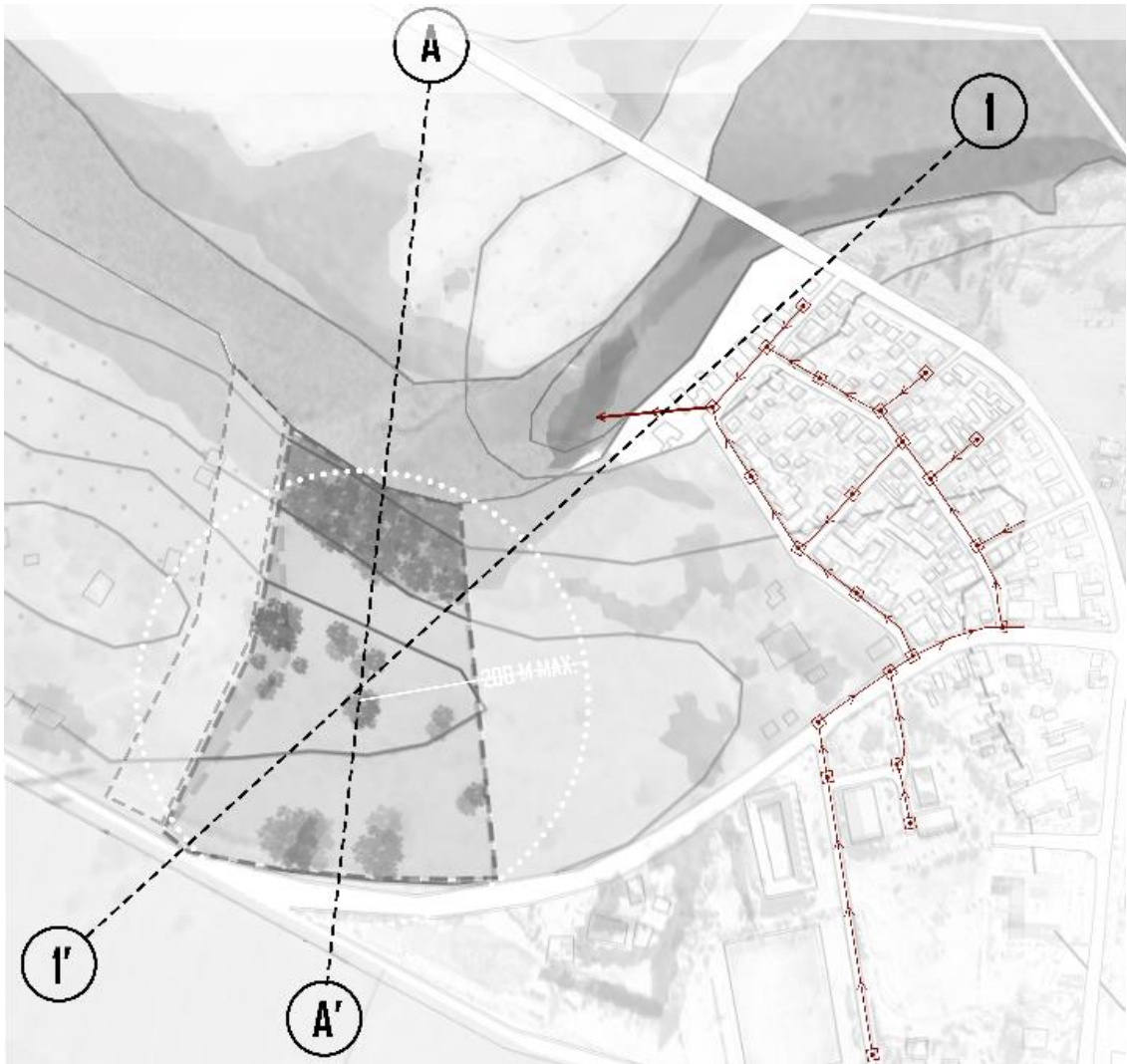


Fig. 32: Hidrograma del Río Pilmaiquén medido durante el año 2015.

ANEXO XIX



ANEXO XX

INSTALACIÓN DE PURIFICACIÓN DE AGUA AVANZADA

Arquitecto: Mainstreet Architects + Planners, Inc.; Mainstreet Architects + Planners, Inc.

Localidad: Ciudad de California, Estados Unidos.

Año: 2013

Área: 18.653 m²

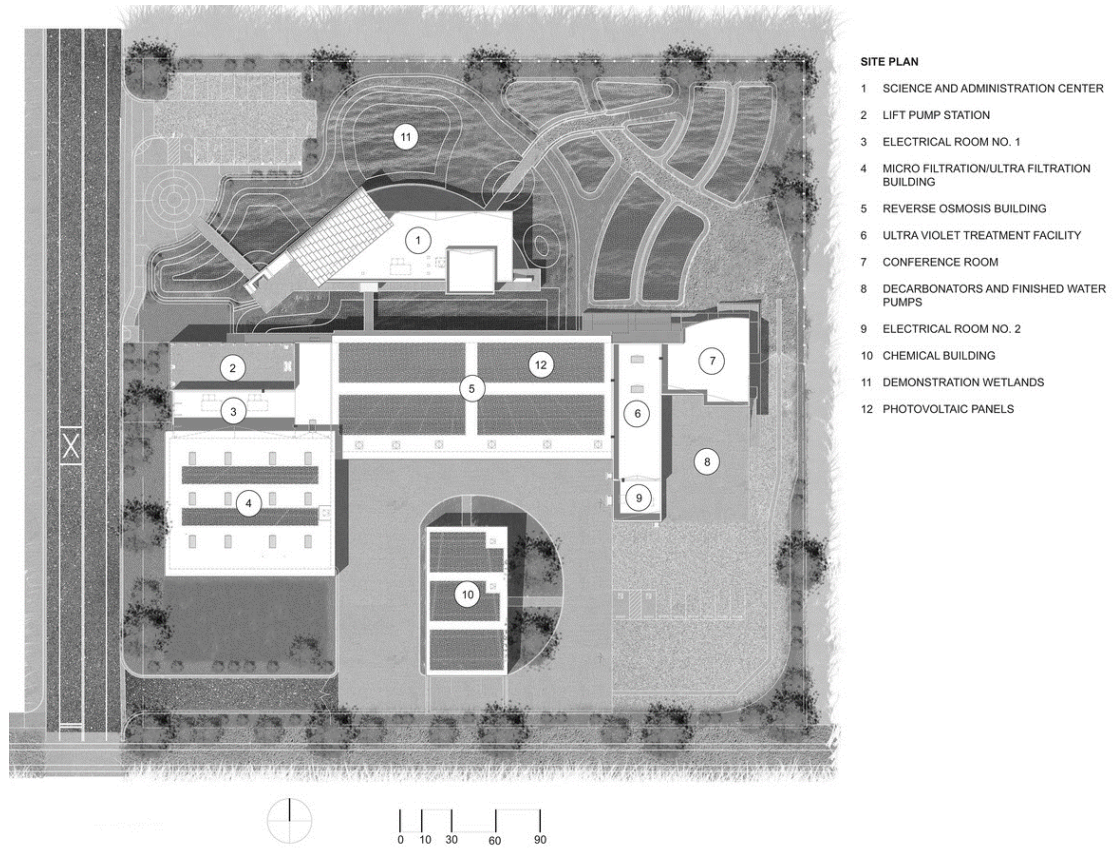


Fig. 33: Planimetría de la Instalación de Purificación de Agua Avanzada



Fig. 34: Instalación y transición de programas Fig. 35: Instalación y su integración con el agua

ANEXO XXI

PARQUE METROPOLITANO DEL AGUA LUIS BUÑUEL

Arquitecto: Margarita Jover, Christine Dalnoky, L'atelier de Paysaje, Alday Jover, Iñaki Alday y Patrick Solvet. Arquitectos.

Localidad: Zaragoza, España

Año: 2006-2008

Área construida: 1.250.000 m²

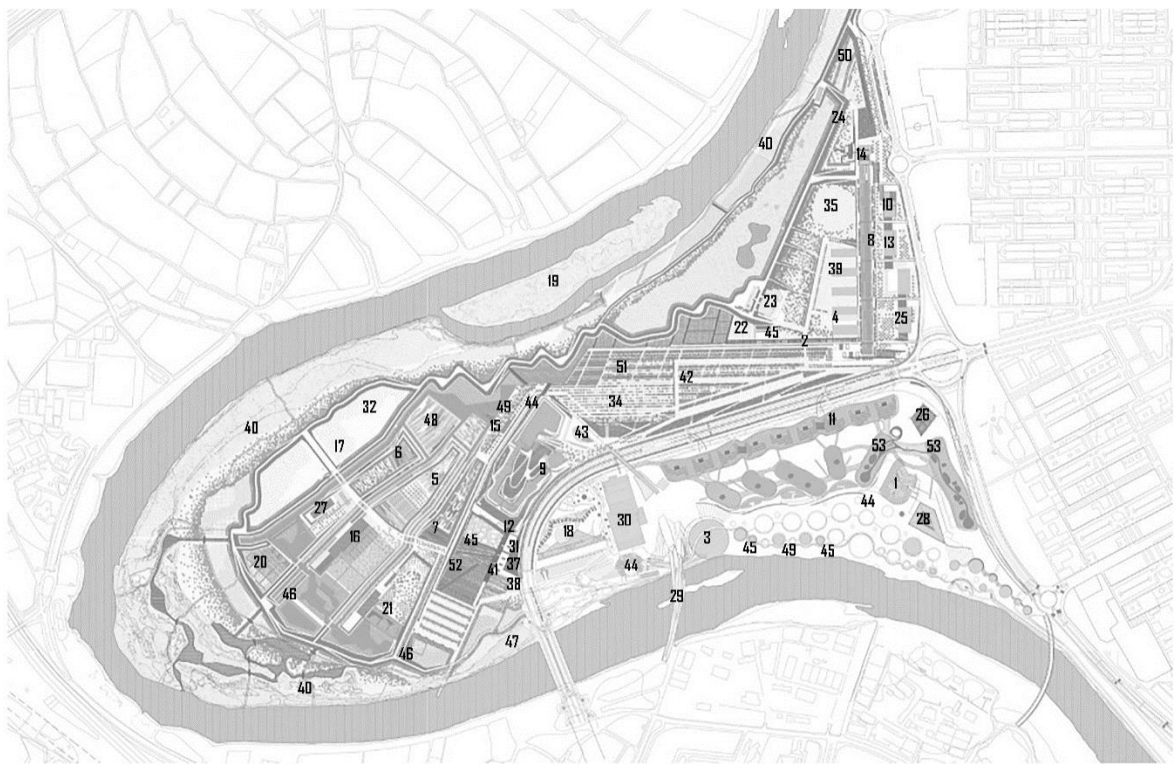


Fig. 36: Planimetría del Parque del Agua



Fig. 37: Torre del agua (43)

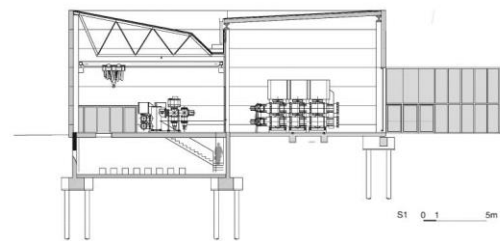


Fig. 38: Central de energía (10)

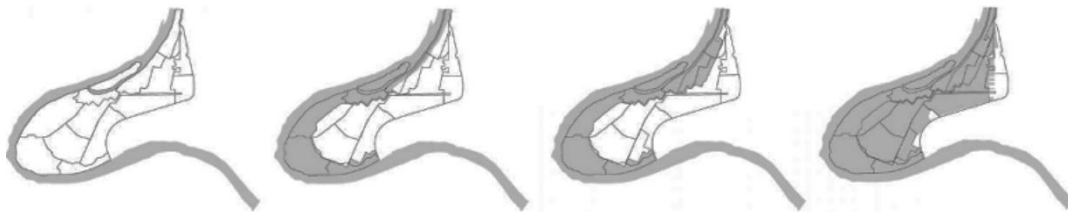


Fig. 39: Catastro de inundación del Parque del Agua

Programas asociados al proyecto;

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Acuario fluvial | 27. Pabellón de Ceremonias |
| 2. Acueducto | 28. Pabellón de España |
| 3. Anfiteatro | 29. Pabellón Puente |
| 4. Aqua Urban | 30. Palacio de Congresos |
| 5. Botánico – Recorrido de los Alimentos | 31. Parque Infantil Balambambú |
| 6. Botánico – Recorrido del Ebro | 32. Parque Multiaventura |
| 7. Botánico – Recorrido Exótico | 33. Paseos en Barco |
| 8. Bulevar de Ranillas | 34. Plaza Torre del Agua / Eventos |
| 9. Canal de Aguas Bravas | 35. Praderas |
| 10. Central de Energía | 36. Puente del Tercer Milenio |
| 11. Centro Empresarial | 37. Restaurante Bocados |
| 12. Centro Infantil es-cool | 38. Quasar Élite (Juego Láser) |
| 13. Comisaría de Policía Nacional | 39. Soccer World |
| 14. Edificio Cabecera Gran Canal | 40. Soto de Ribera |
| 15. Embarcadero, tren, bicis y visitas guiadas | 41. Teatro Arbolé |
| 16. Espacio Ebro Restaurante | 42. Telecabina |
| 17. Hípica Parque del Agua | 43. Torre del Agua |
| 18. Hotel Hiberus | 44. Transporte público |
| 19. Isla de los Pájaros | 45. Zona de Juegos Infantiles |
| 20. Jardines Acuáticos | 46. Parque Canino-Agility |
| 21. Las Playas Terraza & Lounge Club | 47. Zona de perros sueltos |
| 22. Las Ranillas Campo de Golf | 48. Zona de aves protegidas |
| 23. Las Ranillas Centro Hidrotermal | 49. Gimnasio al aire libre |
| 24. Noria Reloj Solar | 50. Huertos urbanos |
| 25. Oficinas inaem | 51. Circuitos running |
| 26. Pabellón de Aragón | 52. Mini golf |
| | 53. Ciudad de la justicia |
| | 54. Quiosco 'Luna Nueva' |

ANEXO XXII

CENTRO COMUNITARIO PARA LA COSECHA DE AGUA

Arquitecto: Damián Fernández y Joaquín Trillo

Localidad: Ciudad de Formosa, Argentina.

Año: 2014

Área: 5.000 m²

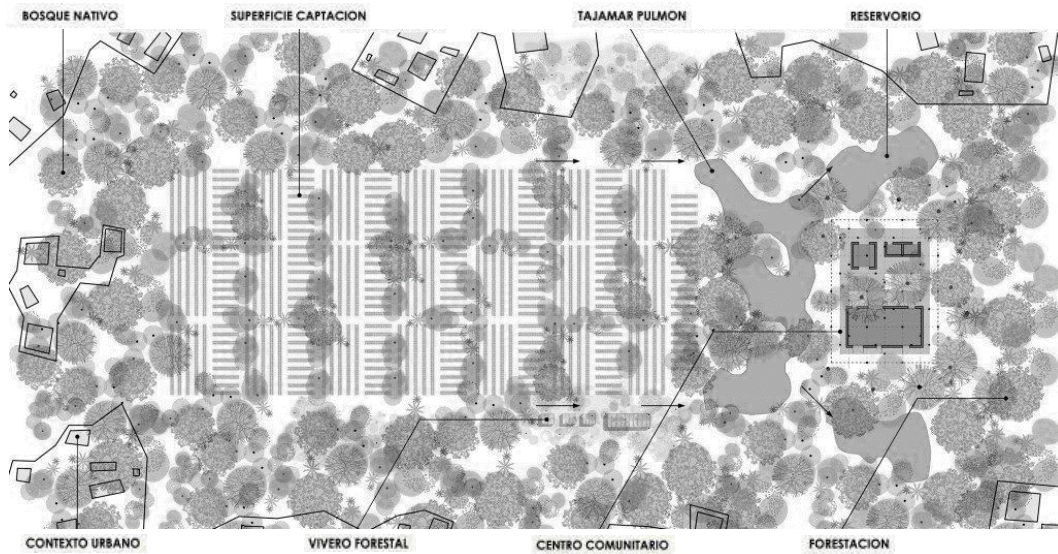


Fig. 40: Planimetría general del Centro de la Cosecha del Agua.

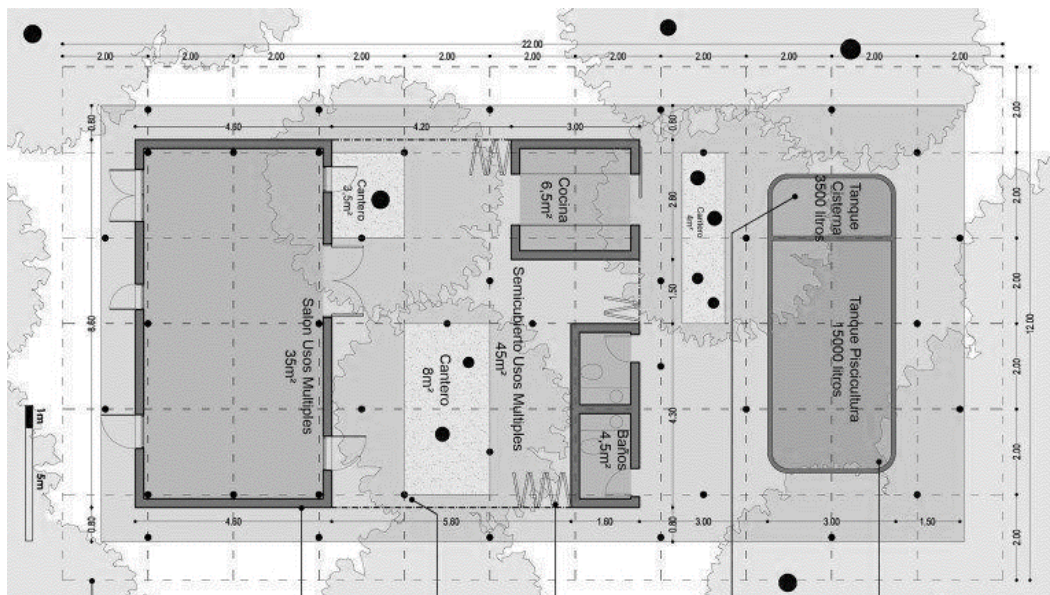


Fig. 41: Planimetría del Centro de la Cosecha de Agua.

ANEXO XXIII

CENTRO DE PURIFICACION Y CAPTACION DE AGUA

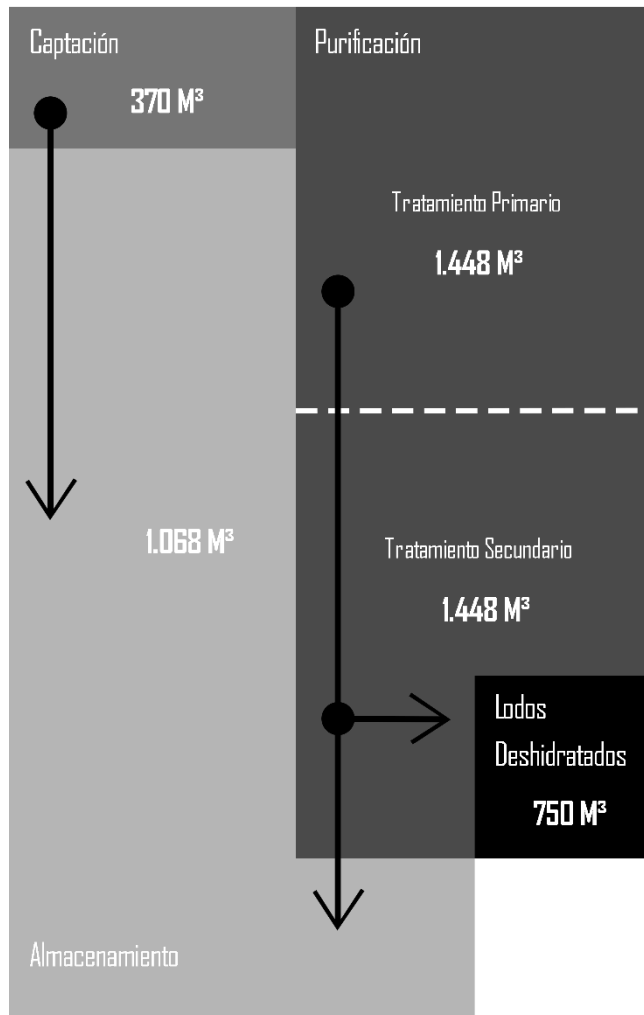


Fig. 42: Zonificación del proyecto

5.084		M ²
CAPTACIÓN		
Superficie de captación		
Mirador		
Recorridos		
Total		370
PURIFICACIÓN		
Centro de ciencia y administración		
Edificio de microfiltración y ultrafiltración		
Edificio de carbón activado		
Cuarto eléctrico		
Baños públicos y Administrativos		
Total		3.646
ALMACENAMIENTO		
Humedales de demostración		
Salón de usos múltiples		
Tanque cisterna		
Cafetería/Comedor		
Total		1.068

Fig. 43: Programas del proyecto