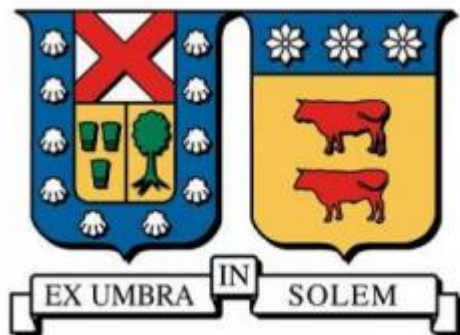




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA COMERCIAL

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PROYECTO SOCIAL
“SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO
DE AGUA PARA COMUNIDADES RURALES”

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA COMERCIAL

AUTORA
FRANCISCA ISABEL ZAMORANO CUEVAS

PROFESOR GUÍA: LIONEL VALENZUELA OYANEDER

SANTIAGO, DICIEMBRE 2020

*A todas esas mujeres que lucharon para que yo pudiera estudiar
en la Universidad*

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a las personas que colaboraron en el desarrollo de este trabajo: Mis compañeros y compañeras de equipo, Constanza Díaz, Fernando Carreño, Gonzalo Román y Tomás Garrido, mi profesor guía, Dr. Lionel Valenzuela, equipo de Memorias Multidisciplinarias USM, en especial a Sebastián Mora y a la Fundación Ingeniería Sin Fronteras.

A mis amigos y amigas, quienes con afecto y amor supieron darme las palabras, los consejos, las risas necesarias para finalizar este proceso. Antonia, Matías, José, Paulina, José Francisco, Javiera e Isabella, nada de esto hubiese sido posible sin ustedes.

A mi familia, a mi padre por ser mi ejemplo de honestidad e integridad laboral, a mi madre por la perseverancia y la excelencia que inculcó en mí, a mis hermanos, Fernanda y Arturo, por hacer de mis momentos más difíciles siempre una alegría.

A la Universidad Técnica Federico Santa María, a cada profesor y profesora que sembró en mí los valores y conocimientos de los que me enorgullezco profundamente.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la factibilidad técnica y económica de un proyecto social de sistema integral de captación, almacenamiento y tratamiento de agua en comunidades rurales chilenas, en específico Lagunillas, Maule.

En la actualidad, la escasez hídrica es una problemática que no deja indiferente a nadie, es uno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la Organización de las Naciones Unidas. En este contexto cada vez son más las ideas y proyectos, que, por medio de la innovación, la ciencia y la tecnología buscan satisfacer esta necesidad básica del ser humano. Este proyecto, después de un profundo análisis del estado del arte reunió soluciones aisladas en un solo sistema integral. Utilizando el método de captación de aguas lluvias, Filtro Tlaloque creado por jóvenes mexicanos y desarrollado por Isla Urbana (2020) y la tecnología de tratamiento de aguas residuales creada y desarrollada por el Dr. José Tohá Castellá en el laboratorio de Biofísica de la Universidad de Chile a inicios de la década de 1990 pero patentada el año 2000.

Para diseñar el sistema se realizaron estudios de clima, suelo, materiales y requerimientos de los usuarios finales. En tanto a la evaluación de prefactibilidad económica del proyecto se realizaron dos tipos de evaluaciones: Privada y Social. Análisis de Mercado, Posibilidades de Financiamiento, Análisis Costo Beneficio fueron parte de la evaluación Privada de Proyectos. Para el Social se utilizaron dos metodologías Matriz de Mando Lógica (MML) y el indicador SROI permitiendo que la decisión de inversión se realice en base al valor privado, social y ambiental generado por el proyecto.

ÍNDICE	
I INTRODUCCIÓN	6
II DIAGNÓSTICO Y METODOLOGIA DE TRABAJO	7
2.1 Problemática actual 2.2 Estado del Arte y la Técnica	7
2.3 Requisitos Funcionales	20
2.4 Población del Proyecto	25
2.5 Objetivos	26
2.6 Definición de metodologías y herramientas	26
III DESARROLLO Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	33
3.1 Descripción de la Solución	33
3.2 Evaluación Privada del proyecto	65
3.3 Evaluación Social del Proyecto	90
3.4 Modelo de Negocios	105
IV DISEÑO Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA	121
4.1 Diagrama de Contexto	121
4.2 Diagrama de Arquitectura	122
4.3 Modelo Digital	124
V CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
VI REFERENCIAS	128
VII ANEXOS	130

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad el 92% de la población chilena tiene acceso al agua potable y alcantarillados. Son años de desarrollo a través de los cuales se ha logrado alcanzar este alto porcentaje, entregando así una mejor calidad de vida, en cuanto a higiene individual, mejorando por consecuencia la salud pública (situación que ha quedado demostrada en el último tiempo). El acceso al agua es uno de los desafíos del milenio establecidos por la OMS. Dicha organización señala que como mínimo una persona requiere 7,5 litros de agua al día para atender sus necesidades básicas (dejando fuera todo tipo de riego agrícola o uso de ésta para fines recreativos). En Chile, sin embargo, se considera que la persona que cuenta con acceso a 67 litros diarios tiene un buen acceso a la red.

Pese a los avances, hoy son cerca de 1,5 millones de chilenos no cuentan con un correcto tratamiento de las aguas servidas y cerca de 500 mil sin acceso al agua potable, (Ministerio de Obras Públicas, 2020). El acceso al recurso hídrico en comunidades rurales puede ser muy deficiente en términos de calidad. Esta es una realidad que se vive hoy por hoy en Lagunillas, en donde cuentan con un sistema de estanques de almacenamiento los cuales, en su mayoría, no poseen la capacidad necesaria, ni un sistema de sanitización adecuado.

Surge entonces la necesidad de generar una propuesta, en primera instancia, para mejorar el almacenamiento del recurso de forma económica y segura, además de cumplir con estándares mínimos de salubridad. En segunda instancia, se estudia la factibilidad de implementación de una red de agua potable para toda la comunidad, con el fin de asegurar un abastecimiento Seguro y de calidad.

II DIAGNÓSTICO Y METODOLOGIA DE TRABAJO

2.1 Problemática actual

En este caso, en la comunidad analizada se da el hecho de que los estanques para almacenamiento del agua son bastante básicos y los habitantes se encuentran desinformados respecto a su correcto uso y mantenimiento. Esto provoca que el agua no siempre se encuentre en condiciones de salubridad óptimas para su uso y consumo, debido a que se producen estancamientos de ésta y un mal manejo en cuanto a cloración y sanitización del agua.

También ocurre que en muchas ocasiones existen hogares que no dan abasto con el agua que les es proporcionada mediante el camión aljibe con los dos suministros que realiza semanalmente, por lo cual, y gracias a la vida en comunidad que se ha logrado dar en la zona, aquellos que cuentan con un superávit de agua cooperan con aquellos a quienes se les ha agotado el recurso. Esta transferencia de agua normalmente ocurre de manera precaria mediante baldes o carretillas.

Cuando recién se instalaron las casas en esa localidad los pozos y las aguas subterráneas estaban en buenas condiciones, según los testimonios de los propios locatarios en un período de 10 años la composición del suelo cambió por completo, principalmente producto de las plantaciones de pinos que han sido instaladas en los alrededores, por la celulosa.

2.2 Estado del Arte y la Técnica

Se ha consultado la bibliografía en relación con los diferentes proyectos llevados a cabo en diversos países, en materia de purificación de aguas y reutilización y almacenaje para uso doméstico. Dichos estudios y trabajos se muestran a continuación:

2.2.1 Sistema de tratamiento de agua para comunidades rurales en Cuba

Para la solución de esta problemática el Centro de Investigaciones de Tecnologías Apropriadas introdujo en el país una tecnología que viene desarrollándose en países centroamericanos (Guatemala, México) por el Instituto Centroamericano de Investigación y

Tecnología Industrial (ICITI), consistente en dotar a cada hogar rural con un filtro de agua capaz de producir la cantidad de agua potable suficiente para cubrir las necesidades familiares.

El filtro está compuesto por una unidad filtrante con capacidad de 7.2 litros y un recipiente de almacenamiento del agua filtrada. Además, el recipiente de almacenamiento dispone de un grifo con una llave y de una tapa sobre el conjunto, la cual ha de ajustar herméticamente para impedir que entren sustancias indeseables. Tanto el recipiente exterior como la tapa se fabrican con arcilla común, preferiblemente poco porosa. La unidad filtrante, en cambio, se fabrica con una mezcla de arcilla con otros materiales, en proporción bien definida, para lograr una porosidad apropiada.

Opera de una manera simple, el agua se repone a intervalos en la unidad filtrante, para conservar el nivel líquido por encima de la mitad de la altura. Esto tiene el propósito de que exista siempre una presión suficiente que fuerce el paso del agua por los poros de la arcilla. Cada vez que se desee, simplemente se abre el grifo. El recipiente exterior y la tapadera, en tanto no se quiebren puede usarse indefinidamente, pero la unidad filtrante debe ser cambiada.

Los resultados obtenidos hasta el momento han sido, mejoras en la calidad del agua de beber, descenso del índice de enfermedades por diarreas, así como la aceptación por la población ya que el agua filtrada no tiene alteración en su sabor.

Durante el año 2000 se realizaron pruebas de laboratorio en el Laboratorio de Recursos Hidráulicos de Camagüey, demostrándose que este tipo filtro es eficaz en la remoción de turbidez.

A partir de todos los estudios e investigaciones realizadas en torno al filtro cerámico en la región Centroamericana, los resultados positivos, aunque no suficientes se plantea realizar un estudio de investigación con mayor profundidad para la evaluación mecánica y la remoción de contaminantes fisicoquímicos y bacteriológicos del filtro.

2.2.2 Filtros potabilizadores artesanales para la purificación del agua doméstica

En las regiones rurales de Guatemala destaca el sistema desarrollado por “Ceramistas por la Paz” denominado FILTRÓN. La finalidad es obtener una vasija a partir de un molde

compuesto por un 50% de arcilla, 40% de serrín y 10% de agua, consiguiendo una tasa de filtración de entre 1 y 3 l/h e incorporando una impregnación de plata coloidal por todas las caras de la vasija. Dicha plata coloidal resulta ser un excelente agente antimicrobiano, es decir, elimina (destruye por completo la capacidad de acción de las bacterias y a ellas íntegramente) o inhibe (disminuye en un alto nivel la capacidad de actuación de los agentes patógenos) la presencia de una amplia gama de microorganismos patógenos (bacterias, virus, hongos, gérmenes, parásitos patógenos etc.) al entrar en contacto con ellos. Se debe considerar que este sistema puede proporcionar agua durante una vida media de 3 ó 4 años por vasija. (Máximo María García Belló, 2012)



Figura 1: Filtro potabilizador artesanal (Máximo María García Belló, 2012)

2.2.3 Soluciones aplicadas en áreas rurales de África.

Desde *The Water Project inc.*, una fundación sin fines de lucro, se invierte en soluciones locales para la crisis local del agua en África subsahariana. Se conforman equipos de trabajo y se genera estrecha colaboración con socios locales en el país para desarrollar programas de agua limpia. Esta fundación, dedicada a la innovación y desarrollo de soluciones, está orientada únicamente al problema de acceso de agua potable en África, funciona a través de donaciones de particulares que pueden realizarse a través de su página web.

Su trabajo se basa principalmente en estudiar las necesidades de cada localidad para poder entregar así soluciones factibles según las condiciones, por este motivo es que no solo

instalan pozos y tienen una serie de alternativas, las más recurrentes, a la hora de ir a solucionar los problemas con los que cuentan dichas comunidades.

- **Pozo perforado:** Con Equipos especializados se realizan perforaciones en busca de acuíferos subterráneos, dependiendo del terreno que se quiere intervenir la máquina que se debe usar. Sin importar la maquinaria o el terreno la idea es llegar a un acuífero. En caso de que éste tenga agua se construye el pozo e instala un sello sanitario y una plataforma de concreto, se extrae el agua a la superficie utilizando una bomba manual. Si todo sale según lo planeado, la comunidad se queda con una fuente de agua segura y cerrada que proporciona alrededor de 5 galones de agua por minuto a través de una bomba manual.

Los pozos secos son una realidad recurrente, no se puede saber si es que un acuífero subterráneo tendrá agua o no hasta que se hace y finaliza el trabajo de perforación.



Figura 2: Explicación de funcionamiento del pozo perforado (The Water Project Inc.).

- **Presa de arena:** Surge como una respuesta a la sequía que ha devastado a los agricultores del sudeste de Kenia, el trabajo realizado en esta región ha ido cambiando de generación en generación. En esta región hace 20 años la lluvia tenía gran frecuencia, hoy llueve varias veces al año provocando inundaciones repentinas, llenando momentáneamente los ríos que posteriormente vuelven a secarse.

Las represas son lideradas por la misma comunidad bajo la supervisión de ingenieros, quienes diseñaron la idea. Son colocadas estratégicamente dentro de los lechos de ríos secos, así cuando llueve el agua queda atrapada, pero está mezclada con arena. El proceso que utilizan los ingenieros fue inspirado en la naturaleza, la arena es extraordinariamente buena para contener agua.

Con una presa de arena esta queda atrapada y comienza a contener millones de galones de aguas lluvia, la arena llega a la parte superior de la presa, permitiendo que el agua continúe río abajo donde se encuentra con la siguiente presa. Como resultado se restaura una capa freática regional y crea una nueva oportunidad de implementar pozos excavados para proporcionar agua de manera segura.

- Captación de agua lluvia: El agua se recolecta de áreas específicas de un techo, la idea es que sean techumbres de mayor extensión, ingresa a un sistema de canalización personalizado (que filtra los desechos) y conduce a un tanque de almacenamiento. Los tanques pueden variar en tamaño y están determinados por la población y los patrones promedio de lluvia. El agua se puede almacenar durante meses, se trata fácilmente en el tanque y es accesible a través de grifos en el tanque.

Sin importar la tecnología que se decida implementar, siempre va acompañada de un proceso de formación y educación de las comunidades en cuanto a los usos correctos que tienen las diferentes instalaciones. Para el año 2018 la inversión realizada por The Water Project en proyectos que aseguren a la población local el acceso hídrico de calidad fue de \$3.395.425, según la auditoría entregada el 2 de mayo de 2019.

2.2.4 Sistemas de Agua Potable Rural

Nacido en el año 1964, el programa de Agua Potable Rural tiene por objetivo abastecer a localidades rurales Concentradas y Semiconcentradas, ejecutando la inversión necesaria y capacitando a las organizaciones responsables de la administración de estos sistemas, denominadas Cooperativas de APR.

Este tipo de proyectos están a cargo de la Dirección de Obras Hidráulicas y se caracterizan por su largo tiempo de implementación (aproximadamente 6 años). Se deben realizar numerosos estudios hidrológicos para identificar las posibles fuentes de agua y

analizar la calidad de cada una. Posteriormente se realiza el diseño de la impulsión y, finalmente, su construcción. Sin embargo, los integrantes de este equipo son capaces de realizar el diseño completo de uno de estos sistemas, reduciendo los tiempos de espera de forma considerable. En el caso de necesitar estudios que no puedan ser ejecutados por algún miembro de este equipo, deberán ser encargados a un tercero.

Una solución de este tipo sería considerada como definitiva, solucionaría los problemas de escasez de agua presentes en Lagunillas y eliminaría la dependencia de los camiones aljibes.

2.2.5 Estanques de polietileno

Uno de los métodos más empleados para el almacenamiento de grandes volúmenes de agua consiste en los estanques de almacenamiento fabricados en polietileno. Estos estanques se pueden encontrar en capacidades que van desde los 1.000 litros hasta los 40.000 litros. Los beneficios que posee el polietileno son resistencia a golpes, facilidad para el transporte e instalación, protección a rayos ultravioleta, evitar la eutrofización, etc. Sin embargo, el precio de cada estanque es directamente proporcional a su tamaño, lo cual es un factor importante por considerar.

Analizando las soluciones anteriormente mencionadas, se deben descartar las que no sean aplicables a Lagunillas. Los filtros artesanales de cerámica roja implementados en Cuba están enfocados en potabilizar agua cruda, es decir, que no ha recibido ningún tipo de tratamiento de potabilización previamente.

2.2.6 Cisterna flexible cerrada autoportante

Depósitos flexibles para el almacenamiento de agua en superficie que ahorra trabajos de perforación, vaciado, movimiento, compactación de tierras y permisos de obras. También posibilita la instalación de reservas de agua en lugares de difícil acceso o localizaciones remotas, de forma rápida y ágil.

Ventajas:

- Almacenamiento cerrado: Sin oxidación, sin evaporación, sin contaminación, sin mosquito, sin mantenimiento

- Seguridad de las personas: Sin riesgo de caída
- Almacenamiento lo más barato al m3 instalado
- Capacidad de almacenamiento hasta 1500 [m3]
- Plegable, modulable, desplazable
- Larga vida útil (incluso en condiciones climáticas extremas)
- Gran resistencia mecánica
- Ausencia de corrosión del depósito
- Antisísmico



Figura 3: Tanque cisterna flexible, cerrada y autoportante.

A pesar de su gran éxito en comunidades rurales de Cuba y Nicaragua, en donde suelen extraer el agua directamente de las vertientes o fuentes superficiales, no se considera conveniente su implementación en este trabajo debido a que los habitantes de Lagunillas reciben el agua ya tratada y potable, que ha sido cargada en el camión en una planta potabilizadora. Además, posee una tasa de filtración de entre 1 y 2 litros por otra. Teniendo en cuenta que el camión aljibe entrega 350 litros por persona a la semana, distribuidos en un máximo de dos visitas, es completamente imposible filtrar el volumen de agua que entrega el camión en un tiempo razonable. Solo para ejemplificar, en el mejor de los casos se tardaría, aproximadamente, 7 días en filtrar los 350 litros entregados por el camión, para una persona.

Los estanques de polietileno pueden ser una buena solución para implementar y podrían adaptarse para recibir funcionalidades adicionales descritas más adelante. Los tamaños de cada estanque dependen de la cantidad de personas por vivienda.

2.2.7 Técnicas de captación de agua lluvia

Como técnica de captación y aprovechamiento de agua de lluvia se entiende la práctica (obra o procedimiento técnico) capaz de, individualmente o combinadas con otras, aumentar la disponibilidad de agua en la finca, para uso doméstico, animal o vegetal.

La modalidad más conocida y difundida es la cosecha de agua de techos de viviendas y otras estructuras impermeables. Consiste en captar la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas y establos, patios de tierra batida, superficies rocosas, hormigón, mampostería o plástico. La captación de agua de techos es la que permite obtener el agua de mejor calidad para consumo doméstico.



Figura 4: Sistema de captación de agua lluvia en el techo de una vivienda, con su correspondiente estanque de almacenamiento para uso doméstico.

2.2.8 Aprovechamiento de la humedad atmosférica

En algunas condiciones de clima y orografía, es factible la captura y aprovechamiento de la humedad atmosférica que se desplaza cerca de la superficie en forma de niebla.



Figura 5: Sistema de captación de agua a través de la niebla.

Por último, una red de APR será uno de los objetivos a desarrollar. Debe ser diseñada de acuerdo con lo especificado por el Manual de Criterios de Diseño de APR de la DOH. Esta solución elimina la dependencia de los camiones aljibes para las personas de Lagunillas, por lo que se puede considerar como una solución de carácter definitivo, mientras que la solución del estanque de almacenamiento se considera como temporal y se deben evaluar de forma complementaria no excluyente.

2.2.9 Tratamiento de Aguas Negras y Grises

2.2.9.1 Tecnologías convencionales

Fosa séptica

La fosa séptica es un sistema sencillo de tratamiento de las aguas servidas cuyo objetivo principal es la eliminación de los sólidos presentes en el agua. Esta tecnología es considerada un sistema de tratamiento primario, pero en la actualidad es utilizado en gran

parte de las poblaciones rurales como sistema único de tratamiento. Según Huertas y Marcos (2012), es considerado como tratamiento único en poblaciones menores de 250 habitantes (hab) y como etapa previa en poblaciones menores de 1.000 hab.

Condiciones de operación

En una fosa séptica se separan por un lado los sólidos flotantes que hay en la superficie, incluidos aceites y grasas, y por otro lado, los sólidos sedimentables que se acumulan en el fondo. Un esquema simplificado de una fosa séptica puede observarse en la Figura 8. La fracción orgánica de los sólidos que se acumulan en el fondo de las fosas experimenta reacciones de degradación anaerobia, licuándose, reduciendo su volumen (hasta en un 40%) y desprendiendo biogás, mezcla de metano y dióxido de carbono, principalmente, y en mucha menor cuantía de compuestos del azufre (ácido sulfhídrico, mercaptanos, etc.).

Las fosas sépticas tienen capacidad de eliminar entre 50 y 70% de sólidos suspendidos, y entre 30 y 50% de la materia orgánica.

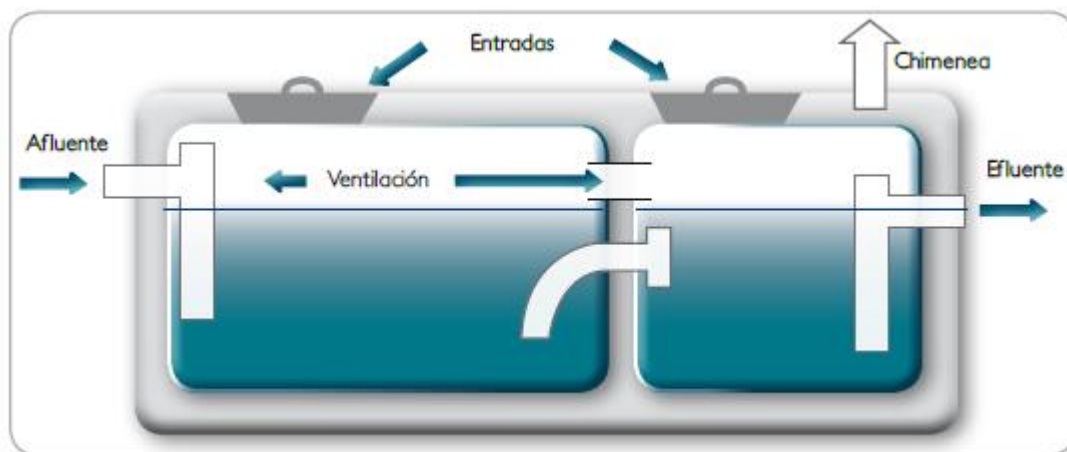


Figura 6 Esquema general de una fosa séptica

Reactor anaeróbico con flujo ascendente

Esta tecnología anaeróbica (se realiza en ausencia de oxígeno) conocida también como UAS B (del inglés “Upflow Anaerobic Sludge Blanket”). Consiste básicamente de un tanque a través del cual ingresa el agua servida en la parte inferior, y luego por la circulación

se eleva a través de lecho de lodo anaeróbico, que es retirado por separadores en la parte superior, permitiendo la descarga de un efluente clarificado y la generación de biogás como subproducto, tal como se observa en la Figura 6.

Condiciones de operación

Esta tecnología es la más común dentro de los reactores anaeróbicos (van Haandel y Lettinga, 1994) y requiere aproximadamente un área de 0,1 m²/hab.

La concentración de sólidos dentro del reactor en la zona más difusa, es decir, en la parte superior es de 5 a 40 g/L. En la parte inferior del reactor, la concentración de sólidos puede variar de 50 a 100 g/L (Metcalf y Eddy, 2003). Estos sistemas pueden alcanzar remociones de hasta un 90% de DQO con cargas orgánicas en el rango de los 12 a 20 kg DQO/m³·d y con temperaturas entre 30- 35°C (Metcalf y Eddy, 2003). Dado que estos sistemas tienen velocidades altas de sedimentación (20 a 80 m/h) grandes cantidades de biomasa pueden acumularse en la parte inferior y de esta manera, soporta cargas de hasta 5 gDQO/gSS V·d con tiempos de retención hidráulica (TRH), menores de 4 horas (Kalyuzhnyi et al., 2006). Para mantener el lodo en suspensión es necesario tener velocidades de flujo ascendente en el rango de 0,8-1 m/h (Metcalf y Eddy, 2003).

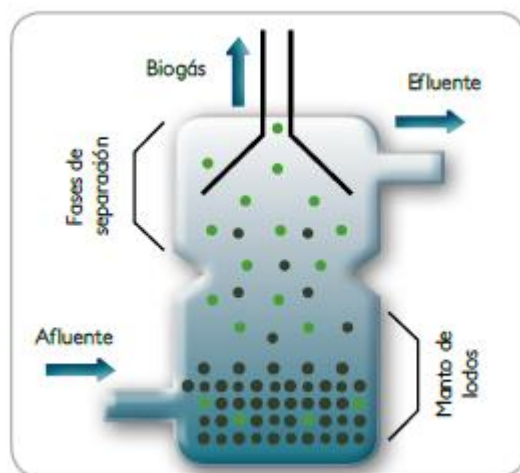


Figura 7. Esquema general de un reactor UASB.

2.2.9.2 Tecnologías no convencionales

Lombrifiltro

El Lombrifiltro o también conocido como biofiltro, es un sistema de tratamiento biológico de cultivo fijo, en base a lombrices y bacterias combinado con diferentes estratos filtrantes inertes y orgánicos. El afluente, aguas servidas o residuos líquidos orgánicos, son regados en la superficie del lombrifiltro, y escurren por el medio filtrante quedando retenida la materia orgánica, la cual es consumida por las lombrices y bacterias (Figura 17).

Esta tecnología está patentada en Chile como “Sistema Tohá” de tratamiento de aguas servidas, creada y desarrollada por el Dr. José Tohá Castellá, en el laboratorio de Biofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Está patentada por la Fundación para La Transferencia Tecnológica, UNTEC (Patente N° 40.754).



Figura 8. Esquema general de un Lombrifiltro.

Condiciones de operación

El tipo de lombriz usada en este tipo de sistema es la californiana. Esta puede criarse en cualquier lugar del planeta que posea temperaturas ambientales que no superen los 40°C. Se estima que entre 14°C y 27°C alcanzan la máxima capacidad de reproducción y de producción de humus. Además, cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se

reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad. Los lombrifiltros son baratos de construir y son usados en localidades de hasta 3.000 habitantes (Baraño y Tapia, 2004). Respecto al tamaño se pueden tratar 0,6 m³/día de aguas servidas con un área unitaria de 0,75 m²/hab.

Humedales Construidos

Los humedales construidos son sistemas de tratamiento constituidos por lagunas o canales poco profundos (de menos de 1 m), impermeabilizados y plantados con especies vegetales propias de zonas húmedas, como la caña (*Phragmites australis*), totora (*Schoenoplectus californicus*) y junco (*Typha angustifolia*). También pueden ser utilizadas plantas ornamentales como la cala (*Zantedeschia aethiopica*) y lirios (*Iris* spp.), entre otras. En estos sistemas, el tratamiento de las aguas servidas se produce mediante las interacciones entre el agua, el sustrato sólido, los microorganismos y la vegetación (García y Corzo, 2008; USE PA, 2000). Según el régimen hídrico, los humedales construidos se pueden clasificar en dos tipos, los de flujo horizontal superficial (HS) y los de flujo subsuperficial. En el humedal de flujo superficial el agua está expuesta a la atmósfera y circula en contacto con los tallos y hojas de las plantas. Por otro lado, en los humedales de flujo subsuperficial, el agua circula de manera subterránea, a través de un medio de soporte (grava o arena) y en contacto con las raíces de las plantas. Así mismo, según la forma de aplicación del agua, los humedales subsuperficiales se dividen en humedales construidos de flujo horizontal (HSS), donde el agua circula horizontalmente y de manera permanentemente (Figura 19), y los humedales construidos de flujo vertical (VSS), donde la circulación del agua es de tipo vertical y se realiza en pulsos (Vymazal, 2008; Kadlec y Wallace, 2009).

Condiciones de operación

En términos de terreno, los humedales construidos utilizan entre 0,8 y 20 m²/hab. Esta superficie puede ser hasta 80 veces más de la que necesitan las tecnologías convencionales, por lo que su uso está restringido a lugares con disponibilidad de terreno, siendo recomendados para zonas rurales. Respecto al requerimiento de energía, los humedales construidos presentan consumos inferiores a 0,2 kWh/m³, mientras que cualquier proceso convencional presenta consumos por lo menos tres veces superior (Kadlec y Wallace, 2009). Al estar basados en un proceso natural, la operación y mantención de estos

sistemas es sencilla. Sin embargo, es necesario considerar ciertos parámetros como, las características del agua servida ya que estos sistemas toleran cargas orgánicas entre 1 - 25 gDBO5/m² d; la altura de la columna de agua (60 – 90 cm) y el tiempo que ésta permanecerá en el sistema (1 a 15 días). Además, las plantas utilizadas deben ser cosechadas para asegurar el buen rendimiento del sistema (Vymazal, 2008; Kadlec y Wallace, 2009).

En general, es posible afirmar que estos sistemas son eficientes en cuanto a la eliminación de materia orgánica (DBO5), sólidos y nitrógeno, con rendimientos superiores al 80%. Así como una reducción significativa de metales y patógenos.

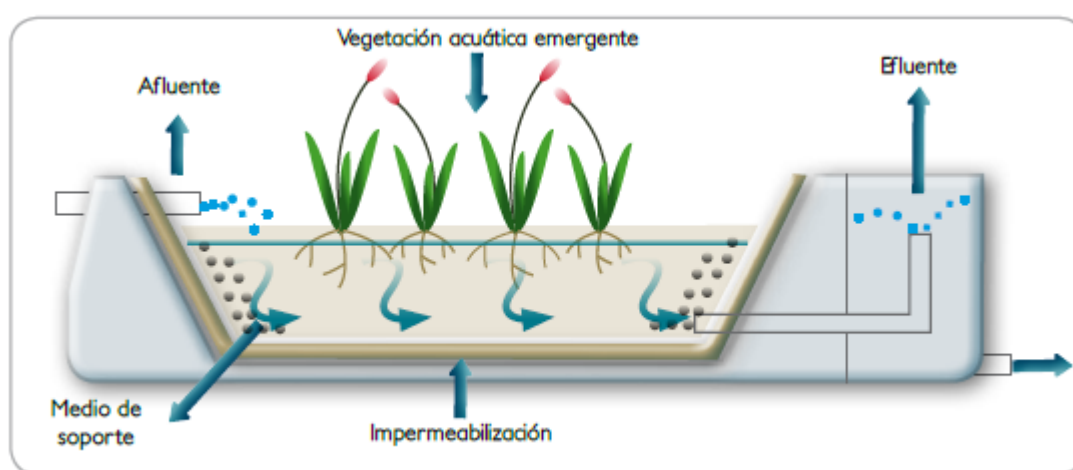


Figura 9. Esquema general de un humedal horizontal subsuperficial (Adaptado de Vera, 2012).

2.3 Requisitos Funcionales

2.3.1 Requisitos del Sistema

2.3.1.1 Requisitos Funcionales

RF1. Almacenar el agua que cada familia requiere, de forma tal que ésta esté disponible para su consumo inmediato

RF2. Se debe mantener la condición de potabilidad del agua durante largos periodos de tiempo

RF3. El tamaño debe ser suficiente como para poder contener el agua que usa cada familia durante una semana

RF4. El agua en su interior no debe estar expuesta al ambiente, por lo que el contenedor debe estar sellado. Las únicas vías de comunicación con el exterior corresponden a aquellas estrictamente necesarias para su correcto funcionamiento.

RF5. El usuario debe tener conocimiento de la disponibilidad del recurso, lográndose mediante una interfaz digital que informa y advierte al usuario los casos críticos (bajo nivel de agua, consumo excesivo, etc.) de forma clara y concisa.

2.3.1.2 Requisitos no funcionales

RNF1. El costo de todo el sistema debe ser lo más económico posible, de forma tal de que familias que viven en zonas rurales sean capaces de costearlo.

RNF2. Se debe tener disponibilidad del recurso de forma continua durante todo el año.

RNF3. Debe poder ser fácilmente llenado por el camión aljibe y a la vez ser de cómodo uso para los usuarios.

RNF4. El sistema debe ser de fácil mantenimiento.

2.3.2 Requisitos del Sistema

Parámetros por normativa de agua potable NCh 409. Calidad y muestreo del agua potable:

2.3.2.1 Turbiedad

La turbiedad media mensual debe ser menor o igual a 2 UNT, obtenida como promedio aritmético de todas las muestras puntuales analizadas en el mes.

Ninguna muestra podrá exceder el valor de 20 UNT.

2.3.2.2 Criterios para elementos o sustancias químicas de importancia para la salud

Tabla 1: Elementos o sustancias no esenciales.

Elemento	Límite máximo [mg/l]
Cobre	2,0
Cromo total	0,05
Fluoruro	1,5
Hierro	0,3

Manganeso	0,1
Magnesio	125,0
Selenio	0,01
Zinc	3,0
Arsénico	0,01
Cadmio	0,01
Cianuro	0,05
Mercurio	0,001
Nitrato	50
Nitrito	30
Razón Nitrito + Nitrato	1
Plomo	0,05

Tabla 2: Concentraciones máximas para parámetros físicos, orgánicos e inorgánicos en el agua, según NCh409.

Parámetro	Unidad	Límite Máximo
Físicos		
Olor	-	Inodora
Sabor	-	Insípida
Inorgánicos		
Amoniaco	mg/l	1,5
Cloruro	mg/l	400
pH	-	6,5<pH<8,5
Sulfato	mg/l	500
Sólidos disueltos totales	mg/l	1500
Orgánicos		
Compuestos fenólicos	µg/l	2

2.3.2.3 Criterios para parámetros de desinfección

La concentración residual máxima de cloro libre debe ser de 2,0 [mg/L] en condiciones normales de operación en cualquier punto de la red.

La concentración residual mínima de cloro libre debe ser de 0,2 [mg/L] en cualquier punto de la red.

2.3.3 Perfiles de Usuario

Perfil	Socioeconómico y cultural	Ocupacional	Etario	Características físicas, fisiológicas, psicológicas.	Otros
Familias pertenecientes a la comunidad de Lagunillas	Corresponde a un sector rural mayormente en situación de vulnerabilidad, esto específicamente por el mal acceso al agua	En su mayoría las personas de la comunidad se ocupan en labores del hogar (52%) Un 27% se dedica al área de la agricultura, mientras que los otros ejercen trabajos domésticos en los alrededores.	La población se concentra en personas adultas mayores de 60 años llegando a un 50,8%. Los adultos entre 30 y 59 años representan un 36%, mientras que la población menor de 29 solo alcanza un 13,2%	Vida en comunidad relativamente alejada del sector urbano. Las viviendas se encuentran alejadas unas de otra. Por otro lado, las personas llevan mucho tiempo esperando una solución con respecto a su escaso acceso al agua, es por eso que se encuentran algo desalentados y sin muchas expectativas. Se detecta una estacionalidad de consumo ya que el 33% de las familias	En cuanto a la fuente de abastecimiento del recurso hídrico las familias declaran: 60% pozo, los cuales presentan problemas 31% depende únicamente del camión aljibe 5% fuentes naturales como laguna o vertiente.

				declara aumentar por lo menos al doble en épocas de verano.	
Proveedores en camión aljibe	Desconocido	Entregan el agua potable en cada domicilio	Desconoci do	Capacidad de almacenamie nto de agua entre 400-800 litros de agua El contenedor de agua es de acero inoxidable. La manguera es retráctil, contiene goma, fierro y caucho con un diámetro de 10 cm	No se debe dificultar el traspaso del agua desde el camión a los estanques, debe ser lo más pulcra y con el menor contacto al exterior, por ende, el lugar por donde entre el agua a los contenedore s tienen que permitir el fácil acceso de la manguera

Tabla 3: Elaboración propia, perfiles de usuarios

** Datos obtenidos de encuesta realizadas a las familias por la fundación Ingeniero sin Frontera febrero de 2019.*

** Las características del camión aljibe corresponden al estándar de los camiones disponibles en el mercado actualmente*

2.4 Población del Proyecto

2.4.1 Población Potencial del proyecto

La población potencial del proyecto son todas aquellas personas que forman parte de las comunidades rurales de Chile, o sectores que tengan las condiciones similares a las condiciones en las que se desarrolla este proyecto, en materias de extensión del terreno, clima e integrantes de la comunidad.

En la actualidad la crisis hídrica está afectando al mundo completo, pese a ello las autoridades a lo largo del globo se han comprometido a mejorar el acceso que tienen las personas en su vida diaria al agua. Se señala como principal factor de movilidad social contar con este recurso de manera segura y sostenida en el tiempo.

Según datos de la Universidad Católica del Maule en 2018 el 8% de la población chilena no tiene acceso al agua potable, cifra que se ha mantenido estable en la última década, este porcentaje se traduce en 1.498.333 personas en territorio nacional, si es que ponemos el foco solo en las personas que viven en zonas rurales, representan el 10,1% de la población nacional, la población potencial del proyecto de 151.332 habitantes.

2.4.2 Población objetivo del proyecto

La población objetivo del proyecto son los miembros de la comunidad de Lagunillas, en primera instancia, que está ubicada a 27 Km de Cauquenes en la región del Maule, tiene una población de 168 personas lo que se traduce en 64 familias.

En una segunda fase tenemos a la comunidad de Barriales a 30 Km de Cauquenes, compuesta por 75 familias, con las mismas características que la primera fase del proyecto. Estas dos localidades llevan mucho tiempo esperando soluciones en torno a su necesidad, actualmente se abastecen por diferentes métodos que no son suficientes ni confiables para abastecer la demanda que ellos tienen.

2.5 Objetivos

2.5.1 Objetivo General

Por un lado, a corto plazo, diseñar un sistema para el almacenamiento de agua potable, que pueda ser implementado en comunidades rurales de Chile que en este momento son abastecidas por medio de camiones aljibe y encontrar nuevas fuentes de abastecimiento con el fin de proporcionar un suministro que sea seguro, higiénico y continuo. Por otro lado, diseñar a largo plazo una red de agua potable capaz de distribuir este recurso a cada domicilio, de forma tal que el almacenamiento del agua deje de ser una preocupación para los usuarios.

2.5.2 Objetivos Específicos

O1. Identificar las condiciones actuales de almacenamiento de agua potable, de forma tal de detectar las falencias del sistema. Además, reconocer todas las fuentes disponibles de agua potable.

O2. Analizar metodologías similares empleadas a nivel mundial para el almacenamiento de agua potable, verificando su factibilidad de implementación.

O3. Hacer un perfil de consumo actual y futuro, para poder dimensionar la capacidad del sistema.

O4. Analizar los mecanismos mediante los cuales se puedan incorporar nuevas fuentes de abastecimiento, tales como las aguas lluvias o niebla.

O5. Construir un prototipo funcional de acuerdo a lo analizado anteriormente, procurando que sea asequible para las familias que lo utilizarán.

O6. Asegurar que la conexión de la solución propuesta pueda ser implementada en cada casa.

O7. Capacitar a las familias beneficiadas, para que usen de forma correcta la solución instalada.

2.6 Definición de metodologías y herramientas

2.6.1 Evaluación Privada de proyectos

La evaluación de proyectos de carácter privada se hace con el fin de determinar la viabilidad de éste antes de su realización, utilizando conceptos financieros, puede llevarse a cabo desde el punto de vista del inversor o del accionista. Generalmente se realiza para ello un análisis de costo- beneficio, con el fin de establecer si es que los beneficios que se obtienen son mayores a la inversión en base a diferentes supuestos y proyecciones.

Las decisiones que se tomen ex ante pueden ser correctas en base al análisis de los supuestos, sin embargo, esto no garantiza el éxito de la realización ex post. Pese a que una

correcta evaluación no garantiza el logro de los objetivos del proyecto, permite identificar los factores críticos, las fortalezas, tenerlos en cuenta es fundamental para una correcta implementación.

Análisis técnico

En este punto se lleva a cabo una revisión de los requerimientos funcionales que debe tener el producto, se define en base a la observación y prototipado el proceso de manufacturación y se toman decisiones en cuanto al diseño de éste.

Para lograr definir estos aspectos se realizan estudios de las condiciones de los usuarios, en este caso, estudios hidrológicos, de suelo, comportamiento demográfico y encuesta a los y las usuarias finales.

Análisis del entorno

Es el proceso a través del cual se busca identificar los factores estratégicos del entorno, permitiendo clasificarlos en oportunidades y amenazas, según el tipo de influencia que tengan, positiva y negativa, respectivamente.

Para una primera aproximación que permita identificar los elementos que afectan desde el entorno hacia el proyecto, se realiza el análisis PESTA, el cual divide los factores según su origen en Políticos, Económico, Social, Tecnológico y Ambiental.

Con el fin de determinar los factores de riesgo, la posibilidad de ocurrencia, el impacto sobre el sistema, la gobernabilidad, el costo que conlleva su ocurrencia, origen (externo o interno) y estrategia propuesta para afrontarlo. Esto se realiza por medio de una matriz de riesgos, los cuales son extraídos del análisis FODA. Este análisis entrega también información valiosa a cerca de los aspectos internos (positivos y negativos) que tiene el proyecto.

Análisis Mercado

Busca determinar cuál es la viabilidad comercial de un proyecto por medio de la recopilación de datos sobre clientes, competidores, y el mercado en el que nos queremos desarrollar, en general, que servirá para su posterior estudio. Del análisis de estos datos se

sacan otras informaciones como las tendencias del mercado, el posicionamiento de la empresa, del producto, etc.

El análisis de mercado sirve también para determinar elementos de suma importancia como el: Público Objetivo, Precio, Mix de Marketing, competidores, entre otros.

Análisis costo beneficio

El análisis costo beneficio se basa en conceptos de economía y finanzas en donde se valora al activo como la suma de los flujos que éste va a generar en el futuro. Por ende, para evaluar un proyecto es necesario conocer el flujo de los fondos y una tasa de interés. El flujo de fondos representa los beneficios, inversiones y costo que el proyecto genera desde su implementación hasta el último año del horizonte de evaluación. La tasa de interés por su parte permite estimar el valor de los flujos futuros en el presente, es decir, calcular el Valor Actual de esos flujos.

Para realizar una evaluación privada se deben considerar principalmente los siguientes indicadores

El Valor Actual Neto (VAN) se define como la diferencia entre el valor actual de los beneficios brutos y el valor actual de los costos y las inversiones (CEPAL, 2005). Su fórmula es la siguiente:

$$VAN = F_0 + \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$
$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde

F_0 : Inversión Inicial

$F_{1, n}$: Flujos netos generados por el proyecto en cada período desde 1 hasta n

k: Tasa de descuento

n: Es el Horizonte de tiempo, este se define principalmente por la vida útil de la inversión inicial

Tasa Interna de Retorno (TIR) La Tasa Interna de Retorno (TIR), corresponde a aquella tasa de descuento que hace al VAN igual a cero (CEPAL, 2005). Conceptualmente, se puede definir como la rentabilidad interna del proyecto.

Con la TIR, el criterio de decisión es no rechazar los proyectos donde la tasa de costo de capital es menor a la TIR. Cualquier tasa inferior a la TIR genera un VAN positivo. Esto es cierto para todo proyecto bien conformado, es decir, aquellos donde no se produce un cambio de signo en los flujos posteriores al primero. Para dichos casos el criterio de la TIR y el del VAN conducen a igual decisión.

El uso de la TIR como criterio presenta 2 problemas. (1) En casos de proyectos mal conformados pueden existir múltiples TIR, lo que hace esencial elegir la TIR relevante que maximiza el VAN y (2) la TIR puede entrar en conflictos con el VAN al tener que seleccionar entre proyectos mutuamente excluyentes. Cabe señalar que la TIR y el Van se utilizan complementariamente, ya que normalmente son criterios equivalentes. Un VAN positivo conlleva una TIR mayor que la tasa de descuento

2.6.2 Evaluación Social de Proyectos

La evaluación social de proyectos mide la contribución de proyectos al crecimiento económico del país, el resultado de la evaluación debe ser considerado por los entes encargados de tomar decisiones para que la inversión tenga el mayor impacto en el producto nacional (Fontaine, 2008). En general, los proyectos desarrollados bajo esta metodología son proyectos de inversión pública (sector público). Al igual que la evaluación privada se realiza ex ante y no garantiza el éxito, ambos tipos de evaluación difieren en los efectos del proyecto de inversión que captan. La privada, por su parte, solo capta los elementos relevantes para el inversor o accionista, la social capta todos aquellos efectos relevantes para otros involucrados o para la sociedad en su conjunto. Es decir, intenta medir y evaluar el conjunto total de efectos del proyecto de inversión.

Este tipo de evaluación es muy relevante para todos los proyectos que utilicen recursos del presupuesto nacional, ya que permite identificar los proyectos más beneficiosos para el país en un escenario de recursos escasos que deben ser asignados lo más eficientemente posible.

2.6.2.1 Metodología de Marco Lógico (MML)

Recoge lo propuesto por la Escuela Conductual de fijar resultados y dejar actuar y lo combina con el desglose analítico de objetivos. En su esencia, el desglose analítico plantea que, para llegar a solucionar un problema, se deben reconocer todas las causas inmediatas que lo determinan. Este método es, por tanto, un método orientado a la solución de problemas específicos por medio de la formulación de un programa o proyecto que comienza con la detección de problemas u oportunidades, y sus respectivas vías de intervención.

La solución de problemas a través de la Metodología del Marco Lógico cuenta con tres grandes fases:

- Identificar el problema a resolver
- Construir un modelo sistémico que exprese las condiciones lógicas que deben cumplirse para que el problema se resuelva
- Construir un instrumento gerencial que registre la estrategia de solución, en la forma de una matriz de objetivos secuenciales que deben alcanzarse, la Matriz del Marco Lógico (MML)

La Matriz está compuesta

a) 4 filas (Niveles de objetivo)

Fin: objetivo al cual aporta la resolución del problema

Propósito: representa la situación del “problema resuelto”

Componentes: representan los productos o servicios que el programa o proyecto entrega para resolver el problema.

Actividades: representa las acciones necesarias para generar los productos o servicios que entrega el proyecto o programa.

b) 4 columnas (ámbitos de la gestión)

Comunicación: que hace fundamental utilizar un lenguaje simple para describir los objetivos a cada nivel. Ello da lugar a la columna de Resumen Narrativo o columna de Objetivos.

Gestión: es necesario contar con indicadores capaces de reflejar el avance hacia el logro de los objetivos en cada nivel. Se manifiesta en la columna de Indicadores.

Transparencia: es esencial contar con un medio para poder verificar el valor de los indicadores. Para ello está la columna Medios de Verificación.

Riesgos a enfrentar: es posible que circunstancias externas a la gestión del proyecto o programa pueden incidir en que éste logre sus objetivos. De esto da cuenta la columna de Supuestos

La MML es una herramienta muy útil y recomendable para la gestión del ciclo de vida de los programas, pero debe ser utilizada en conjunto con otras técnicas y métodos en las distintas fases del ciclo de vida de estos según la recomendación de la CEPAL (La Comisión Económica para América Latina y el Caribe)

2.6.2.2 Retorno social de la inversión (SROI)

Para demostrar el valor social y económico que generan las empresas o proyectos. El retorno social de la inversión (SROI) es una herramienta de medición del desempeño que actualmente se fomenta para capturar este impacto. Este documento se basa en datos de encuestas y entrevistas para analizar cómo se utiliza y se comprende el SROI en entornos de atención sanitaria y social. Indica que, a pesar de ser aceptado como una herramienta de medición reconocida internacionalmente para la empresa social, el SROI está subutilizado y subvalorado debido a barreras prácticas e ideológicas.

Lo positivo de SROI es que integra un enfoque micro y macroeconómico, tiene múltiples propósitos.

un análisis prospectivo puede ser usado para atraer inversión y tomar decisiones de inversión, y un análisis evaluativo es útil para planeación estratégica, comunicar impacto, identificar una base común entre los intereses de stakeholders y de la organización. Las etapas del análisis SROI son:

- 1) Establecer alcance e identificar stakeholders clave.
- 2) Realizar el mapa de outcomes.

- 3) Evidenciar los outcomes y darles un valor.
- 4) Establecer el impacto.
- 5) Calcular SROI.
- 6) Reportar, usar y certificar.

2.6.2.3 Análisis de alternativas de Financiamiento.

Se analiza las diferentes fuentes de financiamiento que existen en Chile para llevar a cabo un proyecto de esta índole tanto de fuentes privadas como concursos públicos

- **Fondo Concursable** Los fondos concursables son mecanismos de asignación de recursos, que le otorgan a los propios ciudadanos la responsabilidad de definir e implementar lo que ellos consideren necesarios para mejorar su calidad de vida.

- **Donación:** La donación es un contrato a través del cual se transfiere de manera gratuita un bien a otra persona que acepta dicha transferencia. Las partes en este acuerdo se denominan donante y donatario, siendo el primero el que transfiere el bien y el segundo el que lo recibe.

La donación siempre implicará que el patrimonio del donante se reduzca y, por el contrario, que el del donatario se acreciente. Sin embargo, el donante puede reservarse el usufructo de lo donado hasta un tiempo estipulado o bien de por vida. Entonces, solo cuando fallece, el donatario recibe la donación en cuestión.

III DESARROLLO Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

3.1 Descripción de la Solución

Se ha analizado la bibliografía en relación con los diferentes proyectos llevados a cabo en diversos países (Ver Anexo 1), en materia de purificación de aguas y reutilización y almacenaje para uso doméstico. A partir de este análisis, se ha determinado la solución más adecuada para este desafío, siendo esta de carácter modular, es decir, que se diseñarán prototipos independientes para el abastecimiento- almacenamiento de agua potable y para el tratamiento de las aguas grises. Estos funcionarán por separado, pero formarán parte de un sistema integral de agua potable, enfocado en el uso eficiente del recurso hídrico.

En primer lugar, existen dos fuentes de abastecimiento. Por un lado, está el camión aljibe que es el suministro más confiable dentro de la comunidad, no obstante, esta presenta irregularidades en la cantidad de litros que proporciona e inexactitud en los días que se dirige a la comunidad, es por esto que se espera que la dependencia de este disminuya paulatinamente. Por otro lado, la obtención de aguas lluvias se realizará por medio de canaletas instaladas en las techumbres de los hogares y un captador que se ubicará sobre el estanque, las que se dirigirán al mismo recipiente para ser posteriormente tratadas y conectadas a las casas.

En segundo lugar, en cuanto al mantenimiento se realizará a través de un estanque en donde el agua podrá mantener las propiedades que la vuelven potable. Además, este sistema contará con mecanismos de desinfección que permitirán asegurar la más alta calidad del recurso.

Finalmente, se pretende desarrollar un plan que proponga a la comunidad acciones para la eficiencia hídrica, por medio del tratamiento de las aguas servidas y grises, con el objetivo de entregar este recurso para agricultura o riego doméstico. Este sistema cuenta con cuatro características principales: bajo costo de funcionamiento, sustentable en el tiempo, fácil de usar para los consumidores finales y seguro.

Este proyecto se sustenta en un plan de negocios que permita entregar dichas soluciones a la comunidad.

En conclusión, este proyecto social busca brindar una solución ingenieril innovadora y de bajo costo a la problemática que aqueja al sector de Lagunillas.

3.1.1 Captación de Aguas Lluvias

Para determinar el volumen de agua que puede captar el sistema a partir de las aguas lluvias, se analizará los promedios de precipitaciones mensuales en el periodo 2007-2019, como se muestra en la Tabla 4.

La información es la registrada por la estación meteorológica Quella, ubicada a pocos kilómetros de Lagunillas. Para la obtención del volumen captado, se supuso un área de captación de 2 m^2 . Es importante recalcar que el volumen de agua captado es directamente proporcional al área de captación y se ha asumida una eficiencia del 80%.

Tabla 4: Promedio mensual de precipitaciones de los últimos 12 años y volumen captado, utilizando un área de $81 \text{ [m}^2\text{]}$.

Mes	Precipitación promedio	Captación promedio [L]	Ahorro
Enero	2,1	137,7	\$ 3.622
Febrero	16,0	1.038,4	\$ 27.310
Marzo	4,9	315,2	\$ 8.289
Abril	24,1	1.563,3	\$ 41.115
Mayo	88,5	5.732,6	\$ 150.768
Junio	98,5	6.380,6	\$ 167.811
Julio	104,9	6.797,0	\$ 178.761
Agosto	95,5	6.187,2	\$ 162.724
Septiembre	39,6	2.566,1	\$ 67.488
Octubre	33,0	2.136,0	\$ 56.178

Noviembre	9,9	643,3	\$	16.918
Diciembre	11,3	734,8	\$	19.326
Anual	528,3	34.232,3	\$	900.310

Los meses más lluviosos del año, es decir, desde mayo a agosto, entregan los mayores volúmenes de captación, como bien muestra la Tabla 4. El sistema debe ser ubicado en una zona amplia, lejos de árboles o cualquier tipo de infraestructura que pueda dificultar la captación (muros, techos, etc.).

Se ha decidido que el sistema de captación de aguas lluvias esté compuesto por un marco metálico desmontable, para que sea fácil de transportar y ubicar. Una lona de PVC que reciba las lluvias y las lleve hacia su centro, en donde habrá un agujero. La ventaja de esta lona es que está disponible en el mercado, es liviana y barata. Además, permite aumentar drásticamente el área de captación, pudiendo alcanzar los 81[m²] .

Como primer método de “filtrado” se implementa un Separador de Primeras Aguas, inspirado en el Tlaloque de origen mexicano. Lo que se logra con este dispositivo es separar los primeros flujos de agua, que son los que arrastran la tierra y suciedades presentes en la lona, evitando así que estas ingresen al estanque de almacenamiento final.

Al final de todo, estará el estanque encargado de contener las aguas lluvias. Debe ser de un tamaño adecuado para las dimensiones de la lona, ya que, si esta es muy grande y el estanque muy pequeño se llenará inmediatamente, no aprovechándose la lona en su totalidad.

3.1.1.1 Lona impermeable de PVC

Al ser impermeable, no habrá filtraciones que disminuyan el volumen captado. Debe tener ojales espaciados a lo largo y ancho de ella, para sujetarla al marco metálico.

Considerando una lona cuadrada de 9x9 [m] , se ha definido que debe poseer una pendiente del 5% desde sus bordes al punto medio, con un desnivel de 22,5 [m]. Gracias a

esto, se asegura que el agua tenga una velocidad de bajada adecuada y no se acumule en la lona, generando lagunas y sometiéndola a esfuerzos no deseados.

El caudal esperado es de $0,1[l/s]$ aproximadamente, calculado utilizando la lluvia más intensa de los últimos 9 años, el día 18 de febrero de 2012 con 102,4 milímetros caídos en 24 horas, de acuerdo con la Tabla 6. El orificio central tendrá un diámetro de $10[cm]$ y estará conectado al Tlaloque.

Tabla 5: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas

Año	Fecha	Precipitación [mm]
2011	19/05	28,00
2012	18/02	102,40
2013	27/05	37,40
2014	07/06	49,30
2015	11/07	58,00
2016	17/07	31,40
2017	24/06	72,20
2018	13/12	1,20
2019	28/06	60,00

3.1.1.2 Separador de Primeras Aguas

Como ya se ha mencionado, la finalidad del separador es evitar que el agua más contaminada llegue a estanque de almacenamiento. Para lograr esto, se acumularán los primeros 3 litros de lluvia dentro del separador. Cuando esté lleno, el resto de agua lluvia pasará directamente al estanque.

El volumen que debe ser acumulado fue calculado gracias a la ecuación de Kirpich, asumiendo que el largo del cauce principal es la diagonal. Con esto se obtiene un tiempo de concentración de 18 segundos y es multiplicado por el caudal para obtener el volumen acumulado en ese tiempo, correspondiente a $2[l]$. Se agrega $1[l]$ adicional como factor de seguridad, obteniéndose un volumen separado de $3[l]$.

El funcionamiento es simple. Se compone de un pequeño estanque de plástico, tipo bidón, una boquilla superior con dos salidas, una pelota de goma en su interior y una válvula inferior. A medida que el agua ingresa la pelota sube, hasta que llega al punto más alto y cierra el paso al agua, actuando como una válvula. El agua, al estar la pelota sellando el interior del separador, ahora sale por la salida lateral de la boquilla, la que está conectada con el estanque de almacenamiento.

La limpieza del sistema es simple. Cuando la lluvia ha terminado, se abre la válvula inferior dejando salir el agua sucia, luego el Tlaloque es devuelto a su posición.

3.1.1.3 Marco metálico

Este marco mantiene la forma correcta de la lona y la sostiene mientras está lloviendo, debe tener la suficiente fuerza para aguantar fuertes vientos sin despegarse del suelo.

El sistema de armado se asemeja al de los toldos de jardín, con uniones en las esquinas y estacas para enterrarlo de forma adecuada. También se propone utilizar vientos para aumentar la resistencia al viento y evitar que la lona se vuele.

3.1.2 Almacenamiento de agua Potable

Una de las aristas a tratar a lo largo del desafío presentado por ingenieros sin fronteras, consiste en solucionar la problemática relacionada al almacenamiento de agua potable existente hoy en día en la comunidad.

Debido a esto, se realiza un estudio relativo a la condición actual de almacenamiento de agua potable en la zona de Lagunillas para notar las principales falencias del sistema implementado.

3.1.2.1 Posicionamiento y Servicio del Estanque de Almacenamiento

En primer lugar, se realiza un estudio sobre los métodos en que las personas hacen uso del agua que es recibida por parte del camión aljibe. Esto se logra mediante el análisis de imágenes de la zona las cuales son facilitadas por la ONG ingenieros sin fronteras.

A partir de estas se deduce que actualmente la comunidad dispone de sus recipientes de almacenamiento, en general, fuera del hogar y a alturas relativamente bajas en la mayoría de los casos. Además, el manejo del agua para que esta pueda llegar a los diferentes lugares del domicilio en donde será utilizada (principalmente lavaplatos, lavamanos y ducha), es transportada gracias al trasvase a otros recipientes para ir movilizandando el recurso en cantidades más reducidas y por lo tanto más manejables.

En este aspecto, se busca una forma de facilitar el agua a las personas de una forma más confortable y cómoda.

Surge así, la propuesta de conducir el agua a las diferentes dependencias del hogar mediante una manguera, la cual lleva el recurso desde el estanque de almacenamiento hasta la zona en que será utilizado.

Para que esto sea posible, se posicionará el estanque de almacenamiento sobre un soporte, con el propósito de que le entregue carga a la columna de agua y así esta pueda circular correctamente a lo largo de la manguera propuesta.

Lo mencionado anteriormente, se puede vislumbrar de mejor manera en el bosquejo presentado a continuación:

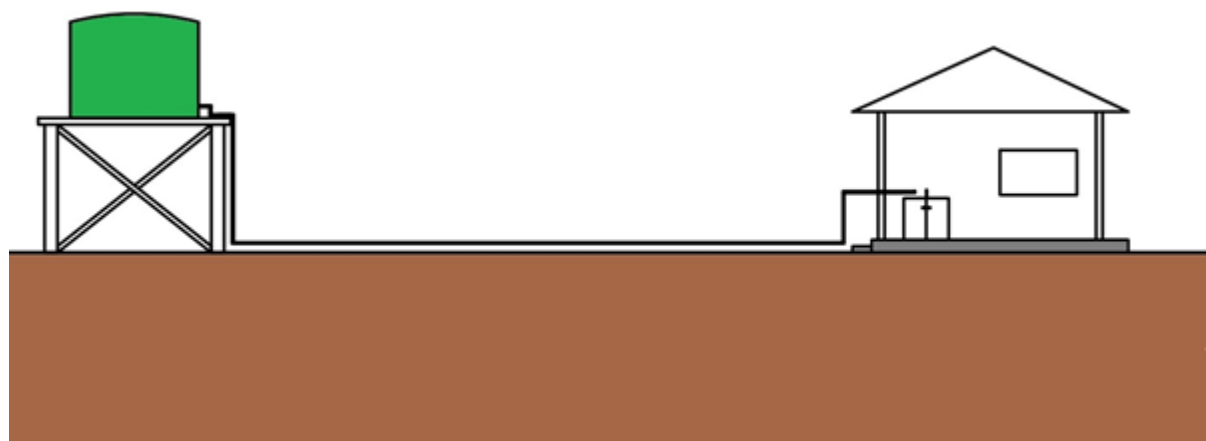


Figura 10: Bosquejo posicionamiento del estanque de almacenamiento

3.1.2.2 Condiciones Suministro de Agua Potable

En manuales de diseño, se establece que para sistemas de conducción el rango de velocidades recomendado debe estar entre $0.7[m/s]$ y $1.3[m/s]$.

Por un lado, el límite inferior de $0.7[m/s]$, se determina con el propósito de evitar sedimentación dentro de la tubería (en este caso la manguera) y para asegurar un buen escurrimiento del agua. Por otro lado, el límite superior de $0.3 [m/s]$ se establece para que dentro de la conducción no ocurra erosión o desgaste del material.

Adicionalmente, de forma práctica se estima que las alturas promedio de las instalaciones de lavaplatos y lavamanos se encuentran a una altura de $0.8[m]$, por lo cual se define que esta será la altura de entrega de agua a los domicilios.

Según los dos requerimientos mencionados anteriormente, se calcula la altura mínima que debe tener la boquilla de entrega de agua potable del estanque. Para este cálculo se considera tanto altura inicial y final del sistema, velocidad de entrega y pérdidas friccionales y por singularidades.

Se obtiene así que la altura del soporte para el estanque debe encontrarse a $2[m]$, para así asegurar cumplir con el rango de velocidades y alturas de entrega.

Los cálculos de cotas, pérdidas y verificación de velocidades se muestran en la *tabla 6* presentada a continuación:

Tabla 6: Definición altura soporte para estanque y verificación velocidad de escurrimiento.

Altura Pelo de Agua [cm]	Caudal [l/s]	Velocidad Entrega [m/s]	Altura Total Inicial [m]	Pérdidas Friccionales [m]	Pérdidas Singulares [m]
212	0,366	1,28	4,12	3,068	0,1678
198	0,357	1,25	3,98	2,938	0,1601
184	0,349	1,22	3,84	2,809	0,1525
170	0,340	1,19	3,70	2,679	0,1449
155	0,331	1,16	3,55	2,549	0,1373
141	0,322	1,13	3,41	2,419	0,1298
127	0,312	1,10	3,27	2,289	0,1222
113	0,302	1,06	3,13	2,159	0,1148
99	0,292	1,03	2,99	2,028	0,1073
85	0,282	0,99	2,85	1,898	0,0999
71	0,272	0,95	2,71	1,768	0,0925
57	0,261	0,91	2,57	1,638	0,0852
42	0,249	0,87	2,42	1,507	0,0779
28	0,237	0,83	2,28	1,377	0,0706
14	0,225	0,79	2,14	1,246	0,0634
0	0,212	0,74	2,00	1,116	0,0563

En la tabla anterior se presenta un barrido de cotas para el pelo de agua dentro del estanque, los cuales van desde 2,12[m] (sobre estimación de la altura requerida para estanques) hasta una altura de 0 [m], siendo este el peor caso correspondiente al vaciado completo del estanque.

A continuación, se presentan los caudales que son suministrados a través de la manguera de conducción, para cada una de las cotas de pelo de agua dentro del estanque. Con este valor se obtiene la velocidad de escurrimiento considerando una manguera de ¾" siendo éste un diámetro estándar, comercial y utilizado en gran medida para estos escenarios.

En la penúltima columna se pueden apreciar las pérdidas friccionales a lo largo de la manguera para cada cota de pelo, las cuales son obtenidas mediante la expresión de Hazen-Williams con un coeficiente de 140, correspondiente al material PVC, y para un largo total de 30 [m] (valor más desfavorable).

En cuanto a la última columna, presenta las pérdidas singulares debido a válvulas, contracciones, entre otros. Para este cálculo se consideró un coeficiente de pérdidas total igual a 2.

Se obtiene entonces que para la condición en que el estanque está vaciado, la velocidad de escurrimiento por la conducción es igual a 0,74[m/s], siendo este valor

levemente superior al mínimo establecido. Además, para condiciones de cota de pelo de agua superiores, la situación va mejorando gradualmente aumentando la velocidad de escurrimiento, pero sin acercarse al límite inferior de velocidad establecido. Esto se puede apreciar de mejor forma en el siguiente gráfico.

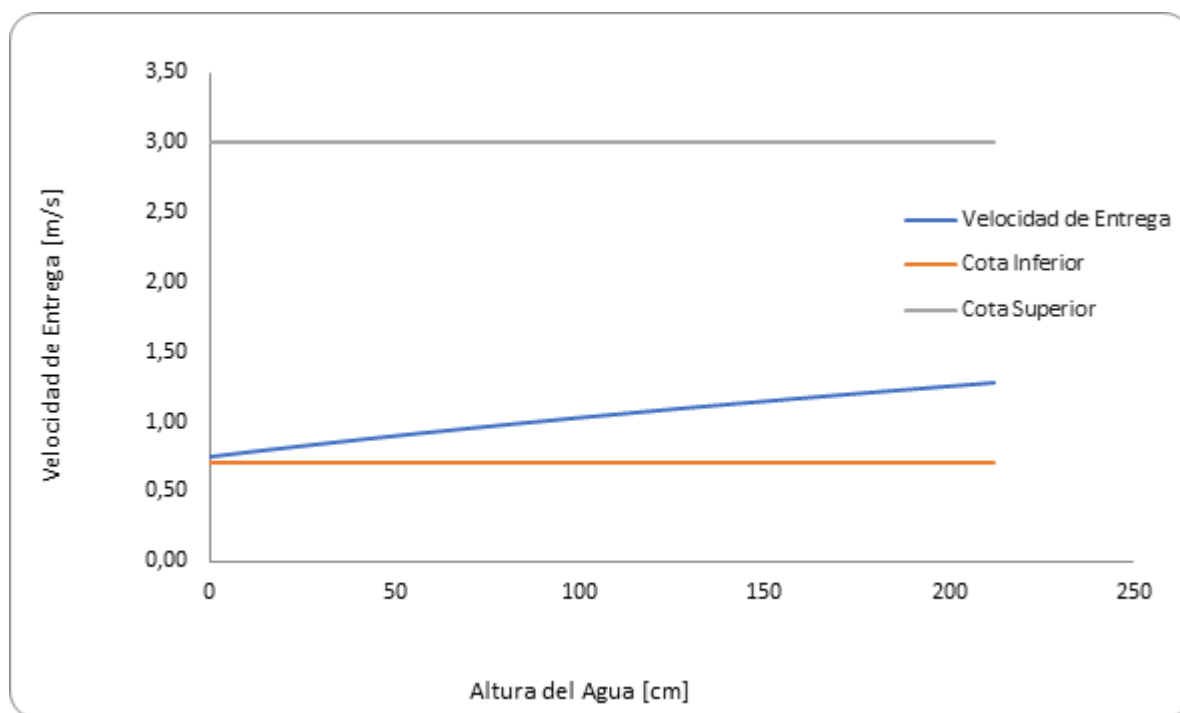


Gráfico 1: Verificación velocidades de escurrimiento en manguera de suministro.

Por lo cual, a través de este criterio de diseño se determina que la altura del soporte debe ser de 2[m] de altura para posicionar el estanque y así cumplir con las condiciones de suministro y buen servicio de entrega de agua potable a los domicilios.

3.1.2.3 Capacidades Requeridas y Tamaños Comerciales

Se realiza un estudio de las condiciones actuales de suministro de agua potable en la comunidad a partir de una encuestas realizada por la ONG Ingenieros Sin Fronteras, relativa al suministro y consumo de agua en la comunidad de Lagunillas.

A partir de la encuesta, se obtiene que hoy en día el camión aljibe suministra un volumen de 116[litros] por familia al día, con una periodicidad promedio de 7 días entre entregas consecutivas.

Por otro lado, gracias a la encuesta realizada se tiene que la densidad real actual en la población es de 3,08 habitantes por vivienda. En consecuencia, se tiene una dotación promedio de 38 litros por habitante al día.

Para ser más conservadores, y considerando que las condiciones y escenario de la comunidad podrían mejorar y, por ende, se les podría llegar a suministrar un volumen superior en un tiempo futuro, se decide multiplicar la dotación por un factor de 1,2, con el propósito de que la capacidad del estanque no sea una limitante de un mejor estilo de vida para la comunidad. Con este criterio, se obtiene una nueva dotación promedio aproximada de 45 litros por habitantes al día.

Adicionalmente, un punto relevante a considerar en la zona es que durante la época de verano suelen recibir a familiares por lo cual la cantidad de habitantes por vivienda tiende a aumentar en este periodo, lo cual también se considera al estimar el volumen de almacenamiento requerido.

Para la estimación de volúmenes requeridos se considera entonces: los habitantes por vivienda con un aumento por población turística, una dotación de 45 [l/hab/día] y un periodo de entrega por parte del camión aljibe de 7 días.

Se obtienen así las capacidades que deben tener los estanques de almacenamiento de agua potable, los cuales, debido a las variaciones en la cantidad de habitantes por casa, abarcan un rango desde los 315[l] hasta los 2205[l], con una moda de 960[l].

Debido a la gran variabilidad en los volúmenes requeridos, es que se clasifican los estanques solicitados en 6 capacidades, las cuales son determinadas según los requerimientos y los volúmenes comerciales de estanques. A continuación, se presenta una tabla que resume las categorías de estanques, junto con la cantidad requerida para cada volumen y la comparación con los estanques comerciales:

Tabla 7: Categorización de estanques requeridos, definiendo cantidad demandada y comparación con ofertas en el mercado.

Volumen [l]	Cantidad	Capacidad Comercial [l]	Altura Comercial [m]	Diámetro Comercial [m]	Altura Útil [m]
315	13	500	1.10	0.86	0.54
630	11	630	0.95	1.06	0.71
961	36	1000	1.50	1.00	1.22
1260	9	1300	1.38	1.3	0.95
1575	2	1600	0.9	1.57	0.81
2205	1	2400	1.57	1.64	1.04

3.1.2.4 Mantenimiento del Agua en Óptimas Condiciones

Lave los recipientes de agua y manténgalos limpios

El agua almacenada se puede contaminar cuando la gente la toca con las manos sucias, cuando se pone en un recipiente sucio, cuando le cae tierra o polvo y cuando se usan vasos sucios. Para evitar que el agua de su hogar se contamine, haga lo siguiente:

- Lávese las manos antes de recolectar o acarrear agua.
- Lave el recipiente que usa para acarrear agua.
- Acarree agua en un recipiente cerrado. Esto además evitará que se derrame.
- Limpie a menudo el recipiente donde almacena el agua en su casa.
- Evite poner los recipientes de agua sobre el piso, y manténgalos fuera del alcance de animales.
- Vierta el agua sin tocar la boca del recipiente, o utilice un cucharón limpio y de mango largo para sacar el agua del recipiente.
- Lave todos los vasos que se usan para beber.
- Nunca almacene agua en recipientes que hayan sido usados con plaguicidas o químicos peligrosos, incluso aunque los haya limpiado.
- De ser posible, no purifique más agua de la que necesita a diario, normalmente menos de 5 litros por persona por día para beber y cocinar.

Tape los tanques y las cisternas

Las cisternas cerradas son más seguras para almacenar agua que los depósitos abiertos, porque los zancudos y los caracoles no pueden vivir en tanques cerrados. Las cisternas deben ubicarse lo más cerca posible del lugar donde se usan.

Evite las pérdidas de agua

Una gran cantidad de agua se puede perder por fugas, evaporación (cuando el aire seca el agua) o infiltración (cuando el suelo absorbe el agua). Para conservar agua, repare o cambie los tubos, tomas de agua y tanques rotos en cuanto aparezcan fugas. Las fugas también son una señal de posible contaminación, porque los microbios y la suciedad entran en los tanques y tubos a través de las grietas. Se puede reducir la evaporación al tapar los tanques de almacenamiento. Si el agua se almacena en estanques o zanjales, al hacerlos más profundos hay menos agua expuesta al aire y se reduce la cantidad que se pierde por evaporación.

Instrucciones para el lavado y desinfección del tanque

1. Use botas, casco y guantes para la limpieza y desinfección. Aliste cepillos, escobas, baldes, rodillos, bombas aspersoras o cualquier otro elemento que necesite.
2. Cierre totalmente la entrada de agua y abra la salida para que se desocupe el tanque.
3. Retire con cuidado la tapa de inspección del tanque. Si no tiene tapa se recomienda construirla.
4. Ingrese al tanque cuando el nivel de agua sea bajo, de 20 a 50 centímetros aproximadamente. A este nivel cierre la salida y abra el desagüe.
5. Remueva el material de sedimentación (barro) que se encuentra en el fondo del tanque, utilizando escobas y recipientes para extraer el material.
6. Cepille el piso y las paredes con agua.
7. Para la desinfección utilice una solución clorada de 150 a 200 ppm, preparada así: En un recipiente de 20 litros adicione una cucharadita con cloro en polvo y mezcle en forma homogénea. Déjela en reposo 10 minutos.

8. Humedezca el rodillo con la solución de cloro y páselo por las paredes como si estuviera pintando. También puede utilizar escobas o cepillos unidos a un palo de escoba.
9. Deje actuar la solución durante cuatro horas.
10. Enjuague las paredes y el fondo del tanque utilizando una manguera a presión o baldes. Deseche estas aguas de lavado mediante el desagüe.
11. Retire todo el material que utilizó en la limpieza.
12. Cierre el desagüe y permita nuevamente la entrada del agua al tanque.
13. Chequear el cloro residual, el cual puede ser hasta de 5 ppm.
14. Abra la válvula que da acceso a la red de distribución.
15. Vuelva a lavar y desinfectar el tanque una vez al año cuando menos, preferiblemente cada seis meses.

Desinfección de agua mediante cloro

La desinfección tiene por objeto eliminar a los microorganismos patógenos y garantizar la ausencia de todo germen infeccioso (bacteria o virus) en las aguas. Los productos clorados son las sustancias utilizadas con mayor frecuencia en el tratamiento químico del agua gracias a su inocuidad y facilidad para el control de sus niveles.

Todos los productos clorados utilizados en el tratamiento producen ácido hipocloroso (HClO) al reaccionar con el agua. El ácido hipocloroso es un ácido débil que se disocia a hipoclorito (ClO^-) en el agua según un equilibrio condicionado por el valor del pH. La suma de estas 2 formas constituye lo que se llama el cloro libre. En las aguas con un pH alto, la mayor parte del ácido hipocloroso (cloro activo) se convierte en ión hipoclorito (cloro potencial), una forma de cloro con muy bajo poder desinfectante.

Clorador de agua potable VALAC

Los dosificadores de cloro por contacto para obtener agua potable VALAC mod. VLC/08 (Cloradores), suministran continua y automáticamente, hipoclorito de calcio (cloro) a un estanque de agua, permitiendo proceso de potabilización y purificación de agua. Mediante un regulador, los dosificadores de cloro por contacto VALAC entregan la cantidad de cloro deseado en forma permanente y sin necesidad de controles mecánicos o eléctricos

para obtener agua potable a bajo costo y mínima mantención. El dosificador de cloro por contacto VALAC no utiliza energía eléctrica.



Figura 11 y 12: cloradores de agua VALAC

3.1.3 Tratamiento de Aguas

3.1.3.1 Diseño Lombrifiltro

Esquema general del proceso de Lombrifiltro

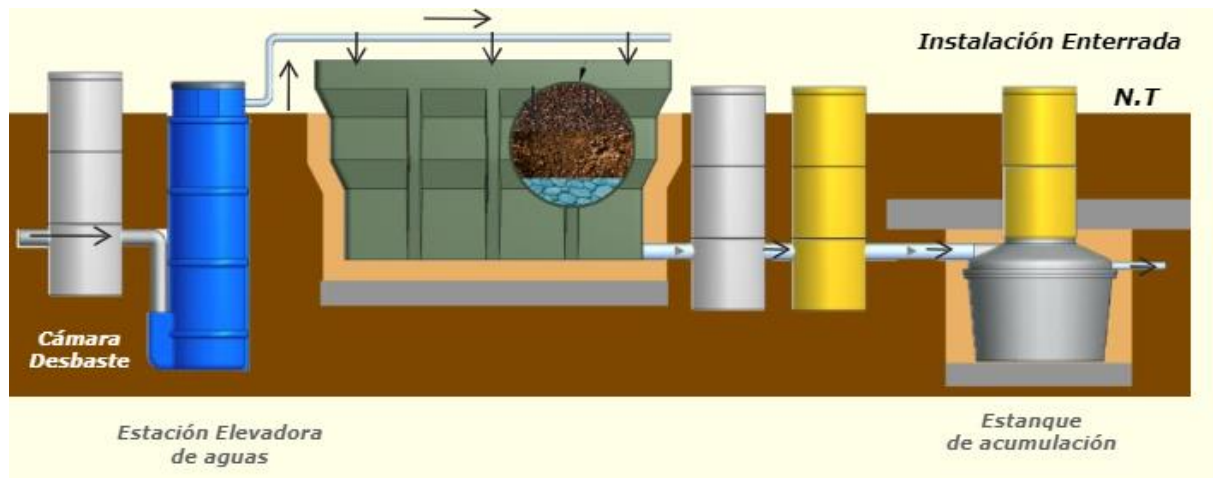


Figura 13: Diseño Lombrifiltro

3.1.3.2.1 Componentes del sistema lombrifiltro

3.1.3.2.1.1 Cámara de desbaste



Figura 14 y 15 componentes del Lombrifiltro

Componentes:

1. Cámara de desbaste

2. Canastillo
3. Guía canastillo
4. Entrada PVC

3.1.3.2.1.2 Estación de bombeo



Figura 16 y 17 Componentes estación de bombeo

Componentes:

1. Estación de bombeo
2. Bomba sumergible
3. Válvula de retorno
4. Salida
5. Alimentación eléctrica

3.1.3.2.1.3 Lombrifiltro

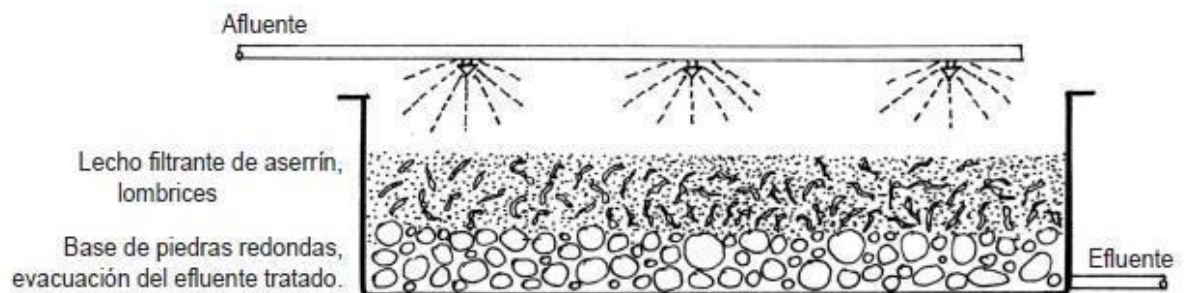


Figura 18 Lombrifiltro

Componentes:

1. Cuerpo del filtro
2. Válvula de alimentación de filtro - PVC
3. Tubería principal de alimentación – PVC
4. Inyector PVC
5. Tubería PVC
6. Estrato grueso – bolones artificiales
7. Estrato principal – Mezcla de aserrín y viruta formando la capa biológica del filtro
8. Lombrices

3.1.3.2.1.4 Cámara trampa de lombrices



Figura 19: Componentes trampa lombrices

Componentes:

1. Cámara trampa
2. Malla plástica permeable al agua
3. Tubería de entrada – PVC sanitario 110 [mm]
4. Manilla plástica para retirar canastillo

3.1.3.2.1.5 Sistema de cloración

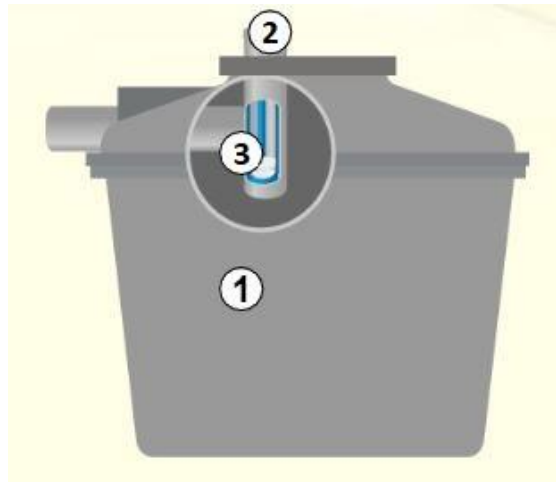


Figura 20: Sistema de cloración

Componentes:

1. Estanque de cloración
2. Dispensador de pastillas
3. Pastillas de Hipoclorito de Calcio

3.1.3.2.2 Cálculos diseño lombrifiltro

Se estipula un diseño de acuerdo al número de habitantes por casa, considerando 1,2,3,4,5 y 7 habitantes por casa. Además, se considera una dotación neta de agua igual a 140 [L/hab*día].

Caudal medio de aguas servidas [L/min]
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.7

Tabla 8: Caudal de aguas servidas, elaboración Propia

Tiempo de retención hidráulico [L/min]
28.9
14.5
9.6
7.2
5.8
4.1

Tabla 9: Tiempo de retención Hidráulico, elaboración Propia

Para obtener el área teórica del lombrifiltro, se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_{LOM} = \frac{Q}{T_R}$$

donde:

A_{LOM} : Área efectiva de lombrifiltro [m²]

Q : Caudal de entrada del lombrifiltro [$\text{m}^3/\text{día}$]

T_R :Tasa de riego [$\text{m}^3/\text{m}^2*\text{día}$]

Considerando una tasa de riego de $0.5 \text{ [m}^3/\text{m}^2*\text{día}]$, se calcula el área teórica del lombrifiltro:

Área lombrifiltro [m^2]	Largo [m]	Ancho [m]
0.3	0.6	0.5
0.6	1	0.6
0.8	1	0.8
1.1	1.1	1
1.4	1.4	1
2	2	1

Tiempo de retención hidráulico [L/min]	Volumen del lecho [m^3]
36	53
22	105
15	158
12	210

10	263
7	368

Aspersión	Mínimo	Máximo	Promedio
Radio	0.8	5.5	3.2
Caudal	0.13	1.23	0.68
Área aspersión [m ²]	2.0	95	31

Tabla 10, 11 y 12 Cálculo teórico del área del Lombrifiltro

3.1.2.5.3 Control y mantención generales de las unidades

3.1.3.2.3.1 Cámara de desbaste

En la cámara de desbaste (o cámara de rejas) se instala un canastillo, el cual debe mantenerse periódicamente, dado que tendrá como objetivo retener materiales sólidos inorgánicos o no biodegradables que no pueden ser tratados por la planta de tratamiento y que pueden producir algún tipo de obstrucción en el sistema de bombeo. El estanque debe ser limpiado con una periodicidad semanal para evitar la acumulación de sólidos en el fondo que pueden provocar malos olores por su acumulación. Se realizarán al menos una inspección diaria, para verificar su normal funcionamiento y se realizara limpieza según sea necesario. La periodicidad de inspección deberá verificarse en la etapa de operación de la planta, de manera tal de aumentarla o disminuirla según corresponda.

3.1.3.2.3.2 Estación de bombeo

El funcionamiento de las bombas debe ser programado en tiempos de funcionamiento de 15 minutos cada una hora, o bien hasta que el sensor de nivel se active. Tanto en la modalidad automática como manual, se debe realizar la operación de cierre y apertura de las

válvulas de impulsión y del retorno correspondiente a la bomba. Por otra parte, debido a los bajos tiempos de retención que tendrá el agua residual al interior del estanque, se estima que la sedimentación de material en el fondo del pozo será mínima. En caso que se produzca una acumulación excesiva de residuos debido a esta causa, se deberá realizar el retiro de los mismos mediante el empleo de un camión limpia fosas, para lo cual se tendrá que interrumpir el funcionamiento del equipo de bombeo, considerando un día y hora de baja o nula descarga de aguas servidas para esta tarea.

3.1.3.2.3.3 Lombrifiltro

La mantención de la superficie del Sistema TOHA LOMBRISAN se deberá realizar con la frecuencia que sea necesaria para impedir la aparición de vegetación en la superficie; se recomienda una vez a la semana como mínimo. Si se produce estancamiento de agua en alguna zona del lecho, se deberá rastrillar la superficie para así aumentar la permeabilidad del mismo. De manera de facilitar las labores de mantención antes descritas, el módulo se encuentra hidráulicamente dividido en dos sectores, de manera tal de cortar el riego en el sector que se requiera trabajar. De manera de no recargar algún sector del Sistema TOHA LOMBRISAN, el sistema trabajará en su totalidad para las condiciones normales de operación.

Ahora bien, para estimar el volumen de humus en exceso, se considera una capa de 20 cm al cabo de un año sobre la superficie de 3.2 m² de la planta, lo cual equivale a 0,7 m³ de humus anuales. El retiro de este volumen se deberá realizar mediante la siguiente operación:

1. Programar retiro de humus considerando dejar de regar una zona del estanque.
2. Cortar el riego de la zona donde se retirará el humus en exceso, de manera de separar las lombrices del material que se va a sacar y eliminar el agua residual de dicha capa.
3. Retirar la capa superior en forma manual.
4. Colocación del material retirado en superficie destinada para el secado, recuperando las lombrices que éste pudiera contener a través de cribas, permitiendo a la

vez la evaporación del agua presente. Retornar las lombrices recuperadas hacia el lombrifiltro.

5. El material seco se puede utilizar directamente como abono agrícola en las plantaciones de la vivienda, un día y hora de baja o nula descarga de aguas servidas para esta tarea.

Por otra parte, las condiciones de hábitat de la lombriz corresponden a una temperatura que oscile entre los 5° y 40° C, pH cercano al neutro, oxígeno libre, materia orgánica y humedad disponible. Si las condiciones ambientales no son las mejores, las lombrices tienen la capacidad de acomodarse para optimizar el aprovechamiento del medio. De todas formas, y a pesar de su resistencia ante condiciones adversas, debe tenerse cierto cuidado con aquellos factores que puedan afectar su funcionamiento, como el frío excesivo (<0°C) o el calor elevado (>42°C), ante lo cual disminuye su actividad sexual y producción de humus.

El exceso de humedad puede ser otro problema para la lombriz, pues fallará la oxigenación indispensable para la supervivencia de la misma; en tal sentido, resulta de importancia la labor del operario en las tareas de mantención de los regadores y el horqueteo del lecho.

3.1.3.2.3.4 Sistema de evacuación

La evacuación del agua tratada en el sistema lombrifiltro opera en forma gravitacional, a través de pendientes inferiores y/o tuberías de PVC que permiten un escurrimiento total del agua evacuada. De acuerdo a lo anterior, se recomienda realizar una inspección periódica de las líneas de evacuación del agua tratada, en los puntos de conexión entre las salidas del módulo y la trampa de lombrices. En caso de comprobarse alguna obstrucción en el sistema, se deberá varillar la zona afectada de manera de solucionar el problema.

3.1.3.2.3.5 Trampa de lombrices

La trampa de lombrices, acumula el humus que el sistema entrega, así como una gran cantidad de lombrices, por lo que se recomienda instalar un canastillo de malla fina para retener la mayor cantidad de estos elementos en la entrada. Además, mensualmente se deberá evacuar el agua acumulada, para que de esta manera se retiren los sólidos que pudieran acumularse en el fondo.

3.1.3.2.5.3.6 Sistema de cloración

Procedimiento:

Paso 1. Retirar la tapa de la tubería ubicada sobre la parte superior del estanque.

Paso 2. Retirar el contenedor de pastillas que se encuentra dentro del tubo.

Paso 3. Ubicar las tabletas dentro del contenedor. Se recomienda utilizar guantes de protección y lentes de seguridad para la manipulación de las tabletas. En caso de contacto con el cuerpo, tomar las precauciones descritas en las etiquetas del producto.

Paso 4. Insertar nuevamente el contenedor dentro del tubo.

Paso 5. Cerrar el tubo con la tapa.

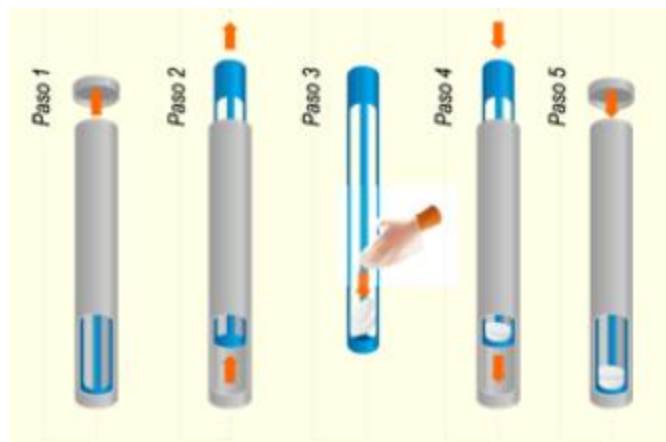


Figura 21: Procedimiento de Cloración

3.1.3.2.3.6 Estanque de acumulación aguas tratadas

Cuando se quiere considerar el re-uso de las aguas tratadas, el estanque de acumulación deberá considerar la instalación de 1 bomba de impulsión para el uso del agua

tratada en riego enterrado, no se recomienda el uso del agua tratada en el riego directo de áreas recreativas accesibles, riego de hortalizas, etc. debido fundamentalmente que, aunque el sistema asegure la inocuidad del efluente tratado, un inadecuado manejo en la desinfección trae consigo un aumento en los coliformes que pueden ser directamente adsorbidos por las plantas.

3.1.4 Diseño humedal artificial

3.1.4.1 Cálculos de diseño humedal artificial

Se estipula un diseño de acuerdo al número de habitantes por casa, considerando 1,2,3,4,5 y 7 habitantes por casa. Además, se considera una dotación neta de agua igual a 140 [L/hab*día].

Caudal medio de aguas grises [m³/día]
0.1
0.3
0.4
0.6
0.7
1.0

Parámetro	Valor
Concentración afluente [mg/L]	158.2
Concentración efluente [mg/L]	10
Temperatura [°C]	15
Constante de velocidad de reacción de primer orden [1/día]	0.8
Porosidad efectiva del medio	0.38
Profundidad del líquido del lecho	0.6

[m]	
-----	--

Tabla 13 y 14: Cálculos de diseño humedal artificial

En primera instancia se procede a calcular el tiempo hidráulico de retención del lecho, modelada matemáticamente por la siguiente ecuación:

$$t = \frac{(\ln(C_0) - \ln(C_e))}{K_t}$$

Donde:

C_0 : Concentración afluente [mg/L]

C_e : Concentración efluente [mg/L]

K_t : Constante de velocidad de reacción de primer orden [1/día]

Remplazando los valores en la ecuación, se obtiene que el tiempo de residencia del lecho es igual a 3,3 [días].

Luego, se procede a estimar el área de diseño del lecho, mediante la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{Q \cdot \ln(C_0/C_e)}{K_t \cdot y \cdot \eta}$$

Donde:

Q : Caudal medio de aguas grises [m³/día]

y : Profundidad del líquido del lecho [m]

η : Porosidad efectiva del medio [%]

Área de diseño del lecho [m²]
2.8
5.4
8
10.5
13.5
18.4

Tabla 15: Área de diseño del lecho [m²]

3.1.4.2 Verificaciones

Para asegurar una gran eficiencia de remoción de la unidad, se debe verificar el diseño por su carga hidráulica, por pendiente y la cantidad de carga de DBO5 que recibe el humedal.

3.1.4.2.1 Verificación por carga hidráulica

En cuanto a la carga hidráulica se debe verificar que el humedal cumpla con las siguientes restricciones estipuladas (Metcalf and Eddy,1998).

$$CH = \frac{Q}{A_s}$$

$$0.016 \leq CH \leq 0.053$$

Al verificar, se obtienen valores entre 0.50 y 0.53 para los diseños calculados. En conclusión, se verifica que el humedal cumple la restricción.

3.1.2.6.2.2 Verificación por pendiente

Para evitar disminuciones en el caudal del afluyente hagan bajar el gradiente hidráulico de forma excesiva afectando con ello a las plantas, de acuerdo a esto, debe cumplirse la siguiente ecuación (Gonzales; Deaz,2011).

$$0.1 > \frac{S}{d/L}$$

Donde:

S: Pendiente del lecho

d: Profundidad del lecho [m]

L: Largo del humedal [m]

Se procede a verificar dicha situación, donde finalmente luego de iterar, se obtienen valores menores a 0.1 para los distintos casos estudiados.

3.1.4.2.3 Verificación por carga DBO5

Se debe controlar la cantidad de DBO5 que ingresa al sistema para así evitar alterar el ambiente aeróbico del tratamiento, para esto se debe cumplir la siguiente condición (Metcalf & Eddy, 1998).

$$QDB05 = 10 \cdot (Q \cdot C_0) / A_s$$

$$QDB05 < 110 \left[\frac{kg}{ha \cdot día} \right]$$

Donde:

QDBO5: Carga de DBO5 [kg/Ha*día]

Q: Caudal de entrada al humedal [m³/día]

A_s : Área superficial [m²]

C_0 : Concentración de DBO5 en el afluente [mg/L]

Se procede a verificar dicha situación, donde finalmente luego de iterar, se obtienen valores menores a $110 \left[\frac{kg}{ha \cdot día} \right]$ para los distintos casos estudiados.

3.1.4.2.4 Calculo área diseño humedal

Finalmente, luego de verificar e iterar con los parámetros de diseño estipulados anteriormente, se obtienen el área de diseño del humedal:

Área de diseño del humedal [m²]
2.8
5.4
8
10.5
13.5
18.4

Tabla 15: Área de diseño del humedal [m²]

3.1.4.2.3 Operación y mantenimiento

La operación es muy importante si quieren obtenerse buenos resultados. Por tanto, debe contarse con un plan de operación y mantenimiento que debe escribirse durante la etapa

de diseño final del sistema. La operación y mantenimiento debe enfocarse a los factores más importantes para el rendimiento del tratamiento:

- Proporcionar una amplia oportunidad para el contacto del agua con la comunidad microbiana, con la capa de residuos de vegetación y con el sedimento.
- Asegurar que el flujo alcance todas las partes del humedal.
- Mantener un ambiente saludable para los microbios.
- Manteniendo un crecimiento vigoroso de vegetación.

3.1.4.2.1 Hidrología

En humedales de FWS, el agua debe cubrir todas las partes de la superficie del humedal. El humedal debe ser verificado periódicamente para asegurar que el agua se está moviendo a través de todas las partes del humedal y que el aumento de residuos no ha bloqueado caminos de flujo, y no se han desarrollado áreas de estancamiento que aumentan la probabilidad de mosquitos. Deben verificarse flujos y niveles de agua regularmente. Deben verificarse los humedales SFS para ver que no se está desarrollando flujo en la superficie.

3.1.4.2.2 Estructuras

Deben inspeccionarse diques, vertederos, y estructuras de control de agua de forma regular e inmediatamente después de cualquier anomalía en el flujo. Los humedales deben verificarse después de subidas importantes de caudal o después de la formación de hielo, ya que pueden afectar el sustrato, particularmente a las estructuras de salida. Cualquier daño, corrosión u obstrucción, debe corregirse lo más pronto posible para prevenir fallos y reparaciones que podrían ser costosos.

3.1.4.2.3 Vegetación

El manejo del nivel del agua es la clave para el éxito de la vegetación. Mientras las plantas del humedal pueden tolerar cambios temporales en la profundidad del agua, debe tenerse cuidado de no exceder los límites de tolerancia de las especies usadas durante periodos largos de tiempo. La profundidad del agua puede aumentarse durante los meses fríos aumentando así el tiempo de retención y protegiendo contra las heladas. La cubierta vegetal

en los diques debe mantenerse para desarrollar una capa de tierra buena con sistemas de raíz extensos que resisten a la erosión.

La vegetación debe ser inspeccionada regularmente y deben quitarse las especies invasoras. Los herbicidas no deben usarse excepto en circunstancias extremas, y sólo entonces y con cuidado extremo, dado que pueden dañar severamente la vegetación emergente.

3.1.4.2.4 Ratas

Las ratas y otros roedores pueden dañar los diques y la impermeabilización. Por tanto, deben preverse las medidas necesarias para evitar que esto ocurra, hasta el punto de que puede ser necesario atrapar y retirar los animales hasta que pueda instalarse una pantalla de alambre. Las madrigueras también pueden ser selladas poniendo bentonita en la entrada.

3.1.4.2.5 Mosquitos

Los mosquitos son comunes en los humedales naturales y pueden esperarse en humedales artificiales. La mejor manera de evitar problemas con mosquitos en los humedales artificiales es crear condiciones en el humedal que no sean atractivas a los mosquitos o que no conduzcan al desarrollo de larvas. Lugares abiertos con agua estancada son un excelente hábitat para los mosquitos, y los nutrientes del agua estancada, son ideales para el desarrollo larval. Cuando el agua está en movimiento se minimiza el riesgo de desarrollo de mosquitos.

El control de mosquitos con insecticidas, aceites, y agentes bacterianos como Bti (*Bacillus thuringiensis israelensis*) es a menudo difícil en humedales artificiales. El uso de insecticidas en humedales artificiales con cantidades grandes de materia orgánica es ineficaz porque la materia orgánica los adsorbe y porque se diluyen rápidamente o son degradados por el agua que viaja a través del humedal. Los tratamientos químicos deben usarse con cautela porque se corre el riesgo de contaminar el humedal y el cauce receptor.

3.1.4.3 Control

La supervisión es una herramienta operacional importante que:

- Proporciona datos para mejorar el rendimiento del tratamiento

- Identifica problemas
- Documenta la acumulación de sustancias potencialmente tóxicas antes de que sean bioacumulables
- Determina el cumplimiento de los requisitos reguladores.

El control necesita medir si el humedal está obteniendo los objetivos y para indicar su integridad biológica. Esta supervisión permite identificar los problemas temprano, cuando la intervención es más eficaz. Las fotografías pueden ser inestimables documentando estas condiciones. Deben tomarse fotografías cada determinado tiempo en las mismas condiciones, localizaciones y con el mismo ángulo de visión.

El nivel de detalle del control dependerá del tamaño y la complejidad del sistema de humedales y puede cambiar cuando el sistema madura y se conoce mejor su comportamiento. Los sistemas ligeramente cargados que han estado operados satisfactoriamente sólo necesitarían ser verificados una vez al mes y después de cada tormenta importante. Aquellos que están muy cargados requerirán una supervisión más frecuente y detallada.

Un plan de control escrito es esencial para la continuidad del sistema a largo plazo.

3.1.4.3.1 Control de la salud del humedal

Los humedales deben controlarse periódicamente para observar las condiciones generales del sitio y para descubrir cambios importantes que puedan ser adversos, como erosión o crecimiento de vegetación indeseable. Debe supervisarse la vegetación periódicamente para evaluar su salud y abundancia. Para humedales que no reciben cargas altas, la supervisión de la vegetación no se necesita que sea cuantitativa. Normalmente bastará con observaciones cualitativas. Los sistemas grandes y aquéllos que están muy cargados requerirán ser supervisados más frecuente, y de forma cuantitativa. En general, esta supervisión debe ser más frecuente durante los primeros cinco años después de la instalación del sistema.

La composición de las especies y densidad de las plantas se determina fácilmente, inspeccionando parcelas cuadradas, normalmente de 1 m x 1 m, dentro del humedal. Los cambios a tener en cuenta incluyen un aumento en el número de especies no deseadas o agresivas, una disminución en la densidad de la capa vegetativa, o señales de enfermedad en las plantas.

La vegetación del humedal construido está sujeta a cambios graduales de año en año, así como en los humedales naturales. Puede haber tendencia a que algunas especies mueran y sean reemplazadas por otras. Dado que los cambios vegetativos son a menudo lentos, no son obvios a corto plazo y, por tanto, es esencial mantener buenos registros.

El aumento de los sedimentos acumulados, así como de la capa de residuos, disminuye la capacidad de almacenamiento de agua, afectando la profundidad de está en el humedal y posiblemente alterando los caminos de flujo. Los sedimentos, la capa de residuos, y la profundidad del agua deben verificarse de vez en cuando.

3.1.4.3.2 Balance hídrico para sistema de lombrifiltro y humedal artificial

De acuerdo a bibliografía, se observa que, para el periodo de verano, donde las temperaturas son superiores a 20 [°C], las perdidas alcanzan valores de 18 [L/celda*día], mientras que, para los periodos de invierno donde las temperaturas promedio no superan los 10 [°C], las perdidas por evapotranspiración disminuyen a 5 [L/celda*día].

A su vez, las diversas estaciones presentan regímenes de precipitaciones variadas, donde el aporte de agua a cada una de las celdas fue entre 3 – 21 [L/celda·día], observándose mayores aportes para los períodos de otoño e invierno, con aportes cercanos a 20 [L/celda·día], y menores para los períodos de primavera y verano con aportes menores a 3 [L/celda·día].

Estos factores ambientales influyen, en los caudales de salida en cada una de las temporadas, donde los mayores caudales se presentan en las temporadas de otoño e invierno principalmente, cercanos a los 100 L/celda·día, donde las tasas de evapotranspiración son bajas y las precipitaciones altas, y, al contrario, en primavera y verano los caudales son los menores, cercanos a 70 L/celda·día.

3.2 Evaluación Privada del proyecto

3.2.1 Descripción del Mercado

Dentro del contexto de la escasez hídrica en Chile y en el mundo, se han propuesto soluciones diversas en cuanto a tecnología y recursos, en este ambiente han surgido múltiples organizaciones desde el sector público y privado que intentan poner fin a la existencia de localidades en las que las personas aún no tienen acceso al agua potable.

En Chile coexisten múltiples fundaciones encargadas del conflicto en torno al agua, dentro de las que destacan: Fundación Chile, Fundación Somos Agua y Fundación Amulén. A nivel mundial nos encontramos con organizaciones como Water Project inc, entre otras sumadas a todas las fundaciones que tienen como objetivo llevar soluciones de Ingeniería a lugares que lo necesitan.

Los recursos que los inversores están dispuestos a poner en proyectos de esta índole son limitados, hay grandes obras como la teletón o desafío levantemos Chile de gran envergadura, el resto debe coexistir y diferenciarse para lograr conseguir los fondos necesarios. Según el Centro de Filantropía e Inversiones Sociales de la UAI y la Universidad de Harvard, el aporte de las donaciones en Chile PIB gira en torno al 0,12%, en el ámbito familiar, Ocho mil hogares en Chile tienen un patrimonio líquido superior a US\$1 millón para invertir.

En Chile hay aún mucho espacio para crecer el número de fundaciones en cuanto al nivel de carencia existente y creciente, además si hacemos un comparativo con países más desarrollados como Estados Unidos, éste posee para cada 10mil habitantes 47 fundaciones, mientras que en Chile sólo hay 11 (Estudio IM Trust).

En cuanto al mercado del agua potable, en nuestro país son las empresas a las cuales se les ha traspasado la responsabilidad, por parte del estado, para hacerse cargo del tratamiento y cobro de esta. Cuando nos centramos en soluciones de carácter rural, hay una amplia gama de oferentes que ha ido aumentando en su diversidad según el problema de crisis hídrica ha aumentado.

3.2.2 Descripción de la demanda

La demanda de este proyecto comprende dos aristas, por un lado, se encuentran los usuarios finales, serán los que consuman el suministro y cuyas necesidades deben ser cubiertas. Por otro lado, se encuentran las personas u organizaciones que estén dispuestas a invertir en un proyecto de esta naturaleza

La comunidad en cuestión se encuentra en la localidad de Lagunillas, Cauquenes, Maule. Para estimar la demanda de manera tradicional se tomaron datos de la población total de la región en los últimos 19 años, con esa tasa de variación se proyectó para los siguientes 10 años, sumado a ello se utilizó una encuesta realizada por la Fundación Ingenieros sin Fronteras en enero del 2019 en donde se especificaban algunas conductas de consumo, estacionalidad, miembros por familia etc. En base a estos criterios se estimó que la cantidad de habitantes decrecía a una tasa de -0,119 y que para el 2030 la demanda sería de 159 personas, sumado a ello se determinó que el 33% de las familias doblan su número en época estival (diciembre- marzo).

De un total de 41 familias encuestadas (164 personas) el 33% se abastece solo con camión aljibe o compra de bidones en el comercio local, representando a los Early Adopters, serían los primeros interesados en cambiarse de su forma actual de abastecimiento a este nuevo sistema integrado.

Para proyectos de este tipo la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), cuenta con manuales específicos en cuanto a la estimación de demanda, se asume que la población crecerá un 3 % de manera sostenida (Ver Anexo 2.), esto se explica porque la existencia de soluciones hídricas genera un contexto viable para el asentamiento humano. Para este caso en particular se evaluó a 3 años ya que en manuales de la DOH se sugiere proyectar así para el diseño de un APR, se decidió unificar criterios y quedarse sólo con la esta proyección para efectos del sistema a corto plazo y solución de largo plazo. En base a la decisión de guiarse por los criterios de la DOH se incluye a la localidad de Barriales en la estimación para la solución de largo y corto plazo, pertenece también a la ciudad de Cauquenes, es contigua a Lagunillas.

En total la demanda de litros ideal según los criterios de la Dirección de Obras Hidráulicas es de 140 l/día por persona, con la población proyectada resulta un total de 47,477

l/día (339 habitantes), con el fin de poder segmentar según el consumo familiar surge la división de tres grupos:

Consumo de 4000LT: 25 Familias

Consumo de 5000LT: 38 Familias

Consumo de 7500LT: 10 Familias

Finalmente, y luego del análisis de precio de los estanques ofrecidos en le mercado se decide tomar como población inicial, las familias de Lagunillas, para el período 2 la comunidad de Barriales, aledaña a la primera y para los siguientes 3 años se estima un crecimiento del 30% como se muestra en la *Tabla 16*

Período	1	2	3	4	5
Demanda Proyectada (Familias)	65	75	98	127	165
Productos					
Captador tipo	65	75	98	127	165
Estanque 500 L	14	16	21	27	35
Estanque 1000 L	48	55	72	94	122
Estanque 1300 L	8	9	12	16	20
Estanque 2000 L	3	3	5	6	8
Sistema tohá tipo	65	75	98	127	165
Humdeal 5,4 m ³	13	15	20	25	33
Humdeal 10,5 m ⁴	56	65	84	109	142
Humdeal 18,4 m ⁵	3	3	5	6	8

Tabla 15: Demanda Proyectada

En materia de inversionistas, según datos de la universidad Adolfo Ibáñez, previamente mencionados, existen ocho mil familias con al menos un millón de dólares para

invertir. Los destinos para poder invertir también tienen ciertas tendencias, en cuanto a las donaciones realizadas los recursos fueron destinados según se muestra a continuación:

Tabla 16: elaboración propia en base a datos del Banco Mundial.

PIB 2018	Donaciones	Total PIB invertido
298.200.000,00	0,12%	357.840,00

3.2.3 Análisis de la oferta

En el mercado existen varias empresas que ofrecen una amplia gama de soluciones, desde estanques de diferentes tamaños hasta kits completos de filtración más los estanques con el fin de captar aguas lluvias, en otras materias también existen organizaciones que ofrecen soluciones integrales, pero a gran escala y con una alta inversión inicial.

Los estanques, por ejemplo, tiene un costo promedio de 94 pesos por litro y a diferencia de lo que podría pensar a priori no existe una relación entre la capacidad y el precio por litro del estanque (ver anexo 3). Se encuentran 3 tipos de vendedores en el mercado, el retail en donde existe una cantidad de proveedores con similares características, especializados en materia de mantenimientos de agua se pueden encontrar estanques con diversas características en cuanto a material, uso y certificaciones y finalmente están los vendedores que tienen algún valor en sus productos, como es el caso de bioplast que ofrece estanques y soluciones completas para hogares y empresas con un enfoque ecológico.

COSECHA AGUA y BIOPLAST ofrecen kits para la captación de aguas lluvias, cuentan con un estanque más dos mallas filtradoras, una para la entrada y otra para la salida, en el caso de la primera su servicio incluye la instalación, variando su precio según el lugar y las condiciones del mismos. El precio promedio es de 134 por litro de capacidad.

3.2.4 Análisis del entorno

2.4.1 Análisis FODA

F	O
Ofrece un sistema integrado para soluciones en torno al agua Propone alternativas económicas Las soluciones son diseñadas por un equipo multidisciplinario La solución replicable	La escasez hídrica en Chile es creciente, por lo que la demanda por soluciones de agua potable también lo es Hoy existen 478.308 hogares que no tienen acceso al agua potable La cantidad de donaciones por parte de empresas a proyectos de esta índole cada día es más grande, gracias a los beneficios que esto conlleva Costo de agua potable traído por camión aljibe es cara, esto da oportunidad a otra solución más baratas
D	A

Modelo de financiamiento sustentable	Características de la competencia
Tiempo de diseño	Legislaciones
Área de captación	Resistencia al cambio por parte de la comunidad
Dependencia de fuentes de abastecimiento	
Conexiones al hogar	

Tabla 17: Matriz FODA del proyecto, elaboración propia

- **Análisis de Riesgo:** en Base a los elementos identificados en el análisis FODA, debilidades y amenazas se llegó a la conclusión de los principales riesgos a los que se enfrenta el proyecto (Ver Anexo 4)

A. **Financiamiento del proyecto:** la ocurrencia de este factor de riesgo es categorizada como posible, su impacto puede llevar a la inviabilidad del proyecto y la gobernabilidad es de influencia relativa, para poder hacerle frente se propone la estrategia de compartir el financiamiento entre todos los actores del sistema y así diversificar el riesgo inherente de conseguir o no donadores.

B. **Adaptabilidad del modelo:** Una de las fortalezas de esta empresa es poder ofrecer a los mandantes diseños acorde a la realidad específica del lugar, como riesgo surge entonces la adaptabilidad del diseño a otras condiciones, la posibilidad de ocurrencia es media, pero se tiene el control sobre la misma. La estrategia propuesta es minimizar este riesgo por medio del estudio de diferentes tecnologías que permitan aplicar diferentes mecanismos para la captación, abastecimiento y conexión según los diferentes contextos.

C. **Captación de aguas lluvia:** en el diseño actual una de las maneras de alimentar sistema es por medio de la captación de aguas proveniente de las precipitaciones, esta depende del volumen y la distribución que tengan en el sector donde se implementa el proyecto. Es posible que las condiciones climáticas no sean siempre propicias y sobre este

aspecto el equipo no tiene ningún control, solo referencia. Como estrategia se sugiere reducir por medio de la exploración de diferentes tecnologías que permitan la captación de agua desde otra fuente natural.

D. Dependencia de abastecimiento: Este sistema, si bien aborda el problema desde diferentes áreas no contempla internalizar al cien por ciento el abastecimiento ya que se deben tener tecnologías a gran a escala para poder obtener todo el volumen demandado por la población. Como es indispensable para el funcionamiento del sistema contar con dicha fuente se sugiere compartir entre las diferentes opciones que domina el equipo el abastecimiento de agua: Camión aljibe, Aguas Subterráneas, Captación de Agua Niebla, Extracción Aguas Río y Aguas lluvia según las condiciones del lugar lo permitan.

E. Tecnología: En el mundo hay múltiples organizaciones abocadas a darle una solución a los mismos problemas, con muchos recursos y avances tecnológicos, este es el motivo por el cual la tecnología representa un riesgo dentro de este proyecto, para ello se propone minimizar por medio de la innovación constante de los 3 tipos de tecnologías que se deben manejar: Tecnología de captación, Tratamiento de las Aguas y Almacenamiento.

F. Características de la Competencia: La crisis hídrica que se arrastra hace algunos años en Chile ha generado una oportunidad para que se desarrolle un mercado en torno a ellas en este caso el surgimiento y consolidación de los camiones aljibes que buscan proveer de suministro a las personas que no pueden hacerlo de la manera corriente. Los contratos generados con estas empresas son a largo plazo (5 a 10 años) por lo que entrar a competir es bastante complicado. El control que se tiene sobre este riesgo es solo la referencia y se propone aceptar y mejorar los aspectos competitivos de la empresa.

G. Aspectos legales: En Chile existen normativas estrictas en torno al agua y al uso de esta como lo son: Normativa del agua NCh 401, Derechos de agua, Criterios de la DOH. La posibilidad de ocurrencia es alta y el control es nulo, únicamente se propone estudiar las normativas vigentes para no tener ningún inconveniente de esta índole.

H. Recepción de la comunidad: compuesto por los siguientes factores: Resistencia al cambio, Desconocimiento de Uso, Percibir que no atiende a sus necesidades, Alta expectativas, Mal mantenimiento. Sobre este aspecto se posee un grado de influencia por eso es que la estrategia a seguir es minimizar el riesgo, por medio de correctos

estudios a las comunidades y posteriores capacitaciones además de incluir sus necesidades específicas dentro de cada diseño

3.2.4.2 Análisis PESTEL

Político:

Por un lado, el financiamiento de proyecto tiene como elemento importante del financiamiento fondos concursables de diferentes entidades como CORFO, Gobierno Regional y Municipalidad de Cauquenes la aprobación de dichos fondos o la apertura de programas de financiamiento para proyectos de esta índole varía según las autoridades de turno. Este punto es sumamente delicado en cuanto a la realización o no del proyecto.

Las donaciones que se realizan por las empresas están motivadas principalmente porque se impulsa a través de la Ley N° 19.8852 de 2003, Ley de Donaciones Sociales, establece el beneficio de poder rebajar como un crédito tributario una determinada parte de los montos efectivamente donados, a instituciones que prestan servicios directos a personas de escasos recursos o discapacitadas, o al Fondo Mixto de Apoyo Social.

Por otro lado, las condiciones actuales están normadas por agentes políticos, los contratos con los camiones aljibes, los posibles programas de agua potable rural (APR) que se pueden gestionar en la comuna nacen desde la municipalidad por ende depende de quien sea el alcalde las decisiones que tome con respecto a diferentes temas.

Chile a partir de Octubre del 2019 entró en una Crisis, social y política, antes nuestro país se caracterizaba por la estabilidad, pese a elegir representantes de diferentes ideologías políticas, la dirección de sus decisiones era similar, solucionar los necesidades sociales por medio del crecimiento económico sostenido, para ello se utilizaron estrategias de privatización, tratados de libre comercio, alianzas con diferentes países del cono sur, entre otros. Hoy el escenario es de incertidumbre, la ciudadanía está exigiendo a la clase política replantearse la forma de hacer las cosas, como resultado definir los factores políticos que afectan al proyecto se vuelve complicado ya que se conoce la posibilidad que tienen de cambio en el corto plazo. Claro está que cualquiera sea el camino decidido por Chile, la

realización de este y otros proyectos similares tendrá impactos estructurales, pudiendo incluso no realizarse o mejor aún no necesitarse más.

Económico:

Análisis hecho en Base a los datos publicados el 16 de abril 2020 por el banco mundial, Chile ha sido una de las economías latinoamericanas que más rápido creció en las últimas décadas, debido a un marco económico sólido, que le ha permitido amortiguar los efectos de un contexto internacional volátil y reducir la pobreza. Sin embargo, más del 30% de la población es económicamente vulnerable y la desigualdad de ingresos sigue siendo elevada.

En un contexto de revuelta social, el crecimiento del PIB se redujo de 3,9% en 2018 a 1,1% en 2019. Las disrupciones en la actividad económica ocasionaron un repunte del desempleo, que pasó de 7,1% en diciembre de 2018 a 7,4% en diciembre de 2019. La protesta social dio lugar a un cambio en la composición del gasto público, menos dedicado a la promoción de la inversión y más al aumento del gasto social. Asimismo, llevó al gobierno a convocar a un referéndum constitucional, que tuvo lugar el 25 de Octubre 2020 en donde los y las chilenas decidieron aprobar el inicio de un periodo de elaboración de una nueva constitución, una vez lista puede ser aprobada, derogando la anterior, o rechazada, para continuar con la constitución que rige hasta hoy.

El déficit en cuenta corriente aumentó de 3,6% del PIB en 2018 a 3,9% en 2019, siendo la caída de las exportaciones compensada ampliamente por la disminución de las importaciones, generada por una demanda interna en retroceso. A medida que disminuía la inversión extranjera, el déficit externo era financiado por deuda externa privada y pública, que acusó un incremento, de 62% del PIB en 2018 a 70% en 2019. Durante ese período, las reservas internacionales aumentaron ligeramente, de USD39,8 a USD40,7 mil millones, pese a las intervenciones del Banco Central para evitar una mayor depreciación monetaria.

El déficit fiscal aumentó de 1,5% del PIB en 2018 a 2,7% en 2019, debido al gasto adicional en respuesta al descontento popular y a la desaceleración de la economía, los

menores ingresos tributarios y la caída de las exportaciones de cobre. El déficit fue financiado en parte con medidas de contención fiscal, pero la deuda pública aumentó de 26% a 28%, en su mayor parte deuda interna.

La protesta social reflejó una frustración ampliamente difundida de la población ante la elevada y persistente desigualdad de oportunidades, que se mantuvo a pesar de las importantes mejoras en los resultados sociales. Entre 2006 y 2017, Chile había reducido la pobreza (ingresos de menos de USD5,5 al día), de 19,6% a 3,7% y el porcentaje de población vulnerable (ingresos entre USD5,5 y USD13 al día) se había reducido de 43,9% a 30,1%. No obstante, la desigualdad de ingresos medida según el coeficiente de Gini, se mantuvo en cerca de 0,44 en 2017, ubicándose entre las más altas de la región. La clase media en expansión percibe una alta desigualdad de oportunidades, debido a la segmentación de la oferta de servicios de educación y atención de salud y la segregación de los mercados laborales. Los trabajadores con contratos a plazo fijo tienen menor seguridad laboral y tradicionalmente no han tenido derecho a pagos de indemnización o seguro de desempleo, aunque algunas de estas carencias han sido atendidas por las medidas económicas adoptadas para mitigar los efectos del COVID-19 en los sectores vulnerables.

El balance de riesgos se inclina a la baja debido a la incertidumbre en torno al impacto del COVID-19 y a la inestabilidad del contexto político interno. Chile está expuesto a precios del cobre menores a lo previsto y a una menor demanda de exportaciones que se extiende en el tiempo a consecuencia de la pandemia. Adicionalmente, la prórroga de las medidas de contención probablemente impactará en la actividad económica, a pesar del estímulo fiscal y monetario. De igual manera, la incertidumbre política en torno a la reforma constitucional podría debilitar la confianza del sector privado, frenando la recuperación.

Socioculturales:

Según las proyecciones realizadas por el INE para el año 2030, utilizando el 2018 como año base, se estima que la población total del país aumentará a un ritmo de 0,6% anual, esto considerando que la población que inmigra es mayor que la que emigra, pero no teniendo

en cuanto grandes procesos migratorios por alguna situación en específico. Se espera que la población rural en diez años más disminuya 0.8% lo cual genera que la población objetivo disminuya.

Cuando se realizan proyectos de esta índole el comportamiento de la comunidad es fundamental, en el caso de Lagunillas, son personas mayormente ligada a la agricultura, la mayoría de ellos solo completó la educación básica, su principal centro de organización es la junta de vecinos a través de esta es que coordinan todos los aspectos con la Fundación ISF.

En cuanto a las transformaciones que está viviendo el país cada vez los consumidores se preocupan más por el actuar que tienen las empresas en donde compran es por eso que muchas están haciendo grandes inversiones en proyectos como este para aumentar su gasto en responsabilidad social y mejorar la imagen que tienen de ellas. Por último, a nivel global la humanidad está trabajando por erradicar los problemas de acceso al agua potable lo cual genera gran interés en proyectos como este, que proponen sistemas para abastecer a la población y mantener el agua en condiciones aceptables para el consumo doméstico.

Finalmente, en Chile existen derechos de agua en torno a los Ríos, los cuales son vendidos para la explotación de esta ya sea para uso industrial o el fin que la entidad compradora desee. Existen también empresas privadas encargadas de proveer el agua a la población, todas estas prácticas se encuentran reguladas por medio de leyes, hoy la carta magna, la constitución, está en proceso de definición, lo que genera un escenario de incertidumbre con respecto a la regulación futura que se pueda implementar en el país respecto al uso del recurso hídrico.

Tecnológico:

Como se puede apreciar al momento de investigar las opciones que se habían usado anteriormente por otros países o localidad existe una amplia gama de opciones en cuanto a soluciones hídricas, desde las más rudimentarias hasta las más elaboradas, pero todas están desarrolladas para lugares con características definidas, por ende, son replicables en sus zonas de orígenes, pero no a lugares con diferente clima, suelo etc.

Las personas que habitan la comunidad no tienen acceso adquirir tecnología de punta, pero si las empresas que realizan los donativos pueden elegir alternativas más atractivas, tecnológicamente hablando, es importante entender que el proyecto es llamativo hoy, pero debe existir una actualización constante del producto.

Legal:

- **Norma Chilena Oficial (NCh409/1. Of2005)** Titulada “Calidad y muestreo del agua”, establece los requisitos de calidad que debe cumplir el agua potable en todo el territorio nacional, proveniente de cualquier servicio de abastecimiento.

Los parámetros para definir los requisitos de calidad se han agrupado en: Parámetros microbiológicos y de turbiedad, elementos o sustancias químicas de importancia para la salud, elementos radiactivos, parámetros relativos a las características organolépticas y parámetros de desinfección.

- **Derechos de Agua** Establecidos y definidos en el DFL N°1122 con fecha 13 de agosto de 1981. Son un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe el Código de Aguas. Se expresan en volumen por unidad de tiempo y se clasifican como consuntivos, no consuntivos, de ejercicio permanente o eventual, continuo, discontinuo o alternado entre varias personas.

- **Criterios de la DOH** El *Manual de proyectos de agua potable rural* de la DOH es una guía para el diseño y contenido de proyectos de sistemas de agua potable rural. En él se indican todos los aspectos técnicos para el diseño y construcción de un proyecto de este tipo, tales como los criterios de selección de comunidades, bases de cálculo, conducción, sistema de tratamiento, regulación y almacenamiento, distribución, aspectos económicos, estudios que se deben realizar, etc.

- **Certificación de los productos** La mayoría de las empresas que ofrecen productos relacionados con el tratamiento, recolección o mantenimiento de agua están certificadas bajo las normas ISO 9001, sumado a ello se recomienda

escoger las que cuenten con la certificación IDEM entregado por la Universidad de Chile.

- **Ley de Donaciones:** Por la vía de diversas leyes, se ha favorecido a ciertas instituciones que son susceptibles de recibir donaciones con franquicias tributarias. En estos casos, se dan una serie de requisitos, no sólo para donante y donatario, sino además para el objeto de la donación. Una de las franquicias que contemplan estas leyes, es la exención del impuesto del que da cuenta la Ley N° 16.271 y la liberación del trámite de la insinuación. Pero desde el punto de vista del donante, la franquicia tributaria más importante la constituye la posibilidad que para efectos de la Ley de la Renta, pueda descontar, ya sea como gasto o como crédito contra el impuesto, parte o el monto total de la donación.

- **Inscripción al registro donatario:** El registro de donatarios es un directorio de instituciones que han sido previamente aprobadas por el Ministerio de Desarrollo Social y por un Consejo, cuya misión es trabajar a favor de personas vulnerables. Solo las instituciones pertenecientes a este registro pueden presentar iniciativas al Banco de Proyectos para obtener donaciones acogidas a la Ley sobre Donaciones Sociales. La fundación Ingeniería sin Fronteras cuenta con este registro.

3.2.5 Análisis de financiamiento

3.2.5.1 Fondos de financiamiento

Desde el **gobierno regional** del maule existen oportunidades para financiar proyectos:

- Fondo Regional de Iniciativa Local (FRIL)
- Fomento Productivo
- FIC

Fondo Regional de Iniciativa Local (FRIL)

El objetivo del programa es financiar proyectos de infraestructura en su etapa de Ejecución, que mejoren la calidad de vida de la población de la Región del Maule y que permitan mejorar las condiciones sociales de los habitantes de cada comuna. El **costo total de las iniciativas no podrá ser menor a 1.000 Unidades Tributarias Mensuales ni**

superior a las 2.000 Unidades Tributarias Mensuales, valorizadas al 31 de enero del año presupuestario en curso.

CONVOCATORIA La convocatoria FRIL para el proceso año vigente involucra lo siguiente:

- Se podrán ingresar dos iniciativas por mes y la prioridad de revisión será por orden de ingreso.

- Excepcionalmente los Municipios de las 4 Comunas declaradas “Rezagadas” en la Región (Cauquenes, Chanco, Pelluhue, Empedrado). Podrán ingresar adicionalmente, dos iniciativas que formen parte de la cartera vigente del Programa de Gestión Territorial para Zonas Rezagadas.

- Los municipios podrán ingresar sus proyectos a contar del 20 de marzo del 2020 hasta el 30 de junio del 2020.

- El plazo de respuesta a las observaciones realizadas, será de 15 días hábiles a contar de la fecha de envío, vía correo electrónico, del Acta de Evaluación por parte del profesional de la Unidad de Evaluación de Proyectos de Infraestructura y Activos no Financieros, a cargo de la Evaluación del Proyecto.

- El plazo final para la recomendación favorable será el 28 de diciembre de 2020.

ÁREAS DE TRABAJO

Este fondo financia proyectos que apunten a mejorar la infraestructura comunal en las áreas de trabajo que se describen a continuación, ayudando, además, a la generación de empleo:

a) Urbanización Básica: Mejoramiento y/o ampliación de redes de agua potable, alcantarillado sanitario, uniones domiciliarias, alcantarillado pluvial, iluminación pública, electrificación pública, telefonía y conectividad, entre otros.

b) Vialidad: Relacionado con la red vial, para lo cual se financian proyectos de pavimentación, reparación, mejoramientos, etc., de calzadas, pasajes, veredas, obras de arte,

construcción de pasarelas, demarcaciones, señalización y equipamiento complementario a la vialidad.

c) **Habilitación de Espacios Públicos:** Permite habilitar espacios públicos que sean de uso cotidiano de la población y que signifiquen una mejora de su entorno, financiando iniciativas como construcción y/o reposición de áreas verdes, contemplando en ellas mobiliario urbano (bancas, basureros, jardineras, juegos infantiles, etc.), refugios peatonales, piletas, iluminación pública, etc.

d) **Construcciones Comunitarias:** Esta área tiene como objetivo habilitar espacios que permitan el desarrollo de actividades de encuentro y sociabilidad a nivel local, para lo cual se financian proyectos de construcción, ampliación, reparación, etc. de: Sedes sociales, salones multiusos, centros culturales, multicanchas, cubiertas de multicanchas, recintos deportivos, etc.

e) **Construcciones de Servicios Públicos:** Esta área permite construir, habilitar, mejorar, ampliar, etc. edificios públicos, tales como: Escuelas, postas de salud, juzgados de policías, municipalidades, etc.

Cada iniciativa de inversión podrá destinar hasta un monto equivalente al 20% del costo total de las Obras Civiles para incorporar el ítem Equipamiento y/o Equipos, considerándolos en el presupuesto (según como se indica en el anexo N° 4) y adjuntando al menos una cotización de las unidades involucradas en los ítems.

Obras Civiles: Corresponde a las construcciones de edificios o de infraestructura en general, tales como sedes sociales, escuelas, plazas, obras viales, etc.

Equipos: Corresponde a maquinarias y/o equipos necesarios para el funcionamiento del inmueble, tales como cocinas, refrigeradores, microondas, generadores, paneles solares, aire acondicionado, etc. (en general todo lo conectado a la red eléctrica).

Equipamiento: Corresponde aquellos bienes que permiten la implementación del inmueble tales como, sillas, mesas, escritorios, estantes, muebles, escaños, máquinas de ejercicios y/o juegos, etc.

Aquellas iniciativas que por su complejidad, requieran de la incorporación del ítem CONSULTORÍAS para la contratación exclusiva de ASESORÍA A LA INSPECCIÓN DE OBRAS y con ello asegurar la calidad de la inversión, podrán considerar hasta un 5% del Costo Total de las Obras Civiles, adjuntando los Términos Técnicos de Referencia de la asesoría y la programación de pago que avale la solicitud.

Fomento Productivo

Orientado a organizaciones que requieren cambiar sus activos fijos, maquinarias o realizar capacitaciones, con esto se espera que puedan generar mayor cantidad de empleos y aumentar la capacidad productiva que tienen en la fábrica

El Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC)

El Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) es una asignación anual de recursos que recibe el Gobierno Regional para potenciar el desarrollo económico de la región, mediante la ejecución de proyectos de investigación que generan conocimiento aplicable a los sectores productivos, aumentando así las oportunidades de desarrollo y calidad de vida de las personas.

El FIC nació en el año 2006, al alero de los ingresos percibidos por el royalty a la minería, constituyéndose en una importante herramienta de financiamiento público para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país. En 2008, un 25% de estos recursos, comenzó a ser distribuido en regiones para promover la competitividad de los distintos sectores productivos e impulsar procesos de cambio, con foco en las demandas de cada territorio.

El FIC Regional (FIC-R) es ejecutado por el Gobierno Regional, mediante dos vías, la primera a través de agencias públicas especializadas (CORFO, Innova Chile, FIA, Conicyt, entre otras) que reciben recursos para desarrollar sus líneas de trabajo que se ajustan a requerimientos regionales; y la segunda, a través de un concurso público dirigido a Universidades y Centros de I+D.

A dicho concurso pueden postular las universidades estatales o reconocidas por el Estado que se encuentren acreditadas; instituciones incorporadas en los registros de centros para la realización de actividades de I+D establecidas en la Ley N° 20.241; y aquellas que cumplan con los requisitos exigidos en el Decreto N° 68, del 23 de febrero de 2009 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Los recursos del FIC-R de la Región de Coquimbo están alineados con la Estrategia Regional de Innovación, instrumento de planificación que fue elaborado en base a un diagnóstico de la oferta y la demanda de innovación regional.

El total de aporte del Gobierno Regional del Maule, a través del programa Fondo de Innovación para la competitividad año 2020, para cada proyecto no podrá ser mayor a M\$ 200.000

La postulación a estos fondos se abre en Julio de cada año

Consideraciones: está dirigido a universidades y centros de I+D

Fondos Concursables por parte del **Gobierno central**

- FPA 2021 Iniciativas Corporaciones y fundaciones Medio Ambiente
- Fondo para Organizaciones de usuarios de aguas COMISION NACIONAL DE RIEGO CNR 2020

FPA 2021 Iniciativas Sustentables Corporaciones y Fundaciones

El objetivo del concurso Iniciativas Sustentables Fundaciones y Corporaciones busca financiar iniciativas demostrativas que contribuyan a mejorar la calidad ambiental del territorio, sensibilizando a la ciudadana a través de la valoración del entorno y la Educación Ambiental.

Tipo de Postulante

Organizaciones

Sólo podrán participar personas jurídicas de derecho privado, sin fines de lucro, correspondientes a Fundaciones o Corporaciones (Entidades regidas por el Título XXXIII

del Libro I del Código Civil; Decreto N° 110, de 1979, del Ministerio de Justicia; Ley 20.500; Decreto Supremo N° 84, de 2013, del Ministerio de Justicia) en Alianza con una organización territorial o funcional de base.

Tipo de Financiamiento

Monto Fijo de \$4.000.000 ó \$6.000.000

El Concurso contempla los siguientes Ítems Presupuestarios:

Gastos de Personal

Gastos de Inversión

Gastos de Operación

En las Bases y el Manual de Funcionamiento, podrán encontrar los % de topes presupuestarios, tipos de gastos y las restricciones respectivas.

Fondo para Organizaciones de usuarios de aguas COMISION NACIONAL DE RIEGO CNR 2020

El Fondo Concursable para las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA), tiene como fin transferir recursos para financiar proyectos formulados por y para las organizaciones, con énfasis en aquellas compuestas, mayoritariamente, por pequeños productores, para que fortalezcan su capacidad de gestión

Postulación abr-jun

Los proyectos podrán ser presentados bajo la modalidad de postulación electrónica o física en las fechas indicadas en el punto 2.2 de las bases.

Postulación electrónica. Los antecedentes deberán ser ingresadas en Plataforma Portal Único de Fondos Concursables del Estado de Chile fondos.gob.cl.

Postulación física. Los antecedentes deberán ser ingresados en oficina de partes de la CNR ubicada en Alameda Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Torre 1, 4° piso, Santiago en un sobre cerrado, con carta conductora a nombre del Secretario Ejecutivo de la CNR.

Indicando en el exterior del sobre en forma destacada “Postulación al Fondo Concursable para Organizaciones de Usuarios de Aguas”.

Tipo de postulante

Podrán participar las organizaciones de usuarios de aguas constituidas, tales como Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas, Comunidades de Aguas (superficiales y subterráneas) y Comunidades de Drenaje definidas en el Código de Aguas. Se entenderá como constituidas a las organizaciones registradas en el catastro público de aguas de la Dirección General de Aguas.

Tipo de Financiamiento

Hasta \$5.000.000

Líneas de Financiamiento

Los recursos del Fondo deberán estar destinados al financiamiento de proyectos que se ajusten al objetivo general y objetivos específicos de este concurso.

Cada proyecto podrá contener categorías de gastos relacionadas a contratación de asesorías, adquisición de activos y/o capacitación.

Los proyectos pueden contener uno o más de las siguientes categorías: Contratación de asesorías y Adquisición de activos no financieros para las organizaciones de usuarios de aguas.

Los recursos del Fondo deberán estar destinados al financiamiento de proyectos que se ajusten al objetivo general y objetivos específicos de este concurso.

En caso de aportes de la organización o terceros, este monto no se considera como parte del costo total del proyecto y no debe ser superior al 20% del costo del proyecto.

Desde **CORFO:**

- Innova Región
- Consolida & Expande Innovación Reactivación Sostenible

Innova Región

Apoyamos el desarrollo de nuevos o mejorados productos, procesos y/o servicios, a partir de prototipos de baja resolución hasta su validación comercial, que aporten a la economía regional.

COFINANCIAMIENTO: Hasta \$40.000.000.

BENEFICIARIO

Personas jurídicas constituidas en Chile y Personas naturales, mayores de 18 años, cuenten con iniciación de actividades en un giro empresarial de primera categoría del impuesto a la renta.

FINANCIAMIENTO

Subsidio Hasta \$40.000.000

Etapas 1 “Desarrollo”: \$25.000.000

Etapas 2 “Validación”: \$15.000.000

Porcentaje de cofinanciamiento según tamaño de empresa: hasta 40% Grandes Empresas, 60% Empresas Medianas y 70% MyPe.

Períodos postulación: MAR-ABRIL

Evaluación ABRIL-MAY

Resultados JUN

Consolida & Expande Innovación Reactivación Sostenible

Apoya el escalamiento nacional e internacional, a nivel comercial y/o industrial, y la validación y empaquetamiento en los mercados de destino, de un Producto Tecnológico Comercializable, las cuales esperan generar impactos sociales y/o medioambientales positivos, ya sea a partir de su diseño, proceso productivo, aplicación, uso o consumo.

BENEFICIARIO

Personas jurídicas constituidas en Chile y Personas naturales, mayores de 18 años, cuenten con iniciación de actividades en un giro empresarial de primera categoría del impuesto a la renta.

FINANCIAMIENTO

Subsidio máximo total de hasta \$40.000.000

Porcentaje de cofinanciamiento según tamaño de empresa: hasta 30% Grandes Empresas, 40% Empresas Medianas y 50% MyPe.

Períodos postulación: SEP- NOV

Evaluación NOV-ENE

Resultados ENE

Para financiar el sistema Tohá

Bono de producción agrícola familiar

Objetivo

Contribuir a mantener y mejorar la actividad agropecuaria por cuenta propia de aquellos pequeños productores que se encuentran en una condición de mayor vulnerabilidad, haciéndoles disponible un soporte de recursos financieros no reembolsables destinados a financiar sus insumos y otros bienes necesarios para el desarrollo de esta actividad, y

Contribuir al desarrollo de iniciativas comunitarias en el ámbito productivo y/o ambiental, haciendo disponibles recursos financieros no reembolsables para complementar acciones que ya están en curso, o bien apoyando el desarrollo de nuevas iniciativas de grupos preexistentes.

Descripción

El Bono de Producción Agrícola Familiar corresponde a un subsidio cuya asignación se realiza a través de un concurso de carácter regional y dentro de comunas priorizadas (78 en total), en las regiones VII, VIII, IX y X. Las comunas y regiones se priorizan cada año de acuerdo a indicadores y recursos disponibles. Para el año 2002 se dio prioridad a las regiones

VIII, IX y X. La priorización de las comunas es realizada por una Mesa de Trabajo Regional constituida por el gobierno regional, director de la región de INDAP, Sernam, Fosis, Prorrural, más representantes de organizaciones campesinas.

Monto del subsidio:

Postulaciones individuales: podrán acceder a un monto de hasta \$100.000 por familia por año.

Postulaciones comunitarias: podrán acceder a un monto de hasta \$120.000 por familia por año para cada uno de los integrantes (10 como mínimo), de los cuales \$ 100.000 son para uso individual y los \$20.000 restantes son para financiar la actividad comunitaria.

Destino del subsidio:

De uso individual (tanto para postulaciones individuales como grupales) podrá ser destinado a insumos, materiales, herramientas, equipos, animales y otros bienes destinados a la producción agropecuaria o al mejoramiento ambiental a nivel de la explotación.

De uso comunitario (solo para postulaciones grupales), podrá ser destinado a la contratación de servicios y/o a la adquisición de insumos, materiales, herramientas y otros bienes necesarios para el desarrollo de iniciativas, productivas o ambientales, de naturaleza comunitaria.

Beneficiarios

La selección de los beneficiarios se hace en forma automática vía computación), sobre la base de seis criterios: nivel de pobreza medido a través de la Ficha CAS-2); postulantes que son mujeres jefas de hogar; tiempo de dedicación a la actividad agrícola por cuenta propia; edad del postulante; apoyo de alguna institución en el buen uso de los dineros del bono y postulantes que solicitan grupalmente.

Requisitos

Ser pequeño productor agrícola (de acuerdo a la normativa del INDAP).

Tener Ficha CAS-2 vigente en su Municipalidad (con puntaje igual o inferior a 480 puntos).

Residir en alguna de las comunas seleccionadas.

No tener créditos con el INDAP por un monto superior a los \$100.000 en el presente año calendario.

No estar suspendido de los servicios del INDAP.

No haber recibido en el presente año subsidios del Programa de Modernización Agrícola y Ganadera ni del Programa Orígenes, y

No haber sido beneficiado, el postulante ni otro miembro de su familia, con el Bono de Producción Agrícola Familiar en el año anterior.

Fecha y lugar de postulación

Los postulantes deberán acercarse a la Oficina de Área respectiva y llenar una Ficha de Postulación (y/o) entregando además un Certificado de Ficha CAS-2 vigente y una fotocopia de su Cédula Nacional de Identidad.

El llamado público de INDAP a postular se realiza durante el primer semestre de cada año y las postulaciones se hacen en Oficinas de Área de las comunas involucradas en el concurso

3.2.5.2 Empresas privadas Candidatas para Financiar el Proyecto

Nuevo sur, es la cuarta empresa sanitaria del país, que atiende a los clientes localizados en la Séptima región del país, lo que representa un 4,98% de todos los clientes del país. Se encargan de la captación, decantación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución del agua potable en la región del maule.

Anualmente abren la convocatoria a fondos concursables, los cuales tienen como foco financiar proyectos que tengan impacto comunitario y que ayuden a generar valor compartido entre la empresa y la comunidad, esta actividad se viene repitiendo de manera ininterrumpida desde el año 2015, se realiza por medio de una alianza con la fundación trascender quienes

son los encargados de presentar los proyectos a la empresa los cuales pueden ser presentados por personas naturales, juntas de vecinos o fundaciones a fines.

CMPC, cuenta con una amplia gama de proyectos a los cuales apoya, desde una fundación enfocada únicamente al área de educación, fomento productivo etc. Específicamente cuentan con un área enfocada en financiar proyectos en torno al agua potable de diferentes comunidades.

Los fondos concursables son gestionados a través de la Forestal Mininco, la cual, ha implementado un programa de proyectos de agua para sus vecinos, apoyando a comunidades locales con problemas de abastecimiento de agua. Este consiste en el acompañamiento técnico en diseño y gestión de proyectos para su posterior presentación a concursos de financiamiento público de mejoramiento, distribución y acceso al agua para uso doméstico y productivo. Para ello se establecen alianzas entre las comunidades y los gobiernos locales, lo que se ha traducido en acortar los plazos en que estos proyectos son aprobados por el gobierno central.

Con una trayectoria de tres años, este programa ha beneficiado en ese período a casi 5 mil personas con proyectos de agua para consumo humano y para riego de la agricultura familiar campesina. Sumado a lo anterior, existen en predios de Forestal Mininco al año 2015, 309 captaciones de agua dulce, las que reciben un tratamiento de protección y manejo como Área de Alto Valor de Conservación (AAVC) debido a que estas captaciones de agua benefician a más de cien mil personas entre las regiones Del Maule, Bio-Bio y La Araucanía.

El año 2019, En la cuarta versión de los Fondos Concursables, se repartieron \$250 millones entre iniciativas innovadoras de las regiones del Maule, del Biobío y de La Araucanía, buscando fomentar el desarrollo sostenible las comunidades rurales y urbanas. El periodo de postulación para el Fondo CMPC, comenzó el 14 de junio, y terminó el 19 de julio del 2019. Cada proyecto tubo la opción de optar a un financiamiento máximo de \$1.000.000.

Fundación copec uc

La Fundación COPEC-UC, es una alianza estratégica entre Empresas COPEC y la Pontificia Universidad Católica de Chile, creada el 2002 para fomentar el desarrollo científico y tecnológico en el país. Cada año abren convocatorias a sus fondos concursables

Su misión es promover la investigación y el desarrollo de soluciones, que den respuesta a problemas relevantes para la sociedad.

CONCURSO REGULAR I+D PARA INNOVAR

Los proyectos postulados deben ser innovadores y resolver algún problema relevante en el ámbito de los recursos naturales.

El Concurso Regular otorgará 4.000 UF, en un plazo de dos años, además de asesorías en gestión comercial y acompañamiento de expertos durante todo el proceso.

El plazo de postulación es hasta el 27 de julio y para poder participar del concurso se debe completar un breve perfil del proyecto disponible en la web www.fcuc.cl. Se puede presentar más de un perfil de proyecto por institución.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Podrán postular a este concurso todas las empresas, universidades, centros de investigación y personas naturales, que posean domicilio en territorio nacional.

¿En qué se benefician las empresas?

La ley N° 19.885 establece los beneficios tributarios a los que pueden acceder algunas empresas tras donar recursos a diversas organizaciones sin fines de lucro. Dependiendo de la institución receptora de la donación, los beneficios variarán. La Fundación Ingeniería es una organización privada, sin fines de lucro, que presta servicios de Ingeniería a las personas para dar solución a los problemas cotidianos. Es así como la ley establece que ante donaciones a este tipo de organizaciones las empresas pueden obtener un crédito para el pago de impuesto a la renta por el 50% de la donación que realicen, siempre y cuando la donación no exceda

un 4,5% de la renta imponible. El otro 50% lo pueden descontar como gasto para producir la renta imponible.

Por la empresa CMPC, una de las posibles donadoras de este proyecto, registra utilidades el año 2019, según lo publicado por la SVS, de \$126 MUS\$. Sin embargo, esta empresa dona alrededor de \$4,5 a diferentes fondos. Dado esto es que la empresa puede reducir su utilidad para fines contables, desde \$126 a \$123,75 , dado que descuenta la mitad de su aporte a la fundación. En Chile las empresas deben pagar como impuesto el 22,5% de sus utilidades. Así esta empresa debe pagar al Estado \$27,84. No obstante la empresa cuenta con un crédito equivalente a la otra mitad de su donación : \$2,25. Con este crédito la empresa ya no pagará \$27,84 en impuestos, sino que \$25,6. Así las ganancias terminan siendo de \$100,4 v/s 97.65 sin la donación

Las empresas pueden obtener una mínima mayor ganancia al donar a una organización social sin fines de lucro, como IFS u otra entidad.

3.3 Evaluación Social del Proyecto

3.3.1 Metodología de Marco Lógico (MML)

- Paso1 Identificación de los grupos de actores que son afectados directa o indirectamente por la realización de este proyecto.

Comunidades Rurales Chilenas: En este caso particular, la comunidad de Lagunillas, la cual está compuesta de 65 familias que llevan años con problemas de abastecimiento de agua, en un principio el déficit no era tan problemático ya que las condiciones climáticas en épocas de invierno permitían generar agricultura de pequeña escala en la zona. Con el paso la situación se fue agudizando, grandes períodos de sequia inhabilitaron los pozos e hicieron que las actividades de cultivo fuesen insostenibles, la explotación de los suelos por grandes empresas y la reforestación con pinos no nativos de la zona acidificaron el suelo cambiando la composición química del mismo.

Las personas de esta comunidad no cuentan con la capacidad económica para autofinanciar una solución a su problema y al ser una localidad muy pequeña no son considerados prioridad para los órganos gubernamentales.

Este no es un caso aislado en nuestro país, es mas la localidad de Barriales ubicada a un par de kilómetros se encuentra en la misma situación, son personas que

dependen en gran parte de camiones cisterna, estos son financiados por la municipalidad por ello la cantidad de recurso que disponen no depende en absoluto de ellos mismos.

Municipio: Independiente de la región en donde se desarrolle el proyecto la municipalidad es un actor fundamental, puede tomar varios roles: puede financiar el proyecto, convirtiéndose en la propulsora del cambio en la localidad, puede actuar como espectadora en cuyo caso tendría los beneficios del desarrollo del proyecto en la comuna como por ejemplo el aumento de la producción agrícola, la mejora higiénica y salubre que significa otorgarle a la gente recurso hídrico de calidad, puede tomar el rol de financiador parcial o potenciador ayudando a conseguir diferentes elementos y permisos que se requieren a la hora de poner en marcha el proyecto. Finalmente sin importar el rol que cumpla percibirá los beneficios, por un lado, económicos ya que el costo de agua por litro es más barato que el costo actual y lo que se utilice de aguas lluvias bajará la demanda de agua por camión aljibe, que actualmente costean, social, según lo señala la ONU la presencia o falta de agua potable es un factor clave de movilidad social, desarrollo comunitarios, las personas podrán realizar labores que les permitan cubrir su consumo de alimentos y mejorarán la fertilidad de los terrenos en donde se encuentran.

Empresas Involucradas: Cuando una empresa decide donar a un proyecto sede parte de su patrimonio para la realización de este, posteriormente recibe dos tipos de beneficios.

Mejora en la imagen que proyecta a sus clientes, puede hacerlo de manera directa casi publicitaria poniendo su logo en las instalaciones que se hagan en cada hogar o puede darlas a conocer en su declaración de Responsabilidad Social, cualquiera sea el caso, los consumidores de hoy valoran a las empresas que realizan este tipo de acciones prefiriéndolas por sobre las otras que no lo hacen.

Beneficio tributario por acogerse a la ley de donaciones, por medio de la cual las empresas reducen la cantidad de impuestos que deben pagar, el fin de esta ley es motivar a las organizaciones a financiar proyectos o iniciativas que vayan en ayuda de la comunidad.

Fundación Ingeniería sin Fronteras se ve impactada ya que se comprometió con las personas a poner sus servicios para la diseñar e implementar la solución de la necesidad que tienen hoy en Lagunillas, percibe beneficios por medio generación tecnología, lo cual está dentro de los propósitos de su existencia, finalmente y no menos importante a medida que dan vida a nuevos proyectos, ganan fondos, llegan a más personas, les permite darse a conocer y hacer de su labor un trabajo conocido por diferentes actores de la sociedad.

Empresas de Camiones Aljibes: Uno de los mercados que más ha crecido en los últimos años es el que da solución a los problemas hídricos. En la zona se han cerrado múltiples contratos con empresas de este tipo a muchos años, generando para ellos utilidades millonarias en el largo plazo, con la instalación de un proyecto como este la demanda disminuiría por lo tanto sus ingresos también.

Desde diferentes Gobiernos, Estados y Naciones se ha declarado públicamente como un desafío del 2030 mejorar y otorgar a las personas acceso al agua potable ya que se considera un derecho básico del y la ciudadana la realización de un proyecto como esta mejora la situación país con respecto a este indicador y nos hace crecer a todos y todas como sociedad mejorando la calidad de los chilenos y las chilenas en su diario vivir.

- Paso 2 Árbol de problemas

Raíces (Causa) Esta problemática es multidimensional por ende existen causas diversas que han generado la condición actual en la que se encuentra la comunidad en cuestión.

Derechos de Agua: las principales fuentes naturales del recurso, ríos, tiene sus derechos vendidos principalmente a las viñas de la región por lo que esta no se puede extraer para ser tratada y consumida por las personas.

Políticas públicas: Existe una deficiencia nacional en torno a la escasez hídrica, la legislación apunta a cubrir los intereses económicos generando un desmedro en la situación cotidiana de las personas, los diferentes programas y fondos apuntan a la realización de proyectos que representan soluciones costo eficientes pero no solucionan el problema de raíz.

Empresas del sector: La sobre explotación de los suelos, por parte de grandes organizaciones ha generado la desertificación de la zona, principalmente porque se utilizan pinos para la reforesta. El problema principal que se le atribuye a estas plantaciones es que no permiten la proliferación de la vegetación del suelo ya que se siembran tan juntos unos de otros que la luz no ingresa. Bajo el suelo existe un universo rico y diverso en el que habitan insectos, hongos y otros tantos microorganismos que conforman un ecosistema único e interacciones vitales para muchos procesos, como el reciclaje de nutrientes y la regulación del ciclo del agua. Con la Mono foresta la interacción de especies muere.

Las empresas escogen estas especies, pinos y eucaliptus, por su rápido desarrollo, lo que permite obtener manera prima en menor tiempo y porque el estado financia este tipo de plantación.

Recursos de los municipios: En Chile cada municipio maneja un presupuesto independiente según las fuentes de ingreso que tengan y si bien existe un fondo en donde municipalidades muy ricas dan excedentes a las que cuentan con menos recursos, no es suficiente, sumado a ello los municipios de región cuentan con un presupuesto menor que las comunas de Santiago, por ejemplo.

Esta situación genera que las condiciones de los locatarios se precaricen y que no existan fondos para la solución de los problemas cotidianos de la gente.

En cuanto a una mirada mas micro del problema existen causas que lo generan, como son: Los Pozos secos, no tienen un lugar correcto para almacenar el agua, la fuente principal de abastecimiento es el camión aljibe y no es suficiente para cubrir las necesidades de las personas y no hay fuentes disponibles a priori de las cuales obtener agua.

Tronco (Problema central): Las personas no tienen acceso al agua de manera segura y continua, el problema se puede dividir principalmente en dos ejes de trabajo, el abastecimiento y almacenamiento del agua.

Ramas (efectos) : Al igual que las causas el efecto que tiene la falta de acceso al agua en la vida de las personas es multidimensional.

La pobreza: Según un estudio realizado por la fundación Amulén en 2019, declara que las personas más pobres del mundo carecen de suministros de agua formales, porque no pueden darse el lujo de asumir el costo de financiarla. Pero en realidad los más pobres pagan más caro el litro de agua que aquellos que cuentan con un suministro potable por redes formales en sus hogares. Esto se debe a que, en gran medida, deben complementar su abastecimiento comprando bidones de agua y el valor por litro es de \$150 versus los \$0,36 que vale el litro del agua en tubería suministrada por una empresa sanitaria.

En Chile, según el mismo estudio citado anteriormente, las personas que no tienen abastecimiento de agua potable a través de tuberías relacionada con la pobreza multidimensional reportada en la CASEN 2015 existe una directa relación entre ambas variables. De las 347 comunas que tiene Chile, 194 (55,9%) de ellas cumplen con ambos criterios que son: mayor índice de pobreza multidimensional y una carencia mayor de agua que el promedio nacional

La falta de higiene y Riesgo de enfermedades: El saneamiento deficiente y el agua contaminada están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, la disentería, la hepatitis A y la fiebre tifoidea.

En fin, cada elemento genera que las personas tengan una mala calidad de vida en comparación al resto de ellos habitantes del país.

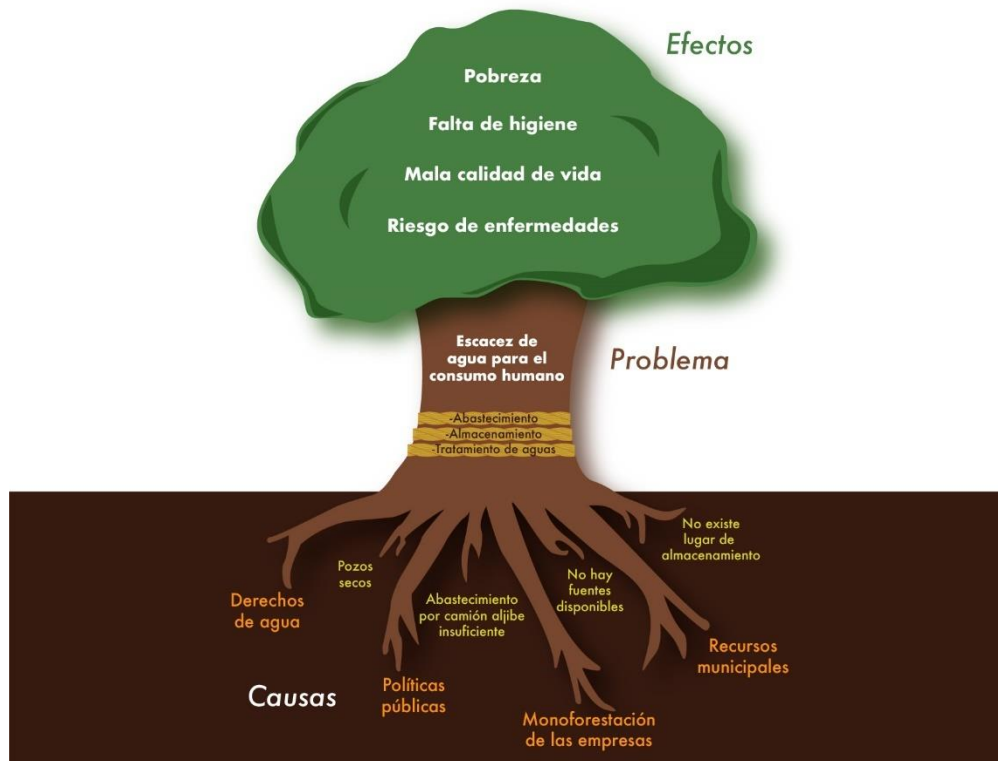


Figura 22: Árbol de Problemas

- Paso 3 Árbol de soluciones

Raíces (Causas -> Medios)

Fondos gubernamentales, se establecen desde el ejecutivo y permiten financiar proyectos de esta índole, existen en muchos formatos y con diferentes fines, los montos también son variables.

Políticas Públicas, que vayan en auxilio de las personas que más lo necesitan para poder entregar el recurso de manera adecuada

Empresas con Responsabilidad Social, desde las empresas como CMPC tienen dos caminos, en primer lugar, cambiar sus prácticas de mono forestación para pasar a la reconstrucción de la fauna y flora del lugar, esta opción es bastante compleja ya que atenta al modelo de negocios. En segundo lugar, pueden financiar

proyectos como este a por medio de los cuales el impacto que producen en las comunidades disminuye.

Los medios específicos son:

Proveer a la comunidad de elementos de mantención de agua que permitan a las personas conservarla en condiciones óptimas.

Hacer una investigación para encontrar nuevas fuentes de abastecimiento, según las condiciones del lugar.

Tronco (Problema -> Objetivo General)

Por un lado, a corto plazo, generar un sistema para el almacenamiento de agua potable, que pueda ser implementado en comunidades rurales de Chile que en este momento son abastecidas por medio de camiones aljibe, encontrar otras fuentes de abastecimiento, con el fin de proporcionar un suministro que sea seguro, higiénico y continuo. Por otro lado, diseñar y evaluar a largo plazo una red de agua potable capaz de distribuir este recurso a cada domicilio, de forma tal que el almacenamiento del agua deje de ser una preocupación para los usuarios.

Ramas (Efectos -> Fines)

Mejorar la calidad de vida de las personas, ya que al tener mayor acceso al agua los terrenos que habitan podrán utilizarlos para la agricultura doméstica, sumado a ello, con la instalación de un sistema de reutilización de aguas grises y negras las propiedades del suelo mejoran.

Disminuyen las posibilidades de contraer alguna enfermedad por consumo de agua en mal estado.

Genera oportunidades de negocio en torno a la agricultura en pequeña escala.

- Paso 4 Análisis de Posibles Soluciones

DIMENSIÓN DEL PROBLEMA	ALTERNATIVA	CARACTERÍSTICAS	PARTICULARIDAD DEL CASO
ABASTECIMIENTO	CAPTACIÓN AGUAS NIEBLA	Altura: Entre 500 y 800 metros sobre el nivel del mar Distancia de la costa: Para mayor cantidad de niebla debe encontrarse cercano al mar Terreno: Para que el proyecto pueda abastecer el consumo de toda una comunidad se requiere de por lo menos 4 hectáreas.	Altura: la localidad cuenta con un cerro en el centro, sin embargo, su altura máxima es de 373 mts Distancia de la costa: 97 Km de la costa y separado por cerros lo cual dificulta la formación de niebla. Terreno: El lugar idóneo para la instalación sería el cerro que está en la comunidad, sin embargo, tiene una plantación de pinos lo que hace imposible la instalación de cualquier instrumento.
	CAPTACIÓN AGUAS LLUVIA	A mayor cantidad de metros en la superficie recolectora mayor es la eficiencia Las canaletas son el mejor método si es que se cuenta con poco espacio y se quiere hacer de manera domiciliaria	Las casas no cuentan con sistema de canaletas. Para un cálculo aproximado se asumen casas de 36m², en promedio en la zona caen 458 mm de precipitaciones anuales y se estima (según un cálculo estandarizado para la recolección) que la eficiencia es del 80%, esto dependerá de los materiales e inclinación de los techos. Se presume que la cantidad recolectada alcanzaría los 13.192 litros por vivienda.

			Sumada a la recolección del estanque captador que captaría 732 lt de manera anual
	EXTRACCIÓN DE AGUA DE LOS RÍOS	Derechos de agua Bombas para extraer el agua Maquinaria para el tratamiento de agua	Nos encontramos con que los derechos de agua del río se encuentran vendidos ya, por lo que no se puede extraer agua de ellos
ALMACENAMIENTO	ESTANQUE	Utilizan materiales robustos resistentes a la corrosión y a productos químicos	Estanque con visor de nivel de agua y con una élise interna para el movimiento del agua
USO EFICIENTE	AGUAS GRISES	La eliminación de sustancias contaminantes en las PTAS es realizada por etapas, las que comúnmente se denominan: a) tratamiento primario, b) tratamiento secundario, y c) tratamiento terciario. Cada etapa de tratamiento presenta un objetivo específico. El tratamiento primario se encarga de la eliminación de sólidos gruesos y de partículas sedimentables. Por su parte, el tratamiento secundario se encarga de la eliminación de compuestos solubles presentes en el agua servida, siendo	No existe información de la disposición de cañerías para las aguas grises. Por el momento sin saber dicha información, no se puede diseñar dicha solución. Es importante señalar que los baños ocupados por los habitantes son fosas sépticas, por lo tanto, las aguas grises que salen de la casa no se mezclan con las heces fecales de estos mismos.

		principalmente aplicada para la eliminación de la materia orgánica. Finalmente, el tratamiento terciario se ocupa también de la eliminación de compuestos solubles, pero busca la eliminación de sustancias particulares, siendo aplicado principalmente para la eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.	
--	--	---	--

Tabla 18: Análisis de Posibles Soluciones

- Paso 5 : Estructura Analítica

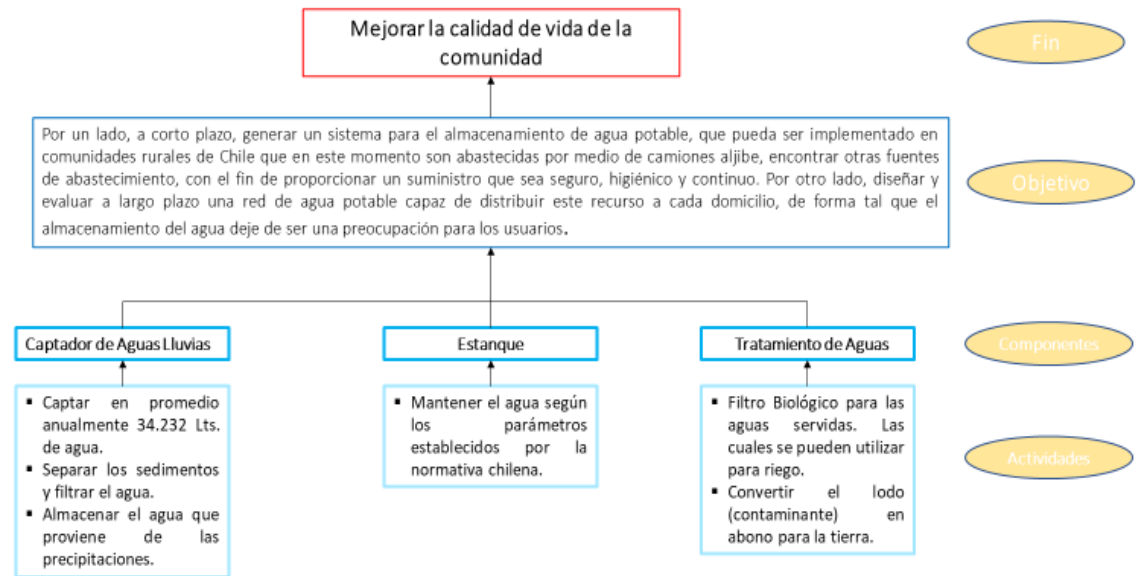


Figura 23: Estructura analítica MML, Elaboración propia

Paso 6 Matriz de Mando Lógico

	Resumen Narrativo de los Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Mejorar la calidad de vida de las personas	Mejora en las condiciones de vida	Encuesta de satisfacción aplicada por la fundación	Las condiciones climáticas se comportan según lo esperado
	Mejorar el acceso al agua	Aumento en los Lts disponibles		La condición base económica de las familias no varía
	Generar oportunidades económicas para la comunidad	Aumento de las posibilidades de negocios		
	Mejorar la calidad del terreno que habitan	Aumento en el cultivo doméstico		
Propósito	Generar un sistema para el almacenamiento de agua potable, que pueda ser implementado en comunidades rurales de Chile que en este momento son abastecidas por medio de camiones aljibe, encontrar otras fuentes de abastecimiento, con el fin de proporcionar un suministro que sea seguro, higiénico y continuo	Disminución de los Lts demandados al camión aljibe.	Consulta al municipio	
Componentes	1) Captador de Aguas Lluvias	\$ 130.585.715	Rendición del proyecto- Hitos -Facturas- Balances públicos de la fundación	
	2) Estanque	\$ 8.646.384		
	3) Tratamiento de Aguas	\$ 36.780.798		

Actividades	1.1 Captar en promedio anualmente 34.232 Lts. de agua.	\$ 45.835.465	Precipitaciones se comportan según lo esperado
	1.2 Separar los sedimentos y filtrar el agua.	\$ 14.950.000	
	1.3 Almacenar el agua que proviene de las precipitaciones.	\$ 69.800.250	
	2 Mantener el agua según los parámetros establecidos por la normativa chilena	\$ 8.646.384	
	3.1 Filtro Biológico para las aguas servidas. Las cuales se pueden utilizar para riego.	\$ 36.780.798	Las personas de la comunidad cuidan y alimentan a las lombrices
	3.2 Convertir el lodo (contaminante) en abono para la tierra.		

Tabla 19: Matriz de Mando Lógica MML

3.3.2 Retorno social de la inversión (SROI)

- Definición de los actores:
 - a) La comunidad: Como usuario final del sistema y también como protagonista al momento de la mantención e instalación del sistema en cada uno de los hogares.
 - b) Fundación: Desde la elección o contacto con la comunidad que sufre el dolor, diseño y estudio de la solución hasta ser la entidad que prestará los servicios de instalación y capacitación dentro de la comunidad.
 La fundación tiene un rol clave ya que es el nexo entre la solución tecnológica, el financiamiento y la puesta en marcha del proyecto.
 - c) Empresas: proveerán de los insumos, ya sean monetarios o en existencias, para la puesta en marcha del proyecto, viendo una disminución en su patrimonio, pero ganando en cuanto a imagen con los consumidores y haciéndose cargo de algún daño que le pudieran estar generando a la sociedad.

d) Municipios y gobernanza: Funciona también como fuente de financiamiento por medio de los diferentes programas y fondos concursables que año a año se publican. Como entidad reguladora en temáticas de agua, pero también se ven beneficiados ya que la realización de ese proyecto permitirá a un sector de la población salir de la deficiencia del recurso hídrico

- Cambios esperados

Comunidad

- ✓ Mejora en la calidad de vida de la comunidad
- ✓ Disminución de la demanda en litros de agua provenientes de camión aljibe
- ✓ Aumento en la cantidad de litros disponibles para el uso cotidiano de las familias
- ✓ Mejora en las condiciones de higiene y salubridad
- ✓ Aumento en la actividad agrícola a pequeña escala
- ✓ Mejora en la calidad del suelo

Fundación Ingeniería Sin Fronteras (ISF)

- ✓ Mejora en la imagen de la fundación
- ✓ Poseen tecnología nueva bajo su nombre

Empresas donadoras

- ✓ Mejora en la imagen que proyecta la empresa
- ✓ Baja en la carga tributaria

Municipios y gobernanza

- ✓ Diminución del gasto en contratos con Camiones cisterna
- ✓ Ahorro en programas de ayuda a subvención de riego
- ✓ Ahorro en salud pública

- Impacto económico

Actor	Mejora Esperada	Impacto Económico
Comunidad	Mejora en la calidad de vida de la comunidad	\$900.310 Precio actual de los litros ahorrados
	Disminución de la demanda en litros de agua provenientes de camión aljibe	
	Aumento en la cantidad de litros disponibles para el uso cotidiano de las familias	
	Mejora en las condiciones de higiene y salubridad	
	Aumento en la actividad agrícola a pequeña escala	En promedio la familia chilena gasta \$372.500 anual \$24.180.000
Fundación	Mejora en la imagen de la fundación	\$200.000.000 Nuevas donaciones
	Poseen tecnología nueva bajo su nombre	
Empresas	Mejora en la imagen que proyecta la empresa	
	Baja en la carga tributaria	\$ 130.000.000
Municipalidad y gobernanza	Diminución del gasto en contratos con Camiones cisterna	\$900.310
	Ahorro en programas de ayuda a subvención de riego	\$400.000 por familia Total de \$26.000.000
	Ahorro en salud pública	\$4.582.493 (*)

Tabla 20 Impacto Económico del proyecto, Elaboración propia

** Calculado en base al monto publicado por el Ministerio de salud por habitante del Maule.*

Según un estudio realizado por el Colegio del estado de Hidalgo, México, 2019 “Prevalencia de las enfermedades asociadas al consumo de agua”. El gasto en salud es un 8,3% más en promedio por habitante cuando las fuentes de agua no son confiables.

Las celdas con espacios en blanco son las cuales el impacto social no pudo ser monetizado con las herramientas que se manejan.

Total, de impactos materializados del proyecto: \$385.662.803 pesos Anuales
SROI: 1.923

Cada peso invertido en este proyecto tiene un impacto social del 92%

3.4 Modelo de Negocios

3.4.1 Análisis CANVA

Problema: Actualmente en la comunidad de Lagunillas existen grandes falencias en todo lo relativo al suministro y almacenamiento de agua potable. La comunidad recibe una dotación de agua que no es suficiente para llevar a cabo sus actividades básicas, además de que la frecuencia de este suministro (realizada por el camión aljibe) es muy aleatoria, dejándolos constantemente con la incertidumbre de si dispondrán de más agua dentro de los días venideros. Por otro lado, existe la problemática del almacenamiento del recurso una vez que el camión aljibe suministra el agua, ya que no cuentan con recipientes especializados en el correcto mantenimiento del agua potable para su posterior consumo, usualmente utilizan baldes o recipientes similares, incluso utilizando carretillas para transportar el agua, lo cual pone en duda la potabilización de ésta.

Cómo se resuelve actualmente: Actualmente no hay muchas soluciones al respecto. Frente a la escasez del recurso, lo que hacen es compartir agua entre casas, donde los usuarios que tienen un superávit entregan parte del recurso a aquellos que lo tienen deficiente. Por otro lado, para el almacenamiento de agua, la única solución es utilizar lo que tengan a su alcance y sea un recipiente en el cual vean la opción de mantener el agua.

Solución (Las 3 características principales):

- APR: Solución de carácter definitivo para el problema que presenta la comunidad, es una solución aplicada en lugares rurales.
- Sistema de captación agua lluvias
- Optimización del uso del agua (tratamiento de aguas servidas, sistemas eficientes de humedales)
- Sistema de almacenamiento, correcto manual de uso y compra de estanques para que el agua se mantenga en el estado correcto y ser consumida por las personas

Propuesta de Valor: Solución integral que contempla el problema de manera multidimensional, da respuesta a: el abastecimiento, encontrando nuevas fuentes que permitan desligarse del camión aljibe (agua lluvia), asegurando un almacenamiento seguro. finalmente entrega una propuesta de uso eficiente de agua entorno a la utilización de aguas grises. Finalmente empoderar a la comunidad por medio de la participación activa del cuidado y mantención de las soluciones, para que su funcionamiento sea el esperado, este proceso se llevará a cabo a por medio de una segmentación de la población para que todas las personas se sientan parte sin importar su condición.

Ventajas Competitivas: El desafío fue resuelto a partir de un equipo multidisciplinario (ingenieros civiles, químicos y comerciales), donde cada integrante posee habilidades que se diferencian del otro, lo que enriquece el trabajo grupal. Se cuenta con apoyo académico de diversas áreas del conocimiento para abordar de la mejor manera la resolución del desafío. El desafío se encuentra bajo la tutela de la Fundación sin fines de lucro Ingenieros Sin Fronteras, quienes disponen de redes de apoyo técnico, logístico y económico para resolver el problema.

Segmentos de Clientes: Los clientes, por un lado, son personas que habitan comunidades rurales, cuya fuente de abastecimiento sea el camión aljibe y que por diversos factores no cuente con un APR disponible. Por otro lado, tenemos el cliente que va a financiar la realización del proyecto, ya sea por la naturaleza de su existencia o por necesidad de beneficiarse apoyando iniciativas de esta índole.

Early Adopters: Personas cuyo abastecimiento actual se encuentra dado únicamente por camión aljibe o compra de bidones en el comercio.

Canales de Distribución y Comunicación: Publicaciones en el ámbito académico, recomendación de usuario a usuario y de cliente a cliente, además del apoyo otorgado por la fundación a través de redes sociales y páginas web

Métricas Claves: Precio por litro de agua, aumento familiar del consumo producto de mayor disponibilidad, mejora en los índices de calidad de agua

Estructura de Costos: Existe una serie de costos asociados: Costes de investigación y levantamiento de estudios, costes de materias primas especializada, Traslado

Flujos de Ingreso: aporte inicial de parte de privados y municipios participantes

3.4.2 Estructura del Entorno

3.4.2.1 Matriz de riesgo

ID	RIESGOS	Posibilidad de ocurrencia	Impacto sobre el sistema
a	Financiamiento del proyecto	4	5
b	Adaptabilidad del modelo	3	2
c	Captación de aguas lluvia	4	2
d	Dependencia de abastecimiento	5	5
e	Tecnología	2	5
f	Características de la competencia	5	2
g	Aspectos legales	5	5
h	Recepción de la comunidad	4	4

Tabla 21: Matriz de Riesgo

Como muestra la tabla se identificaron 8 riesgos que deben considerarse al momento de generar estrategias que permitan la sustentabilidad de este proyecto en el tiempo

a) Financiamiento del proyecto: la ocurrencia de este factor de riesgo es categorizada como posible, su impacto puede llevar a la inviabilidad del proyecto y la gobernabilidad es de influencia relativa, para poder hacerle frente se propone la estrategia de compartir el financiamiento entre todos los actores del sistema y así diversificar el riesgo inherente de conseguir o no donadores.

b) Adaptabilidad del modelo: Una de las fortalezas de esta empresa es poder ofrecer a los mandantes diseños acorde a la realidad específica del lugar, como riesgo surge entonces la adaptabilidad del diseño a otras condiciones, la

posibilidad de ocurrencia es media, pero se tiene el control sobre la misma. La estrategia propuesta es minimizar este riesgo por medio del estudio de diferentes tecnologías que permitan aplicar diferentes mecanismos para la captación, abastecimiento y conexión según los diferentes contextos.

c) Captación de aguas lluvia: en el diseño actual una de las maneras de alimentar sistema es por medio de la captación de aguas proveniente de las precipitaciones, esta depende del volumen y la distribución que tengan en el sector donde se implementa el proyecto. Es posible que las condiciones climáticas no sean siempre propicias y sobre este aspecto el equipo no tiene ningún control, solo referencia. Como estrategia se sugiere reducir por medio de la exploración de diferentes tecnologías que permitan la captación de agua desde otra fuente natural.

d) Dependencia de abastecimiento: Este sistema, si bien aborda el problema desde diferentes áreas no contempla internalizar al cien por ciento el abastecimiento ya que se deben tener tecnologías a gran a escala para poder obtener todo el volumen demandado por la población. Como es indispensable para el funcionamiento del sistema contar con dicha fuente se sugiere compartir entre las diferentes opciones que domina el equipo el abastecimiento de agua: Camión aljibe, Aguas Subterráneas, Captación de Agua Niebla, Extracción Aguas Río y Aguas lluvia según las condiciones del lugar lo permitan.

e) Tecnología: En el mundo hay múltiples organizaciones abocadas a darle una solución a los mismos problemas, con muchos recursos y avances tecnológicos, este es el motivo por el cual la tecnología representa un riesgo dentro de este proyecto, para ello se propone minimizar por medio de la innovación constante de los 3 tipos de tecnologías que se deben manejar: Tecnología de captación, Tratamiento de las Aguas y Almacenamiento.

f) Características de la Competencia: La crisis hídrica que se arrastra hace algunos años en Chile ha generado una oportunidad para que se desarrolle un mercado en torno a ellas en este caso el surgimiento y consolidación de los camiones aljibes que buscan proveer de suministro a las personas que no pueden hacerlo de la manera corriente. Los contratos generados con estas empresas son a largo plazo (5 a 10 años) por lo que entrar a competir es bastante complicado. El

control que se tiene sobre este riesgo es sólo la referencia y se propone aceptar y mejorar los aspectos competitivos de la empresa.

g) Aspectos legales: En Chile existen normativas estrictas en torno al agua y al uso de esta como lo son: Normativa del agua NCh 401, Derechos de agua, Criterios de la DOH. La posibilidad de ocurrencia es alta y el control es nulo, únicamente se propone estudiar las normativas vigentes para no tener ningún inconveniente de esta índole.

h) Recepción de la comunidad: compuesto por los siguientes factores: Resistencia al cambio, Desconocimiento de Uso, Percibir que no atiende a sus necesidades, Alta expectativas, Mal mantenimiento. Sobre este aspecto se posee un grado de influencia por eso es que la estrategia a seguir es minimizar el riesgo, por medio de correctos estudios a las comunidades y posteriores capacitaciones además de incluir sus necesidades específicas dentro de cada diseño.

3.4.2.2 Descripción Público Objetivo

Comunidad de Lagunillas: Corresponde a un sector rural mayormente en situación de vulnerabilidad, esto específicamente por el mal acceso al agua. En su mayoría las personas de la comunidad se ocupan en labores del hogar (52%). La población se concentra en personas adultas mayores de 60 años llegando a un 50,8%. Los adultos entre 30 y 59 años representan un 36%, mientras que la población menor de 29 solo alcanza un 13,2%

Un 27% se dedica al área de la agricultura, mientras que los otros ejercen trabajos domésticos en los alrededores.

La vida en la comunidad relativamente alejada del sector urbano. Las viviendas se encuentran alejadas unas de otra.

Por otro lado, las personas llevan mucho tiempo esperando una solución con respecto a su déficit de escaso acceso al agua, es por eso que se encuentran algo desalentados y sin muchas expectativas.

Se detecta una estacionalidad de consumo ya que el 33% de las familias declara aumentar por lo menos al doble en épocas de verano.

En cuanto a la fuente de abastecimiento del recurso hídrico las familias declaran:

60% pozo, los cuales presentan problemas

31% depende únicamente del camión aljibe

5% fuentes naturales como laguna o vertiente.

Fundaciones similares: En Chile coexisten múltiples fundaciones encargadas del conflicto en torno al agua, dentro de las que desatacan: Fundación Chile, Fundación Somos Agua y Fundación Amulén. A nivel mundial nos encontramos con organizaciones como Water Project inc, entre otras sumadas a todas las fundaciones que tienen como objetivo llevar soluciones de Ingeniería a lugares que lo necesitan.

Posibles Usuarios Futuros: Para el 2030, el planeta tiene el compromiso de alcanzar el desarrollo sostenible, y uno de los objetivos, el seis, establece que es fundamental “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”.

Chile al respecto, durante la presentación del mapa de la vulnerabilidad, reveló una cifra que parecía impensada para estos tiempos. Casi 1,5 millones de chilenos, -alrededor del 8% de la población-, vive en un hogar sin agua potable y/o baño. El 8% es una cifra que se viene arrastrando desde inicios del 2000.

Donadores: Cada vez son mas empresas que deciden financiar proyectos de esta índole debido a los beneficios tributarios que esto acarrea, como se analizo anteriormente, se considera como principales candidatos a: CMPC, quien es además una de las principales responsables de la situación en la que se encuentra la comunidad actualmente y Somos Sur la empresa encargada del tratamiento y distribución del recurso hídrico en la región, además financia anualmente varios proyectos de esta índole.

Por otro lado, se puede recurrir a donativos de particulares, en Chile existen varios grupos familiares que realizan importantes donativos, pero también personas

comunes y corriente que quieren ser parte de proyectos que ayuden a mejorar la calidad de vida de otros y otras ciudadanas.

3.4.2.3 Datos demográficos del Mercado

Chile es uno de los países privilegiados en cuanto a la disponibilidad de recursos hídricos de superficie a nivel mundial*, y cuenta con una de las mayores reservas de este recurso en Campos de Hielo Norte y Sur, en la zona austral. Sin embargo, este patrimonio está irregularmente distribuido en el territorio nacional, a causa de las diversas condiciones físicas y climáticas. Mientras la zona norte es sumamente árida, con una disponibilidad de recursos hídricos de menos de 500 m³/habitante/año, en la zona sur existen zonas de gran abundancia, con niveles que superan los 160.000 m³/habitante/año.

En este contexto de tensiones de acceso estructuralmente no resueltos, y dado que el modelo de gestión del agua en Chile está centrado en criterios de asignación y transacciones de mercado, los recursos hídricos han quedado sujetos a una fuerte presión, especialmente en las zonas donde son más escasos, teniendo como resultado que la “libre competencia” entre los diferentes usos y derechos de propiedad de las aguas ha favorecido la concentración de la propiedad de éstas en el sector eléctrico, minero y exportador, considerados ‘motores’ del desarrollo nacional, en perjuicio del acceso al recurso para la mayoría de la población.

Este desigual ejercicio de asignación y derechos ha sido favorecido por el marco jurídico establecido en el Código de Aguas, que define simultáneamente al agua como un bien nacional de uso público y como bien económico, lo que faculta su gestión según las pautas y códigos de la propiedad privada, resguardada constitucionalmente. Esta definición promueve la regulación del uso y acceso a los recursos hídricos principalmente a través del **“mercado del agua”**(Ver anexo 6), donde prima la dinámica de la oferta y la demanda, por encima de la satisfacción de las necesidades de la población y los debidos resguardos ambientales que se requieren para asegurar la existencia de un recurso vital y escaso como el agua.

Con respecto a las personas que no cuentan con el acceso al recurso hídrico entregado por estas empresas representan el 8% de la población, la población chilena ha crecido en los últimos 20 años en promedio un 1,1%. La cantidad de personas sin acceso a agua crecerá

entonces en igual proporción, en la actualidad aún no se estima el efecto que ha tenido la migración en esta cifra, pero es de esperar que crezca.

La prolongada crisis hídrica que azota al país desde hace varios años –y que no es solo atribuible a la falta de lluvias– tiene una contracara: el pujante y lucrativo negocio del transporte y distribución de agua potable. La información recogida por CIPER en la Oficina Nacional de Emergencias e intendencias y gobernaciones regionales, indica que entre 2010 y agosto de 2016, el Estado ha desembolsado más de \$92 mil millones en el arriendo de camiones aljibe. El objetivo: suministrar agua a más de 400 mil habitantes de 175 comunas del país. En la Región del Maule se han firmado contratos con 37 proveedores en el periodo 2010-2016.

En el Maule se han gastado \$13.775 millones entre 2010 y 2016 (agosto) para abastecer de agua a sectores rurales de 26 de las 30 comunas de la región. acá no es la intendencia, sino las gobernaciones las que ejecutan los fondos de emergencia para déficit hídrico transferidos por la Subsecretaría del Interior.

Los datos reportados a CIPER por las gobernaciones de Cauquenes, Curicó, Talca y Linares, registran a 37 proveedores prestando el servicio de distribución de agua potable en la región desde 2010 a 2016.

3.4.2.4 Frecuencia estimada de adquisición del producto y/o servicio.

Este es un producto que viene a sanar una necesidad de manera temporal mientras las municipalidades correspondientes gestionan los APR, el plazo promedio para que se entregue una solución definitiva son 7 años, de esta manera el producto sería adquirido por las familias una sola vez.

3.4.2.5 Competencia

La competencia viene dada por

Empresas de camiones aljibe, las cuales cobran en promedio 26,3 pesos por litro dentro de la región del Maule y en donde tenemos a pocas empresas que concentran la mayoría de los contratos gubernamentales.

Fundaciones similares, pueden representar tanto una oportunidad de futuros mandantes como ser una competencia en cuanto al descubrimiento de nuevas tecnologías. Como lo son: Fundación Chile, Fundación Somos Agua y Fundación Amulén

En Chile hay aún mucho espacio para crecer el número de fundaciones en cuanto al nivel de carencia existente y creciente, además si hacemos un comparativo con países más desarrollados como Estados Unidos, éste posee para cada 10mil habitantes 47 fundaciones, mientras que en Chile sólo hay 11 (Estudio IM Trust).

3.4.3 Estructura mecánica

3.4.3.1 Precio producto

El producto contempla: El captador de aguas lluvias, uno por familia, Estanques de almacenamiento, los cuales varían entre casa y casa, existen 4 tipos de estanques: 500, 1000, 1300 y 2000 litros de capacidad hay y el sistema de tratamiento de aguas residuales compuesto por el lombrifiltro y humedal. El precio tiene dos componentes a considerar, los elementos necesarios para ensamblar el producto y los gastos en transporte que vienen a representar los costes fijos del proyecto. Se calcula un 30% de margen por sobre el costo unitario lo cual permite realizar las investigaciones y adaptaciones pertinentes para el siguiente período.

Líneas de productos	Productos	Costo unitario	Precio Unitario
Captador de agua Lluvia	Captador tipo	\$ 2.009.011	\$ 2.611.714
Almacenamiento	500 L	\$ 81.980	\$ 106.574
	1000 L	\$ 120.467	\$ 156.607
	1300 L	\$ 134.920	\$ 175.396
	2000 L	\$ 212.296	\$ 275.985
Sistema tohá	Sistema tohá tipo	\$ 351.102	\$ 456.433
Humedales	Humedal 5,4 m3	\$ 278.408	\$ 361.930
	Humedal 10,5 m4	\$ 541.349	\$ 703.754

	Humedal 18,4 m5	\$ 948.650	\$ 1.233.245
--	-----------------	------------	--------------

Tabla 22: Precio Productos

3.4.3.2 Planes de pago

Este proyecto no tendrá venta a consumidores, se considera como ingreso por venta los aporte que recibirá, ya sea de privados o algún fondo concursable estos se entregan de una sola vez al inicio del proyecto por ene el paco es al contado, lo mismo el pago a los proveedores, por este motivo el proyecto no se encuentra bajo los efectos del devengado.

3.4.3.3 Fuerza de Ventas

La fuerza de ventas viene dada por 3 perfiles diferentes. En primer lugar se debe contar con una persona que sea capaz de vender el proyecto a las fundaciones que soliciten los diseños, para ello debe conocer a cabalidad el proyecto, contar con una preparación académica de pre grado, por lo menos, en el área de la ingeniería, debe contar con la capacidad de adaptar la forma en que da a conocer el proyecto según las preferencias, características y necesidades que tenga cada organización, por último debe tener capacidad de crear y realizar presentaciones atractivas.

En segundo lugar, se requiere una persona que capte a las empresas que posiblemente puedan donar en los proyectos y las convenza de realizar el aporte. debe tener conocimiento del proyecto y la tecnología que vende, pero no de manera tan profunda, requiere manejar muy bien los factores económicos que benefician a las empresas al momento de realizar las donaciones necesitan conocer a la perfección el modelo de negocios que se maneja dentro del proyecto, conocer la cantidad de financiamiento requerida. En cuanto a las habilidades necesita ser una persona que logre generar conexiones con los clientes, debe contar con una alta capacidad de convencimiento e influencia en terceros y realizar presentaciones del proyecto que sean motivadoras para la audiencia.

Finalmente se requiere una persona que haga el nexo con la comunidad afectada, esta, debe contar con una gran empatía y capacidad de adaptar el conocimiento técnico a palabras coloquiales. Necesita conocer el dolor

experimentado por las personas, sus contextos y su cultura de vida para lograr convencerlas de que la solución que se les presenta es la más adecuada y que la usen de manera correcta para que puedan potenciar al máximo las características del sistema.

3.4.3.4 Canales de distribución

Los proyectos se realizan de manera anual y por comunidad, se tienen un número pre estudiado de unidades que se van a requerir, el plan de instalación se realiza la misma semana para todas las personas que van a recibir el beneficio por ende se requiere un solo envío desde Santiago hacia el lugar en cuestión para hacer llegar los materiales.

Una vez en el sector cada familia se debe hacer cargo de la recepción de los materiales y posterior instalación, dicho proceso será guiado por “Monitores” de la fundación quienes deben encargarse de que el proceso se desarrolle según lo enseñado a las personas en las capacitaciones previas.

3.4.3.5 Canales de comunicación

Para establecer contacto con los usuarios finales se hará uso de la junta de vecinos que funcione en cada localidad, en caso de que esta no exista se recurre a los líderes que existan en cada comunidad, ellos serán los principales promotores de los diseños por medio del discurso boca a boca y la conversación que tengan entre vecinos. La comunicación con estas personas es sumamente delicada, se debe comprender la situación delicada en que se encuentran las familias por ende el contacto siempre debe ser en base al respeto y la empatía por parte de la organización que se haga cargo. Desde estas mismas organizaciones, fundaciones, debe canalizarse la necesidad de los distintos lugares hasta la empresa para poder diseñar un sistema que se adecúe a sus condiciones.

En cuanto al contacto con los donantes se deben tener las redes sociales activas; página web con la información del proyecto, el alcance, el dolor que va a cubrir y una descripción generar de lo que se requiere para su realización, Instagram y Facebook en donde se pueda dar a conocer el lado más humano del proyecto con fotos de las comunidades beneficiadas y diferentes tipos de infografía que

concienticen a la población en torno a las problemáticas de agua, con el fin de aumentar los donativos que vengan de personas individuales.

3.4.4 Estructura financiera

3.4.4.1 Inversión Inicial

La inversión inicial son todos aquellos gastos que se incurren antes de dar partida al proyecto, en este caso no se necesita comprar maquinaria ni grandes cantidades de materia prima para partir, la inversión viene dada principalmente por los costes de diseño, patentamiento e investigación que se requieren para formular una solución de este tipo.

Ítems	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Total
Perito patentes	10	hrs	\$7.500	\$75.000
Diseños 3D	12	hrs	\$6.650	\$79.800
Consultoría	12	hrs	\$45.000	\$540.000
RRHH 5 profesionales	480	hrs	\$4.550	\$2.184.000
Capital de trabajo Inicial para comprar las del Primer Año				\$203.766.242
Capital de trabajo Inicial				\$2.000.000
Total				208.645.042

Tabla 23: Inversión Inicial

3.4.4.2 Costos

Los costos vienen dados en este proyecto principalmente por la compra de los elementos que forman parte del sistema, cada pieza se compra lista por lo que no requiere mayor proceso de manufacturación y la instalación de este será realizada por los voluntarios que tiene la fundación y la comunidad a los cuales se les capacitará para que la instalación se haga de manera correcta.

3.4.4.2.1 Costos Captación de Aguas lluvias

Sistema de Captación de Aguas lluvia					
Item	Tipo	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Total
Lona	Multiuso	81	m2	\$923	\$74.723
Fierros	ASTM500	92,8	m	\$1.115	\$103.472
Estanques	5500 l	2	l	\$395.000	\$790.000
Estanques	3000 l	1	l	\$283.850	\$283.850
Coplas	ASTM500	20	-	\$722	\$14.440
Unión lona-tubería y tapón tlaloque	Reducción Conformada 110 x 75	2	-	\$3.896	\$7.792
Pegamento PVC	Adhesivo PVC Pomo 60 cc	1	-	\$890	\$890
Unión T División aguas	Tee PVC-Sanitario gris 75 x 75mm	1	-	\$1.610	\$1.610
Tubo angosto para columna y lateral	Tubo PVC-Sanitario gris 75mm 3m	1	-	\$3.500	\$3.500
Para montar y desmontar tlaloque	Unión Americana PVC Cementar 110MM	1	-	\$25.124	\$25.124
Tlaloque	Tubo PVC-Sanitario gris 110mm 1m	1	-	\$2.110	\$2.110
Tapa tlaloque	Tapa tubo PVC-Sanitario gris 110mm	1	-	\$850	\$850
Codo lateral	Codo Cementar 90° 75 MM	1	-	\$3.725	\$3.725
Para lijar tuberías	Lija multipropósito Grano 80	3	-	\$460	\$1.380
Tapón Tlaloque	Pelota de Plumavit 10 cm	1	-	\$790	\$790
Codos		4	-	5000	\$20.000
Uniones T		8	-	5000	\$40.000
Estacas		48	-	2000	\$96.000
Tuberías		5	-	1331,666667	\$6.658
Patas		12	-	5000	60.000
Filtro uv			-	80.000	80.000
Tlaloque			-		150.000
Sistema tratamiento de aguas			-	304.308	304.308

Tabla 24: Costos Captación de Aguas lluvias

3.4.4.2.2 Costos Almacenamiento

Sistema de almacenamiento				
TIPO ESTANQUE	LT	N FAMILIAS	MEDIDA	COSTO UNITARIO
1*500	500	13	L	81980
1*1000	1000	48	L	120467
1*1300	1300	8	L	134920
1*2000	2000	3	L	212296

Tabla 24: Costos Almacenamiento

3.4.4.2.3 Costos Tratamiento de Aguas

Sistema tohá tipo					
Item	Tipo	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Total
Estanque	250 L	2	[L]	74.690	149.380
Lombrices californianas	Núcleo	-	-	50.727	50.727
Humus	-	10,8	[L]	2.880	31.104
Grava	-	0,033	[m3]	168	6
Aserrín	-	0,054	[m3]	13.363	722
Bomba elevadora	Einhell	1	[-]	62.660	62.660
Aspersores	Rain Bird	1	[-]	33.990	33.990
Sistema de cloración	Valac	1	[-]	22.513	22.513
Total					351.102

Costos Humedales					
�rea humedal [m2]	Costo [CLP] Geotextil; geomembrana e instalación	Costo de gravilla relleno [CLP]	Costo plantas (juncos) [CLP]	Suma costos anteriores [CLP]	Costo inversión total cotización [CLP]
5,4	79445	34502	27623	141570	\$ 278.408
10,5	154476	67087	53712	275275	\$ 541.349
18,4	270700	117561	94123	482384	\$ 948.650

Tabla 26 y 27: Costos Tratamiento de Aguas

3.4.4.2.4 Costos proyectados

Líneas de productos	Productos	Costo unitario	1	2	3	4	5
Captador de agua Lluvia	Captador tipo	\$2.071.222	\$ 134.629.430	\$155.341.650	\$201.944.145	\$262.527.389	\$341.285.605
Almacenamiento	500 L	\$ 81.980	\$ 1.147.720	\$ 1.324.292	\$ 1.721.580	\$ 2.238.054	\$ 2.909.470
	1000 L	\$ 120.467	\$ 5.782.416	\$ 6.672.018	\$ 8.673.624	\$ 11.275.711	\$ 14.658.425
	1300 L	\$ 134.920	\$ 1.079.360	\$ 1.245.415	\$ 1.619.040	\$ 2.104.752	\$ 2.736.178
	2000 L	\$ 212.296	\$ 636.888	\$ 734.871	\$ 955.332	\$ 1.241.932	\$ 1.614.511
Sistema tohá	Sistema tohá tipo	\$ 351.102	\$ 22.821.630	\$ 26.332.650	\$ 34.232.445	\$ 44.502.179	\$ 57.852.832
Humedales	Humdeal 5,4 m3	\$ 278.408	\$ 3.619.304	\$ 4.176.120	\$ 5.428.956	\$ 7.057.643	\$ 9.174.936
	Humdeal 10,5 m4	\$ 541.349	\$ 30.315.544	\$ 34.979.474	\$ 45.473.316	\$ 59.115.311	\$ 76.849.904
	Humdeal 18,4 m5	\$ 948.650	\$ 2.845.950	\$ 3.283.788	\$ 4.268.925	\$ 5.549.603	\$ 7.214.483
Total Costos Variables			\$ 202.878.242	\$234.090.279	\$304.317.363	\$395.612.572	\$514.296.343
Costos Fijos							
Distribución anual			\$138.000	\$ 138.000	\$ 138.000	\$ 138.000	\$ 138.000
Capacitación comunidad			\$750.000	\$750.000	\$750.000	\$750.000	\$750.000
Total Costos Fijos			\$888.000	\$888.000	\$888.000	\$888.000	\$888.000
Suma Costes			\$ 203.766.242	\$234.978.279	\$305.205.363	\$396.500.572	\$515.184.343

Tabla28: Costos Proyectados

3.4.4.3 Estado de resultados proyectado

	Periodo				
	1	2	3	4	5
Ingreso x Venta	\$ 258.484.885	\$298.251.791	\$387.727.328	\$ 504.045.526	\$655.259.184
Captador tipo	\$ 169.761.430	\$195.878.573	\$254.642.144	\$ 331.034.788	\$430.345.224
500 L	\$ 1.492.036	\$ 1.721.580	\$ 2.238.054	\$ 2.909.470	\$ 3.782.311
1000 L	\$ 7.517.141	\$ 8.673.624	\$ 11.275.711	\$ 14.658.425	\$ 19.055.952
1300 L	\$ 1.403.168	\$ 1.619.040	\$ 2.104.752	\$ 2.736.178	\$ 3.557.031
2000 L	\$ 827.954	\$ 955.332	\$ 1.241.932	\$ 1.614.511	\$ 2.098.864
Sistema tohá tipo	\$ 29.668.119	\$ 34.232.445	\$ 44.502.179	\$ 57.852.832	\$ 75.208.682
Humdeal 5,4 m3	\$ 4.705.095	\$ 5.428.956	\$ 7.057.643	\$ 9.174.936	\$ 11.927.416
Humdeal 10,5 m4	\$ 39.410.207	\$ 45.473.316	\$ 59.115.311	\$ 76.849.904	\$ 99.904.875
Humdeal 18,4 m5	\$ 3.699.735	\$ 4.268.925	\$ 5.549.603	\$ 7.214.483	\$ 9.378.828
Costos Variables	\$ 202.878.242	\$234.090.279	\$304.317.363	\$ 395.612.572	\$514.296.343
Costos Fijos	\$888.000	\$888.000	\$888.000	\$888.000	\$888.000
Balance Iva	11.333.568	13.077.194	17.000.352	22.100.458	28.730.595
I RENTA	12.511.495	14.436.340	18.767.242	24.397.415	31.716.639
Flujo Neto	\$ 30.873.580	\$ 35.759.977	\$ 46.754.371	\$ 61.047.082	\$ 79.627.606
TiR	6%		Van	\$ -24.758.743	10%

Tabla 29: Estado de resultados proyectado

La TIR y el VAN de este proyecto nos indica que es rentable invertir en este proyecto, su retorno no es tan alto porque no es una oportunidad de negocio para recibir retornos financiero, sino retorno social, pero nos muestra que es un proyecto autosustentable si es que consiguen las donaciones equivalente a los ingresos por venta expuestos en la Tabla 29.

3.4.4.4 Balance de IVA

El negocio no está enfrentado al efecto de devengado y plazos de pago ya que la condición de pago para clientes y proveedores es al día, por lo tanto, el flujo de caja se acerca al flujo de proyecto.

Periodo	IVA DEBITO	IMPUESTO	IVA CREDITO	IMPUESTO	IMPUESTO
1	\$ 258.484.885	49.112.128	\$202.878.242	\$ 38.546.866	\$10.565.262
2	\$ 298.251.791	56.667.840	\$234.090.279	\$ 44.477.153	\$12.190.687
3	\$ 387.727.328	73.668.192	\$304.317.363	\$ 57.820.299	\$15.847.893
4	\$ 504.045.526	95.768.650	\$395.612.572	\$ 75.166.389	\$20.602.261
5	\$ 655.259.184	124.499.245	\$514.296.343	\$ 97.716.305	\$26.782.940

Tabla 30: Balance de IVA

IV DISEÑO Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

4.1 Diagrama de Contexto

La figura 24 muestra el diagrama de contexto de nuestro proyecto. Se aprecia que está formado por 5 pilares fundamentales: Sistema de captación de aguas lluvias, Sistema de distribución, Sistema de almacenamiento de agua potable, Sistema de filtración y Sistema de cloración.

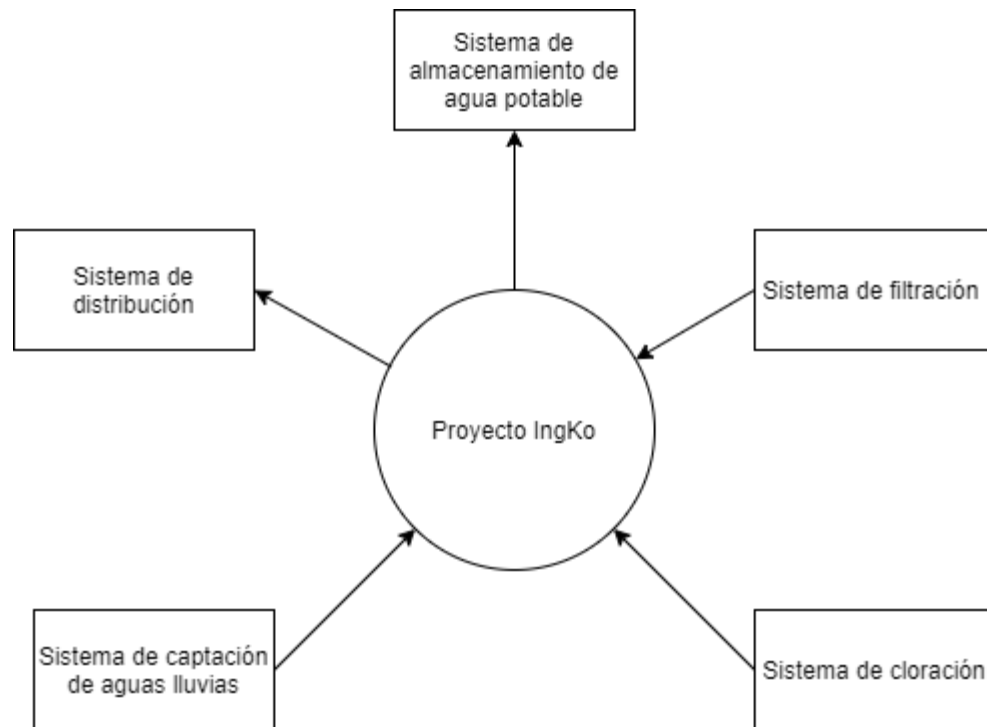


Figura24: Diagrama de contexto del sistema.

4.2 Diagrama de Arquitectura

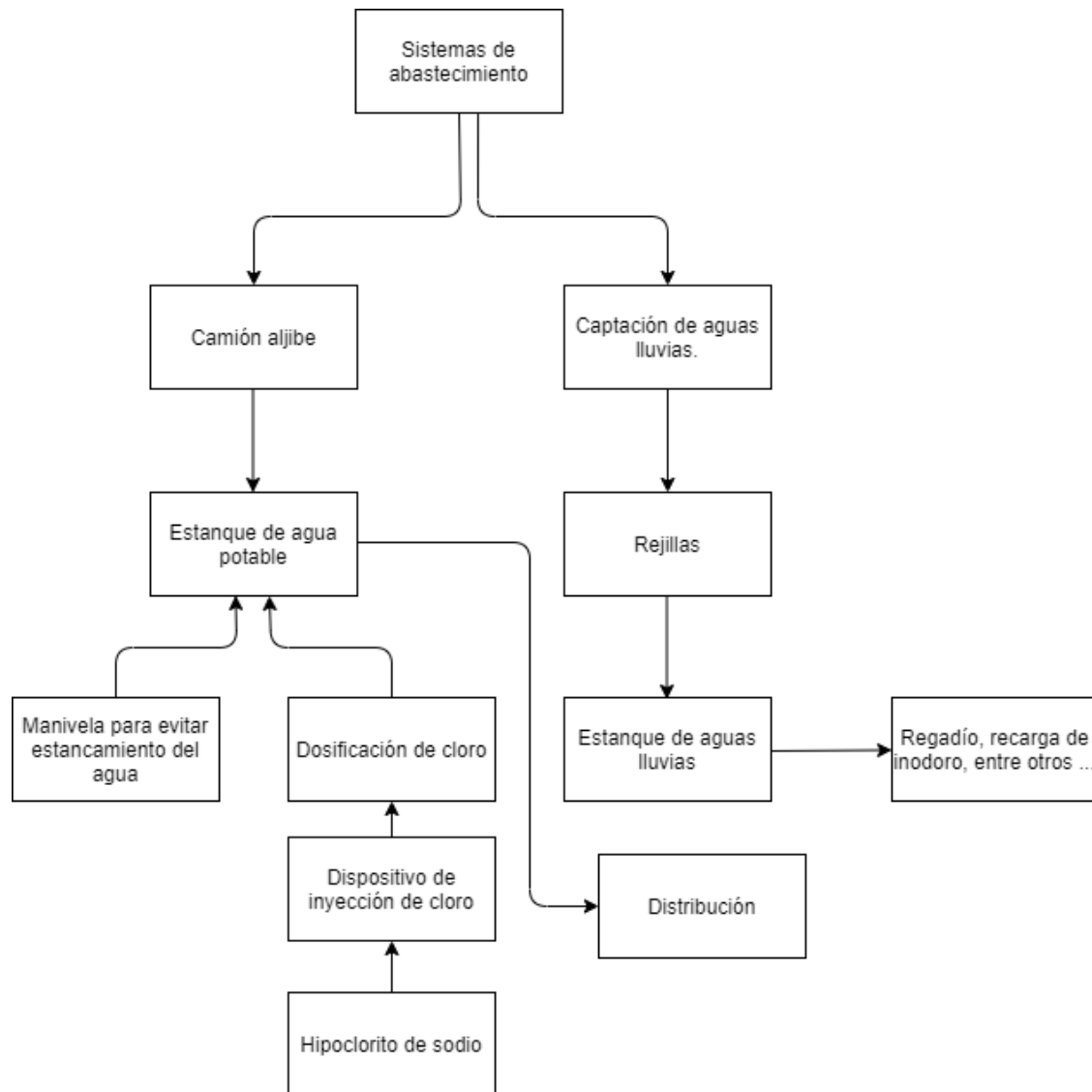


Figura25: Diagrama de arquitectura del sistema de abastecimiento.

En la figura 25 se muestra el diagrama de arquitectura. Este posee dos ramas principales, El almacenamiento del agua potable proveniente del camión aljibe con la mantención de la potabilidad en el tiempo y la captación y almacenamiento de las aguas lluvias, respectivamente.

La primera rama, correspondiente al almacenamiento del agua entregada por el camión aljibe, consiste principalmente en el estanque (de un volumen suficiente para cada familia), un mecanismo que permita agitar el agua para evitar su estancamiento y otro mecanismo encargado de clorar el agua con las cantidades adecuadas.

Para mantener el agua potable y evitar su estancamiento, se ha pensado en una manivela, conectada a una serie de hélices en el interior del estanque, las que al girar proporcionarían la turbulencia necesaria para evitar la proliferación de bacterias y gérmenes.

Para la cloración del agua, se plantea la opción de un “gotario” ubicado en la tapa del estanque, al cual se le introduzca una cantidad de cloro definida, dependiendo del volumen de agua al interior. El cloro caerá lentamente y se mezclará con el agua con la ayuda de las hélices mencionadas anteriormente.

La rama de la captación de aguas lluvias consta del estanque para almacenarla y el dispositivo para captarla. Se ha definido, en primera instancia, que esto se haga mediante un embudo del diámetro más grande posible, ya que la cantidad de agua captada depende de la superficie dedicada a dicha tarea. Sobre el embudo se coloca una red o rejilla destinada a atrapar hojas e impurezas que puedan caer e ingresar al estanque.

Todas las ideas anteriores se caracterizan por no requerir de un suministro eléctrico. Esto se debe a que consideramos peligroso e incómodo que las familias deban conectar nuestro dispositivo a la electricidad, teniendo en cuenta que este se ubicará en el exterior de la casa y estará expuesto a las inclemencias del clima (lluvia, tierra, etc.).

4.3 Modelo Digital

Se realizó una modelación del prototipo en 3D usando el software Inventor. Las siguientes figuras muestran este modelo desde distintos ángulos.



Figura 26: sistema de captación y almacenamiento de aguas lluvias, vista 1.

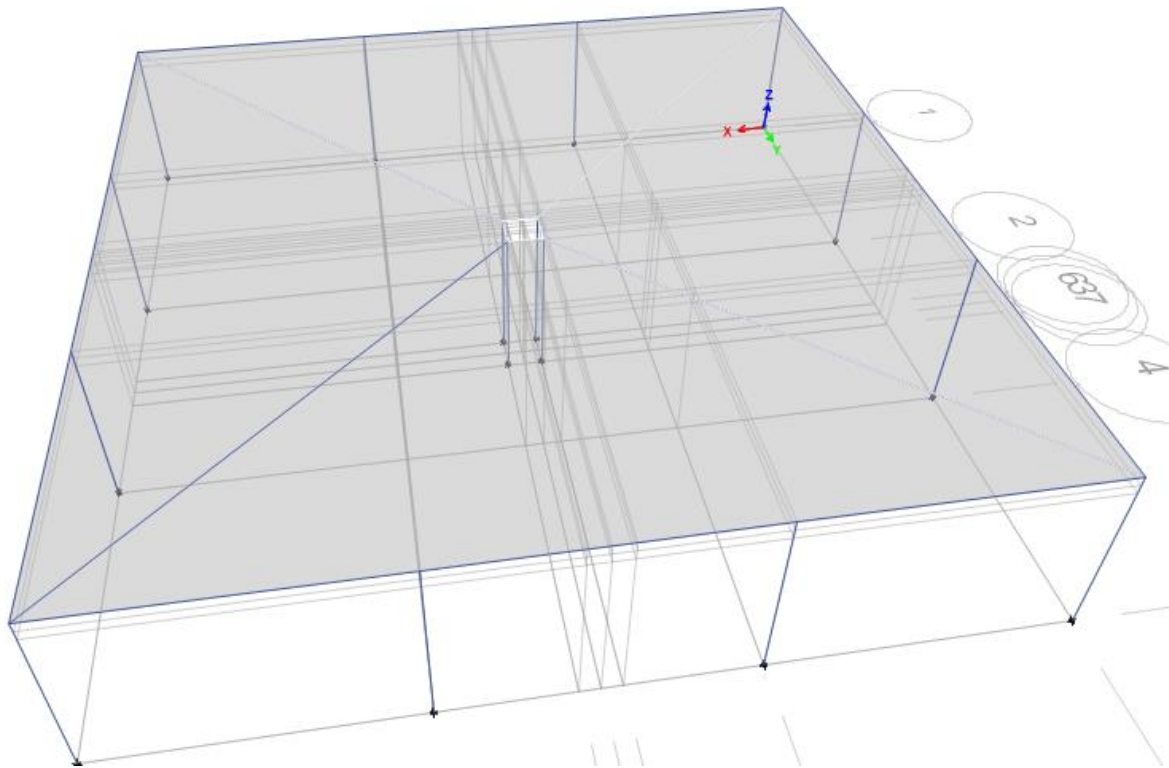


Figura27: sistema de captación y almacenamiento de aguas lluvias, vista perfil2

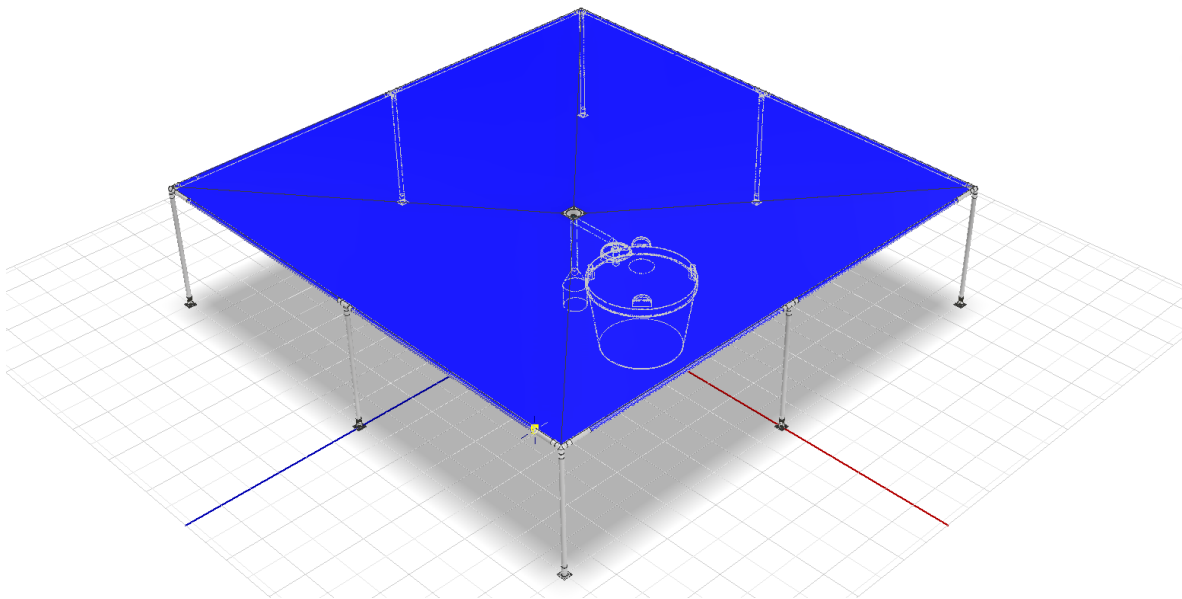


Figura28: sistema de captación y almacenamiento de aguas lluvias, vista superior.



Figura29: sistema de captación y almacenamiento de agua unificado como una granja de captación

V CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego del trabajo de investigación y análisis de datos respecto al proyecto se puede recomendar, en primer lugar, la captación de aguas lluvias en el sector, anualmente se ahorrarían 900.000 pesos, con respecto a la situación actual, con esta realidad el costo de inversión inicial sería recuperado al tercer año, el sistema no requiere mayores mantenciones que el lavado de sus implementos, por lo que desde este punto en adelante sería solo ahorro para la entidad municipal que hoy financia el consumo de la comunidad.

En tanto al financiamiento, se exploraron varias posibilidades, hay dos opciones que resultan más factibles, una, es financiar cada uno de los elementos por medio de fondos concursables comunitarios, en específico el de riego FNRIL y el fondo Innova región . La otra, es financiar el proyecto por medio de aportes de privados, esto le conviene mucho a la empresa donadora desde el punto de vista del ahorro tributario y para aumentar la inversión en responsabilidad social empresarial.

El proyecto es rentable desde el punto de vista económico el TIR y el VAN son positivos, desde la medición social el SROI es de 1.9% por lo que cada peso invertido tiene un impacto doble en la sociedad y el entorno.

Se recomienda establecer alianzas estratégicas con empresas proveedoras de estanques ya que el 54% de los costos del sistema son por la compra de estanques, sumado a ello se debe establecer una alianza con centros de innovación o universidades para ir evaluando año a año modernización de la tecnología propuesta además si es que los proyectos son gestionados desde casas de estudios pueden acceder a centros de innovación especializados, la fundación COPEC UC, por ejemplo y tener financiamiento de manera más fácil,

Finamente uno de los factores críticos del proyectos es la recepción de la comunidad por lo que las capacitaciones de instalación y mantenimiento son indispensables además de realizar después de un año una encuesta de satisfacción y re hacer los indicadores social para analizar el impacto real del proyecto.

VI REFERENCIAS

- Centro de Investigación de Tecnología Apropriada, Camaguey & CENHICA, Centro Nacional de Hidrología y Calidad de las Aguas, Cuba (2003). *EVALUACIÓN DE FILTROS ARTESANALES DE CERÁMICA ROJA DE BAJO COSTO COMO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA COMUNIDADES RURALES EN CUBA.*
- Hernández, A.; Puga, V.; Yunge, M.; Quintana, G.; Olmedo, C.; Quiroz, F. (2018). *Ingeniería, Interdisciplina y Participación: Desafíos y aprendizajes para potenciar el rol social de la ingeniería. Agua para Lagunillas.* Ingeniería Sin Fronteras Chile.
- Máximo María García Belló (2012). Tecnologías apropiadas para el aprovechamiento del agua en proyectos de cooperación al desarrollo. CONAMA.
- Ingenieros Sin Fronteras (ISF), Chile. Proyecto Agua para Lagunillas.
- Camila Álvarez Quezada (2018), Chile, Preparación y Evaluación de proyecto de Innovación Social “Emprendimiento de sistemas Integrales de aprovechamiento de Aguas Lluvias”
- Dr. Ing. Roberto Pizarro Tapia, Dr. Yuri Ugarte Lavados, Ing. Carlos Vallejos, Ing. Romina Mendoza Mendoza (2015) “Diseño de Sistemas de Captación de Aguas Lluvias (SCALLS)” , Universidad de Talca, Coordinación de agua, Región de los Ríos.
- Asociaciones Comunitarias de Agua Potable Rural en Chile (2012), Chile, Diagnósticos y Desafíos.

- División de Organizaciones Sociales (2019), Chile, “Guía de Fondos Concursables”

- Ross Millar y Kelly Hall (2011) “Social Return on Investment (SROI) and Performance Measurement” The opportunities and barriers for social enterprises in health and social care.

- GORE (2020), Chile, “Manual de Postulación Fondo Regional de Iniciativa Local FRIL

- CMPC (2019), Chile, “Estados Financieros”

- Fundación Amulén (2019), Chile, “Los Pobres del Agua: Radiografía del agua Rural de Chile, Visualización de un problema oculto”

VII ANEXOS

Anexo 1 : Análisis de las opciones

DIMENSIÓN DEL PROBLEMA	ALTERNATIVA	CARACTERÍSTICAS	PARTICULARIDAD DEL CASO
ABASTECIMIENTO	CAPTACIÓN AGUAS NIEBLA	Altura: Entre 500 y 800 metros sobre el nivel del mar Distancia de la costa: Para mayor cantidad de niebla debe encontrarse cercano al mar Terreno: Para que el proyecto pueda abastecer el consumo de toda una comunidad se requiere de por lo menos 4 hectáreas.	Altura: la localidad cuenta con un cerro en el centro, sin embargo su altura máxima es de 373 mts Distancia de la costa: 97 Km de la costa y separado por cerros lo cual dificulta la formación de niebla. Terreno: El lugar idóneo para la instalación sería el cerro que está en la comunidad, sin embargo tiene una plantación de pinos lo que hace imposible la instalación de cualquier instrumento.
	CAPTACIÓN AGUAS LLUVIA	A mayor cantidad de metros en la superficie recolectora mayor es la eficiencia Las canaletas son el mejor método si es que se cuenta con poco espacio y se quiere hacer de manera domiciliaria	Las casas no cuentan con sistema de canaletas. Para un cálculo aproximado se asumen casas de 36m², en promedio en la zona caen 458 mm de precipitaciones anuales y se estima

			(según un cálculo estandarizado para la recolección) que la eficiencia es del 80%, esto dependerá de los materiales e inclinación de los techos. Se presume que la cantidad recolectada alcanzaría los 13.192 litros por vivienda. Sumada a la recolección del estanque captador que captaría 732 lt de manera anual
	EXTRACCIÓN DE AGUA DE LOS RÍOS	Derechos de agua Bombas para extraer el agua Maquinaria para el tratamiento de agua	Nos encontramos con que los derechos de agua del río se encuentran vendidos ya, por lo que no se puede extraer agua de ellos
ALMACENAMIENTO	ESTANQUE	Utilizan materiales robustos resistentes a la corrosión y a productos químicos	Estanque con visor de nivel de agua y con una élise interna para el movimiento del agua

Anexo 2 Para proyectos de esta índole existen manuales predeterminados por la DOH

7.2. Proyección de Demanda y Periodo de Diseño				
7.2.1. Densidad de Habitantes				
N° Hab. (enc.)	125	Densidad Real	3,0488	[hab/viv]

N° Viviendas (enc.)	41	Densidad Adoptada	4	[hab/viv]
7.2.2. Calculo de Población				
7.2.2.1. Población Actual				
N° Viviendas	64	Población Escolar	0	[hab]
Población Turística	168,96	Población Actual	364,0819512	[hab]
Hay establecimiento educacional?	No			
7.2.2.2. Tasa de Crecimiento				
		Tasa de crecimiento	3	%
7.2.2.3. Población Proyectada				
n (años entre diseño y ejecución)	1	Población Base	375,00	[hab]
n (vida útil proyecto)	7	Población Futura	461,208123	[hab]

7.2.2.2. Tasa de Crecimiento				
		Tasa de crecimiento	3	%
7.2.2.3. Población Proyectada				
n (años entre diseño y ejecución)	1	Población Base	375,00	[hab]
n (vida útil proyecto)	7	Población Futura	461,208123	[hab]
7.3. Dotación				
		Dot. Act. Subsistencia	20	[l/hab/día]
		Dot. Consumo Familiar	120	[l/hab/día]
		Total Dotación	140	[l/hab/día]
7.4. Cobertura				

% Población Abastecida	100	Población Futura Abast.	461,208123	[hab]
7.5. Aguas No Contabilizadas (A.N.C.)				
		A.N.C.	20	%
7.6. Coeficientes y Factores de Máximo Consumo				
		F.D.M.C.	1,5	
		F.H.M.C.	1,5	
7.7. Cálculo de Dotaciones				
		De Consumo (D.C.)	140	[l/hab/día]
		De Producción (D.P.)	175	[l/hab/día]
7.8. Caudales				
		Qmd	0,9342	[l/s]
		Qmáxd	1,4012	[l/s]
		QmáxH	2,1019	[l/s]
Suministro				
		Volumen Requerido	80711,42	[l/día]

Anexo 3: Precios del mercado según lo publicado en cada sitio web, para el promedio del retail se utilizaron 2 empresas Sodimac y Construmart

OPCIÓN	4.000	5.000	7.500
BIOPLASTIC	435.595	555.805	816.740
PROMEDIO RETAIL	329.990	446.890	709.090
INPROSANH	300.925	385.000	710.250
PROMEDIO	355.503	462.565	745.360
PORMEDIO POR LT	89	93	99

*Elaboración propia

Anexo4: Matriz de riesgo, elaboración propia

ID	RIESGOS	Ev	Posibilidad de ocurrencia	Ev	Impacto sobre el sistema		Gobernabilidad	Ev	Costo	EXTERNO	INTERNO	Estrategia	
a	Financiamiento del proyecto	4	Posible	5	Inviabilidad	4	Influencia relativa	5	Muy alto	Competitivos	Sistemas y proces	Comparti	2
b	Adaptabilidad del modelo	3	Media	2	Afecta Operación	1	Control	3	Mediano	M.A. / Entorno gec	Tecnología	Minimiza	4
c	Captación de aguas lluvia	4	Posible	2	Afecta Operación	5	Referencia	3	Mediano	M.A. / Entorno gec	Tecnología	Reducir	3
d	Dependencia de abastecimiento	5	Alta	5	Inviabilidad	4	Influencia relativa	4	Mediano	Tecnológicos	Tecnología	Comparti	2
e	Tecnología	2	Baja	5	Inviabilidad	1	Control	3	Mediano	M.A. / Entorno gec	Tecnología	Minimiza	4
f	Característica de la competencia	5	Alta	2	Afecta Operación	5	Referencia	4	Alto	Competitivos	Sistemas y proces	Aceptar	1
g	Aspectos legales	5	Alta	5	Inviabilidad	5	Referencia	2	Bajo	Político	Sistemas y proces	Evitar	5
h	Recepción de la comunidad	4	Posible	4	Baja rentabilidad	3	Influencia	2	Bajo	Sociales	Sistemas y proces	Minimiza	

Posibilidad de ocurrencia																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		</
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Anexo 5 : Empresas sanitizadoras y distribuidoras de agua potable en Chile

Región	Empresa	Grupo Financiero
--------	---------	------------------

I	ESSAT	“Aguas Altiplano”, controlado por el Grupo Solari (Chile)
II	ESSAN	“Aguas de Antofagasta”, controlado por Grupo Luksic (Chile)
III	EMMSAT	“Aguas Norte Grande”, controlada por Consorcio Icafal, Hidrosan y Vecta
IV	ESSCO	Controlada por “Consortio Financiero” de Vicuña y León (Chile)
V	ESVAL	Anglian Water (Reino Unido) y Consorcio Financiero (Chile)
VI	ESSEL	Thames Water (Reino Unido) y Electricidade (Portugal)
VII	ESSAM	“Aguas Nuevo Sur Maule”, controlada por Thames Water (Reino Unido)
VIII	ESSBÍOESSBÍO	Thames Water (Reino Unido)
IX	ESSAR	Grupo Solari (Chile)
X	ESSAL	Iberdola (España); y “Aguas Décima” en la provincia de Valdivia, controlada por Suez Lyonesse y Aguas Barcelona
XI	EMSSA	Consorcio Icafal, Hidrosan y Vecta
XII	ESMAG	“Aguas Magallanes”, controlado por el Grupo Solari (Chile)
R.M	“Aguas Andinas”	controlado por Suez Lyonnaise Deaux(Francia) y Aguas Barcelona (España)

*Elaboración propia, datos al 2010

PROVEEDOR	MONTO
TRANSPORTES Y SERVICIO MATAQUITO EIRL	\$ 1.628.266.717
JORGE DEVIA NÚÑEZ	\$ 899.243.453
ISRAEL ANDRES ROA ANTILEF	\$ 831.356.556
ECO SWEEP	\$ 781.920.900
SOCIEDAD DE TRANSPORTES VERCO LIMITADA	\$ 665.198.591
JUAN VERGARA HENRIQUEZ	\$ 604.229.557
SILVIO VALLEJO CANCINO	\$ 213.916.850
TRANSPORTES STA. FLORENCIA LTDA.	\$ 163.666.293
LUIS HERRRA COFRE	\$ 162.561.666
MARIO BRAVO CORVALAN	\$ 160.583.777