



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA
MARÍA SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL
CARRERA**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA PARA
LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA PRESTACION
DE SERVICIO DE REGADIO AUTONOMO**

Trabajo de Titulación para optar al
Título Profesional de INGENIERO
CONSTRUCTOR LICENCIADO EN
INGENIERÍA

Alumno:
Sr. Samuel Arquero Ávila

Profesor Guía:
Ing. Renzo Piazze



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Estudio de prefactibilidad técnica y económica para una empresa de prestación de servicio de regadío autónomo

Nombre del candidato(a): Samuel Arquero Avila

Carrera / Grado: Ingeniero Constructor Licenciado en Ingeniería

Campus: Viña del Mar ;

Departamento: Construcción y Prevención de Riesgos

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Renzo Piazza Rubio, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10

años Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita

embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha:

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha:

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



Este trabajo lo dedicamos a mi papá que en paz descansa, gracias por darme el deseo de perfeccionarme cada día más y a mi madre luchadora que a pesar de las enfermedades sigue en pie cuidándome y entregando de ella para mí, a mis hermanas que siempre quieren lo mejor para mí, a mis sobrinos y mis sobrinas que llenan de alegría y amor esta vida, a mi pareja carolina que con su amor me guía, me ordena, me ayuda y me fortalece a ser un mejor hombre día a día. Y gracias a Dios que a pesar de todo lo malo y las pruebas él ha iluminado mi camino, está vivo en mí y su presencia me fortalece todos los días para continuar adelante, te amo mi señor y todo lo que me has dado es solo para glorificar tu nombre.



RESUMEN

Este trabajo de título busca desarrollar un estudio de prefactibilidad técnica y económica para la creación de una empresa dedicada a la prestación de servicio de regadío autónomo dentro de la Región de Valparaíso, incorporando diagnóstico hídrico, marco normativo, diseño de sistemas adaptables y estrategias de mercado, con el fin de reducir el consumo de agua potable y aportar eficiencia y sustentabilidad a territorios afectados por sequía



INDICE:

RESUMEN	4
ÍNDICE DE TABLAS	8
SIGLAS	9
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: EVALUACIÓN DE COMERCIALIZACIÓN.....	2
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	3
1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1.1.1. Objetivos generales	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
1.2. PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO	4
1.3. FODA.....	5
1.3.1 Fortalezas	5
1.3.2 Oportunidades	5
1.3.3 Debilidades	6
1.3.4 Amenazas.....	6
1.4. TAMAÑO DEL PROYECTO	7
1.5. LOCALIZACIÓN.....	7
1.6. SITUACIÓN SIN PROYECTO V/S CON PROYECTO.....	9
1.7. ESTUDIO DE MERCADO	10
1.7.1. Determinación del servicio.....	11
1.7.2 Área de estudio	11
1.7.3 Análisis de la demanda actual y futura	12
1.7.4 Análisis de la oferta actual y futura	15
1.7.5 Determinación del precio.....	15
1.7.6. Sistemas de comercialización	16
CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO	17
2. INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO	18
2.1. ESTUDIO TECNICO	18
2.1.1. Descripción y selección de procesos	18
2.1.2. Diagrama de bloques	20
2.1.3. Diagrama de flujos (flor shett).....	21
2.1.4. Diagrama de Lay Out	21
2.1.5. Balance de masa y energía.....	22
2.1.6. Selección de equipos	22
2.2. Aspecto técnico y legal	23
2.2.1. Estructura Organizacional	23
2.2.2. Personal, Cargos, Perfiles.....	23
2.2.2.1. Programa de trabajo, turnos y gastos en personal.....	25
2.2.2.2. Gasto en personal	26
2.3. Marco Legal.....	26
2.3.1. Impacto medio ambiental (declaración o estudio).....	27



2.4.	Diseño de la planta.....	28
2.5.	Documentos del Proyecto	28
2.5.1.	Planos generales de las instalaciones.....	29
2.5.2.	EETT o Bases Administrativas.....	30
2.5.3.	Cotizaciones (originales en anexos)	34
2.5.4.	Cálculos obtenidos.....	36
CAPITULO 3: EVALUACION ECONOMICA		38
3.	Evaluación Económica.....	39
3.1.	Antecedentes financieros.	39
3.1.1.	Fuentes de financiamiento	39
3.1.2.	Costo de financiamiento (tasa y amortización)	40
3.1.4.	Tasa de descuento y horizonte del proyecto.	42
3.1.5.	Inversiones.....	42
3.1.5.1.	Interés en activos fijos y/o tangibles.....	43
3.1.5.2.	Interés en puesta en marcha.....	44
3.1.5.3.	Inversión en capital de trabajo.....	45
3.1.6.	Cuadro de reinversiones	46
3.1.7.	Costos.	46
3.1.7.1.	Estructura de costos (Fijos/Variables o Directos/Indirectos).	47
3.1.7.2.	Costos de operación o de producción.	47
3.1.7.3.	Costo de imprevistos.	48
3.1.7.4.	Gastos administrativos y comerciales.....	48
3.1.7.5.	Depreciaciones.	49
3.2.	Flujos de caja y sensibilización.....	51
3.2.1.	Flujo de Caja PURO.....	52
3.2.2.	Flujo de Caja con 25 % de financiamiento crediticio.....	53
3.2.3.	Flujo de Caja con 50 % de financiamiento crediticio.....	54
3.2.4.	Flujo de Caja con 75 % de financiamiento crediticio.....	55
3.2.5.	Análisis de sensibilidad del Precio.	56
RESUMEN.		58
CONCLUSION:.....		59
BIBLIOGRAFIA		60



INDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Vista a acceso y Baño 8

Figura 2. Vista Ventanales 8

Figura 3. Mapa ubicación de oficina.....9

Figura 4. Mapa de zonas decretadas en Escasez Hídrica. 11

Figura 5. Tabla de brechas de falta de gestión hídrica. 13

Figura 6 Diagrama de bloques. Elavoravion propia.....20

Figura 7 Diagrama de flujos. Elaboración propia. 21

Figura 8. Lay Out Vista planta oficina. Elaboración Propia. 21

Figura 9. Estructura Organizacional. Elaboración propia. 23

Figura 10. Sistema de tratamiento de aguas grises. Elaboración propia. 29

Figura 11. Sistema de Regadío. Elaboración propia. 29

Figura 12. Ecuación del VAN.....41

Figura 13. Esquema Tasa Interna de Retorno. 42



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Selección de Equipos.	22
Tabla 2. Gasto en personal	26
Tabla 3. Costo Elaboración Sistema de tratamiento.	34
Tabla 4. Sistema de riego automático.	35
Tabla 5. Calculo distribución por m ²	35
Tabla 6. Ductos	36
Tabla 7. Amortización 25%	40
Tabla 8. Amortización 50%	41
Tabla 9. Amortización 75%	41
Tabla 10. Inversión en Maquinaria.	43
Tabla 11. Inversión en Equipos de Oficina.....	43
Tabla 12. Inversion en Equipos de Seguridad.....	44
Tabla 13. Inversión de Puesta en Marcha	44
Tabla 14. Capital de Trabajo	45
Tabla 15. Costos Anuales.....	46
Tabla 16. Costos de Producción.	47
Tabla 17. Inversión Inicial – Imprevistos.....	48
Tabla 18. Gastos Administrativos	49
Tabla 19. Depreciación de Activos.....	50
Tabla 20. Flujo Puro	52
Tabla 21. Flujo de caja 25%	53
Tabla 22. Flujo de caja 50%	54
Tabla 23. Flujo de caja 75%	55
Tabla 24. Resultados flujo de caja	56
Tabla 25. Variación de precios.....	56
Tabla 26. Sensibilizacion de Costos.	57
Tabla 27. Precio y Costos	58



SIGLAS

DGA: Dirección General de Aguas.

MOP: Ministerio de Obras Públicas.

INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario.

CORFO: Corporación de Fomento de la Producción.

CEDEUS: Centro de Desarrollo Urbano Sustentable.

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

PVC: Policloruro de Vinilo.

GBCE: Green Building Council España.

VAN: Valor Actual Neto.

TIR: Tasa Interna de Retorno.

PRI: Período de Recuperación de la Inversión.

UF: Unidad de Fomento.

LP: Largo Plazo.

CP: Corto Plazo.

EETT: Especificaciones Técnicas.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la crisis hídrica que afecta a la Región de Valparaíso ha incrementado de manera crítica la demanda por soluciones eficientes en la gestión y uso del recurso agua. En este trabajo de título desarrollaremos un estudio de prefactibilidad técnica y económica para la formación de una empresa dedicada a la prestación de servicios de regadío autónomo, utilizando sistemas de reutilización de aguas grises previamente tratadas. En el desarrollo de este proyecto se ha considerado el marco normativo vigente, indicadores técnicos regionales y oportunidades de los territorios afectados, así como las necesidades específicas de las comunas declaradas en estado de escasez hídrica por la DGA. El desarrollo de este trabajo se fundamenta en el deseo de implementar soluciones autosuficientes y adaptables, capaces de reducir el consumo de agua potable, aportar a la economía circular y responder a la urgencia hídrica, ambiental y económica que caracteriza el contexto de donde queremos desarrollarnos.

La investigación abarca tanto el diseño del sistema técnico y sus componentes principales, como el análisis de mercado y el desarrollo de modelos de negocio que permitan operar. Se profundiza en aspectos como la determinación del tamaño y localización del proyecto, la comparación entre la situación actual sin el proyecto y el escenario futuro con el proyecto implementado, y la identificación de factores críticos para la comercialización y la correcta gestión de la demanda en territorios críticos. Finalmente, el enfoque integral busca proponer una estrategia autónoma y sustentable, alineada con los desafíos de la región y capaz de integrarse a las políticas locales sobre reutilización de aguas grises, impactando en la calidad de vida, la infraestructura verde y la resiliencia hídrica de Valparaíso.



CAPITULO 1: EVALUACIÓN DE COMERCIALIZACIÓN

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene por finalidad realizar un estudio de prefactibilidad, técnica y económica para crear una empresa dedicada a la prestación de servicio para regadío autónomo desarrollado en la región de Valparaíso.

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, presentaremos los proponer los objetivos generales y específicos que se desean alcanzar al realizar un estudio de prefactibilidad técnica económica de una empresa dedica a la prestación de servicio de regadío autónomo y su ejecución

1.1.1. Objetivos generales

El objetivo general del proyecto es abastecer sistema autónomo y autosuficiente destinado al regadío usando exclusivamente aguas grises que fueron previamente tratadas para su utilización. Buscamos ser una alternativa factible y sustentable y que busca portar a la problemática de la crisis hídrica que padece la región de Valparaíso.

1.1.2. Objetivos específicos

- Diseñar sistema técnico de tratamiento, almacenamiento y distribución de aguas.
- Analizar factibilidad, viabilidad económica para implementación sistema de riego.
- Evaluar aspectos legales y ambientales que regulan reutilización de aguas grises en Chile.
- Buscar localización ubicada o cercana a los territorios en crisis hídrica.
- Desarrollar estrategias de comercialización y plan de financiamiento.
- Proyectar impacto económico y medio ambiental.

1.2. PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO

Actualmente como país hace aproximadamente 15 años estamos experimentando una sequía de unos de los recursos más importantes para la humanidad, el agua. La Región de Valparaíso enfrenta un escenario de grave estrés hídrico con más del 90% de sus comunas bajo decretos de escasez y emergencias agrícolas sucesivas. Este recurso vital para la sociedad esta se explota de manera excesiva e inconsciente por lo mismo estamos proponiendo desarrollar un sistema que impida desechar este tan valioso recurso.

Para esto buscamos crear, desarrollar, implementar, impulsar un sistema de riego autosuficiente que se abastece del almacenamiento de aguas grises previamente tratadas para su reutilización.

Al realizar un sistema de riego autosuficiente consistirá que un sistema de tratamiento y almacenamiento; y un sistema de riego. Así

primeramente se realiza el tratamiento de las aguas grises preparándolas para su almacenamiento y dejarlas a disposición para conectarlas al sistema de regadío que ya estará previamente instalado en las áreas verdes que deseamos abarcar.

1.3. FODA

A continuación, se presentan los aspectos analizados de acuerdo con la información del negocio, reconociendo sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

1.3.1 Fortalezas

Es sostenible en el tiempo y responde directamente al déficit hídrico que hay en la región.

Autosuficiente lo que produciría ahorros en las tarifas de agua que van en constante alza.

Versátil, ya que buscamos desarrollar en diferentes lugares que favorezca su funcionamiento.

Tecnología adaptable ya que tenemos a la mano artefactos que nos permiten realizar el proyecto y poder estandarizarlo.

1.3.2 Oportunidades

Leyes que favorecen nuestro proyecto: ley 21075 de “reutilización de aguas grises” crea un marco regulador para desarrollarnos.

Podemos favorecernos de la crisis hídrica como incentivo para aplicar nuestro proyecto como una solución.

Entregar estos proyectos de rutilación de aguas es llamativo para obtener certificaciones verdes (con Certificación de Edificación Sustentable) y obtener distinción

1.3.3 **Debilidades**

Recuperación de la inversión inicial puede demorar respecto al ahorro en la cuenta de agua para un cliente residencial.

Complejidad del pretratamiento por diferencia de calidad de agua gris por contenido de jabones, grasas.

Dependencia de aguas grises para su funcionamiento. El sistema no podría asegurar un riego constante si no hay un constante tratamiento de aguas grises. Esto podría afectar conjuntos que tienen bajo consumo de agua o que dejan sus casas vacías en periodo de vacaciones.

1.3.4 **Amenazas**

Posible impacto no deseado en suelo por falta de guías técnicas. Por el uso constante de aguas grises puede contener sales o surfactantes provenientes de los jabones dañando la superficie del suelo.

Cambio de políticas hídricas. Actualmente el gobierno reconoce la crisis hídrica como pero un cambio de gobierno que no priorice la reutilización de este recurso podría desviar la atención para crear sistemas de reúso de recursos hídricos.

Incertidumbre antes La ley 21075 no dispone de un reglamento ni parámetros oficiales lo que limitaría la estandarización del proyecto.

1.4. TAMAÑO DEL PROYECTO

Se concibe como piloto en sector urbano de Quilpué, con expansión dirigida a condominios, establecimientos educacionales, y predios agrícolas en comunas prioritarias, según la Estrategia Regional de Sostenibilidad Hídrica y resultado del diagnóstico técnico parlamentario. La capacidad instalada se dimensionará conforme a superficie de áreas verdes demandadas, cantidad de usuarios generadores de aguas grises y disponibilidad normada por la legislación vigente.

1.5. LOCALIZACIÓN

Para la localización debemos buscar un lugar donde vamos a trabajar como una oficina técnica y también deber ser un espacio para hacer reuniones de equipo y reuniones con clientes. Nos ubicaremos de manera estratégica para poder llegar a sectores que sufran crisis hídrica donde podemos ser una solución a potenciales cliente.

Además, la localización no tiene que estar muy alejada de los sectores urbanos para no distanciarnos de los proveedores para abastecernos de los materiales necesarios para desarrollar un futuro proyecto.

1. Arriendo de oficina sector de la comuna de Quilpué:

Esta oficina se encuentra emplazada en sector céntrico de la comuna de Quilpué en sector de flujo masivo de gente en la Av. Los Carreras. cuenta con 40mt², posee buena iluminación, baño y medidor independiente.

DATOS DEL PROPIEDAD:

Dirección: Av. Los carreras 693, Quilpué, Valparaíso.

Valor de arriendo: \$750.000

Propiedad construida y destinada para oficina



Figura 1. Vista a acceso y Baño



Figura 2. Vista Ventanales

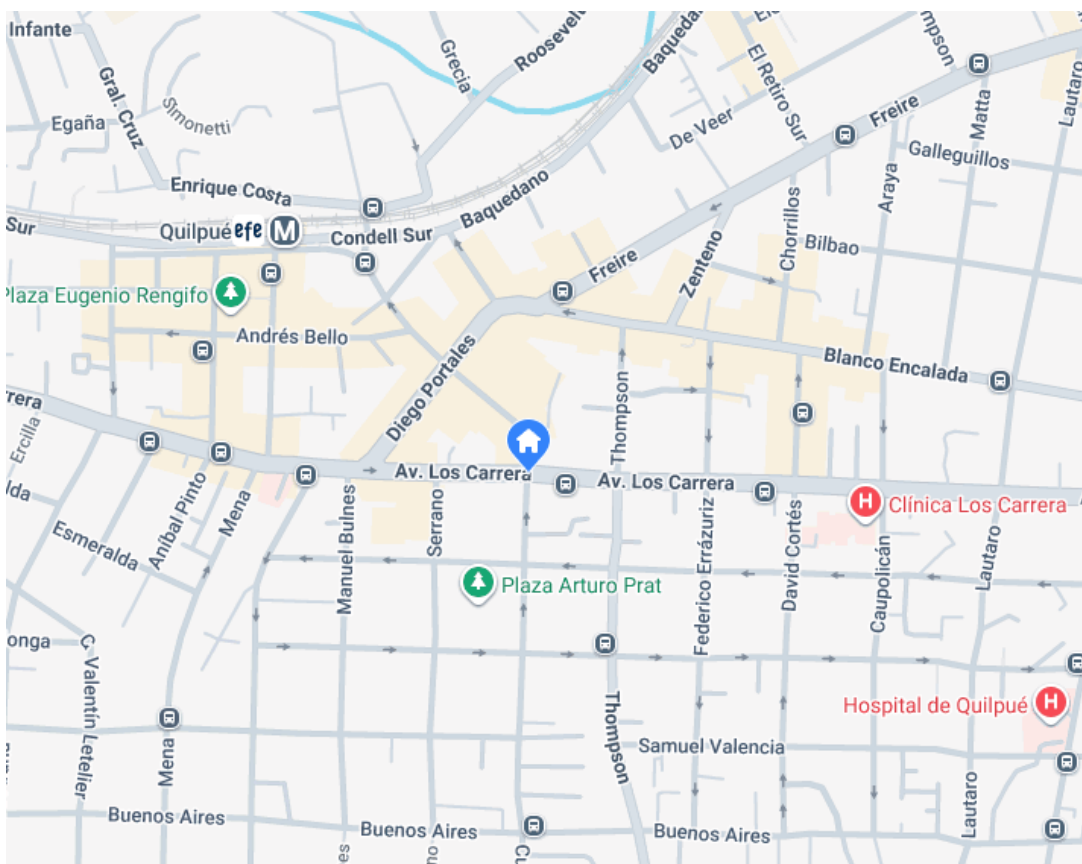


Figura 3. Mapa ubicación de oficina

Este sector es ideal para localizarnos ya que la comuna de Quilpué se ubica en la provincia de margar marga que le 2022 fue declara zona de escasas hídrica por la DGA.

A través de este servicio y la cercanía un territorio afectado por la sequía podemos brindar una solución a una problemática existente.

1.6. SITUACIÓN SIN PROYECTO V/S CON PROYECTO

Situación sin proyecto:

En la situación sin proyecto actualmente se sigue teniendo un uso indiscriminado del agua, las aguas grises se desechan al alcantarillado mezclándose con las aguas negras, así perdiendo la oportunidad de poder reutilizar este recurso.

La comunidad se ve afectada por alzas en tarifas del agua por uso excesivo de agua para regadío.

Sin este proyecto se degradaría las zonas verdes en estación donde hay alto consumo de agua.

Situación con proyecto:

La adopción de un sistema de captación y tratamiento habilita la reutilización de aguas grises, bajando la demanda sobre el agua potable, asegurando el riego constante y promoviendo una economía circular. Lo que nos beneficiara en los siguientes puntos:

- Reducción de la demanda de agua potable al sustituir el uso del agua para regadío por la reutilización del recurso hídrico.
- Favorecerá a los clientes ya que genera economía circular y en consecuencia el retorno de la inversión
- Esto para los clientes del servicio aportan al control de la crisis hídrica y conciencia ambiental ante la escasez hídrica
- Se producirá la preservación del ecosistema a la mantención de las áreas verdes.

1.7. ESTUDIO DE MERCADO

Para formar una empresa prestadora de servicio dedicada al rubro de instalaciones sanitarias, basado en la captación de aguas grises para su reutilización para regadío en la región de Valparaíso debemos estudiar el mercado ya aquello detectar factores que nos rodean. Debemos analizar la demanda (actual y futura) y sus variables que le afectan, también debemos analizar la oferta (actual y futura) y sus variables que le afectan, la determinación del precio del producto o servicio y finalmente el sistema de comercialización a utilizar entrar en el mercado.

1.7.1. Determinación del servicio

Para la puesta en marcha entregaremos un servicio completo para viviendas, condominios, colegios, etc.; que incluirá el diseño, instalación y puesta en marcha de la instalación sanitaria de captación de aguas grises, almacenamiento, saneamiento y distribución para el riego de las áreas verdes que se desea implementar.

Identificaremos proveedores en la región para que nos abastezcan de los necesarios estanques, bombas, tuberías, sistemas de filtrado, materiales para drenes, todo lo necesario para el desarrollo del proyecto e investigar costos y plazo de entrega a los clientes

Además, servicio complementario de mantenimiento periódico de la limpieza de filtros para la envergadura de proyecto de se requiera que incluir, análisis de calidad del agua y limpieza de drenes.

1.7.2 Área de estudio

Para definir el área de estudio tenemos que identificar los sectores que presenten mayores estrés hídrico para ser una opción llamativa para la reutilización de aguas grises.

Respecto a la localización gracias a su ubicación tenemos llegada próxima a sector rurales que son declarados zona de escasez hídrica y también estamos cerca de la costa, que es un sector de estatus económico que nos puede favorecer para llegar a posibles inversores.

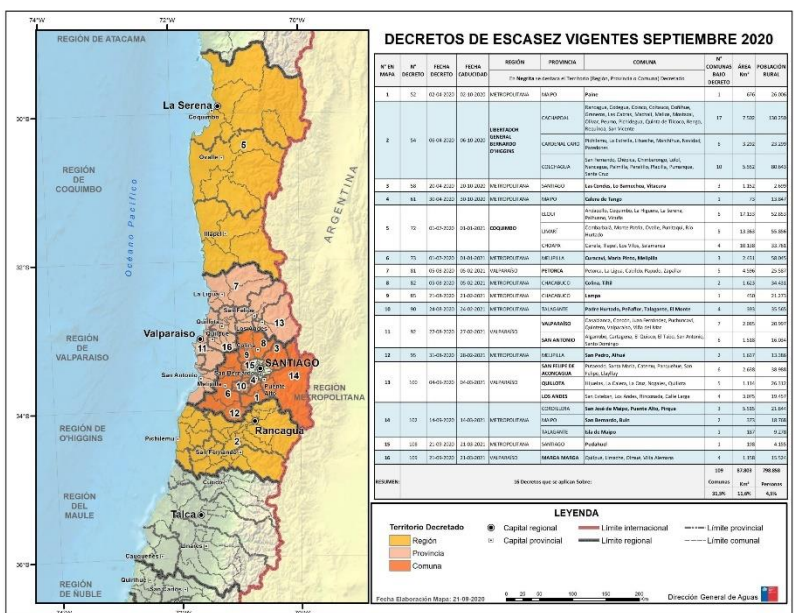


Figura 4. Mapa de zonas decretadas en Escasez Hídrica.

Junto con lo mencionado que estamos rodeamos de provincias que han sido declaradas zonas de escasez hídrica, como las provincias de San Felipe de Aconcagua, Los Andes, Marga Marga y Quillota según el Decreto de Ley Número 149 del Ministerio de Obras Públicas del año 2022 que declara que indica:

“Declarada la zona de escasez hídrica, con el objeto de reducir al mínimo los daños generales, derivados de la sequía, especialmente para garantizar el consumo humano, saneamiento o el uso doméstico de subsistencia”

Informe Condiciones Hidrometeorológicas Provincias de Valparaíso, San Felipe, Los Andes, Marga Marga y Quillota

Proyectamos implementar el servicio en viviendas, condominios, colegios y universidades de las zonas afectadas por las sequías para así poder entregar un servicio que favorezca a los clientes y a la comunidad.

Tenemos presente 305 aproximadamente establecimientos educacionales que se encuentran en zonas de escasez hídrica que son posible llegada

En el caso del mercado inmobiliario el primer semestre del año 2025 ha ingresado a lo menos cinco proyectos inmobiliarios para poder desarrollado en la región para poder llevar a cabo el proyecto.

1.7.3 Análisis de la demanda actual y futura

Para determinar la demanda actual veremos la información que te a disposición de políticas públicas que se han ejecutado para contrarrestar la sequía en los territorios que se encuentran en condición de escases hídrica:

- INDAP invierte más de \$125 millones para fortalecer la seguridad hídrica en La Ligua

La noticia informa que INDAP y el Gobierno Regional de Valparaíso invirtieron más de \$125 millones en el revestimiento entubado del Canal Illalolén, beneficiando directamente a pequeños agricultores de La Ligua. La obra permite que el agua llegue más rápido y con menor pérdida, aumentando la eficiencia hídrica y el bienestar de los agricultores, y es parte de un plan más amplio de modernización y seguridad hídrica en la región.

- Informe de Tecnico - Reto de Innovacion “EFICIENCIA HÍDRICA VALPARAÍSO”

Este informe realizado por Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) nos indica antecedentes de la situación hídrica que regional que existe en la región de Valparaíso, las políticas regionales que se han desarrollado ante la escasez y el programa estratégico regional para la fruticultura de la región.

Estos datos entregan valiosa información para determinar la demanda a actual de la escasez hídrica y de esta manera nosotros disponer de una solución para la disminuir el mal gasto del recurso hídrico.

Brecha	Descripción
Escasa Disponibilidad de Recursos Hidricos Superficiales	Carencia de adecuación de los métodos de cálculo de la disponibilidad de recursos hídricos y las crecidas de los ríos.
	Carencia de obras hidráulicas que permitan aminorar déficit hídrico valles de La Ligua y Petorca.
Escasa disponibilidad Recursos Hidricos Subterráneos	Inexistencia de derechos de agua subterránea para el funcionamiento de las tres baterías de pozos existentes y habilitación de estos.
	Falta precisar el conocimiento y comportamiento de acuíferos para mejorar el diseño de las obras de captación de aguas subterráneas.
	Falta instalar caudalímetros a los pozos con la finalidad de medir los caudales efectivamente extraídos para una mejor gestión de los acuíferos.
Falta adecuación de disponibilidad de recurso hídrico versus demanda	Ausencia de normas para determinar la relación entre la capacidad de regulación de las obras y el comportamiento de los Agricultores.
Disminución contaminación del agua	Insuficiente información de la calidad del agua en las distintas cuencas de la Región de Valparaíso.
	Baja incorporación de nuevas tecnologías de entubamiento de canales para el cruce de poblados que eviten la contaminación del agua.
Mejoramiento gestión y eficiencia del uso del agua	Inexistencia de una instancia representativa de los actores de la fruticultura regional para consensuar.
	Insuficiente uso de Telemetría para la medición y distribución de los caudales en canales para mejorar la gestión del recurso agua.
	Falta aplicar nuevas técnicas de impermeabilización de canales para evitar pérdidas por infiltración.
	Inexistencia de un laboratorio de prueba de equipos de riego para certificar su calidad y evitar costos a los agricultores y el Estado.
	Insuficiente disponibilidad de estaciones de medición de caudales en la cuenca del Aconcagua.
	Falta de instalaciones relacionadas con la recarga de acuífero.
	Insuficiente disponibilidad de estaciones de medición de caudales en la cuenca del Aconcagua.

Figura 5. Tabla de brechas de falta de gestión hídrica.

El cuadro muestra brechas en la gestión de recursos hídricos en la Región de Valparaíso, destacando problemas como escasa disponibilidad de agua superficial y subterránea, falta de adaptación entre oferta y demanda, contaminación hídrica, y baja eficiencia en el uso del agua. Las causas principales incluyen

carencias en infraestructura hidráulica, insuficiente información y regulación, falencias en el monitoreo, y ausencia de tecnologías y prácticas modernas para afrontar el déficit hídrico.

- Cantidad de consumo de agua por habitante al día

Para determinar la demanda tomaremos indicadores clave que nos ayudaran a saber suplir la necesidad que deseamos suplir a través de este proyecto. El consumo de agua potable per cápita refleja el volumen de agua potable que cada habitante utiliza diariamente en uso residenciales, como el consumo directo, preparación de alimentos, aseo del hogar, cuidado personal, riego de jardines, etc. Según los datos que nos proporciona el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable de Chile (CEDEUS), nos indica un consumo de 153.39 lt/día/hab. un dato clave que refleja el consumo de agua potable del área metropolitana de la región de Valparaíso que considera las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Concon, Quilpué y Villa Alemana.

Según reportajes realizado por el investigador Cedeus Jorge Gironas son indica un dato relevante para cuantificar la cantidad de agua que se utiliza y que se desecha por el alcantarillado cuando realmente no es agua que deba perderse, sin o que puede tratarse y reutilizarse.

“Mucha del agua que se utiliza en los hogares no está realmente sucia, por lo que no requiere un proceso como el que entrega una planta de tratamiento. Las cantidades de este recurso que podrían entrar en ese círculo son importantes, hablo de 60% o 70% de lo que se envía al alcantarillado. Por ejemplo, en una ducha se utilizan 100 litros, mientras que al día una persona consume 200 litros. Entonces, la mitad se ensució sólo con un poco de jabón. No hay materia orgánica abundante ni nada parecido”, manifiesta Gironás.

Blog aguas en segundo tiempo de un recurso esencial para las ciudades – CEDEUS

Por ende, en un hogar promedio de la región de Valparaíso, con un consumo cercano a 150 litros de agua potable por persona al día, se estima que alrededor de 60–70% de este volumen (100–120 lt/día/hab) se transforma en aguas grises (duchas, lavamanos, lavadora y lavaplatos), mientras que el 30–40% restante (50–70 lt/día/hab) corresponde a aguas negras y otros usos no recuperables, como descargas de inodoros y pérdidas menores.

Además, estos datos y cantidades coinciden con el Informativo de Disminución del Consumo de Agua recuperando Aguas Grises para los Inodoros del Green Building Council España que nos indica:

“Al reutilizar las aguas grises para las cisternas conseguiríamos un ahorro de unos 50 litros por persona y día. Si consideramos una familia media de 4 personas, esto supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, aproximadamente el 25 % del consumo diario de la vivienda.”

GBCE

Aunque estos datos apuntan a un contexto diferente a las zonas declaradas con escasez hídricas en la región de Valparaíso, las cantidades que se pueden llegar a recuperar en la recuperación de aguas grises son favorables para poder desarrollar un sistema de regadío autónomo.

1.7.4 Análisis de la oferta actual y futura

Para determinar la oferta tenemos que indicar gestores internacionales ya que en el territorio no existe una empresa dedica a la reutilización de aguas grises para un sistema de regadío autónomo para regadío. Sin embargo, existen sistemas de reutilización de aguas del uso diaria

- **HYDRALOOP**

Es un sistema de reutilización de aguas de agua de duchas, lavamanos y lavadores que la reutilizar y usar el agua ya tratada con el fin que se le desee dar. Son módulos independientes que viene junto con mangueras para llegar y conectar a la salida de los artefactos.

1.7.5 Determinación del precio

Para la determinación del precio del sistema de captación de aguas grises y riego se decidió un precio base de \$7.000.000 de pesos. Este monto busca abastecer los costos de producción o costos variables los cuales que consisten en la implementación del sistema de almacenamiento y depuración de aguas grises; y del sistema de riego autónomo a través de drenes subterráneos. El costo del sistema de riego esta cubicado en metros cuadrados de área verde que se desea regar. Por ende, si el área que se desea abarcar aumenta en metros cuadrados el precio del desarrollo del proyecto tendera a aumentar

1.7.6. Sistemas de comercialización

La estrategia se integra por:

- Alianzas institucionales: Convenios formales con municipalidades, colegios, universidades y cooperativas habitacionales para implementación piloto, difusión y validación de impacto.
- Promoción y educación: Talleres, charlas y campañas educativas fomentadas por Municipios, Gobierno Regional o CORFO.
- Difusión digital: Plataforma web y gráficos simular ahorros. Participación en redes sociales y presencia en foros especializados en eficiencia hídrica.
- Postventa: Seguimiento, Mantenimiento, cursos.



CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO

2. INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO

En esta etapa se describirán los procesos administrativos y técnicos necesarios para producir el servicio. Demostraremos sus costos, antecedentes legales y ambientales y demuestren su eficiencia para ser competitivos.

2.1. ESTUDIO TECNICO

En este estudio constara de los procesos que se llevaran a cabo, selección de los equipos, selección de personal, estructura administrativa. además, se estudiará el impacto ambiental del desarrollo de este proyecto y así entregar un servicio eficiente y de calidad.

2.1.1. Descripción y selección de procesos

1. Necesidad cliente/solicitante
2. Valorización de la obra
3. Desarrollo instalaciones de ingeniera detallada
4. Ejecución de obras
5. Post venta – mantención

1. Para identificar la necesidad de los clientes o solicitantes tenemos que hacer un levantamiento de los requerimientos de los territorios que poseen problemáticas ligadas al alto consumo de agua potable para riego y entregar esta alternativa mas eficiente y sostenible.

2. En esta etapa se realiza la estimación de los costos asociados al desarrollo del proyecto, el presupuesto de los materiales, mano de obra, equipamiento y gastos administrativos, así como los costos de operación y mantención. Se analizan las opciones que ya existen en el mercado y se comparan alternativas técnicas y económicas para garantizar la factibilidad económica. Además, se consideran los beneficios como ambientales y potenciales ahorros de tarifas de agua.

3. esta fase incluye la ejecución del diseño técnico del sistema, considerando el tratamiento, almacenamiento y distribución de las aguas grises desde los puntos de captación hasta las áreas de aplicación en riego. El trabajo contempla el dimensionamiento de estanques, selección de bombas y tuberías, integración de sistemas de filtrado y limpieza, así como la elaboración de planos y especificaciones técnicas requeridas.

4. la ejecución contempla la materialización de las instalaciones, siguiendo los alineamientos y especificaciones técnicas definidas en la etapa anterior. Esta etapa involucra la coordinación de los equipos de trabajo, abasteciendo de materiales, gestión de permisos, supervisión la gestión de calidad y cumplimiento de plazos. Toda la ejecución se adapta a las necesidades del usuario y las exigencias ambientales y legales del territorio para garantizar soluciones afectivas y seguras.

5. terminadas las instalaciones se prestarán servicios de post venta que incluirán mantención preventiva y correcciones, que aseguren el funcionamiento continuo. También el servicio contempla limpieza de filtros, revisión de bombas y estanques.

2.1.2. Diagrama de bloques



Figura 6 Diagrama de bloques. Elavoravion propia.

2.1.3. Diagrama de flujos (flor shett)

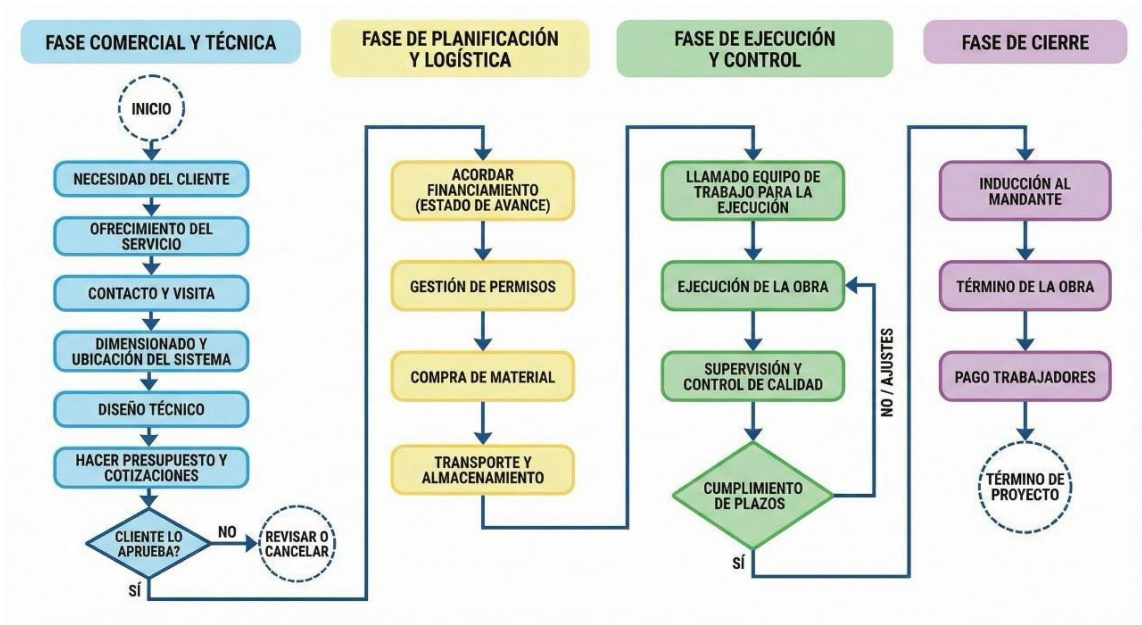


Figura 7 Diagrama de flujos. Elaboración propia.

2.1.4. Diagrama de Lay Out

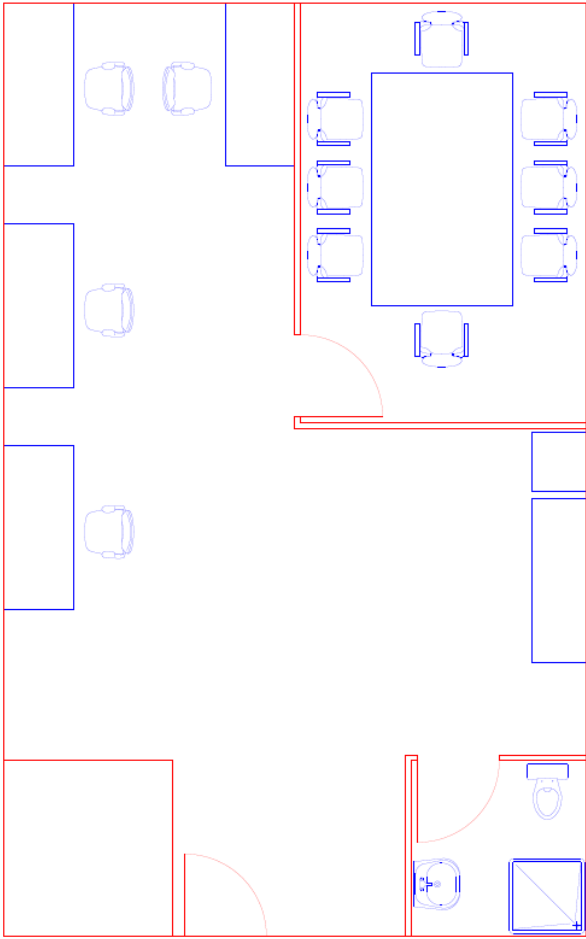


Figura 8. Lay Out Vista planta oficina. Elaboración Propia.

2.1.5. Balance de masa y energía

La energía utilizada dependerá del uso de cada uno de los equipos necesarios para ejecutar las labores de la oficina técnica de obras.

2.1.6. Selección de equipos

Para selección de los equipos será basándonos en todo lo necesario para poder desarrollarnos como una oficina técnica en la localización seleccionada.

desempeñarnos una oficina técnica de obras usaremos los equipamientos necesarios para que la oficina de 40 m³ funcione ejercer las labores de manera correcta y eficiente. Además de contar con el mobiliario necesario para abastecer la oficina de trabajo, salas de reuniones, pequeña zona común y un baño,

Tabla 1. Selección de Equipos.

Computadores	ThinkPad E14 6ta Gen - Black (Intel)
Escritorios	Escritorio Neo 140x60 con cajonera metálica
Sillas Escritorio	Silla de Escritorio Parma
Mesa reuniones	Mesa de reunión M-04
Sillas Reuniones	Silla visita Modelo Net-Malla
Pizarra	Pizarra acrílica blanca melamina 200x100 bi-silque
Impresora	Impresora Multifuncional HP Smart Tank 750
Estación plotter	Plotter CANON TC-21 de 24" - Sistema continuo + 1 Papel de regalo
Equipos de levantamiento Topográfico	Topcon ATB4A (Con Accesorios)
Generador 6000 Watts	Generador a Gasolina Partida Eléctrica 6000 W 25 l
Camioneta Empresa	Maxus T60 DX

2.2. Aspecto técnico y legal

2.2.1. Estructura Organizacional

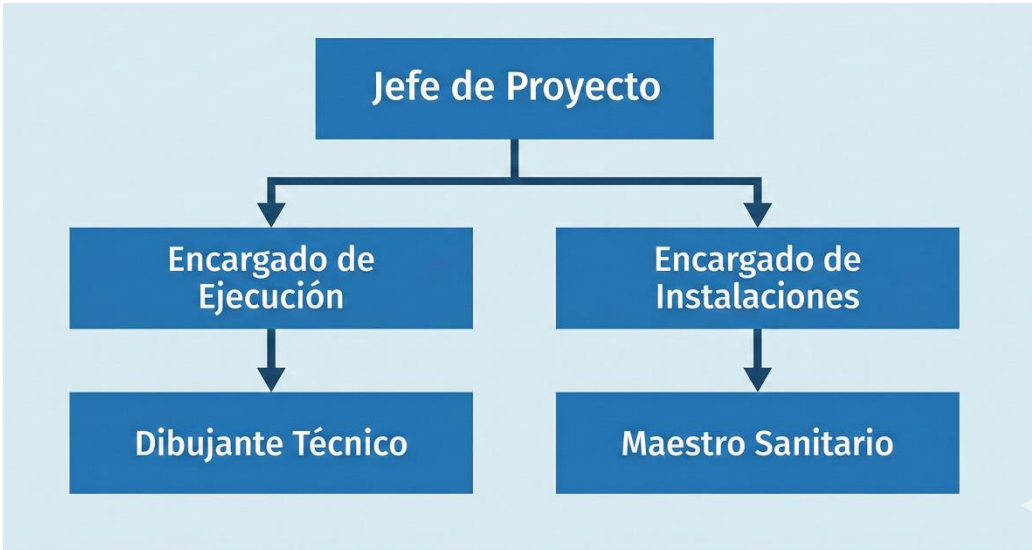


Figura 9. Estructura Organizacional. Elaboración propia.

2.2.2. Personal, Cargos, Perfiles.

El personal encargadas de realizar la producción del servicio deben ser aptas para trabajar en un equipo técnico especializado, que sea capaz de adaptarse a la necesidad que se le presente a los solicitantes del servicio y aportar el uno a los otros para lograr la eficiencia en la ejecución del proyecto. Los profesionales

Cargo	: Jefe de Proyecto
Estudio	: Ingeniero en construcción
Experiencia	: 5 años de experiencia
Objetivo del Cargo	: Supervisión, planificación y coordinación.
Análisis del Cargo	: Liderar equipo, gestión recursos humanos, cumplimiento cronograma y calidad final del sistema

Cargo : Encargado de Ejecución
Estudio : Ingeniero hidráulico / Ingeniero en construcción
Experiencia : 5 años de experiencia
Objetivo del Cargo : Elaborar memoria de cálculos del sistema de tratamiento y asegurar cumplimiento de la normativa
Análisis del Cargo : responsable del diseño y cálculo del sistema de tratamientos.

Cargo : Encargo Instalaciones
Estudio : Técnico en construcción
Experiencia : 3 a 5 años de experiencia
Objetivo del Cargo : Coordinación ejecución en terreno control de calidad, materiales, verificación correcta de instalación.
Análisis del Cargo : Profesional con experiencia en obras sanitarias y montaje de sistemas hidráulicos. Además de hacer levantamientos topográficos en terreno.

Cargo : Dibujante técnico
Estudio : Proyectista / Dibujante proyectista
Experiencia : 5 años de experiencia
Objetivo del Cargo : Aportar en la documentación gráfica y apoyo en la modelación
Análisis del Cargo : Elaboración de planos, detalles a través de uso de herramientas computacionales

Cargo : Maestro Sanitario
Estudio : Egresado Liceo Técnico
Experiencia : 2 años de experiencia
Objetivo del Cargo : Ejecutar el trabajo en terreno, siendo guiado por el Encargado de las instalaciones.
Análisis del Cargo : Aportar con su experiencia en instalaciones.

2.2.2.1. Programa de trabajo, turnos y gastos en personal.

Programa de trabajo

Se adopta una jornada ordinaria de 44 horas semanales, distribuida en 5 días de trabajo, de lunes a viernes, con 9 horas diarias efectivas y días viernes reduciendo 1 hora laboral, respetando los límites establecidos por la reforma de reducción de jornada y las reglas generales sobre descanso semanal y colación del Código del Trabajo. La propuesta base es:

Turnos

Turno único: 08:00 a 18:00 h, con 1 hora de colación no interrumpible a la jornada (8 h diarias de trabajo efectivo) y saliendo los días viernes 1 hora antes, reduciendo su turno de 08:00 a 17:00 para así lograr una jornada laboral de 44 horas.

Sábado, domingo y festivos: descanso semanal, salvo necesidades excepcionales de continuidad técnica (pruebas hidráulicas o puesta en marcha), que se cubrirán con jornadas excepcionales u horas extraordinarias pactadas por escrito y remuneradas con el recargo legal correspondiente, cumpliendo los topes de horas extras y descansos compensatorios.

En caso de requerir mayor continuidad (por ejemplo, para excavaciones, montaje o maniobras que no puedan interrumpirse), se podrá implementar un segundo turno de refuerzo en días hábiles, siempre dentro del límite de 44 horas semanales por trabajador o usando un equipo distinto para no superar el máximo legal individual. La organización asegurará que ningún trabajador exceda las 10 horas de trabajo diario, incluidas eventuales horas extraordinarias, conforme a la normativa vigente.

2.2.2.2.Gasto en personal

A continuación, definiremos los gastos en el personal de la empresa para ejecutarlas a la adjudicación que se nos proponga.

Tabla 2. Gasto en personal

PERSONAL	N° DE TRABAJADORES	SALARIO MENSUAL IMPONIBLE	TOTAL SUELDO ANUAL	MONTOS EN UF
Jefe de Proyecto	1	\$ 2.100.000	\$ 25.200.000	635,67
Encargado de Ejecución	1	\$ 2.100.000	\$ 25.200.000	635,67
Encarado Instalacion	1	\$ 1.800.000	\$ 21.600.000	544,86
Dibujante Tecnico	1	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000	454,05
Maestro Sanitario	2	\$ 850.000	\$ 20.400.000	514,59
Ayudantes	2	\$ 740.000	\$ 17.760.000	448,00
				3232,85

2.3. Marco Legal

El proyecto se ejecutará mediante contratos de trabajo por obra o faena determinada, entendidos como aquellos en que el trabajador se obliga a prestar servicios mientras dure una obra específica, claramente definida en el contrato (instalación del sistema de reutilización de aguas grises), y cuyo término se produce por la conclusión de dicha obra, conforme al artículo 10 bis y a la causal del artículo 159 N°5 del Código del Trabajo. Cada contrato indicará la obra que le da origen, el lugar de prestación de servicios, funciones, remuneración, jornada y forma de distribución semanal, evitando el encadenamiento de obras que pueda simular una relación indefinida.

Este tipo de contrato debe cumplir con todos los requisitos formales de cualquier contrato de trabajo (identificación de partes, funciones, lugar de prestación de servicios, remuneración, jornada, etc.) e incluir claramente la descripción de la obra o faena que le da origen y la forma en que se entenderá concluida. Su término, por regla general, se produce por “conclusión del trabajo o servicio que dio origen al contrato”, causal del artículo 159 N°5 del Código del Trabajo, lo que da derecho a una indemnización especial por tiempo servido para quienes hayan trabajado un mes o más bajo esta modalidad

2.3.1. Impacto medio ambiental (declaración o estudio)

La reutilización de aguas grises para riego genera impactos ambientales mayoritariamente positivos si se diseña y opera conforme a la normativa (Ley 21.075 y su reglamento), pero también conlleva riesgos que deben evaluarse y controlarse. A nivel positivo, el reúso reduce la extracción de agua potable y de fuentes superficiales o subterráneas, disminuye el volumen de aguas servidas que llega a plantas de tratamiento o cuerpos receptores y baja la huella de carbono asociada al bombeo y tratamiento centralizado, lo que contribuye a la conservación de caudales ecológicos y a la economía circular del recurso hídrico. En suelos agrícolas o áreas verdes, diversos estudios muestran que el riego con aguas grises tratadas puede aumentar la materia orgánica y aportar nutrientes como nitrógeno, fósforo y micronutrientes, permitiendo reducir la aplicación de fertilizantes sintéticos y la contaminación asociada a ellos, siempre que las concentraciones se mantengan dentro de rangos aceptables.

Los principales impactos potencialmente negativos se relacionan con la presencia de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos propios de jabones, detergentes, grasas, metales pesados y patógenos, que pueden afectar la calidad del suelo, la fauna, flora y si se trata de cultivos alimentarios, la salud humana por acumulación en tejidos vegetales. Estudios de aplicación de aguas grises tratadas muestran que el suelo generó un aumento de materia orgánica y nutrientes como Fosforo (P), Nitrógeno (N) total, Zinc (Zn) y Cobre (Cu). En relación con los metales pesado como Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) mostro aumento respecto de niveles naturales del suelo, aunque sin llegar a valores tóxicos, pero recomiendan realizar monitoreos de largo plazo y un diseño de tratamiento adaptado a la composición local del agua para evitar degradación del suelo o riesgos sanitarios.

Por ello, para este estudio de impacto ambiental debemos describir el origen de las aguas grises, el tratamiento propuesto, la calidad del agua de riego, el tipo de suelo a donde dirigiremos, vegetación y uso del área. Para cuando el proyecto supera el ámbito domiciliario o tiene carácter de interés público, el reglamento de aguas grises y la Guía PAS 138 del SEIA exigen memoria técnica, descripción del sistema de recolección y tratamiento, evaluación de riesgos sanitarios y ambientales y, en ciertos casos, ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, asegurando que el reúso se realice sin comprometer la salud de las personas ni el equilibrio de los ecosistemas locales.

2.4. Diseño de la planta

El diseño de planta considera el lugar físico en donde la ejecutaremos las funciones de servicio, tanto como el desarrollo de técnico y también el contacto con los solicitantes de nuestro servicio.

Estas funciones se realizarán en un espacio apto para desempeñarlo como oficina a su acomodar a los funcionar par ano se

2.5. Documentos del Proyecto

En este apartado se reúnen los principales documentos técnicos que respaldan el diseño y la evaluación del sistema de reutilización de aguas grises para riego. Se incluyen fichas técnicas de materiales y equipos, planos generales y de detalle, especificaciones técnicas y bases administrativas, cotizaciones, cálculos y los informes técnicos elaborados durante el desarrollo del proyecto.

2.5.1. Planos generales de las instalaciones.

Sistema de Aguas grises:

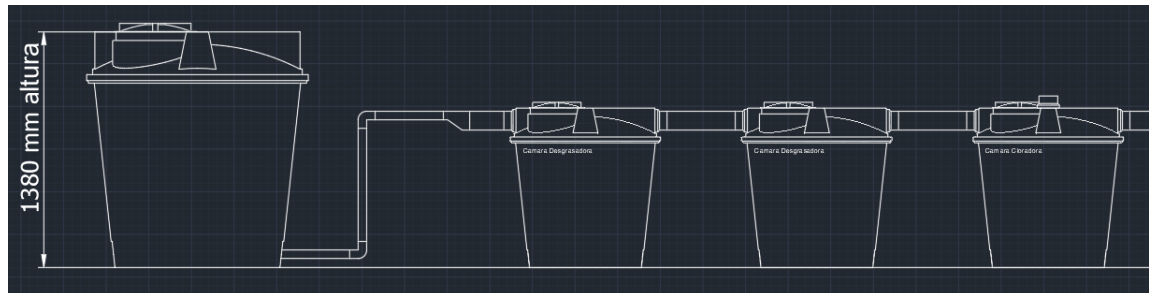


Figura 10. Sistema de tratamiento de aguas grises. Elaboración propia.

Sistema de Regadío autónomo:

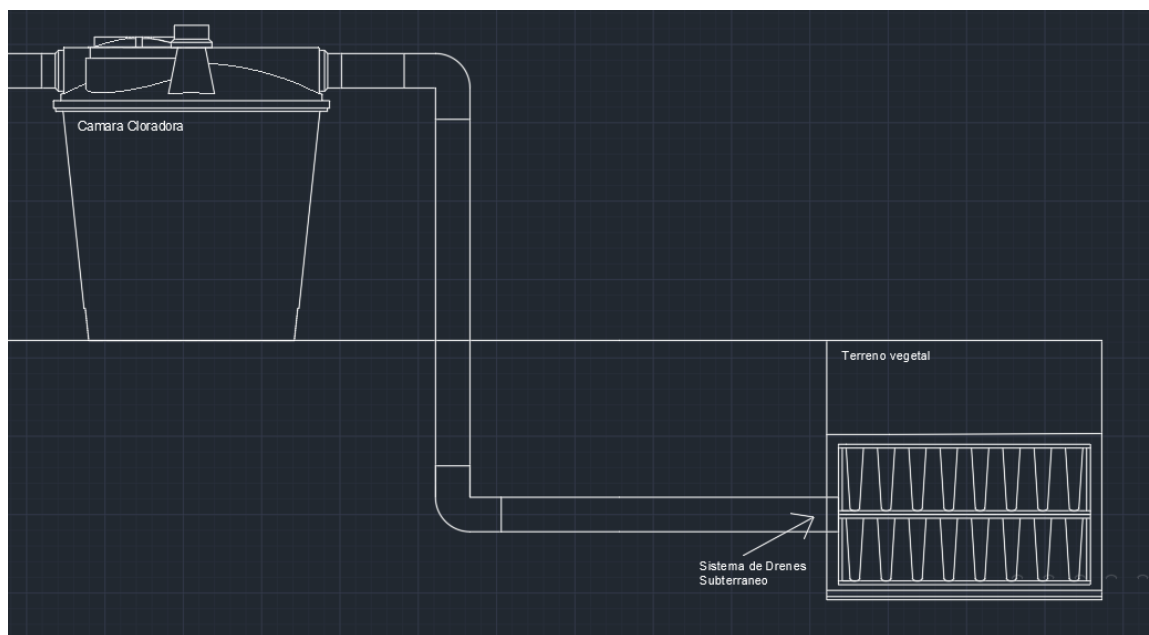


Figura 11. Sistema de Regadío. Elaboración propia.

2.5.2. EETT o Bases Administrativas

Las especificaciones técnicas definirán las condiciones mínimas de calidad, desempeño que tendrán los cumplir los materiales, equipos y trabajos asociados al sistema de reutilización de aguas grises.

Dentro de los materiales y artefactos que utilizaremos lo dividiremos en dos, sistemas de captación de aguas grises y sistema de riego automático a través de drenes, que contemplaran los siguientes artefactos:

Sistema de captación de aguas grises

Camara de almacenamiento: El primer componente del sistema recibe directamente las aguas grises provenientes de lavatorios, duchas, lavadoras y lavaplatos. Estanque vertical de polietileno de alta densidad (PEAD), de fabricación nacional BIOPLASTIC, capacidad nominal 1.300 litros, con refuerzos estructurales internos que resisten presiones hidrostáticas durante la operación continua. La función principal es acumular temporalmente el agua gris cruda, permitiendo la regular de caudales y evitando sobrecargas hidráulicas en las etapas posteriores de tratamiento. El material PEAD ofrece resistencia química frente a detergentes, grasas y materia orgánica típica de aguas grises. Incorpora tapa de acceso removible para inspecciones periódicas, salida inferior para conducción hacia la primera cámara desgrasadora mediante tubería PVC 50 mm, y desagüe de fondo con válvula para vaciado total durante mantenimiento.

Bomba de agua: El segundo componente del sistema dirigirá las aguas grises a los sistemas de depuración. La bomba sumergible se instala al interior del estanque de almacenamiento de 1.300 litros para impulsar el agua gris cruda hacia la primera cámara desgrasadora, iniciando el proceso de tratamiento del sistema. La bomba se sumerge completamente en el estanque de almacenamiento, activándose mediante sistema de control por nivel (flotador o sensor automático) cuando el volumen acumulado alcanza el nivel operacional. Impulsa el agua gris hacia la primera cámara desgrasadora a través de tubería PVC 50 mm, con caudal controlado según la capacidad de tratamiento de las cámaras posteriores. El diseño sumergible garantiza operación silenciosa, refrigeración natural por contacto con el agua y protección del motor. Los materiales de construcción en fierro fundido y acero endurecido proporcionan resistencia a la abrasión por sólidos finos presentes en las aguas grises, prolongando la vida útil del equipo a 10 años en condiciones normales de uso.

Camara desgrasadora: Tercer componente del sistema recibe el flujo desde el estanque de almacenamiento. se considera una Cámara cilíndrica de 500 litros fabricada en PEAD, diseñada para la separación gravitacional primaria de grasas, aceites y sólidos gruesos presentes en las aguas grises. Las grasas flotan hacia la superficie siendo retenidas en el volumen superior mediante deflectores internos, mientras que los sólidos sedimentables de mayor tamaño se depositan en el fondo por acción de la gravedad. Esta primera etapa de desgrasado remueve aproximadamente el 60-70% de las grasas y aceites totales, reduciendo significativamente la carga orgánica que ingresará a la segunda cámara. Esta segunda desgrasadora separa las grasas y aceites residuales que no fueron capturados en la primera etapa, así como los sólidos finos en suspensión, logrando una remoción adicional del 20-30% de la carga grasa remanente. El sistema de doble desgrasado en serie garantiza una eficiencia superior al 85-90% en la remoción de grasas y aceites, cumpliendo con los requisitos mínimos para posterior desinfección e infiltración según normativa chilena de aguas grises. Además, cada Cámara, posee compuerta de limpieza en la base para extracción periódica de lodos sedimentados y acceso superior con tapa para remoción manual de la capa de grasas flotantes acumuladas.

Camara Decloradora: Cuarto y último componente del sistema de captación de aguas grises, recibe el flujo de agua desgrasado y clarificado desde la segunda cámara desgrasadora. Cámara de desinfección de 500 litros fabricada en PEAD, diseñada para la aplicación controlada de hipoclorito de sodio al 10% u otro agente desinfectante, asegurando la eliminación de patógenos y reducción de carga microbiana antes de la infiltración en módulos BIODREN o riego subsuperficial. Incorpora entrada dedicada para dosificación del desinfectante mediante sistema de goteo o pastillas de cloro, permitiendo un tiempo de contacto mínimo de 20 a 30 minutos para garantizar la efectividad del tratamiento. La desinfección mantiene una concentración de cloro residual libre entre 0,5 y 1,0 mg/L a la salida del sistema, cumpliendo con los estándares sanitarios para reutilización de aguas grises. La dosificación se realiza mediante pastillas de 200 g, con una referencia de 1 pastilla por cada 15.000 a 20.000 litros del agua gris tratada, ajustable en terreno según verificaciones semanales del cloro residual. Posee válvula de control de salida para regular el caudal hacia el sistema de infiltración, tubería de rebose de seguridad y punto de muestreo para verificación periódica de cloro residual mediante test colorimétrico. La salida final conduce el agua gris tratada y desinfectada hacia los módulos BIODREN mediante tubería PVC 50 mm, completando así el tren de

tratamiento del sistema de reutilización de aguas grises.

Ductos: Usaremos Tubo ALC gris de PVC para agua, diámetro nominal 50 mm, largo 6 metros, fabricado en resinas de policloruro de vinilo (PVC-U) sin plastificador, se utiliza en el sistema de reutilización de aguas grises para conducción y distribución del efluente tratado entre componentes del sistema. El material es resistente a la corrosión y a agentes químicos típicos de aguas grises como detergentes, grasas y materia orgánica, con peso aproximado de 3,36 kg por tubo, facilitando su transporte e instalación manual.

En la aplicación específica del sistema de aguas grises, el tubo ALC de 50 mm se instala como conducto de traslado del efluente entre componentes del sistema, permitiendo conducir el agua desde la cámara de pretratamiento hacia los módulos BIODREN de infiltración o hacia los puntos de riego subsuperficial. Se pueden disponer en paralelo o en serie según el diseño de la red de distribución, permitiendo un caudal continuo y controlado del agua tratada a través de todo el sistema.

Sistema de regadío:

Malla Geotextil: Geotextil negro 200 gsm, rollo 1x50 m, para elemento de separación y filtración en la base del tratamiento o drenaje de un sistema de reutilización de aguas grises, evitando el arrastre de finos y favoreciendo la distribución del flujo del agua. Se utilizó geotextil para separación y filtración en el sistema de reutilización de aguas grises, instalado entre el relleno granular (grava y arena) y el suelo natural o entre capas de árido, para impedir el taponamiento por finos y asegurar la permeabilidad del lecho de infiltración o drenaje. Contribuye a la distribución homogénea del efluente tratado, protege los drenes y prolonga la vida útil del sistema de infiltración o riego subterráneo asociado a aguas grises.

Capa Grava: Se considera una capa de grava limpia y dura, de origen silíceo o triturado, con tamaños de partícula en el rango medio (aprox. 10–40 mm), que actúa como estrato drenante y soporte estructural del sistema de reutilización de aguas grises. Esta grava se dispone en la base de las zanjias o cámaras de infiltración, proporcionando un alto volumen de vacíos que facilita el escurrimiento rápido del efluente tratado y evita zonas de saturación que puedan generar malos olores o pérdidas de eficiencia hidráulica.

Capa Arena: Sobre la grava se incorpora una capa de arena silíceo lavada, de granulometría controlada y bajo contenido de finos, que cumple una doble función: por una parte, actúa como medio filtrante, reteniendo sólidos suspendidos y materia orgánica fina presente en las aguas grises; por otra, contribuye a distribuir de forma más uniforme el flujo antes de su contacto con el suelo natural. Esta configuración arena-grava mejora la permeabilidad del sistema, reduce el riesgo de taponamiento a largo plazo y asegura una infiltración más homogénea del agua reutilizada en el perfil del terreno.

Biodren: Es un sistema modular de infiltración y drenaje, fabricado en Chile de la empresa Bioplastic, que se utiliza como elemento drenante en cámaras de infiltración y pozos absorbentes para sistemas de reutilización de aguas grises, reemplazando la grava convencional. El sistema está compuesto por módulos cónicos de alta resistencia disponibles en capacidades de 26 TON para sistemas estándar y 40 TON para sistemas de alta envergadura.

Cada módulo pesa aproximadamente 4 kg y se conecta mediante un sistema de "click" sin necesidad de herramientas, permitiendo una instalación rápida y manual sin maquinaria pesada. Un solo módulo de BIODREN sustituye aproximadamente 1.300 kg de grava o 50 metros de tubería de drenaje tradicional, lo que reduce significativamente los volúmenes de excavación y los tiempos de instalación.

La capacidad de cada módulo BIODREN, con volumen aproximado de 0,26 m³ (0,8x0,8x0,4)(260 litros), permite gestionar eficientemente el flujo de aguas grises en sistemas de infiltración pasiva. El módulo genera un bulbo húmedo subterráneo con radio de influencia de aproximadamente 1,2 a 1,5 metros desde su centro, proporcionando una zona efectiva de infiltración de 3 a 5 m² en suelos francos o limosos. Desde la perspectiva del balance hídrico, considerando una demanda típica de riego de 4 a 5 litros/m²/día, el volumen total del módulo es teóricamente suficiente para suplir la demanda diaria de aproximadamente 50 a 60 m² de áreas verdes.

Para la aplicación específica del sistema de reutilización de aguas grises, la funcionalidad del BIODREN se complementa con las capas de grava y arena descritas anteriormente, formando un tren de tratamiento e infiltración. El geotextil de 200 gsm envuelve el sistema para evitar saturación por finos y asegurar la permeabilidad a largo plazo. Para cubrir áreas de riego mayores, los módulos se distribuyen en trenes o hileras longitudinales bajo las zonas a irrigar, optimizando la infiltración homogénea del efluente tratado en el perfil del suelo o los módulos se

pueden instalar sobre una placa base como fundación, permitiendo apilarse hasta 14 módulos de altura según los requerimientos de profundidad y caudal de diseño.

2.5.3. Cotizaciones (originales en anexos)

Las cotizaciones que se presentan a continuación corresponden a los presupuestos detallados para la implementación del sistema completo de reutilización de aguas grises, dividido en dos subsistemas principales: el sistema de depuración (captación y tratamiento primario) y el sistema de riego (infiltración y distribución). Cada cotización incluye los materiales, equipos y accesorios específicos requeridos para garantizar la operación eficiente del sistema, con costos unitarios y totales expresados en pesos chilenos (CLP) y su equivalencia en Unidades de Fomento (UF). Estos presupuestos permiten evaluar la viabilidad económica del proyecto y establecer el monto de inversión requerido para la construcción e instalación del tren de tratamiento de aguas grises a nivel de prototipo domiciliario.

Sistema de Aguas Grises:

El sistema de depuración constituye la etapa inicial de tratamiento, siendo responsable de la remoción de grasas, aceites y sólidos gruesos de las aguas grises domésticas. Incluye dos cámaras desgrasadora de 500 litros cada una, un estanque de almacenamiento vertical de 1.300 litros y una bomba sumergible de 1 HP para impulsar el efluente entre componentes. El costo total de este subsistema asciende a \$918.317 (23,16 UF).

Tabla 3. Costo Elaboración Sistema de tratamiento.

SISTEMA DE DEPURACION	DIMENSION	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	UF
CÁMARA DESGRASADORA 500 LTS	UNI	2	\$ 161.501	\$ 323.002	8,15
CÁMARA CLORADORA 500 LTS	UNI	1	\$ 215.335	\$ 215.335	5,43
ESTANQUE VERTICAL REFORZADO 1300LT BIOPLASTIC	UNI	1	\$ 113.990	\$ 113.990	2,88
Bomba sumergible 1 HP 220 V 250 l/min	UNI	1	\$ 265.990	\$ 265.990	6,71
			TOTAL	\$ 918.317	23,16

Sistema de Riego:

El sistema de riego comprende la etapa final de infiltración del agua tratada en el perfil del suelo. Integra geotextil de separación, capas de grava y arena como medios filtrantes, y módulos BIODREN para una infiltración optimizada de aguas grises. El costo total de este subsistema es de \$195.136 (4,92 UF), dimensionado para 1 metro cuadrado de área verde de riego.

Tabla 4. Sistema de riego automático.

SISTEMA DE RIEGO	DIMENSION	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	UF
GEOTEXTIL 1x50mt	M2	0,04	\$ 53.990	\$ 2.160	0,05
GRAVA 25kg (1m3=53s)	M3	1,06	\$ 890	\$ 943	0,02
ARENA (1m3=51s)	M3	0,51	\$ 1.229	\$ 627	0,02
BIODREN	M3	2,73	\$ 70.000	\$ 191.406	4,83
			TOTAL	\$ 195.136	4,92

Cálculo de sistema de riego por metro cuadro de Área verde de riego:

Para el cálculo de las cantidades dimensionamos los artefactos necesitamos guiándonos por los metros cuadrados de área verde que necesita abarcar el solicitante del servicio. Esto nos facilitará el cálculo de nuestra cotización ya para cada tipo de proyecto medimos el área de riego, la enlazamos en nuestra cotización y automáticamente nos entrega las cantidades de materiales que necesitamos y costo total que tendrá.

Tabla 5. Calculo distribución por m²

Terreno m2 regadio	1
1	
0,02	
0,01	
0,7	

Ductos:

Los ductos y tuberías conducen el flujo de agua desde el sistema de almacenamiento, a treves del sistema de depuración de aguas grises y hasta el sistema de riego a través de BIODRENES. Para esto dimensionamos cada ducto a la necesidad del cada artefacto que se utilizara y también que la materialidad del

ducto resista lo que este flujo. Se integro Tubo ALC Gris PVC Agua de 50 mm para la salida de la bomba, Tubo ALC Gris PVC Agua de 110 mm para la conexión entre las cámaras y fittings como Terminal PVC-P CEM/HE 50mm, Codo 87,5o PVC-S Cementar 50mm Gris, Codo pvc sanitario gris 110mm. El costo total de este subsistema es de \$38.530 (0,97 UF),

Tabla 6. Ductos

DUCTOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	UF
Tubo ALC Gris PVC Agua 50 mmx600 cm	ML	1,135	\$ 13.490	\$ 15.311	0,39
Terminal PVC-P CEM/HE50mm x 1 1/2" 1u	UNI	1	\$ 1.290	\$ 1.290	0,03
Codo 87,5o PVC-S Cementar 50mm Gris 1u	UNI	2	\$ 420	\$ 840	0,02
Tubo ALC Gris PVC Agua 110 mmx300 cm	ML	1,145	\$ 15.990	\$ 18.309	0,46
Codo pvc sanitario gris 110mm	UNI	2	\$ 1.390	\$ 2.780	0,07
			TOTAL	\$ 38.530	0,97

2.5.4. Cálculos obtenidos

Espacio necesario para ejecutar obras:

Instalación en superficie:

Para la implementación del sistema de reutilización de aguas grises en modalidad superficial, se requiere un área libre con una altura mínima de 1,8 a 2,0 metros y una longitud de al menos 6,0 metros lineales, destinada a alojar en serie los siguientes componentes: cámara acumuladora, dos cámaras de depuración y cámara cloradora. Esta disposición en línea permite garantizar el flujo gravitacional entre unidades, facilitar las labores de inspección, control operacional y mantención periódica de cada componente del sistema. El espacio necesario que se debe disponer es de 7.2 m²

Instalación subterránea:

Como alternativa, el sistema puede ser instalado de manera subterránea, optimizando el uso del espacio en superficie y protegiendo los equipos de las condiciones climáticas exteriores. Esta modalidad requiere excavaciones diferenciadas según cada componente: 1,30 metros de profundidad para la cámara acumuladora y 0,80 metros para las cámaras depuradoras y la cámara cloradora, dimensiones que permiten alojar completamente el sistema dejando expuesta únicamente la tapa superior para labores de inspección y mantención. Cada excavación debe estar controlada y estabilizada, con una base impermeabilizada con geotextil y hormigón preparado.

La instalación subterránea del sistema requiere una superficie total de excavación aproximada de 7,0 m², con un volumen de extracción de tierra estimado en 6,8 m³, distribuidos entre las cuatro fosas que alojarán la cámara acumuladora, las dos cámaras depuradoras y la cámara clorador respectivamente.

Sistema de regadío autónomo:

Las cantidades de movimientos de tierra que tendremos que realizar para el sistema de regadío será para instalar drenes subterráneos. La cantidad de exacción que realizaremos será a partir de lo que cada proyecto necesite.

En este caso proyectaremos las cantidades a excavar para instalar 1 metro cuadrado de tuberías y drenes subterráneos para el sistema de regadío automático.

Para la instalación de tuberías que redirigen el agua proveniente del sistema de reutilización de aguas grises debemos excavar canales donde quepan las tuberías. Dimensión 0.1 metros de largo por 0.1 metros de largo y una profundidad de 0.98 metros lo que daría una cantidad de 0.09 m² de tierra

Para la estación de los drenes subterráneos donde llegara el agua regadía y tendremos que habilitar un espacio donde quepan la una cama de gravilla y los drenes, para esto debemos dimensionar un espacio.



CAPITULO 3: EVALUACION ECONOMICA

3. Evaluación Económica.

El objetivo de la evaluación económica es analizar cual es la mejor forma de financiamiento para el desarrollo del proyecto y verificar su factibilidad. Este análisis contara el estudio de fuentes de financiamientos, desarrollo de flujos de cajas, estudio de la sensibilidad del proyecto y medición de su rentabilidad.

3.1. Antecedentes financieros.

La revisión económica se considera la última etapa en la evaluación de prefactibilidad técnica y económica del proyecto, integrando tanto el análisis de inversión inicial, como de operaciones y mantención a largo plazo. En este apartado se especificará la inversión destinada a activos fijos (estanques, bombas, tuberías, sistemas de filtrado y cámaras de tratamiento), puesta en marcha del sistema, necesidades de capital de trabajo para operación inicial, y contingencias asociadas a la variabilidad de costos regionales.

Asimismo, se presentarán los costos recurrentes una vez ejecutado el sistema de reutilización de aguas grises, incluyendo energía, mantención, reposición de insumos (medios filtrantes, pastillas de cloro) y personal técnico de supervisión y monitoreo.

La medición de la rentabilidad se realizará a través de flujos de caja anuales, considerando diversos escenarios de demanda y disponibilidad de aguas grises, evaluados con indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), con el propósito de determinar la viabilidad económica del proyecto y comparar diferentes opciones de financiamiento o modalidades de operación.

3.1.1. Fuentes de financiamiento

La materialización del sistema de reutilización de aguas grises para riego requerirá una fuente de financiamiento que puede ser por aportes entre inversión propia y recursos externos como:

a.- Capital de inversionista: Corresponde al aporte directo de recursos propios. Ósea Proyecto puro, es decir el 100% del capital

b.- Instituciones financieras y créditos bancarios: Se evalúa la posibilidad de acceder a líneas de crédito ofrecidas la institución bancaria más conveniente para

poder analizar un financiamiento del proyecto en un 25%, 50% y 75%.

3.1.2. Costo de financiamiento (tasa y amortización)

El costo del financiamiento es dado por la tasa de interés del financiamiento que nos proporcionará la institución financiera que más nos favorezca para solicitar un préstamo para desarrollar el proyecto y analizar la prefactibilidad económica.

Para obtener el financiamiento del proyecto a través de un crédito bancario tenemos que analizar las tasas de interés que ofrecen las instituciones bancarias para lo cual estudiamos dos bancos con las tasas más convenientes

- Banco de Chile: nos ofrece una tasa anual del 17.40% a un plazo de cinco años.
- Banco estado: nos ofrece una tasa anual del 19.68% a un plazo de cinco años

Con los datos obtenidos analizamos que la mejor alternativa para obtener un financiamiento a través de un crédito bancario seria la tasa de interés que nos ofrece el Banco del Estado del un 19.68% a un plazo de cinco años y descartamos la opción de la tasa del Banco de Chile que, aunque se ve conteniente el crédito de esta institución además incluye un CAE del 24.89% lo cual no es conveniente a efectos del desarrollo del proyecto a largo plazo.

Con los datos que obtuvimos con fecha de junio de 2026 con interés anual del 19.68% con un plazo de 5 años podemos calcular las tablas de amortización del 25% 50% y 75%.

Como primer caso con un financiamiento inicial del 25% que corresponde a 194.41 UF y cuotas anuales de 64.75 UF.

Tabla 7. Amortización 25%

Amortización		25%				
Nº de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-194,91	-168,57	-137,03	-99,28	-54,09	0,00
Amortización		-26,35	-31,54	-37,75	-45,19	-54,09
Interés		-38,40	-33,21	-26,99	-19,56	-10,66
Cuota o pago		-64,75	-64,75	-64,75	-64,75	-64,75

Como primer caso con un financiamiento inicial del 50% que corresponde a 389.83 UF

y cuotas anuales de 129.43 UF.

Tabla 8. Amortización 50%

Amortización		50%				
Nº de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-389,83	-337,11	-274,02	-198,52	-108,15	0,00
Amortización		-52,72	-63,09	-75,51	-90,37	-108,15
Interés		-76,72	-66,34	-53,93	-39,07	-21,28
Cuota o pago		-129,43	-129,43	-129,43	-129,43	-129,43

Como primer caso con un financiamiento inicial del 75% que corresponde a 584.74 UF y cuotas anuales de 194.15 UF.

Tabla 9. Amortización 75%

Amortización		75%				
Nº de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-584,74	-505,67	-411,04	-297,78	-162,23	0,00
Amortización		-79,07	-94,64	-113,26	-135,55	-162,23
Interés		-115,08	-99,52	-80,89	-58,60	-31,93
Cuota o pago		-194,15	-194,15	-194,15	-194,15	-194,15

3.1.3.- VAN, TIR y PRI.

VAN: calcula el valor presente neto de los futuros flujos de caja del proyecto. Si el VAN es positivo, indica que la inversión es rentable tras recuperar los fondos aportados.

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

Figura 12. Ecuación del VAN.

TIR: es la tasa en la que el VAN es igual a cero, utilizada para validar la conveniencia financiera del proyecto. Una TIR superior al costo del financiamiento señala éxito financiero.

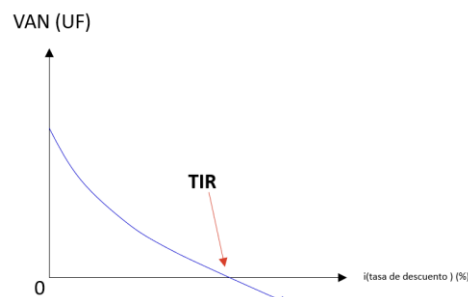


Figura 13. Esquema Tasa Interna de Retorno.

PRI: Estima el plazo requerido para que el proyecto recupere el monto inicialmente invertido, sumando los flujos generados en distintos periodos.

3.1.4. Tasa de descuento y horizonte del proyecto.

La tasa de descuento se define como el descuento otorgado en una unidad de tiempo determinada al capital sobre el cual se aplica dicho descuento, expresándose de forma anual en términos porcentuales. De acuerdo con los antecedentes obtenidos, se estima que el proyecto debe evaluarse con una tasa de descuento del 23%, considerando que la prima de riesgo asociado es medio-alto, propio de una empresa nueva que opera en el rubro de la construcción y servicios de ingeniería. Este porcentaje se sustenta además en el costo del financiamiento bancario obtenido, correspondiente a una tasa de crédito cercana al 19,68% anual, valor que respalda la coherencia de utilizar una tasa de descuento de similar magnitud.

El horizonte estimado de evaluación del proyecto se ha establecido en 5 años, plazo justificado por el comportamiento de los flujos de caja, los cuales no presentan variaciones que ameriten extender a un periodo mayor. Este horizonte resulta suficiente para observar la consolidación operacional de la empresa, la amortización de los activos fijos y la recuperación de la inversión inicial, constituyendo un plazo razonable y ampliamente utilizado en la evaluación de proyectos de esta naturaleza.

3.1.5. Inversiones

A continuación, se analizará de las inversiones del proyecto para esto se efectuó un detalle de las distintas inversiones necesarias para su implementación, clasificándolas en: inversión en activos fijos, inversión para la puesta en marcha e inversión en capital de trabajo.

3.1.5.1.Interés en activos fijos y/o tangibles

La inversión en activos fijos y/o tangibles considera todo lo necesario para poder empezar a operar, esto incluye la maquinaria, los equipos de oficina y también los elementos de seguridad para el personal en obra. Dentro de la maquinaria se contempla principalmente la compra de la camioneta, que es el vehículo que se usará para trasladar materiales y herramientas hacia cada proyecto, representando la mayor parte de esta inversión con 316 UF. En cuanto a los equipos de oficina, se consideran los elementos básicos para que el equipo administrativo y técnico pueda trabajar, como escritorios, notebooks, impresoras, mesa de reuniones y otros artículos de uso diario, lo que suma 160,57 UF. Por último, se incluye la inversión en seguridad de obra, que corresponde a cascos, guantes, gafas y overoles reflectantes para los trabajadores que ejecutan las instalaciones, con un monto de 3,97 UF. Sumando estos tres ítems, la inversión total en activos fijos para este proyecto alcanza las 480,54 UF.

Tabla 10. Inversión en Maquinaria.

INVERSIÓN EN MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
			\$0	0,00
Camioneta	1	\$12.900.000	\$12.900.000	316,00
Total			\$12.900.000	316,00

Tabla 11. Inversión en Equipos de Oficina

INVERSIÓN EN EQUIPOS DE OFICINA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Escritorio	4	\$226.792	\$907.168	22,22
Sillas	8	\$41.310	\$330.480	8,10
sillon ejecutivo	4	\$68.842	\$275.368	6,75
Notebook	4	\$672.293	\$2.689.172	65,87
Impresora Laser	1	\$170.092	\$170.092	4,17
impresora plotter	1	\$485.125	\$485.125	11,88
pizarra	1	\$97.192	\$97.192	2,38
Nivel topografo	1	\$266.490	\$266.490	6,53
generador	1	\$534.592	\$534.592	13,10
refrigerador	1	\$169.990	\$169.990	4,16
Mesa de reuniones	1	\$558.900	\$558.900	13,69
Microondas	1	\$54.990	\$54.990	1,35
Extintor de incendios	1	\$15.240	\$15.240	0,37
Total			\$6.554.798	160,57

Tabla 12. Inversion en Equipos de Seguridad.

INVERSIÓN EN SEGURIDAD DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Cascos	4	\$2.690	\$10.760	0,26
Gafas de proteccion	4	\$2.890	\$11.560	0,28
Guantes	10	\$1.990	\$19.900	0,49
Bototos de seguridad	4	\$20.990	\$83.960	2,06
Overol reflectante	4	\$8.990	\$35.960	0,88
			\$0	0,00
			\$0	0,00
Total			\$162.140	3,97

3.1.5.2. Interés en puesta en marcha

Dentro de esta inversión se consideran todos los gastos realizados por única vez al inicio del proyecto, necesarios para formalizar legalmente la empresa y dar los primeros pasos comerciales antes de comenzar a operar. Se contempla la constitución de la sociedad, con un costo de \$600.000 (14,70 UF) y una inversión en marketing inicial de \$300.000 (7,35 UF), destinada a dar a conocer la empresa en sus primeros meses. En total, la inversión de puesta en marcha alcanza \$900.000, equivalentes a 22,05 UF.

Tabla 13. Inversión de Puesta en Marcha

INVERSIÓN DE PUESTA EN MARCHA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	VALOR UF
Constituir sociedad	\$600.000	14,70
Marketing inicial	\$300.000	7,35
TOTAL	\$900.000	22,05

	verano				invierno (tempora baja d				temporada alta demanda			
CAPITAL DE TRABAJO												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad Q	3,5	3,5	3	3	2	2	1,5	1,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Total ingresos	600,15	600,15	514,42	514,42	342,94	342,94	257,21	257,21	600,15	600,15	600,15	600,15

CAPITAL DE TRABAJO: MÉTODO DEL MÁXIMO DEFICIT ACUMULADO												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Total ingresos	600,15	600,15	514,42	514,42	342,94	342,94	257,21	257,21	600,15	600,15	600,15	600,15
(-) Costo de Servicio Por Mes	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76	-20,76
(-) Costo Sueldo Fijos Por Mes	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72	-183,72
(-) Costo de Producción	-349,97	-349,97	-299,97	-299,97	-199,98	-199,98	-149,99	-149,99	-349,97	-349,97	-349,97	-349,97
Saldo	45,71	45,71	9,97	9,97	-61,52	-61,52	-97,26	-97,26	45,71	45,71	45,71	45,71
Saldo Acumulado	45,71	91,41	101,38	111,35	49,83	-11,69	-108,94	-206,20	-160,49	-114,79	-69,08	-23,37

CAPITAL DE TRABAJO	-206,20
--------------------	---------

3.1.6. Cuadro de reinversiones

Corresponde a un mecanismo de autofinanciamiento, mediante el cual la empresa reinvierte parte de sus ganancias para impulsar su propio desarrollo. Para establecer el cuadro reinversión se debe determinar la vida útil de cada ítem activo fijo como el mobiliario, los equipos informáticos, las herramientas y los equipos de protección personal, registrando sus valores tanto en pesos como en UF según la Tabla de Vida Útil del Servicio de Impuestos Interno, para así parte de las utilidades de la empresa que se vuelvan a invertir dentro del mismo proyecto, en lugar de distribuir las ganancias. Para determinar la reinversión, se utiliza como referencia el VAN del flujo puro al ser el escenario más desfavorable, cuyo valor asciende a 51.90 UF. Aplicando un 40% sobre esta cifra, se obtiene un monto de reinversión de 20.76 UF.

3.1.7. Costos.

Se entiende por costo el valor en dinero que representan los recursos utilizados para llevar a cabo una actividad económica orientada a producir un bien o prestar un servicio. Con el fin de identificar correctamente los distintos costos que involucra nuestro proyecto, es necesario examinar de manera detallada cada uno de sus componentes. A continuación, se presenta la estructura de costos, la cual incluye los costos fijos y variables, los costos de operación o producción, los imprevistos, los gastos administrativos y comerciales, y finalmente las depreciaciones asociadas al negocio.

Tabla 15. Costos Anuales.

COSTOS ANUALES					
Año	1	2	3	4	5
Costo de Producción	3399,67	3637,64	3892,28	4164,74	4456,27
Costo de Sueldo	2204,64	2204,64	2204,64	2204,64	2204,64
Costo de Servicio	249,11	249,11	249,11	249,11	249,11
Total	5853,41	6091,39	6346,03	6618,49	6910,02

3.1.7.1. Estructura de costos (Fijos/Variables o Directos/Indirectos).

Tabla 16. Costos de Producción.

COSTOS DE PRODUCCIÓN o VARIABLE		
DESCRIPCIÓN	COSTO \$	COSTO UF
Sistema Aguas grises	\$743.843	18,22
Sistema de Riego (por	\$158.060	3,87
Maestro sanitario	\$1.700.000	41,64
Ayudante	\$1.480.000	36,25
TOTAL	\$4.081.903	99,99

3.1.7.2. Costos de operación o de producción.

Se entiende por costo el valor en dinero que representan los recursos utilizados para llevar a cabo una actividad económica orientada a producir un bien o prestar un servicio. Con el fin de identificar correctamente los distintos costos que involucra nuestro proyecto, es necesario examinar de manera detallada cada uno de sus componentes.

A continuación, se presenta la estructura de costos, la cual incluye los costos fijos y variables, los costos de operación o producción, los imprevistos, los gastos administrativos y comerciales, y finalmente las depreciaciones asociadas al negocio.

3.1.7.3. Costo de imprevistos.

El ítem de imprevistos surge de considerar que, en la práctica, no siempre es posible anticipar con exactitud las condiciones reales en que se desarrollará el proyecto, existiendo la posibilidad de que se produzcan aumentos en los gastos destinados a la compra de activos y a la puesta en marcha, o bien situaciones inesperadas que no fueron contempladas originalmente en la planificación. Por esta razón, se decidió incorporar un margen de seguridad equivalente al 10% de la inversión inicial, monto que asciende a 70,88 UF, con el objetivo de resguardar al proyecto frente a posibles variaciones o contingencias no previstas durante su etapa de implementación.

Tabla 17. Inversión Inicial – Imprevistos

INVERSIÓN INICIAL	VALOR UF
CAPITAL DE TRABAJO	-206,20
PUESTA EN MARCHA	-22,05
INVERSIÓN DE ACTIVOS	-480,54
INVERSIÓN INICIAL	-708,78
IMPREVISTOS (10%)	-70,88
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	-779,66

3.1.7.4. Gastos administrativos y comerciales.

Los gastos administrativos y comerciales engloban todo el conjunto de bienes y elementos necesarios para el funcionamiento diario de las oficinas de la empresa, tales como mobiliario, equipos tecnológicos y herramientas de trabajo indispensables para el desarrollo de las labores administrativas. En total, esta inversión en equipos de oficina asciende a \$6.554.798, equivalentes a 160,57 UF.

Tabla 18. Gastos Administrativos

INVERSIÓN EN EQUIPOS DE OFICINA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Escritorio	4	\$226.792	\$907.168	22,22
Sillas	8	\$41.310	\$330.480	8,10
sillon ejecutivo	4	\$68.842	\$275.368	6,75
Notebook	4	\$672.293	\$2.689.172	65,87
Impresora Laser	1	\$170.092	\$170.092	4,17
impresora plotter	1	\$485.125	\$485.125	11,88
pizarra	1	\$97.192	\$97.192	2,38
Nivel topografo	1	\$266.490	\$266.490	6,53
generador	1	\$534.592	\$534.592	13,10
refrigerador	1	\$169.990	\$169.990	4,16
Mesa de reuniones	1	\$558.900	\$558.900	13,69
Microondas	1	\$54.990	\$54.990	1,35
Extintor de incendios	1	\$15.240	\$15.240	0,37
Total			\$6.554.798	160,57

3.1.7.5. Depreciaciones.

La depreciación corresponde al mecanismo contable mediante el cual se registra la pérdida de valor que experimenta un activo fijo como consecuencia de su uso continuo a lo largo del tiempo. Todo bien destinado a la generación de ingresos va sufriendo un deterioro progresivo, hasta llegar a un punto en que deja de ser funcional y su valor se va deteriorando.

Para efectos de este proyecto, la estimación de la vida útil de los activos fijos se basará en la Tabla de Vida Útil de los Bienes Físicos del Activo Inmovilizado del Servicio de Impuestos Internos (SII), conforme a la resolución exenta n.º 43 del 26 de diciembre de 2002, aplicando el método de depreciación acelerada. Este método consiste en disminuir a la tercera parte el periodo de vida útil que originalmente correspondía a cada bien, lo cual genera un gasto contable más elevado durante los primeros años de operación. Como resultado, la base sobre la cual se calcula el impuesto a la renta se ve reducida, permitiendo a la empresa pagar un monto menor por este concepto en dichos periodos iniciales.

A continuación, se presenta la tabla con los valores de depreciación correspondientes a este proyecto.

Tabla 19. Depreciación de Activos.

Activos depreciables	Compra	Vida util	T	1	2	3	4	5	VL	Valor venta	Vta - VL
Escritorio	22,22	7	2	11,11	11,11	0,00	0,00	0,00	0,00	17,66	17,66
Sillas	8,10	10	3	2,70	2,70	2,70	0,00	0,00	0,00	7,58	7,58
sillon ejecutivo	6,75	10	3	2,25	2,25	2,25	0,00	0,00	0,00	6,05	6,05
Notebook	65,87	6	3	21,96	21,96	21,96	0,00	0,00	0,00	50,45	50,45
Impresora Laser	4,17	6	2	2,08	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00	3,28	3,28
impresora plotter	11,88	6	2	5,94	5,94	0,00	0,00	0,00	0,00	100,9	100,90
pizarra	2,38	5	1	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,2	2,20
Nivel topografo	6,53	8	2	3,26	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00	6	6,00
generador	13,10	8	2	6,55	6,55	0,00	0,00	0,00	0,00	12,5	12,50
refrigerador	4,16	9	3	1,39	1,39	1,39	0,00	0,00	0,00	3,8	3,80
Mesa de reuniones	13,69	10	3	4,56	4,56	0,00	0,00	0,00	4,56	12,5	7,94
Microondas	1,35	9	3	0,45	0,45	0,45	0,00	0,00	0,00	1,2	1,20
camioneta	316,00	7	2	158,00	158,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450	450,00
									0,00		0,00
									0,00		0,00
Total inversión	140,99		-	58,23	55,85	26,90	0,00	0,00	0,00	674,12	206,62

3.2. Flujos de caja y sensibilización.

El flujo de caja constituye uno de los elementos más relevantes de la evaluación de un proyecto, ya que a través de él se determina el comportamiento financiero del negocio frente a distintos escenarios de financiamiento, permitiendo anticipar sus resultados económicos reales. Este instrumento representa de manera ordenada el movimiento de ingresos y egresos de dinero que experimenta la empresa durante un periodo determinado.

Para su construcción se utiliza la información recopilada previamente en los estudios de mercado, técnico y organizacional, junto con los antecedentes relacionados con la depreciación y la amortización de activos. Sobre esta base, se elaboraron cuatro escenarios de flujo de caja: flujo puro ósea uno sin financiamiento externo, y otros considerando un 25%, un 50% y un 75% de financiamiento, lo que permite comparar el efecto del apalancamiento en la rentabilidad del proyecto. A partir de estos flujos se calculan los principales indicadores de evaluación, como el VAN, la TIR, el PRI y la tasa de descuento correspondiente.

Finalmente, se incorpora un análisis de sensibilización, el cual busca conocer cómo reacciona el proyecto ante variaciones en sus variables clave, como el precio de venta del servicio. Este análisis consiste en expresar los flujos de caja en función de dichas variables críticas, para luego evaluar las consecuencias que tendría un error en su estimación sobre la factibilidad económica del proyecto.

A continuación, se presentan los distintos análisis de flujo de caja elaborados para el proyecto: un Flujo de caja puro, Flujo de caja con un 25%, un 50% y un 75% de financiamiento respectivamente, con el objetivo de evaluar el comportamiento económico del proyecto y pre factibilidad económica.

3.2.1. Flujo de Caja PURO.

A continuación, se analizará el Flujo de caja Puro del proyecto sin un financiamiento externo y en un periodo de 5 años.

Tabla 20. Flujo Puro

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		5830,04	6238,15	6674,82	7142,05	7642,00
- Costos		-5853,41	-6091,39	-6346,03	-6618,49	-6910,02
= Utilidad		-23,37	146,75	328,79	523,57	731,98
- Intereses LP						
- Intereses CP			4,60	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-58,23	-55,85	-26,90	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						206,62
- Pérd de Ejerc Ant			-81,61	0,00	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		-81,61	13,90	301,88	523,57	938,60
- Impto 27%		0,00	-3,75	-81,51	-141,36	-253,42
= Utilidad desp Imptp		-81,61	10,15	220,37	382,21	685,18
+ Pérd de Ejerc Ant			81,61	0,00	0,00	0,00
+ Depreciación		58,23	55,85	26,90	0,00	0,00
- Amort LP						
- Amort CP			-23,37	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						0,00
- K de Trabajo	0,00					0,00
- Pta en Marcha	-22,05					
- Inversión en Act	-480,54					
- Imprevisto	-70,88					
= Total Anual	-573,46	-23,37	124,24	247,28	382,21	685,18
+ Créditos LP						
+ Créditos CP		23,37	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-573,46	0,00	124,24	247,28	382,21	685,18
Flujo N. Act	-573,46	0	82	133	167	243
Flujo N.Acum	-573,46	-573,46	-491,34	-358,46	-191,47	51,90

VAN	51,90
PRI	0
TIR	26%

Tasa de Descuento	23%
-------------------	-----

Tasa de Creditos CP 19,70%

Eje Ve

3.2.2. Flujo de Caja con 25 % de financiamiento crediticio.

A continuación, se analizará el proyecto considerando un financiamiento del 25% otorgado por el Banco Estado, con una tasa de interés del 19.70% y un plazo de pago de 5 años.

Tabla 21. Flujo de caja 25%

Períodos	0	1	2	3	4	5
+ Ingresos		5830,04	6238,15	6674,82	7142,05	7642,00
- Costos		-5853,41	-6091,39	-6346,03	-6618,49	-6910,02
= Utilidad		-23,37	146,75	328,79	523,57	731,98
- Intereses LP		-38,40	-33,21	-26,99	-19,56	-10,66
- Intereses CP			17,36	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-58,23	-55,85	-26,90	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						206,62
- Pérd de Ejerc Ant			-120,00	-44,95	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		-120,00	-44,95	229,94	504,01	927,94
- Impto 27%		0,00	0,00	-62,08	-136,08	-250,54
= Utilidad desp Imptp		-120,00	-44,95	167,86	367,93	677,40
+ Pérd de Ejerc Ant			120,00	44,95	0,00	0,00
+ Depreciación		58,23	55,85	26,90	0,00	0,00
- Amort LP		-26,35	-31,54	-37,75	-45,19	-54,09
- Amort CP			-88,12	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						0,00
- K de Trabajo	-206,20					206,20
- Pta en Marcha	-22,05					
- Inversión en Act	-480,54					
- Imprevisto	-70,88					
= Total Anual	-779,66	-88,12	11,25	201,96	322,74	829,51
+ Créditos LP	194,91					
+ Créditos CP		88,12	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-584,74	0,00	11,25	201,96	322,74	829,51
Flujo N. Act	-584,74	0	7	109	141	295
Flujo N.Acum	-584,74	-584,74	-577,31	-468,78	-327,77	-33,13

VAN	-33,13
PRI	0
TIR	21%

Tasa de Descuento	23%
-------------------	-----

Tasa de Creditos CP 19,70%

3.2.3. Flujo de Caja con 50 % de financiamiento crediticio.

A continuación, se analizará el proyecto considerando un financiamiento del 50% otorgado por el Banco Estado, con una tasa de interés del 19.70% y un plazo de pago de 5 años.

Tabla 22. Flujo de caja 50%

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		5830,04	6238,15	6674,82	7142,05	7642,00
- Costos		-5853,41	-6091,39	-6346,03	-6618,49	-6910,02
= Utilidad		-23,37	146,75	328,79	523,57	731,98
- Intereses LP		-76,72	-66,34	-53,93	-39,07	-21,28
- Intereses CP			30,10	20,76	0,00	0,00
- Depreciación		-58,23	-55,85	-26,90	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						206,62
- Pérd de Ejerc Ant			-158,32	-103,66	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		-158,32	-103,66	165,05	484,50	917,32
- Impto 27%		0,00	0,00	-44,56	-130,81	-247,68
= Utilidad desp Imptp		-158,32	-103,66	120,49	353,69	669,64
+ Pérd de Ejerc Ant			158,32	103,66	0,00	0,00
+ Depreciación		58,23	55,85	26,90	0,00	0,00
- Amort LP		-52,72	-63,09	-75,51	-90,37	-108,15
- Amort CP			-152,81	-105,38	0,00	0,00
+ Vta Act VL						0,00
- K de Trabajo	-206,20					206,20
- Pta en Marcha	-22,05					
- Inversión en Act	-480,54					
- Imprevisto	-70,88					
= Total Anual	-779,66	-152,81	-105,38	70,17	263,32	767,68
+ Créditos LP	389,83					
+ Créditos CP		152,81	105,38	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-389,83	0,00	0,00	70,17	263,32	767,68
Flujo N. Act	-389,83	0	0	38	115	273
Flujo N.Acum	-389,83	-389,83	-389,83	-352,12	-237,07	35,61

VAN	35,61
PRI	5
TIR	25%

Tasa de Descuento	23%
-------------------	-----

Tasa de Creditos CP	19,70%
---------------------	--------

3.2.4. Flujo de Caja con 75 % de financiamiento crediticio.

A continuación, se analizará el proyecto considerando un financiamiento del 75% otorgado por el Banco Estado, con una tasa de interés del 19.70% y un plazo de pago de 5 años.

Tabla 23. Flujo de caja 75%

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		5830,04	6238,15	6674,82	7142,05	7642,00
- Costos		-5853,41	-6091,39	-6346,03	-6618,49	-6910,02
= Utilidad		-23,37	146,75	328,79	523,57	731,98
- Intereses LP		-115,08	-99,52	-80,89	-58,60	-31,93
- Intereses CP			42,85	43,75	14,05	0,00
- Depreciación		-58,23	-55,85	-26,90	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						206,62
- Pérd de Ejerc Ant			-196,68	-162,44	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		-196,68	-162,44	102,30	479,01	906,67
- Impto 27%		0,00	0,00	-27,62	-129,33	-244,80
= Utilidad desp Imptp		-196,68	-162,44	74,68	349,68	661,87
+ Pérd de Ejerc Ant			196,68	162,44	0,00	0,00
+ Depreciación		58,23	55,85	26,90	0,00	0,00
- Amort LP		-79,07	-94,64	-113,26	-135,55	-162,23
- Amort CP			-217,52	-222,07	-71,30	0,00
+ Vta Act VL						0,00
- K de Trabajo	-206,20					206,20
- Pta en Marcha	-22,05					
- Inversión en Act	-480,54					
- Imprevisto	-70,88					
= Total Anual	-779,66	-217,52	-222,07	-71,30	142,83	705,85
+ Créditos LP	584,74					
+ Créditos CP		217,52	222,07	71,30	0,00	
= Flujo Neto	-194,91	0,00	0,00	0,00	142,83	705,85
Flujo N. Act	-194,91	0	0	0	62	251
Flujo N.Acum	-194,91	-194,91	-194,91	-194,91	-132,51	118,20

VAN	118,20
PRI	5
TIR	36%

Tasa de Descuento	23%
-------------------	-----

Tasa de Creditos CP	19,70%
---------------------	--------

Tabla 24. Resultados flujo de caja

	PURO	25%	50%	75%
VAN	-81,05	-33,13	35,61	118,20
PRI	0	0	5	5
TIR	20%	21%	25%	36%

Los resultados obtenidos del flujo de caja financiado al 75% muestran que el VAN es de 118,20 UF, la TIR es de 36% y el periodo de recuperación de la inversión (PRI) es de 5 años. Con estos resultados, se puede concluir que el proyecto con un 75% de financiamiento es rentable, ya que presenta un VAN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento.

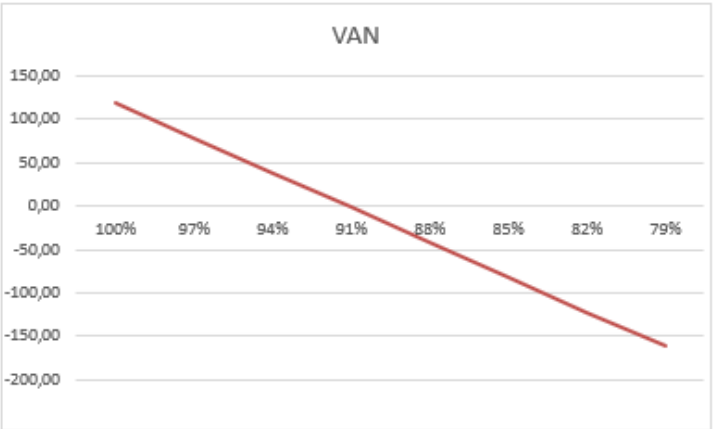
3.2.5. Análisis de sensibilidad del Precio.

Sensibilidad del precio

Al evaluar disminuciones progresivas en el precio de venta del servicio, manteniendo constantes los demás factores del flujo de caja, se observa que el VAN disminuye de manera lineal a medida que el precio se reduce. Con el precio base (100%, equivalente a \$171,47 UF), el proyecto presenta un VAN de 118,20 UF. Sin embargo, al reducir el precio hasta un 91% de su valor original, el VAN cae a -1,80 UF, prácticamente cero, evidenciando que este es el punto crítico o de equilibrio del proyecto. En consecuencia, el proyecto solo tolera una disminución máxima cercana al 9% en el precio de venta antes de volverse inviable, por lo que se concluye que es altamente sensible a esta variable.

Tabla 25. Variación de precios

Variación de Precios	VAN
100%	118,20
97%	78,20
94%	38,20
91%	-1,80
88%	-41,80
85%	-81,80
82%	-121,80
79%	-161,80

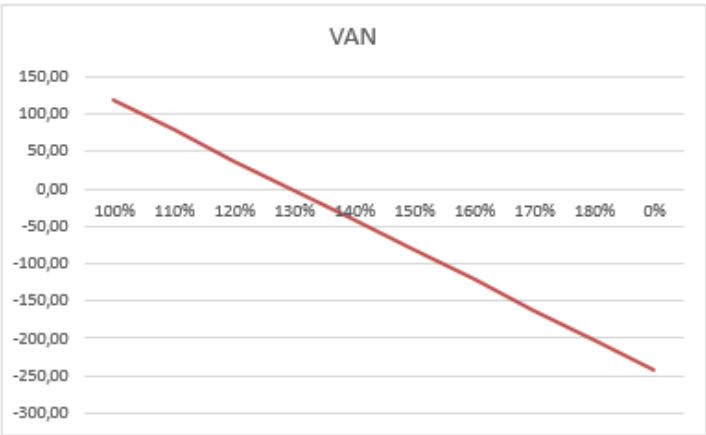


Sensibilidad de los Costos

De forma similar, se evaluó el efecto de incrementar los costos de producción sobre el resultado del proyecto. Los resultados muestran que el VAN también disminuye de manera lineal frente a los aumentos de costos, pasando de 118,20 UF en el escenario base (100%) a valores negativos a partir de un incremento cercano al 130%. El punto de equilibrio se ubica entre el 120% (VAN de 38,20 UF) y el 130% (VAN de -1,80 UF), lo que indica que el proyecto puede absorber un alza de costos de hasta aproximadamente un 29% antes de dejar de ser rentable, ofreciendo un margen de tolerancia mayor que el observado en la variable precio.

Tabla 26. Sensibilizacion de Costos.

Variación de Costos	VAN
100%	118,20
110%	78,20
120%	38,20
130%	-1,80
140%	-41,80
150%	-81,80
160%	-121,80
170%	-161,80
180%	-201,80
0%	-241,80



Análisis cruzado Precio y Costos

Finalmente, se realizó un análisis cruzado que combina simultáneamente variaciones en el precio y en los costos, con el fin de observar el efecto conjunto de ambas variables sobre el VAN. Los resultados evidencian que la mayoría de las combinaciones de disminución de precio y aumento de costos generan un VAN negativo, siendo solo el escenario cercano a las condiciones base (precio entre 94% y 100%, con costos entre 100% y 110%) el que mantiene la rentabilidad del proyecto.

Tabla 27. Precio y Costos

COSTOS	PRECIO							
	100%	97%	94%	91%	88%	85%	82%	79%
	118,2	79,64	41,08	2,52	-36,04	-74,6	-113,16	-151,72
	100%	78,2	39,64	1,08	-37,48	-76,04	-114,6	-153,16
	110%	38,2	-0,36	-38,92	-77,48	-116,04	-154,6	-193,16
	120%	-1,8	-40,36	-78,92	-117,48	-156,04	-194,6	-233,16
	130%	-41,8	-80,36	-118,92	-157,48	-196,04	-234,6	-273,16
	140%	-81,8	-120,36	-158,92	-197,48	-236,04	-274,6	-313,16
	150%	-121,8	-160,36	-198,92	-237,48	-276,04	-314,6	-353,16
	160%	-161,8	-200,36	-238,92	-277,48	-316,04	-354,6	-393,16
	170%	-201,8	-240,36	-278,92	-317,48	-356,04	-394,6	-433,16
	180%	-241,8	-280,36	-318,92	-357,48	-396,04	-434,6	-473,16

RESUMEN.

A partir de estos resultados, se concluye que el proyecto es más sensible a las variaciones en el precio del servicio que a las variaciones en los costos de producción, dado que un descenso de solo un 9% en el precio compromete la viabilidad económica del proyecto, mientras que este puede resistir aumentos de costos considerablemente mayores, cercanos al 29%, antes de alcanzar el punto de equilibrio. Este hallazgo resalta la importancia de una correcta estrategia de fijación de precios como factor determinante para la sostenibilidad financiera del negocio, por sobre el control estricto de los costos operativos.

CONCLUSION:

A partir del desarrollo del presente estudio de prefactibilidad técnica y económica, se concluye que la creación de una empresa dedicada a la prestación de servicios de regadío autónomo mediante la reutilización de aguas grises constituye una alternativa viable y pertinente para enfrentar la crisis hídrica que afecta a la Región de Valparaíso, sustentada en tres pilares complementarios: en primer lugar, el Capítulo 1, referido a la evaluación de comercialización, demostró la existencia de una demanda real y creciente derivada del estrés hídrico regional —con más del 90% de las comunas bajo decretos de escasez— así como de un marco normativo favorable a través de la Ley 21.075, lo que valida la oportunidad de mercado y justifica la fijación de un precio base de \$7.000.000 en función de los metros cuadrados de área verde a intervenir; en segundo lugar, el Capítulo 2, correspondiente a la ingeniería básica y conceptual del proyecto, permitió definir de manera detallada los procesos técnicos, el equipamiento, la estructura organizacional y el marco legal y ambiental necesarios para ejecutar el servicio de forma eficiente, segura y conforme a la normativa vigente, confirmando la factibilidad operativa del sistema de captación, tratamiento y distribución de aguas grises; y finalmente, el Capítulo 3, relativo a la evaluación económica y financiera, evidenció —a través del análisis de los flujos de caja puro y con distintos niveles de financiamiento (25%, 50% y 75%)— que el proyecto genera resultados positivos que mejoran progresivamente con el apalancamiento financiero, alcanzando su mejor desempeño en el escenario de mayor financiamiento (VAN de 118,20 UF y TIR de 36% al 75%), mientras que el análisis de sensibilización reveló que el proyecto es más vulnerable ante caídas en el precio del servicio (tolerando solo un 9% de disminución) que ante alzas en los costos de producción (con un margen cercano al 29%), lo que en conjunto permite afirmar que el proyecto es técnica, legal y económicamente factible, siempre que se resguarde una estrategia de precios sólida y se privilegie el financiamiento externo como mecanismo para maximizar su rentabilidad y acelerar la recuperación de la inversión inicial.

BIBLIOGRAFIA:

- <https://www.senado.cl/comunicaciones/noticias/proyecto-que-fomenta-la-reutilizacion-de-aguas-grises-en-la-agricultura>
- <https://corporacionciudades.cl/dia-mundial-agua-ley-reutilizacion-aguas-grises/>
- <https://sni.gob.cl/wp-content/uploads/METODOLOGIA-GENERAL-2025.pdf>
- <https://www.ruberte.es/reutilizacion-de-aguas-grises>
- <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/tratamiento-de-agua/tratamiento-de-aguas-grises/>
- <https://pre-dga.mop.gob.cl/mop-decreta-escasez-hidrica-en-12-comunas-de-la-region-de-valparaiso/>
- https://www.interior.gob.cl/sitio-2010-2014/n5800_24-11-2010.html
- <https://eficagua.cl/encuesta-eficiencia-hidrica-2019>
- https://www.radioagricultura.cl/noticias/nacional/esval-aplicara-alza-en-tarifas-de-agua-potable-en-valparaiso-familias-pagaran-mas-desde-marzo-2025_20250917/
- <https://innovariego.cl/reutilizar-el-agua-del-hogar-para-el-riego-en-el-jardin-una-practica-sostenible/>
- <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1115066>
- <https://www.paiscircular.cl/agua/reglamento-sobre-reutilizacion-de-aguas-grises-especialistas-valoran-su-publicacion-luego-de-seis-anos-pero-lo-consideran-muy-restrictivo/>
- https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F37101%2F1%2FPanorama_Hidrico_Region_Valparaiso_F.pdf
- <https://dga.mop.gob.cl/escasez-hidrica-para-el-475-de-la-poblacion/>
- <https://repositorio.upn.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/6cdece76-9d59-48e0-9c26-643596432144/content>
- <file:///C:/Users/Samuel%7D/Downloads/Diseno-de-sistema-de-aprovechamiento-de-aguas-grises-para-riego-en-el-contexto.pdf>
- https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2025/10/23/Guia-PAS-138_2025_Res.pdf
- https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2025/10/23/Guia-PAS-138_2025_Res.pdf