

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

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO
ECONÓMICO PARA CREAR UNA EMPRESA DE
REUTILIZACION DE AGUAS GRISES Y NEGRAS**

Trabajo de Titulación
para optar al Título de

INGENIERO
CONSTRUCTOR
LICENCIADO EN
INGENIERÍA

Alumno:

Mario Jesús Palavecinos
Britos

Profesor Guía:

Ing. Bruno Piazze Rubio

2025



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 técnico económica para crear una empresa de reutilización de aguas grises y negras

Nombre del candidato(a): Mario Jesús Palavecinos Brito

Carrera / Grado: Ingeniería en construcción, con licenciatura en ingeniería

Campus: sede viña del mar Departamento: construcción y prevención de riesgos

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Bruno Piazze, 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 (marcar una opción)

☒ 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 (marcar una opción):

☐ 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: 7/04/2026

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 06-04-2026

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.*

Dedicatoria

Al estar ya en las puertas del final de esta etapa de mi vida, solo puedo expresar mi más sincero agradecimiento a quienes me han apoyado y aconsejado en los momentos más difíciles, cuando las fuerzas flaqueaban y pensé en dejarlo todo.

Dedico este trabajo a quienes nunca dudaron de mí, incluso cuando yo mismo dudaba de mis capacidades: a mi madre, mi padre, mi familia, mis amigos y mi pareja, quienes me acompañaron incondicionalmente desde el inicio de este camino.

Agradezco cada experiencia que me ha conducido hasta aquí, y a quienes, desde mi infancia, sembraron en mí el amor por la construcción: a mi abuelo, que me guía desde el cielo, y a mis tíos, que con su ejemplo y apoyo me inspiraron a seguir esta carrera.

Resumen

El presente trabajo desarrolla un estudio de prefactibilidad técnico-económica para la creación de una empresa de reutilización de aguas grises y negras en viviendas unifamiliares de la provincia de San Felipe de Aconcagua, Región de Valparaíso. La iniciativa responde a la crisis hídrica regional, donde el 22,5% de las viviendas utiliza fosas sépticas sin tratamiento secundario y un 3,1% cuenta con pozo negro, generando una demanda potencial de soluciones de saneamiento eficiente.

El sistema propuesto opera mediante dos líneas de tratamiento: la primera trata 644 L/día de aguas grises mediante biofiltro vertical y desinfección UV, obteniendo agua apta para recarga de inodoros según DS N°40/2024; la segunda trata 120 L/día de aguas negras mediante planta compacta Bioplastic RTB 8, produciendo efluente apto para riego según NCh 1333.Of78. El sistema alcanza una reducción del 35% al 45% en el consumo de agua potable por vivienda.

La evaluación económica se realizó a un horizonte de 5 años con una tasa de descuento del 16,77% y una inversión total de 527,97 UF. El escenario en el que se posee un financiamiento del 75% arroja un VAN = 94,64UF y TIR = 30%, superior a la tasa de descuento, Recuperando el TIR al quinto año. El análisis de sensibilidad evidencia alta vulnerabilidad ante variaciones del precio de venta. Se concluye que el proyecto es técnicamente factible pero económicamente inviable en su formulación actual, recomendándose reformular la estructura de costos, revisar la estrategia de precios y evaluar el acceso a subsidios públicos antes de una nueva evaluación.

Keywords: AGUAS GRISES, AGUAS NEGRAS, REUTILIZACIÓN, PREFACTIBILIDAD, TRATAMIENTO DE AGUAS, VAN, ESCASEZ HÍDRICA, SAN FELIPE DE ACONCAGUA

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1. Objetivos del Proyecto

1.1.1. Objetivo General

1.1.2. Objetivos Específicos

1.2. Presentación Cualitativa del Sector Industrial del Negocio

1.3. FODA

Fortalezas

Oportunidades

Debilidades

Amenazas

1.4. Tamaño del Proyecto

1.5. Localización

1.6. Situación Sin Proyecto V/S Con Proyecto

1.6.1. Situación Sin Proyecto

1.6.2. Situación Con Proyecto

1.7. Estudio de Mercado

1.7.1. Determinación del Servicio

1.7.2. Área de Estudio

1.7.3. Análisis de la Demanda Actual y Futura

1.7.4. Análisis de la Oferta Actual y Futura

1.7.5. Determinación del Precio

1.7.6. Sistemas de Comercialización

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO

2.1. Estudio Técnico

2.1.1. Descripción y Selección del Proceso

2.1.2. Diagrama de Bloques

2.1.3. Diagrama de Flujo

2.1.4. Diagrama de Lay Out

2.1.5. Balance de Masa y Energía

2.1.6. Selección de Equipos

2.2. Aspectos Técnicos y Legales

2.2.1. Estructura Organizacional

2.2.2. Personal, Cargos y Perfiles

2.2.3. Programa de Trabajo, Turnos y Gastos en Personal

2.2.4. Marco Legal

2.2.5. Impacto Medioambiental

2.3. Documentos del Proyecto

2.3.1. Planos Generales de las Instalaciones

2.3.2. Cotizaciones

2.3.3. Cálculos Obtenidos

2.3.4. Informes Técnicos

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.1. Antecedentes Financieros

3.1.1. Fuentes de Financiamiento

3.1.2. Costo de Financiamiento

3.1.3. VAN, TIR y PRI

3.1.4. Tasa de Descuento y Horizonte del Proyecto

3.1.5. Inversión

3.1.6. Costos

3.1.7. Depreciaciones

3.2. Flujo de Caja y Sensibilización del Precio

3.2.1. Flujo de Caja: Financiamiento Puro

3.2.2. Flujo de Caja: Financiamiento 25%

3.2.3. Flujo de Caja: Financiamiento 50%

3.2.4. Flujo de Caja: Financiamiento 75%

3.2.5. Análisis de Sensibilidad del Precio

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y LINKOGRAFÍA

Bibliografía

Linkografía

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1-1. Consumo promedio de agua potable por artefacto en vivienda de 4 personas*
- Tabla 1-2. Viviendas sin alcantarillado — distribución por sistema, provincia de San Felipe de Aconcagua*
- Tabla 2-1. Distribución del consumo de agua potable por artefacto (4 personas)*
- Tabla 2-2. Balance de masa — flujos hídricos del sistema de tratamiento dual por vivienda*
- Tabla 2-3. Balance de energía del sistema de tratamiento dual por vivienda*
- Tabla 2-4. Estructura organizacional, perfiles y cargos de la empresa*
- Tabla 2-5. Programa de trabajo- Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 2-6. Gastos en personal de planta — remuneraciones brutas mensuales. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 2-7. Gastos en personal por faena — remuneraciones brutas mensuales. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 2-8. Gastos en leyes sociales y cotizaciones previsionales. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-1. Amortización — financiamiento al 25% de la inversión. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-2. Cuotas y saldos del crédito — financiamiento 25%. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-3. Amortización — financiamiento al 50% de la inversión. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-4. Cuotas y saldos del crédito — financiamiento 50%. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-5. Amortización — financiamiento al 75% de la inversión. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-6. Cuotas y saldos del crédito — financiamiento 75%. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-7. Variables de la fórmula del VAN. Fuente: Sapag Chain*
- Tabla 3-8. Variables de la fórmula de la TIR. Fuente: Sapag Chain, 2014*
- Tabla 3-9. Clasificación del nivel de riesgo para la tasa de descuento. Fuente: Nassir Sapag Chain*
- Tabla 3-10. Inversión en Maquinaria — detalle de bienes adquiridos. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-11. Inversión en Equipo de oficina — detalle de bienes adquiridos. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-12. Inversión en Seguridad en obra — detalle de bienes adquiridos. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-13. Capital de trabajo — distribución mensual de proyecto. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-14. Capital de trabajo — método del máximo déficit acumulado. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-15. Resumen general de inversiones iniciales del proyecto. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-16. Estructura de costos fijos — remuneraciones y licencias. Fuente: Elaboración propia*
- Tabla 3-17. Resumen general de inversiones iniciales del proyecto. Fuente: Elaboración propia*

Tabla 3-18. Costo sueldo personal oficina y costos fijos. Fuente: Elaboración propia
Tabla 3-19. Costos de servicios. Fuente: Elaboración propia
Tabla 3-20. Costos variables por proyecto. Fuente: Elaboración propia
Tabla 3-21. Depreciación de activos fijos (método lineal). Fuente: Elaboración propia
Tabla 3-22. Flujo de caja con financiamiento Puro Fuente: Elaboración propia
Tabla 3-23. Indicadores financieros flujo puro: VAN / TIR / PRI. Fuente Elaboración propia
Tabla 3-24. Flujo de caja con financiamiento bancario al 25%. Fuente: Elaboración propia
Tabla 3-25. Indicadores financieros flujo 25%: VAN / TIR / PRI. Fuente Elaboración propia
Tabla 3-26. Flujo de caja con financiamiento bancario al 50%. Fuente: Elaboración propia
Tabla 3-27. Indicadores financieros flujo 50%: VAN / TIR / PRI. Fuente Elaboración propia
Tabla 3-28. Flujo de caja con financiamiento bancario al 75%. Fuente: Elaboración propia
Tabla 3-29. Indicadores financieros flujo 75%: VAN / TIR / PRI. Fuente Elaboración propia
Tabla 3-30. Cuadro comparativo de indicadores por escenario. Fuente: Elaboración propia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Mapa comunas declaradas en zona de escasez hídrica en Chile (DGA, 2022)
Figura 1-2. Evolución del precio promedio del agua potable en Chile, índice 2015–2025
Figura 2-1. Diagrama de bloques del sistema de tratamiento dual de aguas grises y negras
Figura 2-2. Diagrama de flujo del proceso de ejecución de proyectos
Figura 3-1. Fórmula del Valor Actual Neto (VAN)
Figura 3-2. Fórmula de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto busca evaluar la factibilidad técnica y económica para la instalación de una empresa dedicada a la implementación de plantas de tratamiento de aguas grises y negras para uso domiciliario en la región de Valparaíso. Esta iniciativa se enmarca en la búsqueda de soluciones innovadoras frente a la creciente crisis hídrica que afecta a Chile, la cual se ha intensificado significativamente en las últimas décadas.

Según datos de la Dirección General de Aguas (DGA), si bien Chile presenta un promedio nacional de disponibilidad hídrica de aproximadamente 51.000 m³/habitante/año, esta cifra resulta engañosa al analizarla en profundidad. La distribución de los recursos hídricos en el territorio nacional presenta marcadas disparidades, tanto entre regiones como al interior de cada una de ellas. Esta desigualdad en el acceso al agua se traduce en situaciones críticas donde, según estudios recientes, entre 10 y 13 de las 16 regiones del país enfrentan diversos grados de escasez hídrica, siendo la región de Valparaíso una de las más afectadas.

La problemática hídrica se ha visto exacerbada por factores como el cambio climático, que ha alterado los patrones de precipitación; el crecimiento demográfico y urbano; y prácticas de consumo que no siempre priorizan la eficiencia. En este contexto, la reutilización de aguas residuales surge como una alternativa estratégica para optimizar el uso del recurso hídrico, disminuir la presión sobre las fuentes naturales y avanzar hacia un modelo de gestión circular del agua.

El proyecto propone la creación de una empresa especializada en el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas modulares de tratamiento para viviendas unifamiliares y pequeñas comunidades. El sistema se estructura en dos componentes principales:

1. **Planta de tratamiento de aguas grises:** Procesa las aguas provenientes de duchas, lavamanos, lavaplatos y lavadoras, sometiénolas a un tratamiento que permite su reutilización para la descarga de inodoros, representando aproximadamente el 30% del consumo domiciliario.
2. **Sistema de tratamiento de aguas negras:** Trata las aguas procedentes de inodoros y bidets, mediante procesos que permiten su uso seguro para el riego de cultivos de bajo riesgo sanitario, como frutales, vides, forrajes, pastos y cereales.

Esta doble estrategia de reutilización permite una reducción estimada del 35% al 45% en el consumo de agua potable por vivienda, generando beneficios económicos para los usuarios a través de la disminución en sus cuentas de agua, y contribuyendo simultáneamente a la seguridad hídrica de la región.

El estudio se estructura en tres capítulos fundamentales: en primer lugar, se presenta el proyecto y su contexto de mercado; posteriormente, se desarrolla la ingeniería básica de los sistemas propuestos; y finalmente, se evalúa la viabilidad económica mediante el análisis de inversiones, flujos de caja e indicadores de rentabilidad. La metodología combina investigación documental, análisis de datos secundarios, modelación técnica y evaluación financiera, con el objetivo de determinar la viabilidad integral de la iniciativa y proporcionar una base sólida para su eventual implementación.

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto es realizar el Estudio de prefactibilidad técnico y económica para crear una empresa de reutilización de aguas grises y negras

1.1. **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Estudio de prefactibilidad técnico y económica para crear una empresa de reutilización de aguas grises y negras en la comuna de San Felipe el cual busca reutilizar el agua de la manera mas eficiente posible mediante un sistema de tratamiento de aguas grises que deriva el agua tratada a los inodoros (WC) y otro sistema de tratamiento de aguas servidas que se usara para proveer a la vivienda de agua para usar en riego de cultivos de bajo riesgo de consumo (es decir, arboles frutales, vides, forrajes, pastos, cereales y cultivos industriales)

1.1.1. Objetivo General

El objetivo es generar un estudio de prefactibilidad técnica económica para crear una empresa de reutilización de aguas grises y negras en la provincia de San Felipe de Aconcagua.

1.1.2. Objetivos Específicos

1. Determinar el FODA del proyecto
2. Clasificar el tamaño del proyecto según los rangos establecidos por el SII y estimar la escala operativa inicial
3. Examinar la oferta y demanda del servicio de tratamiento y reutilización de aguas en el área de estudio, identificar el mercado potencial y la competencia existente

4. Evaluar la viabilidad técnica del proyecto mediante el diseño de ingeniería básica de los sistemas modulares de tratamiento de aguas grises y negras propuestos.

5. Desarrollar un modelo económico-financiero preliminar que permita el determinar la rentabilidad del proyecto a través de indicadores como VAN, TIR y análisis de sensibilidad.

1.2. PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO

En Chile la escasez hídrica ha motivado la reutilización de aguas residuales experimentado un alza importante en su implementación general. Esta, además, se ha visto impulsada a nivel país mediante políticas públicas que fomentan la economía circular toda vez que es imperioso reducir la demanda de agua potable para usos no potables dígase riego, recarga de inodoros y procesos industriales ligeros.

1.3. FODA

Fortalezas

Las principales fortalezas que presenta el proyecto son su enfoque sustentable y ambientalmente responsable enfocado especialmente en la reducción en el consumo del agua potable en aplicaciones donde no es esencial. Esto se logra mediante la implementación de tecnologías de reutilización y tratamiento de aguas tanto grises como negras. Este enfoque se alinea totalmente con las políticas nacionales de gestión hídrica y los objetivos de desarrollo sostenible impulsados por la ONU.

Oportunidades

Como oportunidades se debe considerar el actual contexto nacional, el cual se caracteriza por una escasez hídrica importante que se lleva mas de diez años afectando el país esto ha impulsado una demanda creciente de soluciones tecnológicas que permitan optimizar el uso del recurso hídrico.

Para esto el Estado de Chile ha establecido incentivos estatales y fondos públicos que ayudan a financiar proyectos similares. La tendencia global hacia la sostenibilidad ambiental y la incorporación de la economía circular en la construcción consolidan un mercado en expansión, tanto en el ámbito residencial, comercial e industrial

Por otro lado, existe la posibilidad de establecer alianzas con constructoras, municipios y organismos públicos que amplían el campo de acción del proyecto.

Debilidades

Entre las Debilidades que presenta el proyecto se encuentran los altos costos iniciales del proyecto derivados de la inversión en equipo, instalación y mantenimiento. A lo anterior se le suma el desconocimiento generalizado de la población sobre los beneficios y el valor de los sistemas de tratamiento de aguas

En el apartado logístico, el mantenimiento técnico y la supervisión periódica de los sistemas requieren personal capacitado y protocolos específicos lo que se traduce como una mayor exigencia administrativa. En el mismo apartado, dado que se trata de una empresa emergente se enfrenta a una escala de producción y comercialización limitadas.

Amenazas

Entre las principales amenazas del proyecto se puede considerar los cambios regulatorios nos referimos modificaciones o exigencias más estrictas en la normativa lo que podría aumentar los costos o retrasar el proyecto. De igual forma tenemos la competencia creciente de empresas que ofrecen servicios similares y que se encuentran mas establecidas en el mercado.

A su vez desde el punto de vista económico el proyecto presenta sensibilidad que es el proyecto al alza de los materiales e insumos y junto a lo anterior tenemos la poca regulación y conocimiento que se tiene sobre la reutilización de las aguas negras.

1.4. TAMAÑO DEL PROYECTO

Debido a que la empresa se encuentra iniciando actividades se considerará microempresa lo que significa que se espera que los ingresos anuales de la empresa no superen los 2400 UF. Esto estipulado por el servicio de impuestos internos (SII)

1.5. LOCALIZACIÓN

La empresa operará bajo un modelo de comercialización digital y ejecución directa en terreno, minimizando la necesidad de infraestructura física permanente para maximizar la eficiencia y minimizar los costos fijos. La empresa establecerá su domicilio comercial y tributario en la comuna de Villa Alemana, utilizando una habitación acondicionada dentro de una propiedad residencial. Este espacio se destinará exclusivamente para labores administrativas menores y como recinto de resguardo para los equipos de medición, herramientas y elementos de protección personal (EPP). Todas las actividades comerciales, diseño de proyecto y coordinación administrativa se gestionarán a través de la metodología BIM y plataformas digitales especializadas en el coworking. Por su parte, la entrega de los materiales y equipos de tratamiento voluminosos se realizará mediante un sistema logístico just in time optimizado, coordinando la entrega directa desde los proveedores hacia los terrenos de los clientes en la provincia de San Felipe.

1.6. SITUACIÓN SIN PROYECTO V/S CON PROYECTO

Para poder entender las dimensiones del impacto del proyecto en el uso de las aguas tanto grises como negras tenemos que entender el consumo promedio de agua en una vivienda para esto se considerará una vivienda tipo el gasto de agua se considerará y los gastos de agua de cada artefacto según lo indica el RIDAA. no se considerará el riego de plantas dado que se piensa usar un método de goteo y dependerá de las dimensiones de la vivienda.

consumo de agua	Tiempo promedio de uso	Consumo promedio por uso	unidad	Uso minimo por persona	Lts/Hab/Día	Total
Ducha	10	9	L/Min	1	90	360
Lavado de platos	5	10	L/Min	1	50	200
lavado de alimentos	2	6	L/Min	1	12	48
Lavado de manos	0,3	6	L/Min	5	9	36
Descarga WC		6	L	5	30	120
					Total	764

Tabla 1-1. Consumo promedio de agua potable por artefacto en vivienda de 4 personas. Fuente: RIDAA

1.6.1. Situación Sin Proyecto

En el sector rural de la provincia de San Felipe de Aconcagua, persiste una alta dependencia de sistemas de saneamiento descentralizado y un acceso desigual al agua potable por red pública. Los datos del censo de 2024 revelan que, del total de 58.859 viviendas particulares ocupadas en la provincia.

El sistema de prominente en las zona es la fosa séptica, utilizada por 13261 viviendas (22.5% del total) el sistema solo recolecta las aguas tanto grises como las aguas negras sin un tratamiento que permita la reutilización, descargándolas en pozos absorbentes o en drenes, un 3.1% (1.798) de las viviendas ocupa el sistema de pozo negro o letrina, sistema de mayor riesgo sanitario y ambiental.

Considerando el caudal de aguas servidas promedio de una familia de 4 personas es de aproximadamente de 764 L/día (según lo calculado en la tabla 1-1), el modelo actual genera un flujo constante de efluentes sin un tratamiento adecuado. Esta práctica representa un desperdicio del potencial de reutilización de las aguas grises y no se alinea con los principios de sostenibilidad ambiental y economía circular, contraviniendo los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para ser específicos el objetivo numero 6: “Aguas limpias y saneamiento” en su meta de tratamiento y reutilización de aguas.

El uso de los métodos actuales tanto las fosas sépticas y los pozos negros conllevan un riesgo inherente. La infiltración de aguas servidas sin tratamiento adecuado en el subsuelo aumentando el riesgo en de contaminación de las napas freáticas, generar focos de insalubridad y emisión de malos olores, representan un riesgo sanitario y ambiental permanente para las comunidades rurales y periurbanas de la provincia. Este modelo descentralizado y sin supervisión técnica sistemática dificulta el control ambiental y la protección de la salud pública a escala territorial.

1.6.2. Situación Con Proyecto

la implementación del proyecto introducirá un sistema modular de tratamiento de aguas servidas, compuesto por dos unidades especializadas que transformaran el manejo actual de las aguas residuales en un modelo eficiente y sostenible. Este cambio permitirá la reutilización de los distintos efluentes de aguas residuales domesticas contribuyendo a una gestión circular del recurso hídrico

Sistema de tratamiento modular propuesto

1. modulo de tratamiento de aguas grises:

Este sistema tratará las aguas generadas en duchas, lavaplatos, lavabos, lavadoras. Una vez sometidas a un proceso de filtración y tratamiento biológico/mecánico, el efluente tratado será destinado exclusivamente a la alimentación de los sistemas de descarga de inodoros (WC), eliminando el uso de agua potable de estos.

2. Modulo de tratamiento de aguas negras:

Este sistema procesará de forma separada y especifica las aguas negras provenientes de inodoros y bidets. Tras un tratamiento, el agua resultante alcanzará una calidad apta para el riego no potable, esta se ocupará en el riego de áreas verdes, jardines o cultivos con bajo riesgo de contacto directo con personas, de acuerdo con la normativa sanitaria vigente.

Impacto y beneficios esperados:

- Reducción del consumo de agua potable: se estima una reducción entre un 35% a 40% en el consumo de agua potable de la red, al remplazar su uso en inodoros y destinar efluentes al riego
- Alivio de la crisis hídrica local: Al disminuir significativamente la demanda de agua potable por vivienda, el proyecto contribuye directamente a reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento
- reducción de costos para el usuario: la menor dependencia del suministro de agua se traducirá en una reducción mensual tangible en el costo del servicio.
- Mitigación de riesgo sanitario y ambiental: Al eliminar la descarga de aguas residuales sin tratar o tratadas de manera inadecuada al subsuelo se mitigan los riesgos de contaminación de las napas freáticas y de salud pública del sector
- Cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad: El proyecto materializa los principios de economía circular y eficiencia hídrica y contribuye a lograr los objetivos de la ODS.

1.7. ESTUDIO DE MERCADO

1.7.1. Determinación del Servicio

La empresa tiene como objetivo ofrecer servicios de diseño, instalación y el mantenimiento de sistema modular de tratamiento y reutilización de aguas grises y negras para uso domiciliario en zonas rurales rural y periurbana entre los servicios que la empresa ofrece se encuentran.

- Diseño personalizado de sistemas según el volumen de consumo de agua y las características específicas de cada vivienda.
- instalación completa del sistema, incluyendo equipos, tuberías y conexiones necesarias
- Mantenimiento periódico y soporte técnico según sea necesario para garantizar el correcto funcionamiento y durabilidad del sistema.

El enfoque de la empresa se encuentra principalmente en las viviendas rurales, pequeñas comunidades y parcelaciones.

1.7.2. Área de Estudio

El área de estudio corresponde principalmente a la provincia de San Felipe de Aconcagua, región de Valparaíso.

Las razones por las que la zona fue seleccionada son:

➤ Condiciones de estrés hídrico:

El MOP/DGA han declarado la cuenca del río Aconcagua en situación de escasez hídrica, lo que implica que la necesidad de medida de eficiencia y reúso a escala domiciliaria y comunitaria.

La DGA ha emitido informes hidrometeorológicos que muestran una variación preocupante en las precipitaciones y caudales lo que da sustento técnico a la necesidad de soluciones de reúso en la región.

➤ Brechas de cobertura de saneamiento y mercado potencial:

Los informes de la Superintendencia de servicios sanitarios (SISS) permiten identificar “inmuebles no conectados” y áreas con potencial de mercado.

➤ Ventajas logísticas y estrategias del área.

La elección de la provincia de San Felipe de Aconcagua como área piloto se realizó por la proximidad que posee a centros de suministros, la alta demanda por parte de las viviendas rurales y parcelaciones.

1.7.3. Análisis de la Demanda Actual y Futura

Actualmente en Chile la demanda de sistemas de tratamiento de aguas servidas se encuentra en alza durante los últimos años esto es principalmente debido a la crisis hídrica que ha afectado al país por lo menos 15 años con una disminución del 37% en la disponibilidad del agua, el incremento del valor del agua potable.

En este contexto la provincia de San Felipe de Aconcagua, se ha posicionado como zona de alto potencial para la instalación de sistemas modulares de tratamiento de aguas grises y negras, principalmente en viviendas rurales y periurbanas sin conexión a alcantarillado.

Por parte del SISS el precio promedio del m³ de agua potable ha aumentado entre un 5% y 6% anual desde 2020 con un alza proyectada del 4.3% adicional para el periodo 2025-2030, según la nueva fijación tarifaria de Esval S.A.

En la provincia de San Felipe, existen alrededor de 14.130 viviendas rurales sin conexión a alcantarillado.

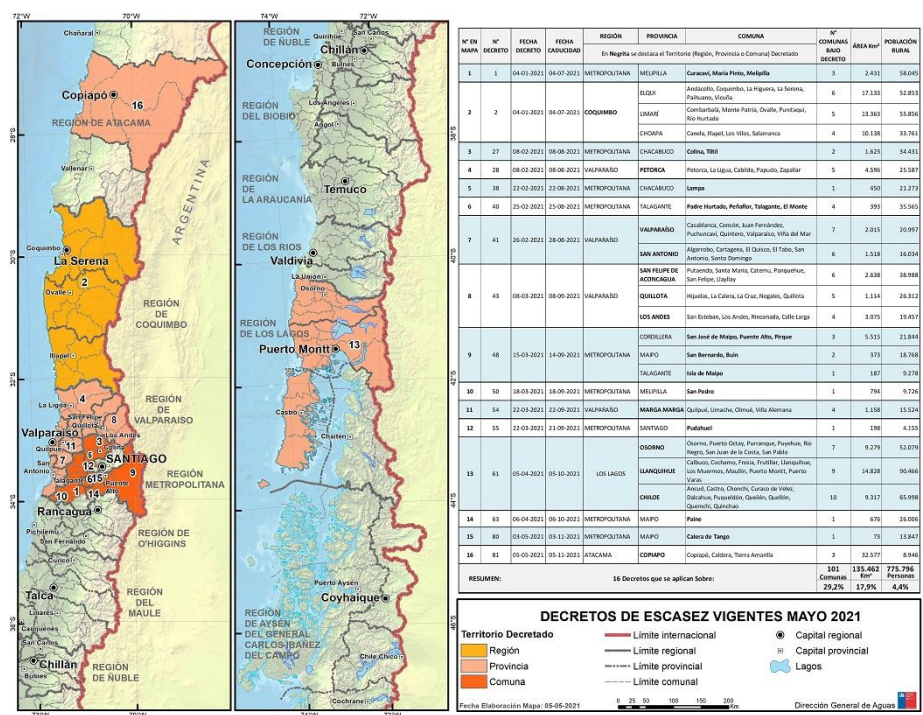


Figura 1-1. Mapa de comunas declaradas en zona de escasez hídrica en Chile. Fuente: DGA, 2022

Comuna	Viviendas sin alcantarilla do	Fosa séptica	% Fosa	Pozo negro	% Pozo	Otros	% Otros	Sin servicio	% Sin servicio
San Felipe	3,879	3,041	78.4%	733	18.9%	32	0.8%	68	1.8%
Putando	3,366	2,83	84.1%	491	14.6%	17	0.5%	24	0.7%
Santa María	2,496	2,274	91.1%	199	8.0%	11	0.4%	11	0.4%
Catemu	2,286	2,136	93.4%	107	4.7%	18	0.8%	23	1.0%
Llailay	1,523	1,353	88.8%	121	7.9%	12	0.8%	37	2.4%
Panquehue	579	531	91.7%	36	6.2%	6	1.0%	6	1.0%
TOTAL	14,129	12,165	86.1%	1,687	11.9%	96	0.7%	169	1.2%

Tabla 1-2. Viviendas sin alcantarillado — distribución por sistema, provincia de San Felipe de Aconcagua. Fuente: Censo 2024, INE

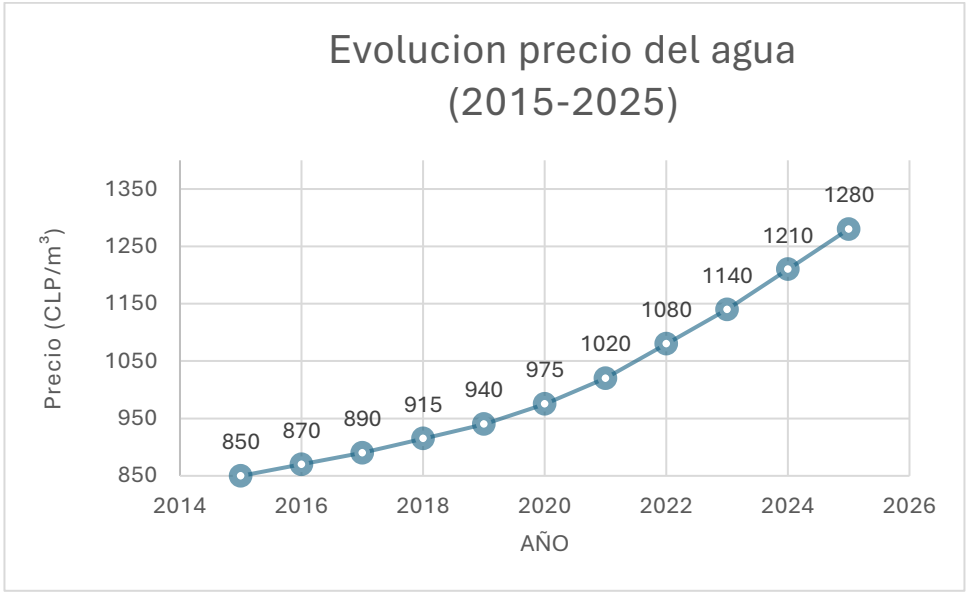


Figura 1-2. Evolución del precio promedio del agua potable en Chile, índice 2015–2025. Fuente: SISS, 2025

Se proyecta un aumento en la demanda de tratamiento de aguas servidas del 10% al 15% anual entre 2025 y 2030 impulsado por lo anteriormente ya explicado.

1.7.4. Análisis de la Oferta Actual y Futura

En el contexto nacional, es posible dividir las empresas dedicadas a la instalación y mantención de sistemas de tratamientos de aguas residuales domesticas en dos grandes grupos

- 1. Empresas instaladoras generales o contratistas sanitarios: estos ofrecen instalaciones de fosas sépticas, biodigestores y plantas compactas sin especialización en reúso o eficiencia hídrica.
- 2. Empresas especializadas emergentes: estas empiezan a ofrecer instalación de sistemas de reutilización de aguas grises, enfocadas en proyectos habitacionales ecológicos, pero cuya cobertura se centra principalmente en la región metropolitana

En el segundo grupo es donde se encuentran las empresas que competirían directamente con la empresa. Entre estas tenemos.

- EcoBio instalaciones: esta instala plantas compactas de Rotoplas y AquaBio opera principalmente en Santiago
- HydroHome: Ofrece instalaciones y mantención de biodigestores con servicio técnico esta empresa cuenta con presencia tanto en la región de Santiago como en la región de Valparaíso.
- EficienciaHidrica.cl: realiza integración de sistemas de reúso de aguas grises y asesorías sanitarias.

En la provincia de San Felipe, la oferta se limita a contratistas independientes que instalan fosas sépticas convencionales o pozos de drenajes, sin incorporar tecnologías de tratamiento secundario ni reutilización.

Esto genera una oportunidad considerable para la instalación de una empresa que busca cubrir un nicho naciente que no solo busca el reintegrar el agua a la tierra, si no utilizarla a su máxima capacidad.

1.7.5. Determinación del Precio

Para determinar el precio hay que considerar los factores que lo determinan que serían el costo de instalación, transporte, adquisición de equipos y los servicios de mantención postventa. Esto se desarrollará en profundidad en los siguientes capítulos

1.7.6. Sistemas de Comercialización

Como estrategia de comercialización, se necesita poder destacar las características diferenciadoras de los sistemas mas tradicionales y los beneficios que puede aportar a cada vivienda o a la comunidad para esto principalmente se contara con.

- Creación de una cuenta en Instagram que se dedique a la educación de por que es importante la reutilización de los recursos hídricos y los beneficios que presenta el sistema

➤ creación de una página web dedicado a presentar la marca y promocionar los sistemas que se ofrecen. Además de coordinar las reuniones necesarias in situ para la elaboración de cada proyecto y la coordinación de las mantenciones necesarias si se ameritan

➤ alianzas estratégicas tanto con proveedores locales para facilitar la logística de cada proyecto

➤ Alianzas con las municipalidades para ofrecer los servicios de instalación en los sectores rurales más afectados.

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO

2.1. ESTUDIO TÉCNICO

En este capítulo se describen los procesos de recursos humanos, instalaciones, equipos y materiales necesarios para la ejecución de la obra, con el fin de garantizar un servicio eficiente y de calidad

2.1.1. Descripción y Selección del Proceso

- 1- Etapa de adjudicación de proyecto
- 2- Visita técnica y diseño
- 3- Adquisición de equipos
- 4- Instalación del equipo
- 5- Puesta en marcha y capacitación
- 6- Entrega de manuales y garantías
- Etapa de adquisición de proyecto

Es la Etapa inicial donde se determinaran los datos generales del proyecto siendo estos donde se ubica el terreno, cuantas personas habitan el mismo y se determina la fecha para la visita técnica para generar el diagnostico.

- Visita técnica y diseño

En esta etapa se realizará una visita para definir de forma detallada las mediciones del terreno, como su documentación topográfica, evaluación de las condiciones existentes y verificación de la infraestructura disponible. Con esta información se desarrollará el diseño completo que incluirá los planos constructivos con dimensiones exactas, especificaciones técnicas particulares y memorias de cálculo justificativas. El diseño se considerará los aspectos normativos, de ingeniería, arquitectura y los requerimientos específicos del cliente.

- Adquisición de equipos

En esta etapa se realizará la compra de todos los componentes necesarios para la implementación el sistema. Esto incluye la adquisición de los equipos de tratamiento, como la compra local de materiales complementarios, insumos y herramientas especializadas. La selección de los proveedores se realizará teniendo en cuenta aspectos como la calidad, certificaciones, plazos de entrega y el cumplimiento de normativo.

- instalación de equipo.

La fase de instalación se ejecuta siguiendo protocolos técnicos secuenciales y estandarizados. Inicia con la preparación del área de trabajo, incluyendo medidas de seguridad, delimitación y protección de espacios. Posteriormente, se realizan las obras civiles necesarias, como preparación de bases, perforaciones controladas y adecuaciones estructurales menores. La instalación propiamente tal comprende el montaje de los equipos, tendido de redes de tuberías diferenciadas, conexiones sanitarias y eléctricas especializadas, e integración de sistemas de control y monitoreo. Cada etapa incluye verificaciones de calidad y pruebas intermedias que garantizan el correcto avance de los trabajos, culminando con una inspección integral previa a la puesta en marcha.

- Puesta en marcha y capacitación

En esta etapa se valida el funcionamiento del sistema mediante pruebas operativas y análisis de calidad de agua, el parámetro crítico para la aprobación final. Se ejecuta un protocolo que incluye pruebas hidráulicas para verificar la separación de los sistemas de aguas grises y el de aguas negras. Seguido de la operación controlada de los equipos de tratamiento.

El núcleo del proceso es el **análisis microbiológico y fisicoquímico** del agua tratada. Se toman muestras en puntos clave del proceso y se analizan en laboratorio parámetros como presencia de E. coli, coliformes, turbiedad y DQO, comparándolos con los estándares normativos para reuso. El sistema opera en carga real durante 48-72 horas, realizándose muestreos periódicos hasta confirmar la estabilidad y cumplimiento del efluente.

Simultáneamente, se capacita a los usuarios en operación básica, lectura de indicadores, toma de muestras para análisis y mantenimiento preventivo. La formación enfatiza la interpretación de informes de calidad del agua y los protocolos a seguir ante desviaciones, asegurando el uso seguro del agua recuperada.

- Entrega de manuales y garantía

La documentación final presenta dos conjuntos diferenciados pero interrelacionados. Para el sistema de aguas grises, se entregan manuales detallados de operación del equipo de tratamiento, parámetros de calidad esperados, protocolos de muestreo y mantenimiento del circuito de reutilización. Para el sistema de aguas negras, se proporcionan planos de red, especificaciones de bombas y procedimientos de limpieza. Un documento integrador explica la relación entre ambos sistemas, los puntos de interacción controlada y las medidas de seguridad para mantener la separación. Las garantías se estructuran también por sistema: el equipo de tratamiento de aguas grises tiene garantía del fabricante, mientras que la obra civil e instalaciones tienen garantía de la empresa instaladora para ambos sistemas. Se incluye un plan de monitoreo periódico que verifica continuamente la efectividad de la separación.

2.1.2. Diagrama de Bloques

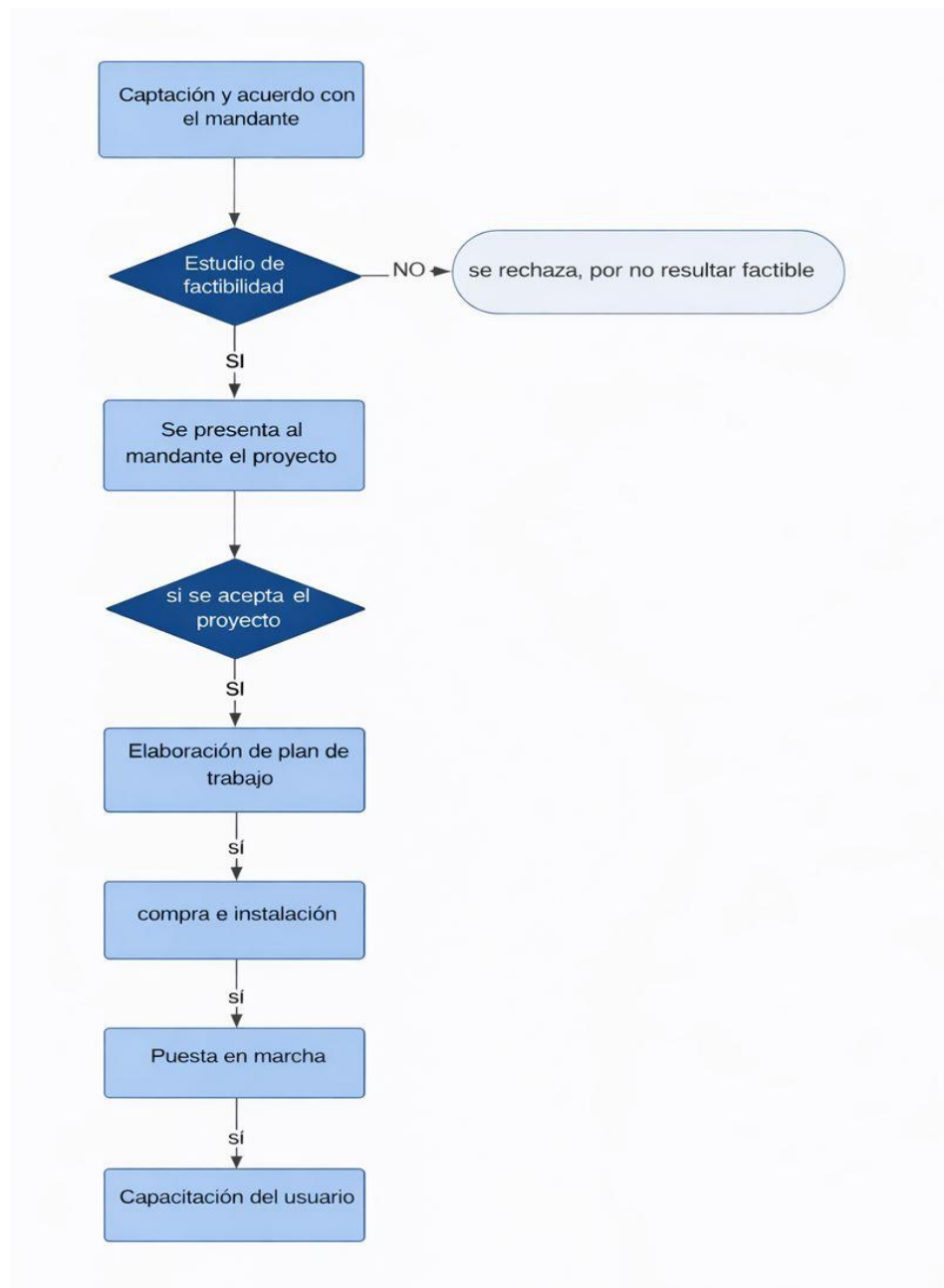


Figura 2-1. Diagrama de bloques del sistema de tratamiento dual de aguas grises y negras. Fuente: Elaboración propia

La presente figura representa el funcionamiento interno de un proceso representado mediante bloques y sus relaciones, que definen la organización de todo proceso interno, sus entradas y salidas.

2.1.3. Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo consiste en la esquematización del proceso que representa el flujo de información de la empresa durante las etapas previas y la fase de ejecución del proyecto. A través de esta herramienta grafica es posible identificar de manera ordenada la secuencia de las distintas etapas del proceso, así como la interacción existente entre ellas.

Mediante el análisis del diagrama de flujo se pueden detectar los puntos críticos del proyecto, posibles retrasos y oportunidades de mejora dentro del proceso, lo que permite optimizar la gestión y control de las actividades.

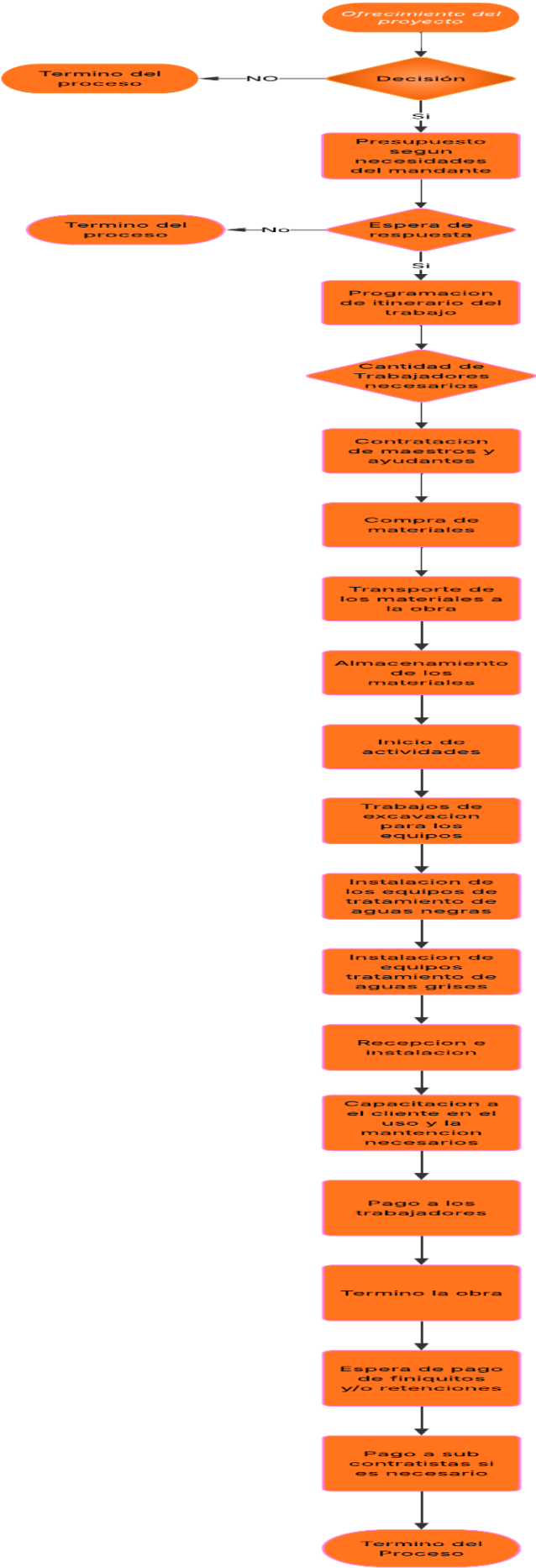


Figura 2-2. Diagrama de flujo del proceso de ejecución de proyectos. Fuente:
Elaboración propia

2.1.4. Diagrama de Lay Out

El proyecto no considera la implementación de instalaciones físicas permanentes a gran escala, tales como oficinas comerciales, plantas operativas propias o bodegas de acopio de materiales, ya que la empresa operará bajo un modelo de gestión digital y ejecución directa en terreno. Las instalaciones de la empresa se limitan a una habitación dentro del domicilio comercial en Villa Alemana, la cual funcionará únicamente para el almacenamiento seguro de las herramientas y equipos menores detallados en el punto 2.1.6. La adquisición de los componentes principales de los sistemas se gestionará mediante un sistema logístico just in time, coordinando la compra y entrega directa desde proveedores hacia el lugar de instalación. Este enfoque permite reducir los costos fijos asociados a infraestructura y almacenamiento, aumentando la flexibilidad y eficiencia operativa del proyecto. En consecuencia, al no existir un recinto de producción ni almacenamiento industrial propio, no se desarrollará un diagrama de Lay Out

2.1.5. Balance de Masa y Energía

El balance de masa y energía considera los flujos de agua y los consumos energéticos asociados al funcionamiento del sistema de tratamiento dual en la vivienda unifamiliar tipo del proyecto, habitada por 4 personas. Los valores se obtienen directamente de los gastos por artefacto calculados en la Tabla 1-1 del Capítulo 1.

2.1.5.1 Balance de masa — flujos hídricos por vivienda

El consumo total de agua potable por vivienda asciende a 764 L/día, distribuido entre los distintos artefactos según la Tabla 1-1. Para efectos del sistema de tratamiento dual, los usos se clasifican según el tipo de efluente que generan conforme al DS N°40/2024.

Artefacto	Tiempo (min)	L/uso	Usos/pers/día	L/pers/día	L/día (4 pers.)	Tipo agua
Ducha	10	9L/min	1	90	360	Gris
Lavado de platos	5	10 L/min	1	50	200	Gris
Lavado de alimentos	2	6 L/min	1	12	48	Gris
Lavado de manos	0,3	6 L/min	5	9	36	Gris
Descarga WC	—	6 L/descarga	5	30	120	Negra
TOTAL	—	—	—	191	764	—

Tabla 2-1. Distribución del consumo de agua potable por artefacto (4 personas).
Fuente: Tabla 1-1, Capítulo 1

Sistema	Caudal entrada (L/día)	Caudal tratado (L/día)	Equipo
Aguas grises → WC (ducha + lavamanos + lavaplatos)	644	644	Biofiltro artesanal (desgrasadora + grava/arena/carbón activo)
Aguas negras → riego (descarga WC)	120	120	Bioplastic RTB 8 (capacidad 2.000 L/día — 8 personas)
Demanda real WC (4 pers. × 5 desc. × 6 L)	—	120	100% cubierta por agua gris tratada
Excedente agua gris → riego exterior	—	524	644 tratados – 120 demanda WC
TOTAL CONTABILIZADO	764	764	764 L/día = 644 grises + 120 negras

Tabla 2-2. Balance de masa — flujos hídricos del sistema de tratamiento dual por vivienda. Fuente: Elaboración propia

Línea 1 — Tratamiento de aguas grises:

Los 644 L/día de aguas grises recorren la siguiente secuencia: cámara desgrasadora → cámara de inspección 1 → trampa de sólidos 1 → trampa de sólidos 2 → biofiltro vertical → estanque de almacenamiento 1 → desinfección mediante filtro UV. El sistema no consume volumen en ninguna etapa, por lo que los 644 L/día llegan desinfectados y aptos para uso en WC conforme al DS N°40/2024. Desde el filtro UV el flujo se divide en dos:

Línea 2 — Tratamiento secundario (RTB 8):

La cámara de inspección 2 recibe dos afluentes: los 524 L/día de excedente de aguas grises tratadas y desinfectadas, y los 120 L/día de aguas negras provenientes del WC. Ambos ingresan juntos a la planta Bioplastic RTB 8, cuyo efluente recorre: cámara cloradora → cámara descloradora → estanque de almacenamiento final → riego.

2.1.5.2 Balance de energía — consumo eléctrico del sistema

Los procesos de filtración por trampa de sólidos, biofiltración vertical y sedimentación en el RTB 8 son pasivos y no requieren energía eléctrica. El consumo eléctrico se concentra en los siguientes equipos activos:

Equipo	Potencia (W)	Hrs/día	kWh/día	kWh/mes
Bomba recirculación aguas grises (0,5 HP)	373	4	1,49	44,7
Filtro UV desinfección (11 W)	11	8	0,088	2,6
Aireador Bioplastic RTB 8 (40 W)	40	24	0,96	28,8
Cámara cloradora línea RTB 8 (15 W)	15	4	0,06	1,8
Bomba impulsión riego (0,5 HP)	373	2	0,75	22,4
TOTAL	812	—	3,35	100,3 kWh

Tabla 2-3. Balance de energía del sistema de tratamiento dual por vivienda. Fuente:
Elaboración propia

2.1.6. Selección de Equipos

A la hora de seleccionar los equipos necesarios para la elaboración de cada proyecto corresponde a la identificación de todas las herramientas, maquinarias y recursos técnicos necesarios para ejecutar el diseño e instalación de sistemas sanitarios domiciliarios.

Dado que la empresa prestará servicios en terreno, no se contemplará maquinaria industrial fija, sino equipos móviles, herramientas especializadas y recursos de apoyo técnico que permitan desarrollar las actividades de diseño, excavación, instalación, control y puesta en marcha.

La selección de cada equipo se realizará considerando la productividad, seguridad, facilidad de transporte, disponibilidad en el mercado y coherencia con la escala del proyecto.

A continuación, se detalla el listado completo de equipos, herramientas, vehículo y elementos de protección personal necesarios para la ejecución de los proyectos, clasificados por categoría funcional:

Equipos de medición topográfica

- Nivel láser autonivelante — 1 unidad (Alcance 30 m — precisión ± 3 mm)
- Nivel topográfico (óptico) — 1 unidad (Aumento 24x — precisión ± 2 mm/km)
- Mira telescópica — 1 unidad (Aluminio graduada 5 m)
- Huincha 30 m — 1 unidad (Fibra de vidrio)
- Huincha 5 m — 2 unidades (Acero reforzado)

Herramientas de excavación y movimiento de tierra

- Palas — 3 unidades (Acero templado)
- Chuzo — 2 unidades (1 1/8" x 1,6 m)
- Carretillas — 2 unidades (90 L reforzada)
- Compactador placa vibratoria — 1 unidad (Motor 5,5 HP — 90 kg)
- Miniexcavadora — Según obra (1,7 ton — modalidad arriendo)

Herramientas eléctricas y de corte

- Esmeril angular 4½" — 1 unidad (Inalámbrico)
- Marco de sierra + sierra manual — 2 unidades (Hoja intercambiable)
- Cortatubos + cortatubos PVC — 1 unidad (Hasta 2")
- Máquina termofusora digital — 1 unidad (Hasta 63 mm — 800 W)
- Juego de llaves stilson — 2 juegos (8"-10"-12"-14")

Vehículo

- Toyota Hilux 4x2 Diésel (usada) — 1 unidad (1 ton carga — motor 2.4–2.8L)

Equipos informáticos y software

- Notebook técnico — 1 unidad (Intel i5 — 16 GB RAM)
- Impresora multifuncional láser — 1 unidad (Láser)
- Software CAD (licencia anual) — 1 licencia (Diseño técnico)

Equipos de protección personal (EPP)

- Cascos de seguridad — 3 unidades (Norma chilena)
- Guantes de trabajo — 6 pares (Alta resistencia)
- Zapatos de seguridad — 3 pares (Punta reforzada)
- Chalecos reflectantes — 3 unidades (Alta visibilidad)
- Protección ocular/auditiva — 3 juegos (Industrial)

2.2. ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES

Para el concreto funcionamiento e la empresa es necesario definir la estructura jurídica, el perfil del personal requerido y el marco normativo que rige las actividades de diseño, instalación y mantención de sistemas de tratamiento y reutilización de aguas residuales domesticas en chile.

2.2.1. Estructura Organizacional

La estructura organización de la empresa es plana y eficiente, diseñada para minimizar los costos fijos y maximizar la capacidad de ejecución en terreno. La empresa se constituirá como Sociedad de Responsabilidad Limitada (SLR). La jerarquía contempla dos niveles funcionales.

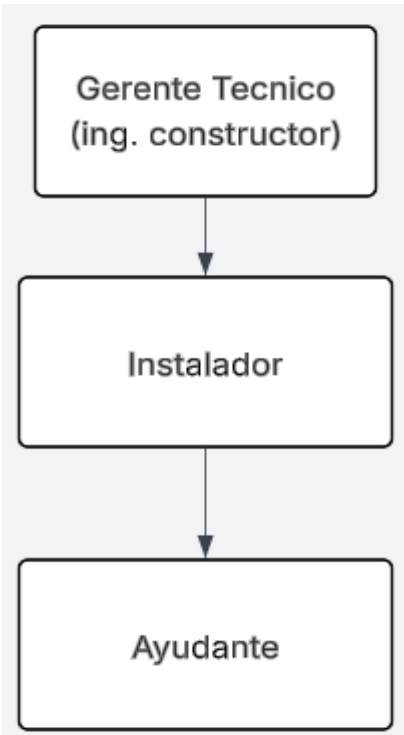


Tabla 2-4. Estructura organizacional, perfiles y cargos de la empresa. Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Personal, Cargos y Perfiles

Dentro de la estructura de la empresa existen diferentes áreas y cargos con sus respectivas responsabilidades. En el presente punto se detallarán los perfiles a los que apuntan dichos puestos dentro de la organización de la empresa.

Cargo: Gerente

Estudios: Ingeniero en Construcción

Experiencia: 5 años en construcción

Objetivo: Administrar y dirigir proyectos

Cargo: Instalador

Estudios: Maestro gasfitero

Experiencia: 5 años en instalaciones sanitarias

Objetivo: Instalar el sistema de reutilización de aguas grises

Cargo: Ayudante

Estudios: Curso de instalaciones sanitarias o gasfiter

Experiencia: 3 años en cargos similares

Objetivo: Trabajar en equipo para la instalación del sistema de reutilización de aguas grises

Cargo: Operador de maquinaria pesada

Estudios: Licencia Clase D

Experiencia: 3 años en cargos similares

Objetivo: experiencia en miniexcavadora, cargador frontal y excavadora hidráulica.

2.2.3. Programa de Trabajo, Turnos y Gastos en Personal

2.1.1.1.1. Programa de trabajo

Cumpliendo con lo establecido en la Ley 21.561 de Chile, se operará en una jornada diurna, de lunes a viernes con el horario de llegada del personal desde las 8:00, el periodo de descanso efectivo será de 13:00 a las 14:00 reanudando actividades hasta las 17:00 dando un total de 8 hrs laborales y 1 hr de descanso.

Turnos	Lunes a viernes	
Primer Turno	8:00	13:00
Descanso	13:00	14:00
Segundo turno	14:00	17:00

Tabla 2-5. Programa de trabajo- Fuente: Elaboración propia

2.1.1.1.2. Gasto en personal

El grupo humano destinado a la ejecución de los proyectos de la empresa recibirá los siguientes salarios de acuerdo con los valores de mercado actuales y el tipo de contrato que le vincula con la empresa. El personal de planta cuenta con contrato indefinido, mientras que el personal por faena es contratado únicamente durante la ejecución de cada proyecto. En la siguiente tabla se desglosa el gasto en personal.

COSTO SUELDO PERSONAL OFICINA Y COSTOS FIJOS				
CARGO	TÍTULO	PAGOS MENSUAL \$	UF MENSUAL	UF ANUAL
Gerente tecnico	Ingeniero Constructor	\$1.200.000	30,12	361,43
	Total	\$1.200.000	30,12	361,43

Tabla 2-6. Gastos en personal de planta — remuneraciones brutas mensuales. Fuente: Elaboración propia

Personal	Pago hombre-día	
	CLP	UF
Instalador	\$45.000	1,22
Ayudante	\$25.000	0,9
Operador maq. pesada	\$42.500	1,1

Tabla 2-7. Gastos en personal por faena — remuneraciones brutas mensuales. Fuente: Elaboración propia

S. Cesantía trab.	AFP trab.	Salud trab.	AFP emp.	S. Cesantía emp.	Mutual emp.
0,60%	10,00%	7,00%	1,50%	2,40%	0,90%

Tabla 2-8. Gastos en leyes sociales y cotizaciones previsionales. Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Marco Legal

Este marco legal considera las normas vigentes en Chile aplicables a la recolección, tratamiento y reutilización de aguas grises, así como las exigencias relativas a la constitución legal de la empresa que ejecutará el proyecto.

Normativa sobre aguas grises

- **La Ley N.º 21.075 regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises en Chile.** Esta ley establece que todo sistema destinado a reutilizar aguas grises debe someterse a aprobación de proyecto y autorización de funcionamiento por parte de la autoridad sanitaria correspondiente.
- **El Decreto N.º 40 del Ministerio de Salud** aprobó en 2024 el reglamento que define las "condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises". Este reglamento detalla los requisitos técnicos, constructivos y de operación que debe cumplir un sistema de reutilización, así como las obligaciones del titular, incluyendo control de calidad del agua tratada desde el punto de generación hasta su uso final.

Normativa sobre aguas negras

- **El Decreto Supremo N.º 236 de 1926 del Ministerio de Salud** (Reglamento General de Alcantarillados Particulares): exige aprobación de proyecto y resolución sanitaria de la SEREMI de Salud antes de construir e instalar

cualquier sistema de tratamiento particular en zonas sin red pública de alcantarillado.

- **La Norma Chilena NCh 1333.Of78** establece los requisitos de calidad del agua para riego. El efluente tratado debe cumplir sus parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos para garantizar un uso seguro en áreas verdes y cultivos de bajo riesgo sanitario.

- **El Decreto Supremo N.º 46 de 2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia** fija los límites máximos de contaminantes para residuos líquidos que se infiltren al suelo. El efluente debe cumplir esta norma para proteger las napas freáticas de la cuenca del Aconcagua.

- **La Ley N.º 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente**, junto con el D.S. N.º 40 (Reglamento del SEIA), establecen el marco de evaluación ambiental. En su fase inicial de sistemas unifamiliares, el proyecto no requiere ingresar al SEIA. Sin embargo, si la operación escala a comunidades de 2.500 o más habitantes, será obligatorio presentar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y obtener la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) antes de ejecutar las obras.

2.2.5. Impacto Medioambiental

Dado que el proyecto corresponde a un sistema de reutilización de aguas grises asociado a un edificio o conjunto habitacional, su escala y nivel de intervención se consideran reducidos en comparación con proyectos de mayor envergadura. En este contexto, y considerando que los efectos potenciales sobre el entorno son acotados, la evaluación ambiental normalmente se realiza mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de carácter simplificado o mediante un instrumento de evaluación ambiental de menor complejidad, según lo determine la autoridad competente.

Sin perjuicio de lo anterior, el proyecto debe respaldar su evaluación mediante la elaboración de documentación técnica que permita acreditar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y la ausencia de impactos ambientales significativos. Entre los antecedentes técnicos requeridos se consideran los siguientes:

- **Memoria técnica del sistema:** documento que describe las características del proyecto, incluyendo la localización de la instalación, el

diseño del sistema de tratamiento, su capacidad operativa, así como los volúmenes estimados de agua gris a tratar y reutilizar.

- **Plan de gestión de residuos y efluentes:** instrumento que establece los procedimientos para el manejo, almacenamiento y disposición final de los subproductos generados durante la operación del sistema, tales como lodos u otros residuos derivados del proceso de tratamiento.

- **Programa de monitoreo y control de calidad del agua tratada:** conjunto de medidas destinadas a verificar periódicamente que el agua reutilizada cumpla con los parámetros de calidad exigidos por la normativa sanitaria y ambiental aplicable.

- **Medidas de prevención y mitigación durante la etapa de ejecución:** acciones orientadas a minimizar posibles impactos asociados a las actividades constructivas, tales como la generación de ruido, emisión de material particulado, movimientos de tierra o excavaciones.

La elaboración y presentación de estos antecedentes permite demostrar que el proyecto se ajusta a las disposiciones ambientales vigentes y que su implementación no genera impactos adversos significativos sobre el entorno, asegurando de esta forma su factibilidad técnica, sanitaria y ambiental.

2.3. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

2.3.1. Planos Generales de las Instalaciones

1. Obras previas

El área destinada a la instalación del sistema será delimitada previamente, permitiendo acceso adecuado para la maquinaria menor. Se verificará la existencia de interferencias con redes existentes (electricidad, agua potable, alcantarillado) antes de iniciar cualquier faena.

2. Replanteo, trazado y niveles

Se procederá al replanteo y trazado del sistema conforme al diseño de proyecto, determinando la ubicación de cada componente. Se respetará una separación mínima de 50 cm entre elementos y se fijarán niveles de referencia mediante estacas y lienzo de trazado.

Línea 1 — Aguas grises:

- Cámara desgrasadora
- Cámara de inspección 1
- Trampa de sólidos 1
- Trampa de sólidos 2
- Biofiltro vertical
- Estanque de almacenamiento 1
- Filtro UV

Línea 2 — Tratamiento secundario:

- Cámara de inspección 2
- Planta Bioplastic RTB 8
- Cámara cloradora
- Cámara descloradora
- Estanque de almacenamiento final → riego

3. Movimiento de tierras

Las excavaciones se ejecutarán con maquinaria menor, con las siguientes profundidades referenciales:

- Cámara desgrasadora: 1,10 m prof. $\times$ 1,20 m ancho $\times$ 1,20 m largo.
- Cámara de inspección 1 y 2: 0,60 m prof. $\times$ 0,80 m ancho $\times$ 0,80 m largo c/u.
- Trampa de sólidos 1 y 2: 0,60 m prof. $\times$ 0,80 m ancho $\times$ 0,80 m largo c/u.
- Biofiltro vertical: 1,00 m prof. $\times$ 1,00 m ancho $\times$ 1,50 m largo.
- Estanque almacenamiento 1 (500 L): 1,00 m prof. $\times$ 1,00 m ancho $\times$ 1,50 m largo.
- Planta Bioplastic RTB 8: según especificaciones del fabricante, aprox. 1,50 m prof.
- Cámara cloradora y descloradora: 0,60 m prof. $\times$ 0,60 m ancho $\times$ 0,60 m largo c/u.
- Estanque almacenamiento final (1000 L): 1,00 m prof. $\times$ 1,00 m ancho $\times$ 1,50 m largo.

Las excavaciones se ejecutarán con fondo regularizado, compactado y libre de material suelto. El material excedente será retirado del área o dispuesto en lugar autorizado por el mandante.

4. Hormigonados

Se confeccionarán radieres de apoyo en hormigón G-25 con malla acma y acelerante de fraguado para la cámara desgrasadora y ambos estanques de almacenamiento. Las superficies serán afinadas y niveladas antes de instalar los elementos plásticos.

5. Instalación de elementos del sistema

Alcanzada la resistencia inicial de los radieres, se instalarán los elementos en el siguiente orden:

Línea 1 — Aguas grises (de entrada a salida):

- Cámara desgrasadora: posicionada sobre radier, verificando horizontalidad. Tapa de inspección visible para mantenciones.
- Cámara de inspección 1: permite verificar el efluente previo al ingreso a las trampas de sólidos.
- Trampa de sólidos 1 y 2: instaladas en serie, retienen partículas sólidas en suspensión de distinto tamaño.
- Biofiltro vertical: unidad de tratamiento biológico con sustrato filtrante dispuesto en capas verticales, que elimina materia orgánica disuelta mediante acción microbiana.
- Estanque de almacenamiento 1 (500 L): instalado sobre radier, acumula el agua gris filtrada antes de la desinfección.
- Filtro UV: instalado en la línea de salida del estanque 1, desinfecta el agua eliminando coliformes y patógenos para cumplir con el DS N°40/2024. Desde aquí el flujo se divide: 120 L/día al WC y 524 L/día a la cámara de inspección 2.

Línea 2 — Tratamiento secundario (de entrada a salida):

- Cámara de inspección 2: recibe el excedente de aguas grises tratadas (524 L/día) y las aguas negras del WC (120 L/día). Total ingreso al RTB 8: 644 L/día.
- Planta Bioplastic RTB 8: instalada conforme a instrucciones del fabricante. Acceso visible para inspección y mantención.
- Cámara cloradora: desinfección química del efluente tratado.
- Cámara descloradora: elimina el cloro residual para que el efluente sea seguro para el riego de cultivos conforme a NCh 1333.
- Estanque de almacenamiento final (500 L): recibe los 644 L/día aptos para riego, instalado sobre radier con salida a red de distribución.

6. Red sanitaria

Se instalará la red de conducción con tuberías de PVC sanitario de 110 mm de diámetro, unidas con adhesivo especial para PVC, con pendiente mínima del 2% en todo su trazado.

Línea 1:

- Descargas aguas grises → cámara desgrasadora
- Desgrasadora → cámara de inspección 1
- Inspección 1 → trampa de sólidos 1 → trampa de sólidos 2
- Trampa de sólidos 2 → biofiltro vertical
- Biofiltro → estanque de almacenamiento 1
- Estanque 1 → filtro UV
- Filtro UV → WC (120 L/día)
- Filtro UV → cámara de inspección 2 (524 L/día excedente)

Línea 2:

- WC (aguas negras, 120 L/día) → cámara de inspección 2
- Inspección 2 → planta Bioplastic RTB 8
- RTB 8 → cámara cloradora
- Cloradora → cámara descloradora
- Descloradora → estanque de almacenamiento final → riego

7. Sistema de impulsión

Se instalará una bomba periférica de 0,5 HP para impulsar el agua desde el estanque de almacenamiento final hacia las zonas de riego del predio. La bomba se ubicará en zona accesible y protegida, con tablero de control para su correcta operación

8. Rellenos y terminaciones

Finalizada la instalación se ejecutarán rellenos perimetrales con arena libre de residuos orgánicos, compactados en capas sucesivas. Como terminación superficial se dispondrá una capa de grava. Todas las tapas de registro permanecerán visibles.

9. Pruebas de funcionamiento

Con el sistema completamente instalado se realizarán pruebas hidráulicas verificando continuidad del flujo en ambas líneas, ausencia de filtraciones, correcto funcionamiento del filtro UV, la bomba de riego y la planta Bioplastic RTB 8. Se tomarán muestras del efluente final para análisis de laboratorio (coliformes, DBO5, turbiedad) que acrediten el cumplimiento de la NCh 1333 antes de la recepción de obras.

2.3.2. Cotizaciones

Las cotizaciones de los principales equipos e insumos se gestionarán con al menos dos proveedores por ítem para garantizar competitividad en precio y calidad. Los proveedores identificados para la provincia de San Felipe incluyen distribuidores de materiales sanitarios de la región de Aconcagua, el representante oficial de Bioplastic para la Región de Valparaíso y ferreterías industriales con cobertura en la zona. Las cotizaciones originales se adjuntarán como Anexo al expediente técnico de cada.

2.3.3. Cálculos Obtenidos

Para cada proyecto de instalación se desarrollarán los siguientes cálculos técnicos documentados:

- Cálculo de caudal de aguas grises por artefacto, conforme a Tabla 1-1 y factor de simultaneidad según NCh Inst.4/1 Of.2000.
- Dimensionamiento de la cámara desgrasadora: volumen mínimo para tiempo de retención hidráulica de 24 horas.
- Dimensionamiento de los filtros (grava/arena/carbón activo): superficie y profundidad de cada capa según caudal diario.
- Volumen del estanque de almacenamiento: capacidad para cubrir el consumo diario del WC (120 L/día) con holgura mínima del 50%.
- Dimensionamiento Bioplastic RTB 8: verificación de capacidad para el caudal de aguas negras (120 L/día) y número de personas (4).
- Cálculo de la bomba de impulsión: potencia, caudal y presión de trabajo según la distancia y altura del punto de riego.
- Estimación del ahorro mensual en agua potable para el propietario, según tarifa Esval S.A. vigente.

2.3.4. Informes Técnicos

Cada proyecto generará un expediente de informes técnicos que incluirá:

- Informe de visita técnica y diagnóstico, con fotografías y mediciones del terreno.
- Memoria de cálculo con los valores obtenidos según la sección 2.3.4.
- Protocolo de puesta en marcha con resultados de pruebas hidráulicas y análisis de laboratorio del efluente (coliformes, DBO5, turbiedad).
- Informe de recepción de obras firmado por el mandante.
- Manual de operación y mantenimiento del sistema, diferenciado para el biofiltro de aguas grises y la planta Bioplastic RTB 8.

Todos los informes quedarán archivados digitalmente y se entregarán al cliente en formato PDF firmado.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.1. ANTECEDENTES FINANCIEROS

El financiamiento del presente proyecto puede estructurarse a través de dos fuentes principales, las cuales permiten cubrir la inversión inicial requerida para la puesta en marcha de la empresa.

3.1.1. Fuentes de Financiamiento

Financiamiento mediante aporte de capital propio

La primera alternativa corresponde al aporte de capital propio por parte de los socios fundadores de la Sociedad de Responsabilidad Limitada. Esta modalidad permite iniciar operaciones sin incurrir en costos financieros por concepto de intereses ni en obligaciones de amortización periódica. La principal limitación de esta alternativa es la mayor exigencia de capital disponible por parte de los socios en la etapa previa a la generación de ingresos.

Financiamiento mediante préstamos de entidades bancarias

La segunda alternativa corresponde a créditos de inversión otorgados por instituciones financieras chilenas. Para proyectos productivos de esta escala destacan los programas de financiamiento para microempresas disponibles en BancoEstado, Banco de Chile, Banco Santander y Banco Itaú, así como el programa CORFO Semilla Inicia orientado específicamente a la etapa de inicio de actividades. Esta modalidad permite acceder al capital necesario preservando la liquidez de los socios, a cambio del pago de intereses y amortizaciones durante el período de financiamiento.

En la evaluación económica del presente proyecto se analizan cuatro escenarios: financiamiento con capital propio y financiamiento mixto en distintas proporciones (25%, 50%, 75%). mediante crédito bancario, manteniendo el saldo restante como aporte de los socios fundadores.

3.1.2. Costo de Financiamiento

Tasa de interés

Se considera una tasa de interés bancario de valor de 6.41% UF anual corresponde a las condiciones actuales que ofrece el banco Santander, para préstamos a largo plazo.

Se considera la Unidad de Fomento del día catorce de marzo del año dos mil veintiséis: U.F.= 39841.72 peos chilenos

Financiamiento al 25% del proyecto

Calculando el 25% de 527.97 UF que viene siendo nuestro monto inicial de inversión, nos da como resultado -131.99 UF, considerando una amortización variable en cuotas serán de -34.81 UF

Amortización		25%				
N° de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-131,99	-108,77	-84,06	-57,76	-29,78	0,00
Amortización		-23,22	-24,71	-26,30	-27,98	-29,78
Interés		-8,46	-6,97	-5,39	-3,70	-1,91
Cuota o pago		-31,68	-31,68	-31,68	-31,68	-31,68

Tabla 3-1. Amortización — financiamiento al 25% de la inversión. Fuente:
Elaboración propia

PMT	-31,68
Interés	6,41%

Tabla 3-2. Cuotas y saldos del crédito — financiamiento 25%. Fuente: Elaboración
propia

Financiamiento al 50 % del proyecto

Calculando el 50% de 527.97 UF que viene siendo nuestro monto inicial de inversión, nos da como resultado -263.98 UF, considerando una amortización variable en cuotas serán de -69.62 UF

Amortización		50%				
N° de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-263,98	-217,54	-168,11	-115,52	-59,55	0,00
Amortización		-46,45	-49,43	-52,59	-55,97	-59,55
Interés		-16,92	-13,94	-10,78	-7,40	-3,82
Cuota o pago		-63,37	-63,37	-63,37	-63,37	-63,37

Tabla 3-3. Amortización — financiamiento al 50% de la inversión. Fuente: Elaboración propia

PMT	-63,37
Interés	6,41%

Tabla 3-4. Cuotas y saldos del crédito — financiamiento 50%. Fuente: Elaboración propia

Financiamiento al 75% del proyecto

Calculando el 75% de 527.97 UF que viene siendo nuestro monto inicial de inversión, nos da como resultado -395.98UF, considerando una amortización variable en cuotas serán de -69.62 UF

Amortización		75%				
N° de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-395,98	-326,31	-252,17	-173,28	-89,33	0,00
Amortización		-69,67	-74,14	-78,89	-83,95	-89,33
Interés		-25,38	-20,92	-16,16	-11,11	-5,73
Cuota o pago		-95,05	-95,05	-95,05	-95,05	-95,05

Tabla 3-5. Amortización — financiamiento al 75% de la inversión. Fuente: Elaboración propia

PMT	-95,05
Interés	6,41%

Tabla 3-4. Cuotas y saldos del crédito — financiamiento 75%. Fuente: Elaboración propia

3.1.3. VAN, TIR y PRI

Para la determinación de la rentabilidad del proyecto se usarán indicadores económicos tales como: Valor actual neto (VAN), Tasa interna de retorno (TIR) y Periodo de recuperación de la inversión (PRI), correspondiente a cada flujo de caja, ya sea para el proyecto puro, como para los diferentes financiamientos, que van desde el 25%, 50% hasta llegar al 75%.

Dependiendo del resultado entregado para cada uno, podremos evaluar si el proyecto es o no viable, y determinar cuál es la mejor opción para financiar el proyecto.

Para las características del proyecto, se estableció un horizonte de cinco años, debido a la escala piloto en el cual se estudió para su prefactibilidad.

Valor actual Neto (VAN)

El valor actual neto, conocido por sus iniciales como VAN, mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Sin duda, este es el método más conocido y principalmente aceptado.

El VAN compara a todos los ingresos y egresos del proyecto en un solo momento del tiempo, por convención, se acepta que éste sea el momento cero.

De esta forma el valor actual neto refleja lo que queda después de pagar los costos y ganar. Sin embargo, hay un egreso todavía no considerado que es la inversión. Por ello, el VAN se define como el valor actual de los flujos menos la inversión inicial. Los resultados se pueden ver en la tabla.

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

Figura 3-1. Fórmula del Valor Actual Neto (VAN). Fuente: Sapag Chain

Donde: FN_j = Flujo Neto período j.

i = Tasa de Interés Efectiva

en el período. n = Número de períodos.

Tipo de Financiamiento	VAN
PURO	-71,19
25%	-15,4
50%	39,62
75%	94,64

Tabla 3-7. Variables de la fórmula del VAN. Fuente: Sapag Chain

Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno, conocida como TIR, mide la rentabilidad como un porcentaje. La TIR es la tasa a la que al actualizar los ingresos y egresos del proyecto hace que el VAN sea igual a cero. Los resultados se pueden ver en Tabla 6-5.

Su fórmula matemática es la que se muestra a continuación:

Fórmula de Tasa de Interés de Retorno

TIR =

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

Figura 3-2. Fórmula de la Tasa Interna de Retorno (TIR). Fuente: Sapag Chain

Donde: FNj = Flujo Neto período j.

i = Tasa de Interés Efectiva
en el período. n = Número de períodos.

Tipo de Financiamiento	TIR
PURO	13%
25%	16%
50%	20%
75%	30%

Tabla 3-8. Variables de la fórmula de la TIR. Fuente: Sapag Chain, 2014

3.1.4. Tasa de Descuento y Horizonte del Proyecto

La tasa de descuento representa el costo de oportunidad del capital y se utiliza para actualizar los flujos de caja futuros, considerando el riesgo del proyecto. Esta se determina como la suma de la prima mínima de riesgo (0,36%), la tasa de interés del financiamiento bancario y un porcentaje adicional de riesgo según el tipo de proyecto, cuyo detalle se presenta en la siguiente tabla.

Nivel de riesgo	Prima por riesgo (%)	Ejemplos de proyectos
Alto	Sobre 20%	Proyectos con conceptos novedosos / Contratos internacionales / Desarrollo de nuevos proyectos
Medio	10% - 20%	Proyectos nuevos que no han sido completamente investigados / Productos que el mercado no conoce bien / Datos de mercado, productos, insumos, no aprobados
Promedio	5% - 10%	Proyectos del campo actual de la empresa pero con algunos conceptos nuevos / Incremento de la capacidad de producción / Implementación de tecnología conocida
Bajo	1% - 5%	Mejoramiento de la productividad / Expansiones en un mercado donde es líder y lo conoce bien
Muy bajo	0% - 1%	Reducción de costos / Proyectos relativos de seguridad

Tabla 3-9. Clasificación del nivel de riesgo para la tasa de descuento. Fuente: Nassir Sapag Chain

Dada la naturaleza del proyecto, el cual presenta un producto principal poco explorado aún en el mercado, se establecerá una prima de riesgo de 10%. La tasa de descuento quedará definida por:

Tasa de descuento (R): $0,36\% + 6,41 + 10\%$

R: 16,77%

3.1.5. Inversión

El monto a financiar como inversión inicial es de 527.97 UF, el cual comprende los activos tangibles requeridos para la operación de la empresa, los gastos de puesta en marcha, el capital de trabajo para el primer año de operación y un 10% de imprevistos sobre el total.

Para el financiamiento del monto requerido en este proyecto se considera un crédito a largo plazo otorgado por Banco Santander Chile, con una tasa de interés fija anual del 6,41%, correspondiente a la tasa vigente para créditos comerciales en UF para montos menores a UF a un plazo de 5 año.

3.1.5.1. Inversiones en activos fijos y/o tangibles

a inversión en activos considera la adquisición de los bienes necesarios para asegurar el correcto funcionamiento del proceso productivo y el desarrollo de las operaciones del proyecto. Estos activos corresponden principalmente a maquinaria, equipos y vehículos, los cuales constituyen la base material para la puesta en marcha y continuidad operacional de la empresa. Se detalla en las tablas presentadas a continuación.

INVERSIÓN EN MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Toyota Hilux 4x2 Diésel (usada)		1	\$5.800.000	\$5.800.000	145,58
Kit nivel topografco		1	\$250.000	\$250.000	6,27
Total				\$6.050.000	151,85

Tabla 3-10. Inversión en Maquinaria — detalle de bienes adquiridos. Fuente:
Elaboración propia

INVERSIÓN EN EQUIPOS DE OFICINA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Escritorio		1	\$57.990	\$57.990	1,46
PC Portatil		1	\$350.000	\$350.000	8,78
Impresora impresora Hp 310		1	\$250.000	\$250.000	6,27
Estante de madera		1	\$109.990	\$109.990	2,76
Total				\$767.980	19,28

Tabla 3-11. Inversión en Equipo de oficina — detalle de bienes adquiridos. Fuente:
Elaboración propia

INVERSIÓN EN SEGURIDAD DE OBRA					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Cascos		4	\$2.700	\$10.800	0,27
Antiparras		5	\$2.500	\$12.500	0,31
Guantes		8	\$5.000	\$40.000	1,00
Bototos de seguridad		4	\$45.000	\$180.000	4,52
Overol reflectante		4	\$12.000	\$48.000	1,20
Total				\$291.300	7,31

Tabla 3-12. Inversión en Seguridad en obra — detalle de bienes adquiridos. Fuente:
Elaboración propia

Capital de trabajo

El capital de trabajo corresponde a los recursos financieros necesarios para financiar la operación normal del proyecto durante su ejecución, permitiendo cubrir los costos operacionales antes de la generación de ingresos por concepto de estados de pago o ventas. En proyectos de construcción, este elemento resulta fundamental debido al desfase temporal entre la ejecución de las actividades y la percepción de ingresos, asegurando así la continuidad de las operaciones sin interrupciones.

En el presente proyecto, el capital de trabajo permite solventar gastos tales como remuneraciones, materiales, transporte, servicios básicos, mantención de equipos y otros costos asociados al proceso de instalación y puesta en marcha. Este constituye una inversión inicial recuperable al término del horizonte de evaluación, cuya adecuada estimación incide directamente en los indicadores de rentabilidad del proyecto. El detalle de su cálculo se presenta en las Tablas

CAPITAL DE TRABAJO												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad de proyectos	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	2	1
Total ingresos	131,45	131,45	262,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	131,45	131,45	262,90	131,45

Tabla 3-13. Capital de trabajo — distribución mensual de proyecto. Fuente:
Elaboración propia

A partir del estudio de mercado realizado, y considerando la demanda potencial asociada a la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises en edificaciones, se estimó un volumen anual de proyectos a ejecutar. Este volumen fue distribuido a lo largo del año, considerando las variaciones propias del sector de la construcción, las cuales se ven influenciadas por factores estacionales, condiciones climáticas y ciclos de inversión en obras.

CAPITAL DE TRABAJO: MÉTODO DEL MÁXIMO DEFICIT ACUMULADO												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Total ingresos	131,45	131,45	262,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	131,45	131,45	262,90	131,45
(-) Costo de Servicio Por Mes	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04	-11,04
(-) Costo Sueldo Fijos Por Mes	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58	-31,58
(-) Costo de Producción	-103,60	-103,60	-207,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-103,60	-103,60	-207,19	-103,60
Saldo	-14,77	-14,77	13,08	-42,63	-42,63	-42,63	-42,63	-42,63	-14,77	-14,77	13,08	-14,77
Saldo Acumulado	-14,77	-29,55	-16,47	-59,10	-101,73	-144,35	-186,98	-229,61	-244,38	-259,16	-246,08	-260,86

CAPITAL DE TRABAJO	-260,86
--------------------	---------

Tabla 3-14. Capital de trabajo — método del máximo déficit acumulado. Fuente:
Elaboración propia

A partir del cálculo mediante el método del máximo déficit acumulado, se observa que el proyecto presenta saldos mensuales negativos recurrentes entre los meses 4 y 8. Durante este período no se registran ingresos por la venta e instalación de los sistemas modulares de tratamiento de aguas grises y negras, pero se deben mantener los costos fijos operacionales y las remuneraciones del personal base. El déficit acumulado alcanza su mayor valor negativo en el mes 8, llegando a -231,77 UF

Gasto de Puesta en Marcha (Formalización de la Empresa)

Para la formalización legal y tributaria de la empresa, se optará por el régimen simplificado de constitución de sociedades a través del portal del Ministerio de Economía, 'Tu Empresa en un Día' (Registro de Empresas y Sociedades). Esta decisión estratégica permite alinear la creación de la Sociedad de Responsabilidad Limitada con el modelo de bajos costos fijos y eficiencia operativa detallado en los capítulos anteriores, evitando los altos costos de redacción de escrituras, publicaciones en el Diario Oficial e inscripciones en el Conservador de Bienes Raíces propios del sistema tradicional.

Asimismo, para la obtención de la patente comercial y la acreditación del domicilio tributario, se gestionará un contrato de comodato (autorización de uso de inmueble a título gratuito) notariado para la habitación destinada a pañol de herramientas en la propiedad ubicada en la comuna de Villa Alemana. En la siguiente tabla se desglosan los gastos legales y administrativos necesarios para la puesta en marcha del proyecto:

Gastos constituir sociedad		
Item	Costo (CLP)	UF
Constitución de la Sociedad (SRL)	\$20.000	0,5
Certificado Digital SII	\$15.000	0,38
Contrato de Comodato	\$20.000	0,5
Patente comercial	\$66.000	1,66
Total	\$121.000	3,04

Tabla 3-15. Resumen general de inversiones iniciales del proyecto. Fuente:
Elaboración propia

INVERSIÓN DE PUESTA EN MARCHA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	VALOR UF
Constituir sociedad	\$120.720	3,03
Marketing inicial	\$1.500.000	37,65
TOTAL	\$1.620.720	40,68

Tabla 3-16. Estructura de costos fijos — remuneraciones y licencias. Fuente:
Elaboración propia

Para la constitución legal y tributaria de la empresa, se considerará un costo de \$121.000, monto resultante de los trámites desglosados en la tabla anterior. Adicionalmente a estos gastos de formalización, se contemplará una inversión de puesta en marcha de \$1.500.000 destinada al marketing y posicionamiento inicial de la marca. Este presupuesto estratégico tiene como objetivo financiar las acciones descritas en el plan de comercialización, incluyendo el desarrollo y dominio de la página web, campañas de publicidad segmentada en redes sociales, y la participación en ferias o exposiciones locales en la provincia de San Felipe de Aconcagua.

Resumen General Inversiones

A continuación, se presenta una tabla resumen de la inversión del proyecto, en la cual se consolidan los gastos asociados a la puesta en marcha de la empresa.

INVERSIÓN INICIAL	VALOR UF
CAPITAL DE TRABAJO	-260,86
PUESTA EN MARCHA	-40,68
INVERSIÓN DE ACTIVOS	-178,44
INVERSIÓN INICIAL	-479,97
IMPREVISTOS (10%)	-48,00
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	-527,97

Tabla 3-17. Resumen general de inversiones iniciales del proyecto. Fuente:
Elaboración propia

3.1.6. Costos

Los costos que se consideran contemplan los costos fijos y los costos variables, en adelante se detallan con cada uno de ellos con sus valores que afectan el proyecto y que serán acotados en los flujos de caja

3.1.7.1. Estructura de Costo

Costo Fijo

Los costos fijos son propios que no dependen del proyecto. Son independientes a la operación y se debe gastar cada mes independiente de si hay venta o no

COSTO SUELDO PERSONAL OFICINA Y COSTOS FIJOS				
CARGO	TÍTULO	PAGOS MENSUAL \$	UF MENSUAL	UF ANUAL
Gerente tecnico	Ingeniero Constructor	\$1.200.000	30,12	361,43
Software CAD	Licencia	\$45.833	1,15	13,80
Ofimática y Nube	Licencia	\$12.500	0,31	3,76
Hosting y Dominio Web	Licencia	\$6.667	0,17	2,01
Total		\$1.265.000	31,58	379,00

Tabla 3-18. Costo sueldo personal oficina y costos fijos. Fuente: Elaboración propia

COSTOS DE SERVICIOS			
DESCRIPCIÓN	VALOR mensual \$	VALOR UF MENSUAL	VALOR UF ANUAL
Agua	\$25.000	0,63	7,53
Luz	\$85.000	2,13	25,60
Papeleria	\$20.000	0,50	6,02
Arriendo galpon + casino modular	\$0	0,00	0,00
Pack tel + internet + cable	\$60.000	1,51	18,07
Charla prevencionista	\$250.000	6,27	75,30
TOTAL	\$440.000	11,04	132,52

Tabla 3-19. Costos de servicios. Fuente: Elaboración propia

Costos variables

Los costos variables son aquellos que dependen directamente del volumen de proyectos ejecutados. Aumentan proporcionalmente con la cantidad de instalaciones realizadas.

Costo de producción		
DESCRIPCIÓN	COSTO \$	COSTO UF
Bencina mensual	\$80.000	2,01
Mantención de maquinas	\$160.000	4,02
Equipos Principales de Tratamiento	\$2.887.453	72,47
Materiales Complementarios y Obras Civiles	\$270.000	6,78
Mano de Obra Directa (6 días)	\$420.000	10,54
Maquinaria y Logística	\$150.000	3,76
Ensayos de laboratorio	\$160.000	4,02
TOTAL	\$4.127.453	103,60

Tabla 3-20. Costos variables por proyecto. Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Depreciaciones

La depreciación corresponde al proceso mediante el cual se distribuye sistemáticamente el costo de los activos fijos a lo largo de su vida útil, reflejando la pérdida de valor que estos experimentan debido al uso, el desgaste físico y la obsolescencia tecnológica. En el contexto del presente proyecto, este concepto resulta fundamental para representar de manera realista el comportamiento económico de los bienes utilizados en la operación de la empresa.

Los activos considerados en este análisis incluyen herramientas, equipos, mobiliario, maquinaria menor y el vehículo de trabajo, todos ellos necesarios para la ejecución de los servicios de instalación y mantenimiento de sistemas de reutilización de aguas grises y negras. Estos bienes constituyen la base operativa del proyecto y, por lo tanto, su depreciación debe ser incorporada dentro de los costos del mismo.

Para efectos de la evaluación económica, se emplea el método de depreciación lineal, el cual distribuye el valor del activo de manera uniforme durante toda su vida útil. Este método se selecciona por su simplicidad y por ser ampliamente aceptado en la formulación y evaluación de proyectos. La depreciación anual se calcula en función del valor de adquisición del activo y su vida útil estimada

Activos depreciables	Compra	Vida util	T	1	2	3	4	5	VL	Valor venta	Vta - VL
Toyota Hilux 4x2 Diésel (usada)	145,58	7	2	72,79	72,79	0,00	0,00	0,00	0,00	94,62	94,62
Kit nivel optico	6,27	3	1	2,09	2,09	2,09	0,00	0,00	0,00	3,76	3,76
Escritorio	1,46	7	2	0,73	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,58
PC Portatil	8,78	6	3	2,93	2,93	2,93	0,00	0,00	0,00	6,15	6,15
impresora Hp 310	6,27	3	1	2,09	2,09	2,09	0,00	0,00	0,00	2,82	2,82
Estante de madera	2,76	7	2	1,38	1,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,55
TOTAL	171,13		-	82,01	82,01	7,11	0,00	0,00	0,00	108,50	108,50

Tabla 3-21. Depreciación de activos fijos (método lineal). Fuente: Elaboración propia

3.2. FLUJO DE CAJA Y SENSIBILIZACIÓN DEL PRECIO

3.2.1. Flujo de Caja: Financiamiento Puro

Se evaluará el proyecto sin ningún tipo de financiamiento, solo con capital propio. Los resultados obtenidos en este primer flujo de caja para el proyecto se dan a conocer por medio de los indicadores tales como el VAN, TIR y PRI.

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		1183,03	1840,28	2760,41	4206,35	6309,52
-	Costos		-1443,89	-1961,87	-2687,05	-3826,60	-5484,14
=	Utilidad		-260,86	-121,60	73,37	379,74	825,37
-	Intereses LP						
-	Intereses CP			-16,72	-25,59	-22,52	0,00
-	Depreciación		-82,01	-82,01	-7,11	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						108,50
-	Pérd de Ejerc Ant			-342,86	-563,19	-522,52	-165,30
=	Utilidad ant de Impto		-342,86	-563,19	-522,52	-165,30	768,57
-	Impto 27%		0,00	0,00	0,00	0,00	-207,51
=	Utilidad desp Impto		-342,86	-563,19	-522,52	-165,30	561,06
+	Pérd de Ejerc Ant			342,86	563,19	522,52	165,30
+	Depreciación		82,01	82,01	7,11	0,00	0,00
-	Amort LP						
-	Amort CP			-260,86	-399,17	-351,39	0,00
+	Vta Act VL						0,00
-	K de Trabajo	-262,86					262,86
-	Pta en Marcha	-40,68					
-	Inversión en Act	-178,44					
-	Imprevisto	-48,00					
=	Total Anual	-529,98	-260,86	-399,17	-351,39	5,83	989,23
+	Créditos LP						
+	Créditos CP		260,86	399,17	351,39	0,00	
=	Flujo Neto	-529,98	0,00	0,00	0,00	5,83	989,23
	Flujo N. Act	-529,98	0	0	0	3	456
	Flujo N.Acum	-529,98	-529,98	-529,98	-529,98	-526,84	-71,19

Tabla 3-22. Flujo de caja con financiamiento Puro Fuente: Elaboración propia

VAN	-71,19
PRI	NO
TIR	13%

Tabla 3-23. Indicadores financieros flujo puro: VAN / TIR / PRI. Fuente Elaboración propia

3.2.2. Flujo de Caja: Financiamiento 25%

Se evaluará el proyecto financiado por Banco Santander en un 25% del costo total de la inversión, con una tasa de interés del 6.41% en un plazo de 5 años.

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		1183,03	1840,28	2760,41	4206,35	6309,52
-	Costos		-1443,89	-1961,87	-2687,05	-3826,60	-5484,14
=	Utilidad		-260,86	-121,60	73,37	379,74	825,37
-	Intereses LP		-8,46	-6,97	-5,39	-3,70	-1,91
-	Intereses CP			-18,75	-29,78	-29,02	-8,57
-	Depreciación		-82,01	-82,01	-7,11	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						108,50
-	Pérd de Ejerc Ant			-351,32	-580,65	-549,56	-202,54
=	Utilidad ant de Impto		-351,32	-580,65	-549,56	-202,54	720,86
-	Impto 27%		0,00	0,00	0,00	0,00	-194,63
=	Utilidad desp Impto		-351,32	-580,65	-549,56	-202,54	526,23
+	Pérd de Ejerc Ant			351,32	580,65	549,56	202,54
+	Depreciación		82,01	82,01	7,11	0,00	0,00
-	Amort LP		-23,22	-24,71	-26,30	-27,98	-29,78
-	Amort CP			-292,54	-464,57	-452,67	-133,63
+	Vta Act VL						0,00
-	K de Trabajo	-260,86					260,86
-	Pta en Marcha	-40,68					
-	Inversión en Act	-178,44					
-	Imprevisto	-48,00					
=	Total Anual	-527,97	-292,54	-464,57	-452,67	-133,63	826,22
+	Créditos LP	131,99					
+	Créditos CP		292,54	464,57	452,67	133,63	
=	Flujo Neto	-395,98	0,00	0,00	0,00	0,00	826,22
	Flujo N. Act	-395,98	0	0	0	0	381
	Flujo N.Acum	-395,98	-395,98	-395,98	-395,98	-395,98	-15,40

Tabla 3-24. Flujo de caja con financiamiento bancario al 25%. Fuente: Elaboración propia

VAN	-15,40
PRI	NO
TIR	16%

Tabla 3-25. Indicadores financieros flujo 25%: VAN / TIR / PRI. Fuente Elaboración propia

3.2.3. Flujo de Caja: Financiamiento 50%

Se evaluará el proyecto financiado por Banco Santander en un 50% del costo total de la inversión, con una tasa de interés del 6.41% en un plazo de 5 años.

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		1183,03	1840,28	2760,41	4206,35	6309,52
-	Costos		-1443,89	-1961,87	-2687,05	-3826,60	-5484,14
=	Utilidad		-260,86	-121,60	73,37	379,74	825,37
-	Intereses LP		-16,92	-13,94	-10,78	-7,40	-3,82
-	Intereses CP			-20,78	-33,97	-35,51	-17,50
-	Depreciación		-82,01	-82,01	-7,11	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						108,50
-	Pérd de Ejerc Ant			-359,78	-598,11	-576,60	-239,77
=	Utilidad ant de Impto		-359,78	-598,11	-576,60	-239,77	672,78
-	Impto 27%		0,00	0,00	0,00	0,00	-181,65
=	Utilidad desp Impto		-359,78	-598,11	-576,60	-239,77	491,13
+	Pérd de Ejerc Ant			359,78	598,11	576,60	239,77
+	Depreciación		82,01	82,01	7,11	0,00	0,00
-	Amort LP		-46,45	-49,43	-52,59	-55,97	-59,55
-	Amort CP			-324,23	-529,97	-553,94	-273,08
+	Vta Act VL						0,00
-	K de Trabajo	-260,86					260,86
-	Pta en Marcha	-40,68					
-	Inversión en Act	-178,44					
-	Imprevisto	-48,00					
=	Total Anual	-527,97	-324,23	-529,97	-553,94	-273,08	659,12
+	Créditos LP	263,98					
+	Créditos CP		324,23	529,97	553,94	273,08	
=	Flujo Neto	-263,98	0,00	0,00	0,00	0,00	659,12
	Flujo N. Act	-263,98	0	0	0	0	304
	Flujo N.Acum	-263,98	-263,98	-263,98	-263,98	-263,98	39,62

Tabla 3-26. Flujo de caja con financiamiento bancario al 50%. Fuente: Elaboración propia

VAN	39,62
PRI	5
TIR	20%

Tabla 3-27. Indicadores financieros flujo 50%: VAN / TIR / PRI. Fuente Elaboración propia

3.2.4. Flujo de Caja: Financiamiento 75%

Se evaluará el proyecto financiado por Banco Santander en un 50% del costo total de la inversión, con una tasa de interés del 6.41% en un plazo de 5 años.

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		1183,03	1840,28	2760,41	4206,35	6309,52
-	Costos		-1443,89	-1961,87	-2687,05	-3826,60	-5484,14
=	Utilidad		-260,86	-121,60	73,37	379,74	825,37
-	Intereses LP		-25,38	-20,92	-16,16	-11,11	-5,73
-	Intereses CP			-22,81	-38,16	-42,00	-26,44
-	Depreciación		-82,01	-82,01	-7,11	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						108,50
-	Pérd de Ejerc Ant			-368,25	-615,58	-603,65	-277,01
=	Utilidad ant de Impto		-368,25	-615,58	-603,65	-277,01	624,69
-	Impto 27%		0,00	0,00	0,00	0,00	-168,67
=	Utilidad desp Impto		-368,25	-615,58	-603,65	-277,01	456,02
+	Pérd de Ejerc Ant			368,25	615,58	603,65	277,01
+	Depreciación		82,01	82,01	7,11	0,00	0,00
-	Amort LP		-69,67	-74,14	-78,89	-83,95	-89,33
-	Amort CP			-355,91	-595,37	-655,22	-412,53
+	Vta Act VL						0,00
-	K de Trabajo	-260,86					260,86
-	Pta en Marcha	-40,68					
-	Inversión en Act	-178,44					
-	Imprevisto	-48,00					
=	Total Anual	-527,97	-355,91	-595,37	-655,22	-412,53	492,02
+	Créditos LP	395,98					
+	Créditos CP		355,91	595,37	655,22	412,53	
=	Flujo Neto	-131,99	0,00	0,00	0,00	0,00	492,02
	Flujo N. Act	-131,99	0	0	0	0	227
	Flujo N.Acum	-131,99	-131,99	-131,99	-131,99	-131,99	94,64

Tabla 3-28. Flujo de caja con financiamiento bancario al 75%. Fuente: Elaboración propia

VAN	94,64
PRI	5
TIR	30%

Tabla 3-29. Indicadores financieros flujo 75%: VAN / TIR / PRI. Fuente Elaboración propia

	PURO	25%	50%	75%
VAN	-71,19	-15,40	39,62	94,64
PRI	NO	NO	5	5
TIR	13%	16%	20%	30%

Tabla 3-30. Cuadro comparativo de indicadores por escenario. Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Análisis de Sensibilidad del Precio

Análisis de sensibilización

El análisis evalúa el impacto de variaciones en **precio de venta** y **costos de producción** sobre el VAN del proyecto.

El **precio** es la variable más crítica: pequeñas variaciones generan cambios significativos en la rentabilidad, por lo que su correcta definición es determinante para la viabilidad del negocio.

Los **costos** también afectan el VAN, pero con menor impacto que el precio, lo que indica cierta capacidad de absorción, aunque igualmente requieren control eficiente.

En conjunto, el proyecto es **viable en condiciones base**, pero sensible principalmente a factores externos de mercado. Se recomienda una estrategia de precios adecuada, control de costos operacionales y monitoreo constante del entorno económico.

CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra que, si bien el proyecto es técnicamente factible y responde a una necesidad real del mercado, el análisis económico revela un nivel de riesgo elevado que lo hace desaconsejable en su formulación actual. La alta sensibilidad del VAN ante variaciones en el precio de venta, los períodos prolongados sin ingresos durante los primeros meses de operación y una tasa de descuento del 16,77% que refleja la incertidumbre inherente al sector, configuran un escenario financiero frágil, especialmente considerando la escala microempresa del proyecto y la baja penetración cultural del servicio en la zona.

A esto se suman factores externos como la posibilidad de cambios regulatorios, el alza de materiales e insumos y la competencia de empresas más consolidadas, que aumentan la vulnerabilidad del negocio. El recurso al financiamiento bancario agrava aún más la situación: a mayor proporción de deuda, menor rentabilidad, lo que reduce significativamente el margen de seguridad ante desviaciones del escenario base. Por todo lo anterior, se concluye que el proyecto no está en condiciones de ser implementado en su estado actual y se recomienda reformular la estructura de costos, revisar la estrategia de precios y evaluar la posibilidad de acceder a subsidios o fondos públicos antes de considerar una nueva evaluación de factibilidad.

BIBLIOGRAFÍA Y LINKOGRAFÍA

Bibliografía

- [1] DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). Informe de disponibilidad de recursos hídricos en Chile. Santiago: Ministerio de Obras Públicas, 2022.
- [2] MINISTERIO DE SALUD. Decreto Supremo N° 40: Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises. Santiago: Diario Oficial, 2024.
- [3] MINISTERIO DE SALUD. Decreto Supremo N° 236: Reglamento General de Alcantarillados Particulares. Santiago: Diario Oficial, 1926.
- [4] MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. Decreto Supremo N° 46: Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. Santiago: Diario Oficial, 2002.
- [5] INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). NCh 1333.Of78: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. Santiago: INN, 1978.
- [6] SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (SISS). Informe de gestión del sector sanitario. Santiago: SISS, 2024.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). Resultados Censo de Población y Vivienda 2024. Santiago: INE, 2024.
- [8] SAPAG CHAIN, Nassir y SAPAG CHAIN, Reinaldo. Preparación y evaluación de proyectos. 6ª ed. Santiago: McGraw-Hill Interamericana, 2014.
- [9] BIOPLASTIC S.A. Manual técnico planta de tratamiento RTB 8. Santiago: Bioplastic, 2023.
- [10] CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Ley N° 21.075: Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Santiago: Diario Oficial, 2018.
- [11] CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Ley N° 19.300: Bases Generales del Medio Ambiente. Santiago: Diario Oficial, 1994.

Linkografía

- [12] DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS. Mapa de comunas en escasez hídrica [en línea]. Santiago: MOP, 2022 [citado 14 de marzo de 2026]. Disponible en: <<https://www.dga.cl/>>.
- [13] SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS. Fijación tarifaria Esval S.A. 2025–2030 [en línea]. Santiago: SISS, 2025 [citado 14 de marzo de 2026]. Disponible en: <<https://www.siss.gob.cl/>>.
- [14] MINISTERIO DE ECONOMÍA. Tu empresa en un día — Registro de Empresas y Sociedades [en línea]. Santiago: Ministerio de Economía, 2025. Disponible en: <<https://www.tuempresaenundia.cl/>>.

- [15] BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL. Ley 21.561: Reducción de la jornada laboral [en línea]. Santiago: BCN, 2024. Disponible en: <<https://www.bcn.cl/leychile/>>.
- [16] Bioplastic. "Equipos de tratamiento de aguas residuales". [En línea]. Disponible en: www.bioplastic.cl.
- [17] Aguafes. "Sistemas de tratamiento de aguas grises y negras". [En línea]. Disponible en: www.aguafes.cl.
- [18] Ecoplast. "Equipos y soluciones para tratamiento de aguas". [En línea]. Disponible en: www.ecoplast.cl.