

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

**Estudio de prefactibilidad técnico y económico para la creación de una
empresa dedicada a la depuración y Fito depuración de agua en
sectores rurales**

Trabajo de titulación para optar al Título
Profesional de INGENIERO CONSTRUCTOR
LICENCIADO EN INGENIERIA

Alumno:

Rolando Daniel Valenzuela Vilches

Profesor Guía:

Ing. Bruno Piazze

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE
MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO**

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

Título del trabajo: Estudio de prefactibilidad técnico y económico para la creación de una empresa dedicada a la depuración y Fito depuración de agua en sectores rurales

Nombre del candidato(a): Rolando Daniel Valenzuela Vilches

Carrera / Grado: Ingeniería en construcción

Campus: Sede Viña del mar

Departamento: Construcción y Prevención de riesgo

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

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

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

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

X 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: 26/02/2026 **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 26/02/2026 **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

Dedico este logro a mi familia, novia y mascotas por su apoyo constante y comprensión durante esta etapa académica. A mis profesores por su orientación y conocimientos compartidos, fundamentales para el desarrollo de este proyecto.

A todos aquellos que, de una u otra forma, contribuyeron a que este sueño profesional se hiciera realidad.

Fueron 5 años difíciles, largos y cargados de soledad al estar lejos de casa, pero aquí estamos a punto de dar otro paso más en mi vida, por lo cual estoy muy orgulloso de mi mismo.

Resumen

El presente proyecto de título aborda la crítica situación de escasez hídrica y la falta de infraestructura de saneamiento en los sectores rurales de la Región Metropolitana, focalizándose específicamente en la localidad Curacaví. Ante la inexistencia de redes de alcantarillado público y la ineficiencia de las fosas sépticas tradicionales, el objetivo general de este estudio es evaluar la prefactibilidad técnica y económica para la creación de una empresa especializada en el diseño y construcción de sistemas de **fitodepuración (humedales artificiales)**. Esta tecnología propone una solución basada en la naturaleza que permite tratar las aguas residuales domésticas para su posterior reutilización en riego, cumpliendo con la normativa ambiental vigente.

El estudio técnico definió un sistema de tratamiento compuesto por pretratamiento, cámaras desengrasadoras y un humedal de flujo subsuperficial, capaz de abatir la carga orgánica mediante el uso de plantas macrófitas y sustratos filtrantes. En el ámbito comercial, se identificó un mercado potencial de 6.600 parcelas, proyectando una captura inicial del 30% de la demanda (1.980 clientes potenciales). Finalmente, la evaluación económica para un horizonte de 5 años demostró la alta viabilidad del negocio; en el escenario de financiamiento mixto (75% deuda / 25% capital propio), se obtuvo un **Valor Actual Neto (VAN) de 669,82 UF** y una **Tasa Interna de Retorno (TIR) del 182,19%**, logrando recuperar la inversión inicial durante el primer año de operación (PRI de 1,0 año). Estos indicadores confirman que la iniciativa no solo es rentable para el inversionista, sino que representa una solución sostenible y necesaria para la gestión hídrica rural.

Índice:

CAPÍTULO 1: “EVALUACIÓN DE COMERCIALIZACIÓN”	12
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO:	13
1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO:.....	14
1.1.1 OBJETIVOS GENERALES:.....	14
1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	15
1.2 PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO:.....	15
1.3 FODA:.....	16
1.3.1 FORTALEZAS:.....	16
1.3.2 OPORTUNIDADES:	16
1.3.3 DEBILIDADES:	17
1.3.4 AMENAZAS:.....	17
1.4 TAMAÑO DEL PROYECTO:.....	18
1.5.LOCALIZACIÓN:.....	19
1.5.1 MAPEO PARCELACIONES COMUNA DE CURACAVÍ:	20
1.5.2 LOCAL COMERCIAL:.....	23
1.6 SINTUACION SIN PROYECTO V/S CON PROYECTO:.....	25
1.6.1 SITUACIÓN SIN PROYECTO:.....	25
1.6.2 SITUACIÓN CON PROYECTO:.....	26
1.7. ESTUDIO DE MERCADO:	27
1.7.1. DETERMINACIÓN DEL PRODUCTO:	27
1.7.2. ÁREA DE ESTUDIO:.....	30
1.7.3. ANÁLISIS DE DEMANDA:.....	31
1.7.4. ANÁLISIS DE OFERTA:	34
1.7.5. DETERMINACIÓN DEL PRECIO:	38
1.7.6. SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN:	40
CAPITULO 2: “INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO”	43
2.1 ESTUDIO TÉCNICO:	44
2.1.1 SELECCIÓN DE PROCESOS:.....	44

2.1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES:.....	46
2.1.3 DIAGRAMA DE FLUJOS:	48
2.1.4 DIAGRAMA LAY OUT:	49
2.1.5 DIAGRAMA MASA Y ENERGÍA:	49
2.1.6 SELECCIÓN DE EQUIPOS:	52
2.2 ASPECTOS TÉCNICOS LEGALES:.....	53
2.2.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL:.....	53
2.2.2 PERSONAL, CARGOS, PERFILES:.....	54
2.2.3 Marco Legal	59
2.2.4 IMPACTO MEDIO AMBIENTAL:	60
2.3 DISEÑO DE PLANTA:	62
2.3.1 DISEÑO DE TUBERÍAS:	62
2.3.2 SISTEMA DE POTENCIAS:	64
2.3.3 DISEÑO DE OBRAS CIVILES:.....	66
2.4 DOCUMENTOS DEL PROYECTO:	69
2.4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	69
2.4.2 COTIZACIONES:	71
2.4.3 INFORMES TÉCNICOS:.....	71
CAPITULO 3: “EVALUACIÓN ECONOMICA”	73
3. EVALUACIÓN ECONOMICA:.....	74
3.1 ANTECEDENTES FINANCIEROS	74
3.1.1 FUENTES DE FINANCIAMIENTO	75
3.1.2 COSTOS DE FINANCIAMIENTO:	75
3.1.3 VAN, TIR, PRI:.....	75
3.1.4 TASA INTERNA DE RETORNO:	76
3.1.5 TASA DE DESCUENTO Y HORIZONTE DE PROYECTO:.....	77
3.1.6 INVERSIÓN:.....	77
3.1.6.1 INVERSIONES ACTIVOS TANGIBLES:	77
3.1.6.2 INVERSIÓN PUESTA EN MARCHA.....	78
3.1.6.3 INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO:.....	78
3.1.7 CUADRO DE INVERSIONES:	79
3.1.8 COSTOS:	79

3.1.8.1 ESTRUCTURA DE COSTO:	79
3.1.8.2 COSTOS VARIABLES:	80
3.1.8.3 COSTO TOTAL:	80
3.1.8.4 INGRESO TOTAL:.....	81
3.1.8.5 COSTOS DE OPERACIÓN:	82
3.1.8.6 GASTOS DE ADMINISTRACIÓN:	82
3.1.8.7 DEPRECIACIONES:	83
3.2 FLUJO DE CAJA Y SENSIBILIZACION DEL PRECIO:	84
3.2.1 FLUJO PURO:.....	86
3.2.2 FLUJO 25%:	87
3.2.3 FLUJO 50% :	88
3.2.4 FLUJO 75% :	89
3.2.5 ANÁLISIS SENSIBILIDAD DE PRECIO:	90
CONCLUSIÓN:.....	93
BIBLIOGRAFÍA:	94
ANEXOS:	96

Índice de figuras:

Figura 1. Fitodepuración de flujo sumergido horizontal. Plantas Acuaticas.ORG. 2025	13
Figuras 2. . Fitodepuración capas. Depur técnica.2025	13
Figuras 3. Procesos instalación membrana. Depur técnica. 2025	14
Figura 4,Sector Lo Águila, Villavicencio, 2025	20
Figura 5. Sector oeste Curacaví. Villavicencio. 2025	20
Figura 6. Sector noroeste Curacaví. Villavicencio. 2025	21
Figura 7. Sector Noroeste Curacaví. Villavicencio. 2025	21
Figuras 8. Sector Este Curacaví. Villavicencio. 2025	22
Figura 9. Sector Este Curacaví. Villavicencio. 2025	22
Figuras 10. Sector Este Curacaví. Villavicencio. 2025	23
Figura 11. Mapa localización 1. Google Maps. 2025	23
Figura 12. Mapa localización 1. Google Maps. 2025	24
Figura 13. Mapa localización 1. Google Maps. 2025	24
Figuras 14. Fachada local seleccionado 1. Google Earth. 2025.	25
Figuras 15. Derivación Aguas grises. Elaboración propia. 2025	44
Figuras 16. Cámara de grasas. Elaboración propia. 2025	44
Figuras 17. Planas depuradoras.2025	45
Figura 18. Diagrama de bloques tratamiento aguas grises. 2025	47
Figuras 19. Diagrama de flujos elaboración propia. 2025	48
Figura 20. Plano lay out. Elaboración propia. 2025	49
Figuras 21. Estructura organizacional proyecto tratamiento de agua. Elaboración propia. 2025	53
Figuras 22. Distribución de sistema de tuberías. Elaboración propia. 2025	63
Figura 23.Sistema de potencias. Elaboración propia. 2025	66

Índice de tablas:

Tabla 1. Comparativa proyecto v/s Sin proyecto. Elaboración propia. 2025.....	27
Tabla 2. Empresas que trabajan en la Región Metropolitana. Elaboración propia.2025 .	36
Tabla 3. Características de la competencia. Elaboración propia. 2025	37
Tabla 4. Características de la competencia. Elaboración propia. 2025	37
Tabla 5. Precio del proyecto. Elaboración Propia.2025	38
Tabla 6. Selección de equipos para proyecto tratamiento de aguas. Elaboración propia . 2025.....	52
Tabla 7. Análisis y descripción de los cargos. Elaboración propia. 2025	54
Tabla 8. Análisis y descripción de los cargos. Elaboración propia. 2025	55
Tabla 9. Análisis y descripción de los cargos. Elaboración propia. 2025	56
Tabla 10. Sueldos trabajadores. Elaboración propia. 2025	56
Tabla 11. Gastos generales. Elaboración propia. 2025.....	57
Tabla 12. Costos servicios. Elaboración propia. 2025	58
Tabla 13. Costos producción . Elaboración propia. 2025	58
Tabla 14. Tabla cotizaciones. Elaboración Propia. 2025.....	71
Tabla 15. Tipo de financiamiento. Elaboración Propia. 2025	76
Tabla 16. TIR con los tipos de financiamiento. Elaboración Propia. 2025.....	77
Tabla 17. Resumen de la inversión tangible. Elaboración Propia. 2025	77
Tabla 18. Inversión puesta en marcha. Elaboración propia 2025.	78
Tabla 19. Inversión capital de trabajo. Elaboración propia 2025.....	78
Tabla 20. Inversión inicial. Elaboración propia 2025.	79
Tabla 21. Costos fijos. Elaboración propia 2025.	79
Tabla 22. Costos totales. Elaboración propia 2025.....	80
Tabla 23. Costos totales. Elaboración propia 2025.....	81
Tabla 24. Ingresos totales. Elaboración propia 2025.	81
Tabla 25. Costos de operación. Elaboración propia 2025.....	82
Tabla 26. Gastos administrativos personal. Elaboración propia 2025.	82
Tabla 27. Gastos organización. Elaboración propia 2025.....	82
Tabla 28. Depreciación. Elaboración propia 2025.....	83
Tabla 29. Resumen flujo de caja. Elaboración propia 2025.....	84
Tabla 30. Flujo de caja financiamiento puro. Elaboración propia 2025.	86
Tabla 31. Flujo de caja financiamiento 25%. Elaboración propia 2025.	87
Tabla 32. Flujo de caja financiamiento 50%. Elaboración propia 2025.	88
Tabla 33. Flujo de caja financiamiento 75%. Elaboración propia 2025.	89

Índice de gráficos:

Gráficos 1. Demanda total. Elaboración propia. 2025	31
Gráficos 2. Resumen VAN. Elaboración propia. 2025	84
Gráficos 3. Resumen TIR. Elaboración propia 2025.	85
Gráficos 4. Variación de precios. Elaboración propia 2025.....	90
Gráficos 5. Variación de precios. Elaboración propia 2025.....	91

INTRODUCCIÓN:

La comuna de Curacaví, ubicada en la Región Metropolitana de Chile, enfrenta actualmente una crisis hídrica progresiva de carácter estructural. Esta situación, derivada de la disminución sostenida de las precipitaciones, el impacto del cambio climático y la sobreexplotación de las napas subterráneas ha puesto en jaque la sostenibilidad del recurso hídrico en la zona. La problemática es especialmente crítica en sectores rurales como Cuyuncaví Bajo, donde la dispersión geográfica y la falta de acceso a redes públicas de alcantarillado y plantas de tratamiento convencionales obligan a buscar soluciones alternativas. Ante este escenario, se vuelve imperativo implementar sistemas de depuración descentralizados que sean sostenibles, eficientes y de bajo costo operativo.

La depuración de aguas servidas es el proceso esencial de eliminación de contaminantes físicos, químicos y biológicos, permitiendo que el agua doméstica sea reintegrada de forma segura al medio ambiente o reutilizada en actividades secundarias. Dentro de las tecnologías disponibles, la fitodepuración surge como la alternativa más viable para zonas rurales. Este sistema natural utiliza humedales artificiales donde la interacción entre plantas acuáticas (macrófitas) y microorganismos degrada la materia orgánica y absorbe nutrientes excedentes como el nitrógeno y el fósforo. Especies como la *Typha latifolia* (eneas), *Phragmites australis* (carrizos) y *Scirpus spp.* son fundamentales en este proceso, ya que sus raíces actúan como un reactor biológico natural.

La fitodepuración no solo destaca por su alta eficiencia en la eliminación de contaminantes, sino también por sus ventajas comparativas en términos de construcción, mínimo consumo energético y mantenimiento simplificado. En el contexto específico de Cuyuncaví Bajo, la adopción de estos sistemas permitiría transformar un residuo en un recurso valioso para el riego de cultivos o áreas verdes, fomentando además la recarga natural del acuífero local y reduciendo la presión sobre las fuentes de agua potable.

Bajo esta premisa, el presente trabajo se propone como una estrategia de resiliencia hídrica y cuidado ambiental. El objetivo central de este documento es verificar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas de fitodepuración en el sector. Para ello, se analizarán los requerimientos de diseño, los costos de inversión inicial y de operación, y el impacto socioambiental esperado, con el fin de determinar si esta biotecnología representa una solución real, escalable y replicable para los desafíos que enfrenta la comunidad de Curacaví.

CAPÍTULO 1: “EVALUACIÓN DE COMERCIALIZACIÓN”

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO:

El presente trabajo tiene por finalidad realizar un estudio de prefactibilidad técnica económica de una empresa dedicada a la fitodepuración de agua en sectores rurales. El proyecto tendrá sus operaciones en la comuna de Curacaví.

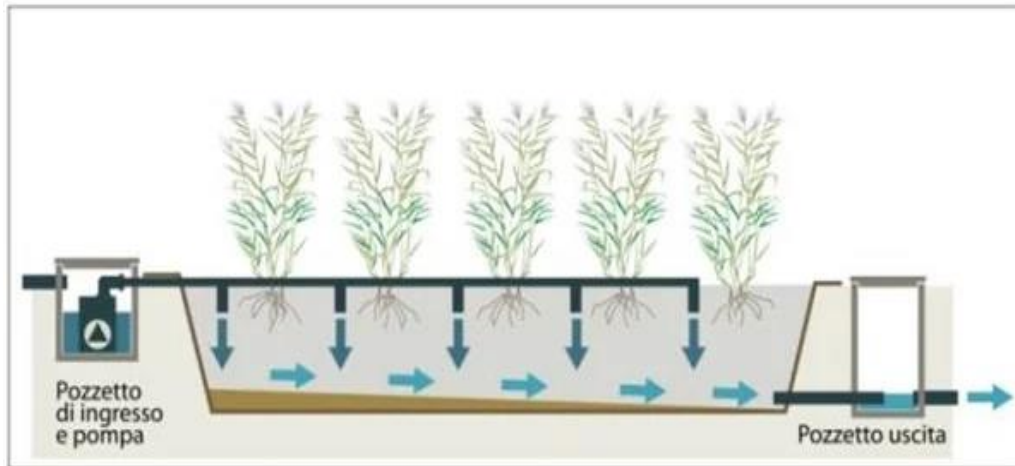
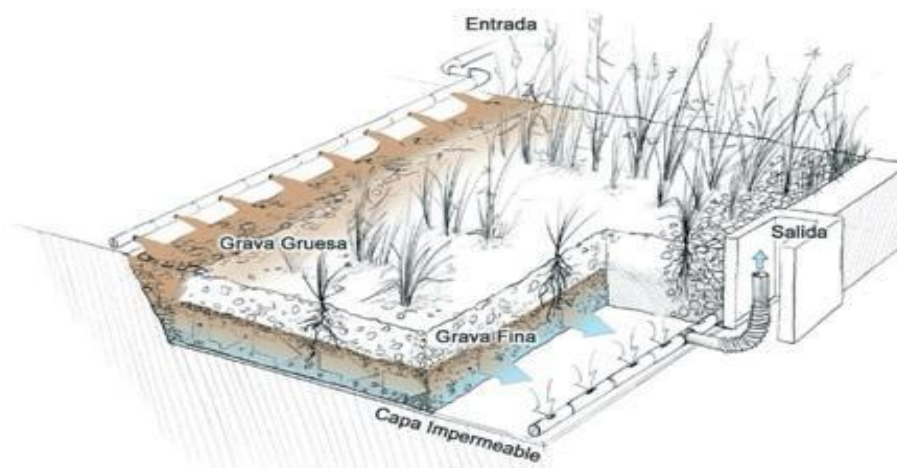


Figura 1. Fitodepuración de flujo sumergido horizontal. Plantas Acuaticas.ORG. 2025



Figuras 2. . Fitodepuración capas. Depur técnica.2025



Figuras 3. Procesos instalación membrana. Depur técnica. 2025

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO:

El presente trabajo tiene por finalidad la creación de una empresa que entregara servicios de investigación, fabricación y montaje de sistemas de depuración y fitodepuración en las parcelas de Cuyuncaví Bajo.

1.1.1 OBJETIVOS GENERALES:

Evaluar la factibilidad técnica, ambiental y económica de implementar un sistema de depuración y fitodepuración de aguas servidas domésticas en la comuna de Curacaví, como solución sustentable frente a la escasez hídrica.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Estudiar la demanda existente en el mercado

Evaluar el servicio entregado por la competencia

Definir un plan de trabajo para optimizar la producción

Estimar las inversiones necesarias para el desarrollo de la empresa

Determinar el financiamiento del proyecto

Determinar el estudio técnico del proyecto

Determinar la viabilidad económica del proyect

1.2 PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO:

El proyecto se enmarca en el sector de tratamiento y gestión de aguas residuales, específicamente en el segmento de soluciones descentralizadas y sustentables orientadas a comunidades rurales y parcelaciones particulares. Este sector ha experimentado un crecimiento sostenido en Chile durante los últimos años, impulsado por la crisis hídrica, el aumento de las regulaciones ambientales y la búsqueda de alternativas de bajo costo y bajo impacto ecológico.

A nivel nacional, el tratamiento de aguas servidas está dominado por grandes empresas sanitarias que operan en zonas urbanas; sin embargo, en sectores rurales, donde no existen redes de alcantarillado, el acceso a sistemas de depuración es limitado o inexistente. Esta brecha ha generado una demanda creciente por tecnologías naturales y autogestionadas, como los sistemas de fitodepuración o humedales artificiales, que permiten tratar el agua sin requerir infraestructura compleja ni alto consumo energético.

El sector de fitodepuración se encuentra en etapa de consolidación y expansión, con experiencias exitosas en comunas como Olmué, Lampa, Melipilla y El Monte, donde se han implementado proyectos piloto financiados por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH). Estas iniciativas han demostrado que los sistemas naturales pueden alcanzar niveles de eficiencia de hasta un 90% en la reducción de carga orgánica, siendo comparables con plantas tradicionales de tratamiento.

Desde un punto de vista económico, el mercado ofrece una oportunidad de entrada competitiva para proyectos como el de Cuyuncaví Bajo, debido al bajo costo de inversión inicial en comparación con sistemas mecánicos o de lodos activados. Además, la

sostenibilidad del modelo y la posibilidad de reutilizar el agua tratada lo convierten en una opción atractiva tanto para propietarios rurales como para municipalidades y cooperativas agrícolas interesadas en optimizar el uso del recurso hídrico.

1.3 FODA:

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

Esta herramienta permite ampliar la visión de la empresa para enfrentar y mejorar el enfoque tanto en el interior como con la competencia existente en el mercado.

1.3.1 FORTALEZAS:

El proyecto cuenta con diversas fortalezas que lo posicionan como una alternativa viable y sostenible frente a la escasez hídrica en sectores rurales. En primer lugar, se trata de un sistema de tratamiento natural y ecológico, que no requiere un alto consumo energético ni el uso de productos químicos, lo que reduce significativamente los costos operativos. Otra fortaleza importante es su bajo costo de mantención y su facilidad de implementación en terrenos residenciales, ya que no necesita infraestructura compleja ni personal especializado para su operación. Además, la fitodepuración permite la reutilización del agua tratada en riego de jardines y áreas verdes, optimizando el uso del recurso hídrico. Finalmente, la incorporación de una evaluación económica mediante VAN y TIR agrega valor al proyecto, demostrando que es no solo ambientalmente sustentable, sino también financieramente rentable.

1.3.2 OPORTUNIDADES:

El contexto nacional y local ofrece un entorno favorable para la ejecución del proyecto. Actualmente, Chile enfrenta una crisis hídrica prolongada, lo que ha impulsado el interés público y privado por soluciones de eficiencia y reúso del agua. Existen también programas de apoyo estatal y fondos concursables provenientes del Ministerio del Medio Ambiente, la Dirección de Obras Hidráulicas y la Comisión Nacional de Riego que financian proyectos sostenibles de saneamiento rural. Además, el creciente interés por tecnologías verdes y autosustentables en comunidades rurales y parcelaciones abre la posibilidad de replicar el modelo en otros sectores de Curacaví y comunas vecinas.

El aumento de la conciencia ambiental y las políticas de economía circular representan oportunidades clave para fortalecer la aceptación y difusión de la fitodepuración como una práctica moderna y sustentable.

1.3.3 DEBILIDADES:

Entre las principales debilidades del proyecto se encuentra la necesidad de contar con un terreno de tamaño adecuado para la instalación del sistema, ya que los humedales artificiales requieren un espacio mínimo para funcionar correctamente.

También puede presentarse una falta de conocimiento técnico o desconfianza inicial por parte de los usuarios, debido a que la fitodepuración no es aún una tecnología ampliamente conocida en entornos rurales chilenos.

Otro punto débil es la inversión inicial, que aunque es moderada en comparación con otros sistemas, puede resultar alta para familias rurales con recursos limitados.

Por último, la eficiencia del sistema depende de un mantenimiento básico y constante, lo que implica capacitar a los beneficiarios para asegurar su buen funcionamiento a largo plazo.

1.3.4 AMENAZAS:

Las amenazas externas se relacionan principalmente con factores climáticos, normativos y sociales. En primer lugar, las sequías prolongadas o las variaciones estacionales pueden afectar la disponibilidad de agua necesaria para mantener el equilibrio del sistema biológico.

En el ámbito normativo, existe el riesgo de cambios en la legislación sanitaria o ambiental que limiten o restrinjan la instalación de sistemas descentralizados de tratamiento en zonas residenciales.

También podría presentarse resistencia social o desconocimiento por parte de algunas comunidades, dificultando la adopción de nuevas tecnologías. Finalmente, la competencia con sistemas de tratamiento convencionales o la falta de financiamiento inicial pueden ralentizar la expansión del proyecto, especialmente en su fase de implementación comunitaria.

1.4 TAMAÑO DEL PROYECTO:

El proyecto de depuración y fitodepuración de aguas servidas domésticas en la comuna de Curacaví, se plantea bajo un modelo descentralizado, en el cual cada parcela contará con su propio sistema de tratamiento diseñado para cubrir las necesidades de una vivienda promedio de 4 habitantes. Este enfoque permite una gestión autónoma, flexible y de bajo mantenimiento, reduciendo la dependencia de redes centralizadas y garantizando la eficiencia del tratamiento en todo momento.

De las 6600 parcelas existentes, se proyecta que entre un 30 % y un 40 % de los propietarios adopten el sistema en la primera etapa, lo que equivale a entre 1980 y 2640 unidades habitacionales. Esta estrategia escalonada permite evaluar el rendimiento técnico, fomentar la aceptación del sistema entre los vecinos y distribuir los costos de implementación en el tiempo.

Cada sistema individual estará compuesto por:

Trampa de grasa para la retención de aceites domésticos,

Estanque de 2500 L

Humedal de flujo subsuperficial horizontal con grava y vegetación filtrante (*Typha latifolia*, *Phragmites australis*),

El espacio requerido por sistema es de aproximadamente 15 a 20 m², lo que permite su integración dentro de cada terreno sin interferir con el uso habitacional o recreativo.

Desde el punto de vista económico, el costo de implementación por parcela se estima entre \$2.200.000 CLP (55,45) UF y \$3.000.000 CLP (75,62) UF, incluyendo materiales, estanques, geomembranas, plantas, grava, tuberías y mano de obra especializada.

Por lo tanto, para una participación del 40 % de las parcelas (alrededor de 2640 viviendas), la inversión total del proyecto alcanzaría los 146293 UF, según los precios actualizados al año 2025.

El mantenimiento es mínimo, limitado a limpiezas anuales de la cámara séptica y monitoreo del humedal, con un costo operativo aproximado de \$50.000 por año por vivienda. La vida útil esperada del sistema es de 20 años, y la rentabilidad del proyecto se evaluará mediante los indicadores VAN y TIR, considerando el ahorro en consumo de agua potable, la eliminación de costos por camiones limpiafosas y el valor agregado en sustentabilidad ambiental.

Este modelo individual y autosuficiente promueve la responsabilidad ambiental domiciliaria, mejora la calidad sanitaria del entorno y contribuye directamente a la eficiencia hídrica local. Además, posiciona al proyecto como una **PEQUEÑA EMPRESA (TRAMO 1)** de servicios ambientales especializados, capaz de diseñar, instalar y mantener sistemas de fitodepuración a nivel residencial en zonas rurales del país.

1.5.LOCALIZACIÓN:

El proyecto se desarrollará en la Comuna de Curacaví, ubicada en la región Metropolitana, Chile

La elección de esta localización responde principalmente a la escasez hídrica progresiva que afecta a Curacaví y sus alrededores, fenómeno asociado a la disminución de precipitaciones, la sobreexplotación de napas subterráneas y los efectos del cambio climático.

En los últimos años, la zona ha enfrentado una reducción significativa en la disponibilidad de agua superficial y subterránea, lo que ha impactado tanto la calidad de vida de los habitantes rurales como el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas tradicionales.

Las parcelas de Curacaví es un sector compuesto por 6600 parcelas de uso habitacional y semiagrícola, donde muchas viviendas no cuentan con conexión a sistemas centralizados de alcantarillado. Esto genera una necesidad urgente de soluciones autónomas y sustentables para el manejo de aguas servidas. El terreno presenta condiciones topográficas favorables, con pendientes suaves y suelos permeables, lo que facilita la instalación de sistemas individuales de fitodepuración sin requerir obras civiles de gran magnitud.

Otro factor relevante en la elección del lugar es su proximidad a centros urbanos como Curacaví y Melipilla, lo que permite un acceso eficiente a materiales, transporte y servicios técnicos, reduciendo los costos logísticos del proyecto. Además, la comunidad local ha mostrado interés creciente en iniciativas ambientales, lo que favorece la aceptación social y la participación voluntaria en la implementación del sistema.

En conjunto, la ubicación geográfica, las condiciones climáticas y la realidad hídrica local hacen de Curacaví

un entorno ideal para desarrollar este proyecto, transformándolo en un modelo replicable de gestión hídrica sustentable en zonas rurales de la Región Metropolitana.

1.5.1 MAPEO PARCELACIONES COMUNA DE CURACAVÍ:

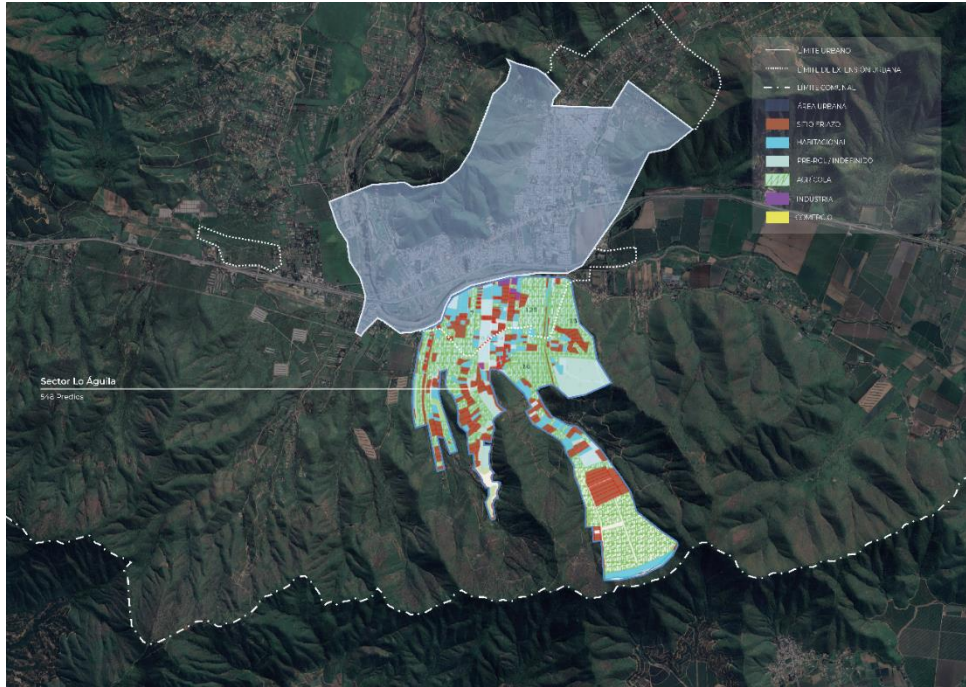


Figura 4, Sector Lo Águila, Villavicencio, 2025

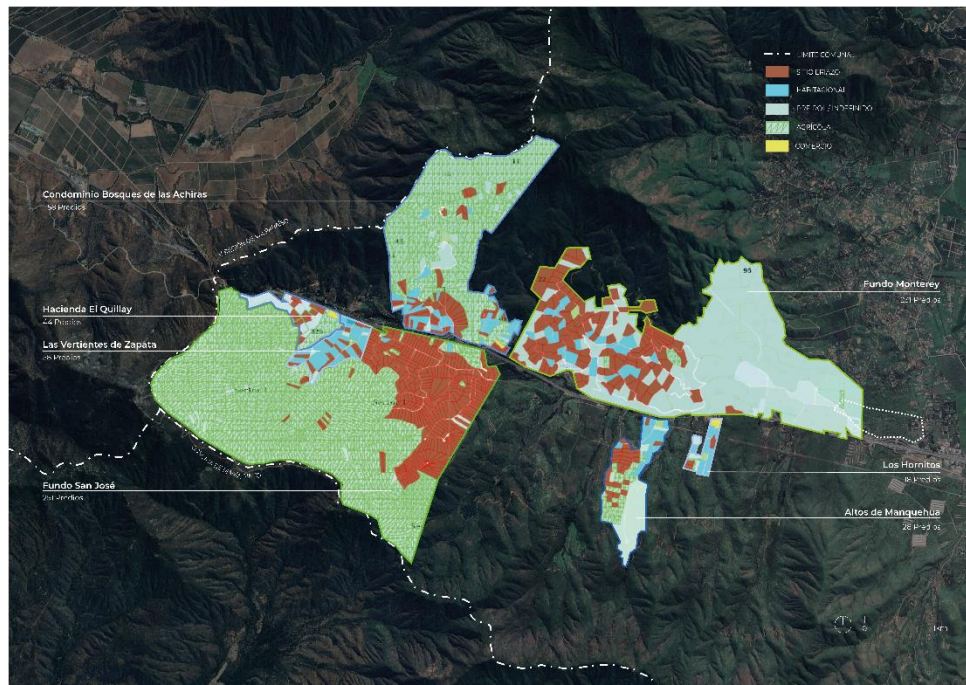


Figura 5. Sector oeste Curacaví, Villavicencio, 2025

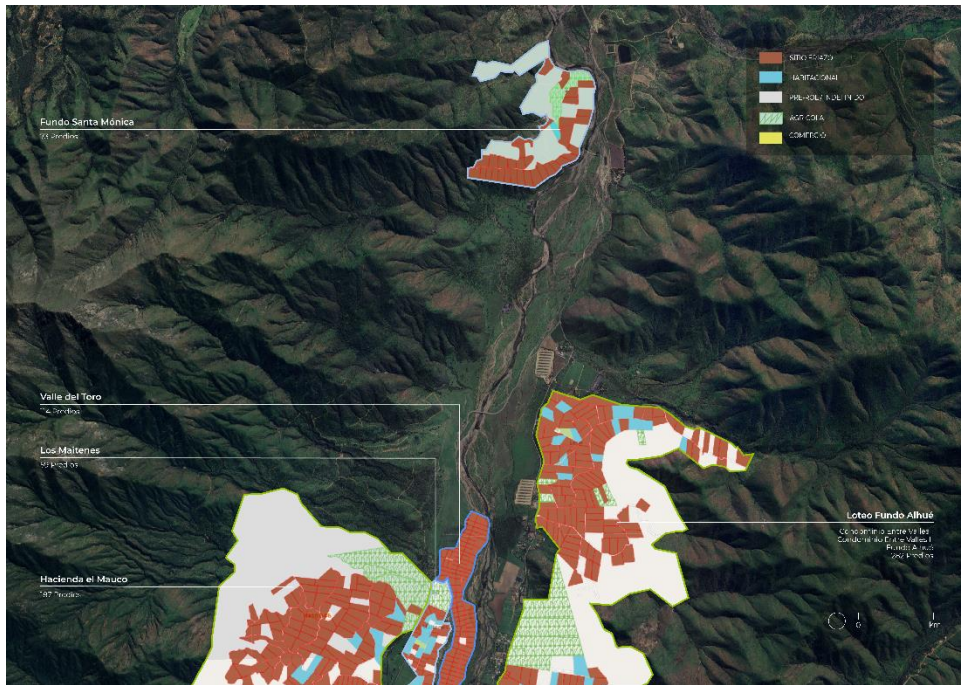


Figura 6. Sector noroeste Curacavi. Villavicencio. 2025

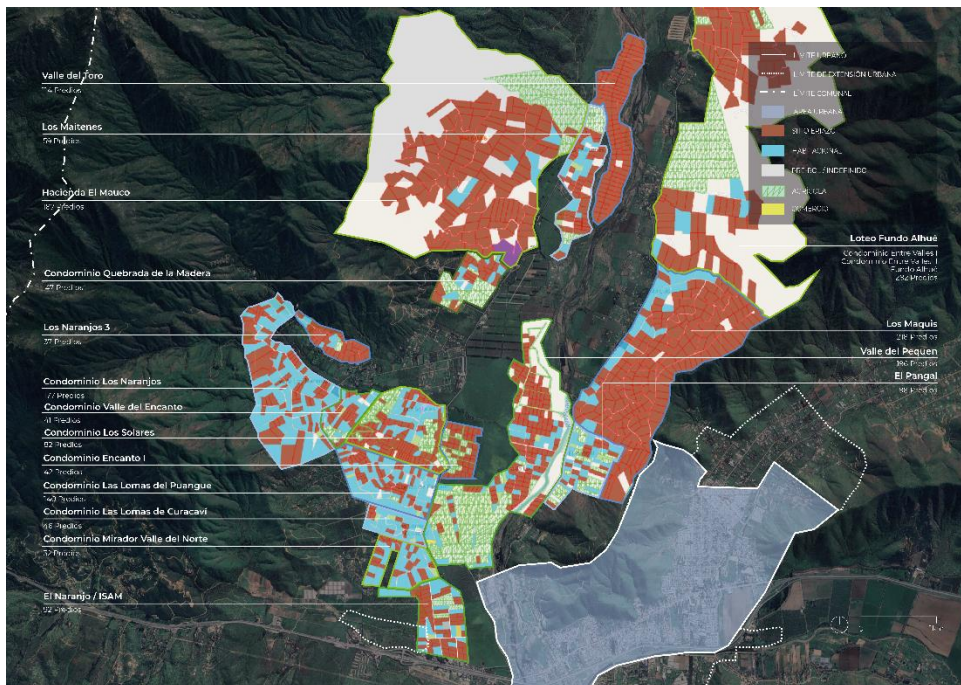
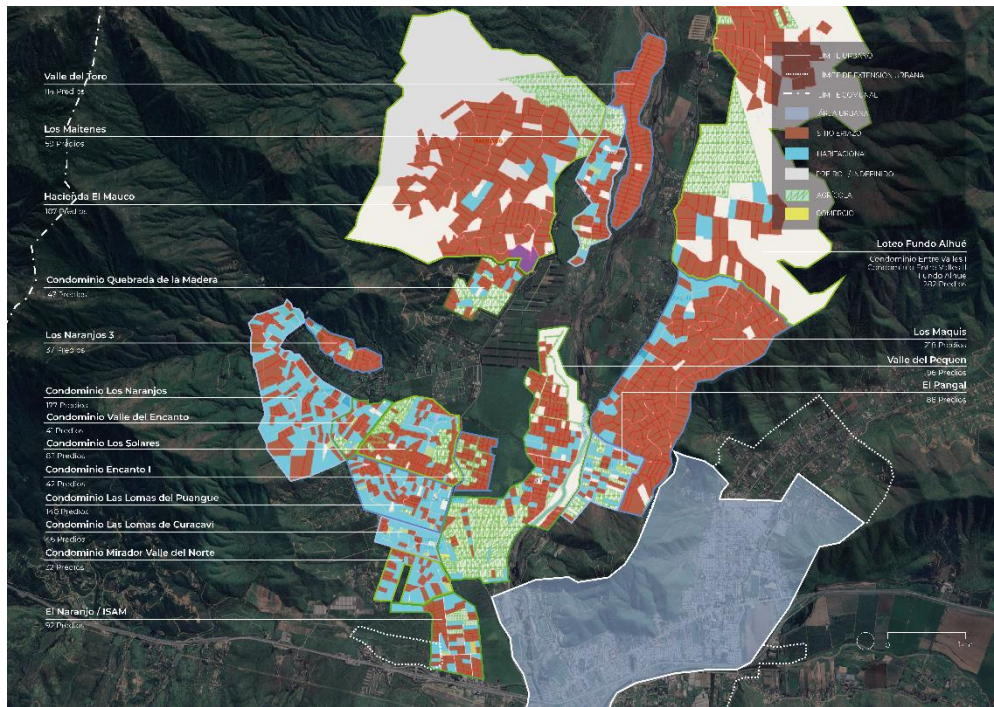


Figura 7. Sector Noroeste Curacavi. Villavicencio. 2025



Figuras 8. Sector Este Curacavi. Villavicencio. 2025

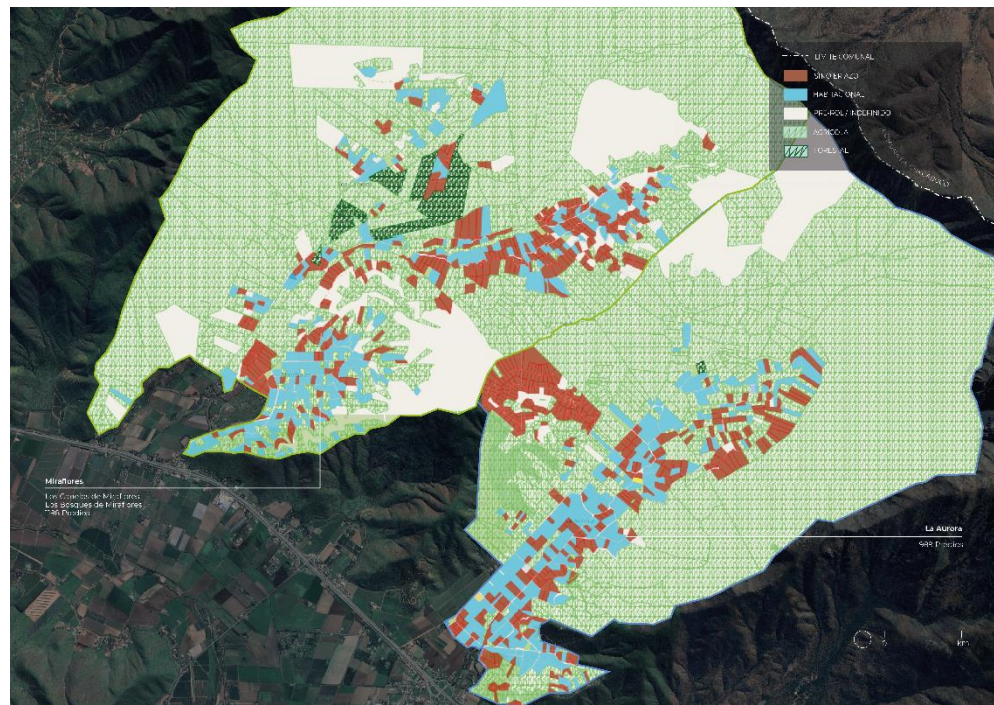
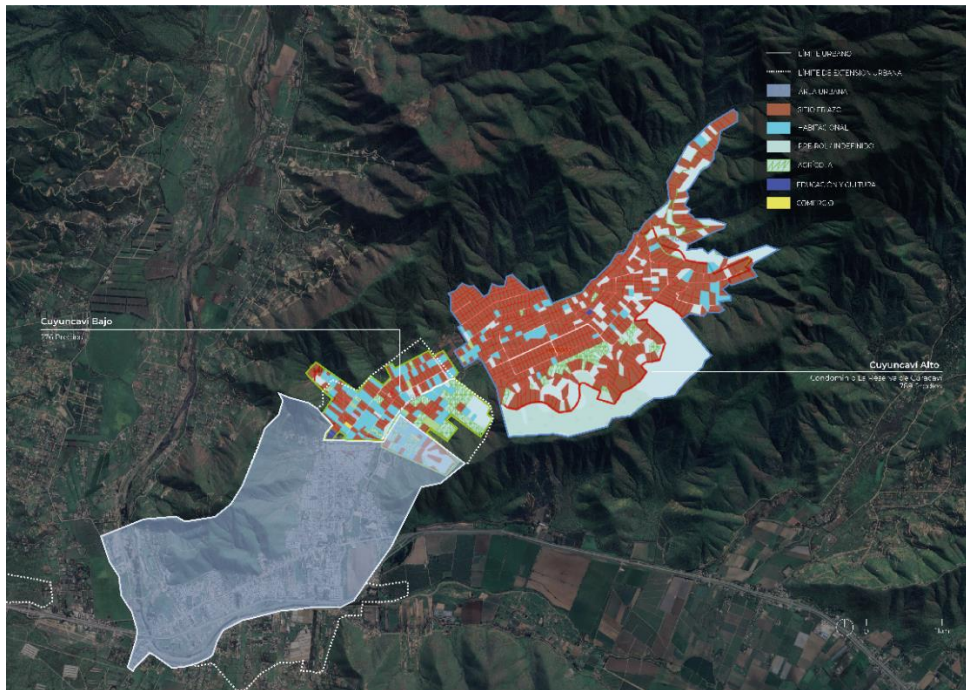


Figura 9. Sector Este Curacavi. Villavicencio. 2025



Figuras 10. Sector Este Curacavi. Villavicencio. 2025

1.5.2 LOCAL COMERCIAL:

La primera opción investigada es un local comercial que se encuentra en un segundo piso que cuenta con 35 m² con un costo mensual de UF 27 (\$1.073.213 CLP)



Figura 11. Mapa localización 1. Google Maps. 2025

La segunda opción es un local comercial de 35 m² de 1 piso con un costo mensual de UF 7,56 (\$299.937CLP)

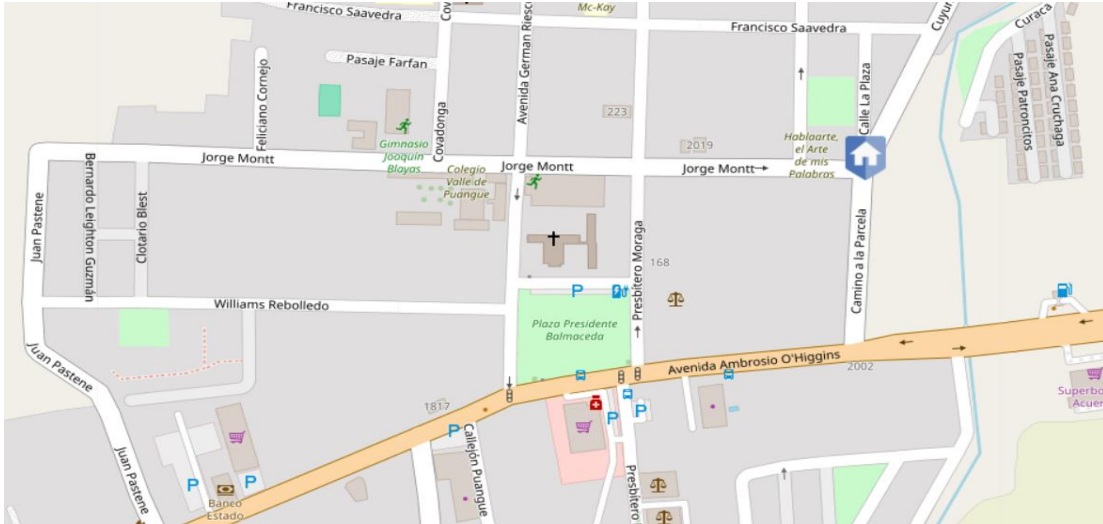


Figura 12. Mapa localización 1. Google Maps. 2025

La tercera opción y la escogida es un local comercial de 50 m², con un costo de arriendo UF 8,32 (\$330.000 CLP). Cuenta con un amplio espacio para trabajo y excelente ubicación geográfica.

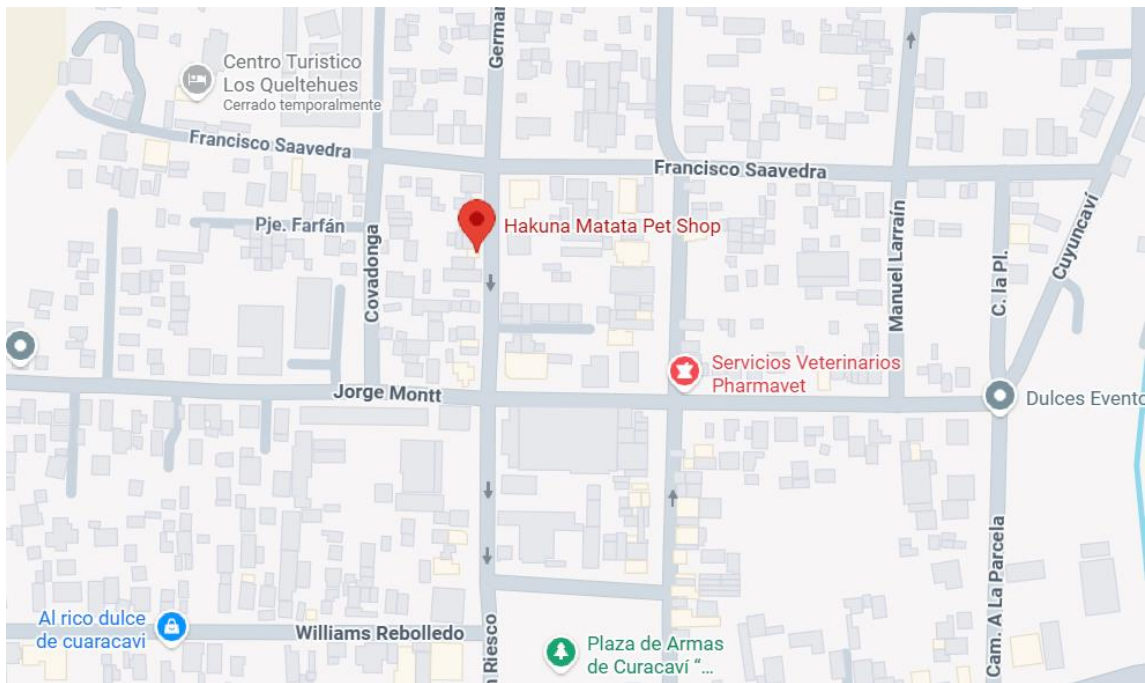


Figura 13. Mapa localización 1. Google Maps. 2025.



Figuras 14. Fachada local seleccionado 1. Google Earth. 2025.

1.6 SINTUACION SIN PROYECTO V/S CON PROYECTO:

1.6.1 SITUACIÓN SIN PROYECTO:

En la actualidad, las viviendas de las parcelaciones de Curacaví descargan sus aguas grises (provenientes de duchas, lavamanos, lavaplatos y lavadoras) directamente al terreno o a sistemas improvisados de drenaje, sin un tratamiento adecuado.

Esto genera encharcamientos, malos olores y saturación del suelo, además de riesgos de contaminación superficial por el uso de detergentes, jabones y grasas.

La falta de gestión adecuada de estas aguas provoca una pérdida constante de un recurso reutilizable, especialmente en una zona donde la escasez hídrica se ha intensificado en los últimos años.

Sin el proyecto, los habitantes continuarán desperdiciando entre 100 y 120 litros de agua por persona al día, agua que podría reutilizarse para riego o infiltración segura.

Esto agrava la dependencia del suministro potable y aumenta el gasto familiar en consumo de agua, además de contribuir a la degradación ambiental del entorno y a la disminución de la humedad del suelo.

1.6.2 SITUACIÓN CON PROYECTO:

Con la implementación del sistema individual de depuración de aguas grises mediante fitodepuración, cada vivienda contará con un circuito ecológico de recuperación y reutilización del agua.

El sistema propuesto separa las aguas grises del resto de los desechos domésticos, permitiendo que pasen por un filtro de sedimentos y grasa, seguido de un humedal de flujo subsuperficial horizontal con grava, arena y plantas macrófitas (*Typha latifolia*, *Scirpus spp.*, *Canna indica*).

Este proceso permite reducir más del 90 % de la carga orgánica y química, obteniendo un efluente limpio, sin olor y apto para riego de jardines, árboles frutales o cultivos ornamentales.

De esta forma, el agua gris, que antes se desperdiciaba, se convierte en un recurso valioso y circular, mejorando la eficiencia hídrica del hogar y contribuyendo a la recarga natural del suelo.

Desde el punto de vista económico, el sistema disminuye considerablemente el consumo de agua potable, reduciendo el gasto mensual en un 20 a 30 %. Además, al ser un sistema natural, sus costos de operación y mantención son mínimos, limitándose a una limpieza anual de filtros y revisión del flujo del humedal

Aspecto	Sin proyecto	Con Proyecto
Tipo de agua tratada	Aguas grises descargadas sin control	Aguas grises tratadas con fitodepuración
Consumo de agua potable	100 % dependencia del suministro	Reducción de 20–30 % por reúso en riego
Contaminación del suelo	Alta por vertimientos domésticos	Mínima, efluente seguro y filtrado
Costo de mantención anual	Nulo control, pero gasto en agua potable	\$40.000–\$60.000 (mantenimiento del sistema)
Beneficio ambiental	Desperdicio del recurso hídrico	Reutilización, infiltración y equilibrio ecológico
Impacto visual y sanitario	Encharcamientos, olores, mosquitos	Paisajismo verde y entorno saludable

Tabla 1. Comparativa proyecto v/s Sin proyecto. Elaboración propia. 2025

1.7. ESTUDIO DE MERCADO:

El proyecto se orienta al mercado de soluciones sustentables para el manejo y reutilización de aguas grises en viviendas rurales y semiurbanas. Su público objetivo corresponde a propietarios de parcelas y viviendas fuera del radio urbano que no cuentan con conexión a redes de alcantarillado, pero buscan alternativas ecológicas y económicas para aprovechar el agua usada en duchas, lavamanos, lavaplatos y lavadoras.

El producto ofrecido consiste en la instalación y mantención de sistemas de fitodepuración domiciliaria, adaptados a las condiciones del terreno y al volumen de agua generado por cada familia. Estos sistemas permiten tratar y reutilizar hasta un 80 % del agua doméstica, reduciendo el consumo de agua potable y los impactos ambientales.

1.7.1. DETERMINACIÓN DEL PRODUCTO:

Producto o Servicio Ofrecido

El proyecto tiene como objetivo principal la implementación y comercialización de sistemas domiciliarios de fitodepuración de aguas grises, orientados a viviendas rurales y parcelas ubicadas en la comuna de Curacaví.

El servicio consiste en el diseño, instalación y puesta en marcha de un sistema natural de tratamiento de aguas grises, el cual permite recuperar, depurar y reutilizar el agua doméstica proveniente de duchas, lavamanos, lavaplatos y lavadoras.

La instalación del sistema se venderá con un precio único donde los 20 m² de la pileta purificadora no se modificará, ya que está calculada para un uso doméstico de 4 personas. Esto se debe a la cantidad de agua que puede almacenar y limpiar la piscina. El único factor variable serán los metros lineales de tubería y cables eléctricos. Que no supondrá un aumento de precio, será sacado del precio final.

El objetivo final es reducir el consumo de agua potable, evitar la contaminación del suelo y promover la autosuficiencia hídrica de los hogares rurales.

Entre los servicios complementarios se incluyen:

Asesoría técnica inicial sobre separación de aguas grises y negras.

Instalación completa del sistema de fitodepuración.

Capacitación al usuario sobre uso y mantenimiento.

Servicio opcional de monitoreo anual y limpieza de filtros.

Insumos Principales:

Para la construcción y operación de cada sistema individual de fitodepuración se requieren los siguientes insumos:

Materiales estructurales:

Estanques plásticos o cámaras prefabricadas para sedimentación inicial.

Geomembranas impermeables (PVC o PEAD) para el revestimiento del humedal.

Tuberías de PVC de 50–110 mm para ingreso y salida de agua.

Grava como medio filtrante.

Materiales biológicos:

Plantas macrófitas depuradoras: *Typha latifolia* (enea), *Phragmites australis* (carrizo), *Canna indica* (achira), o *Scirpus spp.*

Microorganismos naturales (presente en el sustrato y raíces) que actúan en la descomposición de materia orgánica.

Mano de obra y equipamiento:

Personal técnico especializado en instalación hidráulica y fitodepuración.

Herramientas básicas de excavación, nivelación y conexión.

Vehículo de transporte para materiales y traslado de plantas.

Subproductos o Resultados Secundarios

El proceso de fitodepuración genera subproductos y beneficios indirectos que aportan valor ambiental y social al proyecto:

Agua tratada reutilizable:

El principal subproducto es el agua gris depurada, la cual puede reutilizarse para riego de jardines, árboles frutales o cultivos ornamentales, reduciendo el consumo de agua potable en cada hogar.

Biomasa vegetal:

El crecimiento natural de las plantas macrófitas produce biomasa excedente, que puede aprovecharse como abono orgánico, compost o material ornamental tras su poda anual.

Beneficios ambientales:

Disminución de la contaminación del suelo y napas subterráneas.

Mejora de la humedad del suelo local.

Aumento del valor paisajístico de los terrenos.

Beneficios sociales y educativos:

El sistema promueve la conciencia ambiental, la educación hídrica y la autonomía en la gestión del recurso agua, fortaleciendo la cohesión comunitaria en torno a la sustentabilidad

1.7.2. ÁREA DE ESTUDIO:

El área de estudio corresponde a las parcelaciones de Curacaví, provincia de Melipilla, Región Metropolitana de Santiago, Chile.

La comuna de Curacaví presenta un clima mediterráneo semiárido, con precipitaciones promedio anuales de 300 a 400 mm concentradas en invierno y temperaturas estivales que superan los 30 °C, condiciones que han favorecido la instalación de parcelas de agrado y proyectos habitacionales rurales durante la última década. Sin embargo, la disminución sostenida de las lluvias y la sobreexplotación de napas subterráneas han generado un déficit hídrico severo, situando a la comuna dentro de las zonas con mayor vulnerabilidad hídrica de la Región Metropolitana.

Las parcelaciones de Curacaví cuentan con 6600 lotes habitacionales, de los cuales una parte importante no dispone de sistemas formales de tratamiento de aguas grises. Las viviendas utilizan fosas, drenajes o descargas directas al terreno, lo que genera problemas de saturación del suelo, pérdida de agua reutilizable y riesgos sanitarios locales.

El área de influencia directa del proyecto abarca las parcelas ubicadas dentro de Curacaví, mientras que el área de influencia indirecta comprende las parcelaciones y comunidades rurales vecinas (como Los Maitenes, El Pangue y La Viña de Curacaví), las cuales enfrentan condiciones hídricas y sanitarias similares y podrían adoptar este sistema en el futuro.

El acceso al sector se realiza a través de la Ruta 68 (Santiago–Valparaíso), lo que facilita la logística de transporte de materiales, personal y equipamiento. La zona dispone de red eléctrica estable, conectividad vial adecuada y disponibilidad de materiales de construcción en la comuna de Curacaví, factores que reducen los costos operativos y fortalecen la factibilidad técnica del proyecto.

En términos ambientales, la zona cuenta con suelo de textura franca a arenosa, permeable y apto para sistemas de infiltración y fitodepuración, lo que representa una condición ideal para la implementación de humedales domésticos destinados al tratamiento de aguas grises.

Además, la vegetación nativa presente en el entorno (como totoras, maquis y boldos) facilita la integración paisajística y ecológica del proyecto.

En síntesis, el área de estudio reúne las condiciones geográficas, climáticas, técnicas y sociales necesarias para la ejecución exitosa del proyecto. La demanda real de soluciones hídricas, la viabilidad logística y la aceptación comunitaria hacen de Cuyuncaví Bajo un

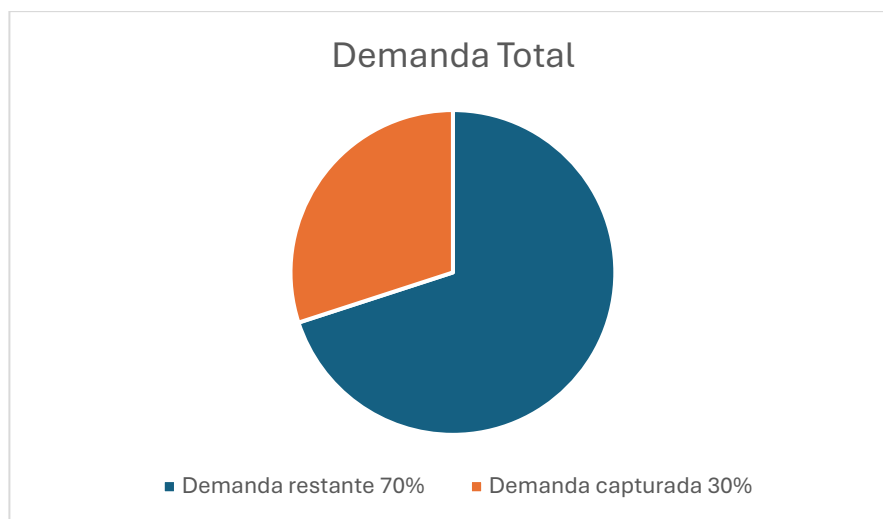
territorio piloto óptimo para el desarrollo de sistemas de fitodepuración domiciliaria de aguas grises, con potencial de replicabilidad en toda la comuna de Curacaví.

1.7.3. ANÁLISIS DE DEMANDA:

La demanda actual está representada por las viviendas habitadas dentro de Curacaví que carecen de un sistema formal de tratamiento de aguas grises y buscan soluciones ecológicas y de bajo costo. De las 6600 parcelas existentes, se estima que aproximadamente el 30 % se encuentra habitado permanentemente, lo que equivale a unas 1980 viviendas con potencial inmediato de adopción del sistema de fitodepuración.

Actualmente, estas viviendas descargan las aguas grises directamente al terreno o a fosas rudimentarias, provocando pérdida de agua reutilizable y contaminación local. El principal interés de los residentes es reutilizar el agua en riego doméstico y áreas verdes, además de reducir los costos mensuales por consumo de agua potable, que pueden superar los \$25.000 a \$35.000 mensuales por hogar.

El costo estimado de instalación de un sistema individual de fitodepuración entre \$2.200.000 y \$3.000.000 CLP es considerado razonable por parte de los usuarios, siempre que garantice una vida útil de al menos 15 años, bajo mantenimiento y beneficios económicos visibles. Por ello, la demanda actual puede calificarse como incipiente pero sólida, impulsada por la necesidad y la creciente conciencia ambiental.



Gráficos 1. Demanda total. Elaboración propia. 2025

Demanda Futura

La demanda futura está determinada por el crecimiento proyectado del interés por tecnologías de reúso de agua, el aumento sostenido del valor del agua potable y la difusión de los beneficios de la fitodepuración entre los vecinos de Cuyuncaví Bajo y otras comunidades rurales de Curacaví.

Se estima que, en un horizonte de 5 años, al menos un 70 % de las viviendas de la parcelación (alrededor de 170 parcelas) podrían contar con un sistema de fitodepuración doméstico, ya sea instalado directamente o mediante programas de financiamiento público comunitario.

A nivel comunal, el proyecto podría expandirse hacia sectores como Los Maitenes, El Pangue y María Pinto, alcanzando un mercado potencial superior a 1.000 viviendas rurales interesadas en soluciones similares.

La tendencia nacional hacia la sustentabilidad hídrica y el reúso del agua refuerza esta proyección, junto con la posible creación de incentivos gubernamentales para la gestión descentralizada de aguas grises. Por lo tanto, la demanda futura del proyecto puede considerarse alta y en crecimiento sostenido, con potencial de expansión regional y proyección económica favorable.

Variables que Afectan la Demanda

Económicas:

Costo de inversión inicial: Es la principal barrera de entrada. Si existen subsidios o facilidades de pago, la adopción puede aumentar considerablemente.

Precio del agua potable: A medida que aumentan las tarifas del suministro, crece el interés por soluciones de reúso y ahorro.

Poder adquisitivo de los hogares rurales: La demanda está directamente relacionada con el nivel de ingresos familiares y la capacidad de inversión.

Sociales:

Nivel de conciencia ambiental: Un mayor conocimiento sobre los beneficios ecológicos del sistema incrementa la disposición a adoptarlo.

Percepción estética y sanitaria: Los sistemas de fitodepuración generan buena aceptación cuando se integran de forma armónica al entorno y no producen olores ni riesgos.

Difusión de experiencias exitosas: Los proyectos demostrativos aumentan la confianza y motivan la imitación entre los vecinos.

Ambientales:

Escasez hídrica: La sequía prolongada en la zona central de Chile es el factor más determinante que impulsa la demanda.

Disponibilidad de terreno: Las parcelas con espacio suficiente (15–20 m² libres) tienen mayor factibilidad técnica para instalar el sistema.

Condiciones del suelo: La textura y permeabilidad del terreno influyen en la adopción y funcionamiento del sistema.

Tecnológicas:

Innovación en materiales y diseño: La incorporación de nuevos filtros o diseños compactos puede reducir costos y aumentar la eficiencia.

Facilidad de mantenimiento: Los sistemas de bajo mantenimiento son más atractivos para los usuarios rurales.

Capacitación técnica: La formación de instaladores locales garantiza continuidad y confianza en el servicio.

Normativas y políticas públicas:

Apoyo institucional: La existencia de programas del MOP, MMA o CORFO para financiamiento ambiental puede aumentar la demanda futura.

Regulación sanitaria: Si la normativa favorece el reúso de aguas grises tratadas, la demanda se consolidará y expandirá rápidamente.

1.7.4. ANÁLISIS DE OFERTA:

Oferta Actual

En la actualidad, la oferta de sistemas de tratamiento de aguas grises domiciliarias en la comuna de Curacaví y sus alrededores es limitada y concentrada en empresas de ingeniería o proveedores de soluciones hidráulicas con sede en la Región Metropolitana o Valparaíso.

La mayoría de estas empresas —como EcoLogic Water, Hidrogreen Chile, Aqualimpio o BioAquaTech— se especializan en plantas de tratamiento modulares o sistemas compactos para condominios, hoteles y centros turísticos, pero no ofrecen soluciones adaptadas a viviendas rurales individuales. Por lo tanto, la oferta actual en el segmento domiciliario rural es escasa y poco accesible, tanto en términos de costo como de cobertura territorial.

Los precios promedio de los sistemas comerciales existentes varían entre \$3.000.000 y \$5.000.000 CLP por instalación, dependiendo del tamaño y tipo de sistema. A ello se suman los costos de transporte y mantención, que suelen ser elevados para zonas alejadas de los centros urbanos. Esta situación deja un espacio de mercado sin cubrir, ideal para una PYME local que ofrezca un servicio más económico, personalizado y cercano, enfocado exclusivamente en aguas grises y fitodepuración natural.

Oferta Futura

Se proyecta que la oferta aumente progresivamente en los próximos 5 a 10 años, impulsada por tres factores principales:

Crecimiento del mercado verde:
La demanda por soluciones sustentables y el interés por reducir el consumo de agua impulsarán la creación de nuevas empresas locales especializadas en reúso de aguas grises y tecnologías naturales.

Apoyo institucional y programas públicos:
El Ministerio del Medio Ambiente (MMA), la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y CORFO han comenzado a fomentar proyectos de infraestructura hídrica descentralizada, lo que abrirá oportunidades para empresas emergentes de base ambiental.

Innovación tecnológica:
Se espera la introducción de sistemas híbridos de fitodepuración con monitoreo automatizado, uso de sensores de caudal y diseños compactos, permitiendo ampliar la oferta hacia parcelas más pequeñas o urbanizaciones semi rurales.

En consecuencia, la oferta futura se caracterizará por una mayor competencia, pero también por una mayor segmentación, donde los proyectos locales que ofrezcan servicio técnico personalizado y precios competitivos mantendrán ventaja frente a grandes empresas con estructuras más costosas.

Variables que Afectan la Oferta

Económicas:

Costo de materiales y transporte: La variación de precios en geomembranas, grava, estanques y tuberías incide directamente en los costos de instalación.

Acceso a financiamiento: La disponibilidad de créditos verdes o subsidios de CORFO puede estimular la creación de nuevas empresas en el rubro.

Volumen de demanda local: Un mayor número de parcelas interesadas genera economías de escala que reducen los precios unitarios y favorecen la oferta.

Tecnológicas:

Desarrollo de nuevos materiales: La innovación en filtros, plásticos reciclados y módulos prefabricados puede abaratar costos y mejorar la eficiencia.

Capacitación técnica: La existencia de profesionales o instaladores capacitados en fitodepuración es esencial para mantener una oferta constante y confiable.

Acceso a herramientas y maquinaria: La disponibilidad de equipos livianos y eficientes facilita las instalaciones en zonas rurales.

Ambientales y normativas:

Regulación sanitaria y ambiental: Cambios en las normativas sobre reúso de aguas grises pueden ampliar o restringir la oferta.

Condiciones climáticas: Las zonas más áridas impulsan una oferta mayor, mientras que las lluviosas presentan menor urgencia de adopción.

Disponibilidad de especies vegetales nativas: La facilidad para obtener plantas macrófitas adecuadas afecta la rapidez y costo de implementación.

Sociales y territoriales:

Aceptación comunitaria: Si la población percibe el sistema como seguro y estético, la demanda estimulará el aumento de oferentes.

Presencia de competencia local: La entrada de nuevos instaladores en la zona puede diversificar y fortalecer el mercado.

Relación con municipalidades o juntas de vecinos: La cooperación institucional puede favorecer convenios o licitaciones locales.

Empresa	Ubicación
Acuasud	Providencia, Santiago
Kopur	Santiago
Bioagua Chile SpA	Santiago
Depuralife Ingeniería SpA	Las Condes
Assa Ingeniería SpA	Peñaflor
Ecosystem S.A.	Ñuñoa
Ecopreneur Chile S.A.	Las Condes
Aguasol	Estación Central
Yaku (startup UC)	Santiago
Biogreen Chile	Santiago

Tabla 2. Empresas que trabajan en la Región Metropolitana. Elaboración propia. 2025

Ventajas	Desventajas
Experiencia técnica, soluciones completas.	Alto costo y enfoque industrial.
Presencia nacional, venta de kits prefabricados.	Menor personalización, sin mantenimiento local.
Cobertura regional, soluciones integrales.	Poco enfoque en aguas grises domiciliarias.
Innovación tecnológica, eficiencia alta.	Costos elevados y mantenimiento técnico complejo.
Alta calidad técnica.	Enfoque industrial, no domiciliario rural.
Experiencia de 40 años en el rubro.	Altos costos y atención a gran escala.
Amplio respaldo técnico e infraestructura.	Enfoque empresarial, no atención a hogares.
Fácil adquisición, componentes individuales.	No incluye instalación ni asesoría técnica.
Innovación, enfoque ecológico.	En fase piloto, disponibilidad limitada.
Ecológico, productos biodegradables.	Menor soporte postventa y cobertura parcial.

Tabla 3. Características de la competencia. Elaboración propia. 2025

Tipo de servicio / producto	Rango de precios estimado
Plantas de tratamiento de aguas grises y servidas. Diseño e instalación.	\$3.000.000 – \$5.000.000
Equipos domésticos y comerciales de tratamiento de aguas.	\$2.500.000 – \$4.000.000
Sistemas residenciales e industriales de tratamiento de aguas residuales.	\$2.800.000 – \$5.000.000
Diseño de sistemas biológicos y de membranas.	\$3.000.000 – \$6.000.000
Sistemas de tratamiento mediante membranas.	\$3.500.000 – \$6.000.000
Plantas modulares de tratamiento de aguas.	\$5.000.000 – \$8.000.000
Tratamiento de aguas industriales, municipales y sanitarias.	\$5.000.000 – \$9.000.000
Venta de sistemas y kits de tratamiento de aguas residuales.	\$2.000.000 – \$3.500.000
Biofiltros naturales para reutilización de aguas grises.	\$1.800.000 – \$2.500.000
Biotratamiento de aguas domésticas y residuos orgánicos.	\$2.500.000 – \$4.000.000

Tabla 4. Características de la competencia. Elaboración propia. 2025

1.7.5. DETERMINACIÓN DEL PRECIO:

La determinación del precio del sistema domiciliario de fitodepuración de aguas grises se basa en tres criterios fundamentales:

Estructura de costos directos e indirectos del proyecto,

Análisis comparativo de la competencia existente en la Región Metropolitana,

Valor percibido por el cliente en función de los beneficios ambientales y económicos obtenidos.

Concepto	Uso	Uso	Uf
Excavación retro excavadora	Excavación Piscina de Cimentación	50.000 x hora	1,26
Cámara de sedimentación	Trampa de grasas	\$69.990	1,76
Estanque 2400/L	Almacenaje de agua	\$211.688	5,34
grava	Filtro natural	\$310.000	7,81
Geomembrana	Impermeabilidad	\$195.00	4,91
Tuberías, uniones y válvulas	Conducción aguas grises	\$120.000	3,02
Plantas macrófitos depuradoras	Depuradoras de agua	\$100.000	2,52
Bomba Centrifuga	Trasporte agua	\$107.390	2,71
Transporte	Movilización	\$40.000	1,01
	Margen bruto (50%)	\$1.200.000	30,25
	Total	\$2.224.058	57,32

Tabla 5. Precio del proyecto. Elaboración Propia.2025

Costo de producción y prestación de servicios

Para establecer el precio final, se consideraron los costos asociados a la instalación completa de un sistema individual, incluyendo materiales, mano de obra, transporte y capacitación básica al usuario.

A este valor se agrega un margen de utilidad del 50 %, lo que permite cubrir gastos indirectos, mantenimiento inicial y beneficio económico del emprendimiento.

Análisis comparativo de precios de mercado

De acuerdo con el análisis de la oferta actual, los sistemas equivalentes ofrecidos por empresas de la Región Metropolitana (Acuasud, Kopur, Bioagua Chile, Depuralife, entre otras) presentan precios entre \$2.500.000 y \$5.000.000 CLP por instalación, dependiendo de la complejidad y tipo de tratamiento (aguas grises o servidas).

Al ofrecer un sistema natural, de bajo costo operativo y producción local, el proyecto puede posicionarse con un precio competitivo de \$2.200.000 CLP por instalación, incluyendo materiales, instalación completa y capacitación básica al usuario.

Este precio garantiza una rentabilidad sostenible y permite acceder a un segmento medio de clientes que busca una alternativa ecológica y asequible, sin sacrificar eficiencia ni durabilidad.

Valor percibido y estrategia de precios

El sistema de fitodepuración no solo representa un gasto inicial, sino una inversión con retorno ambiental y económico. Los hogares que lo instalan pueden reutilizar hasta un 80 % del agua doméstica, lo que se traduce en un ahorro promedio mensual de \$5.000 a \$8.000 CLP en consumo de agua potable.

Además, elimina los costos de limpieza de fosas o drenajes (en promedio \$150.000 anuales), lo que refuerza su percepción de valor y sustentabilidad a largo plazo.

Por ello, se aplicará una estrategia de precios basada en valor percibido, donde el cliente reconoce que la inversión inicial se compensa por los beneficios económicos, ambientales y sociales obtenidos durante la vida útil del sistema (aproximadamente 20 años).

Política de precios proyectada

Etapa	Precio estimado por sistema (CLP)	Descripción
Lanzamiento (año 1)	\$2.200.000	Precio introductorio competitivo para captar primeros clientes y validar el sistema.
Expansión (año 2-3)	\$2.400.000	Ajuste moderado tras consolidar marca y aumentar demanda.
Madurez (año 4-5)	\$2.600.000	Precio estabilizado según inflación, reputación y mejoras técnicas.

El precio final sugerido por sistema individual se establece en \$2.200.000 CLP (IVA incluido)

Este valor permite mantener una rentabilidad del 20 %, asegurar la competitividad frente a empresas regionales y ofrecer un producto accesible, sustentable y técnicamente confiable.

Con esta política de precios, el proyecto puede penetrar el mercado local, posicionarse como una alternativa económica y ecológica y escalar hacia nuevas comunidades rurales de la Región Metropolitana.

1.7.6. SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN:

El sistema de comercialización propuesto para la implementación de sistemas domiciliarios de fitodepuración de aguas grises en las parcelaciones Curacaví se basa en un modelo mixto, que combina venta directa al cliente, asesoría técnica personalizada y promoción ambiental educativa. El objetivo es acercar la tecnología sustentable al usuario final, garantizando confianza, acompañamiento y soporte postventa, elementos claves para lograr la adopción masiva del sistema.

Canales de Comercialización

Se utilizarán los siguientes canales:

Venta directa:
A través de visitas técnicas y contacto personal con los propietarios de las parcelas. Este canal permite explicar de manera clara los beneficios económicos y ambientales del sistema, además de adaptar el diseño a cada vivienda.

Alianzas locales:
Se establecerán convenios con juntas de vecinos, comités ambientales y municipalidad de Curacaví, para promover la instalación comunitaria y facilitar la obtención de permisos o apoyos técnicos.

Medios digitales:
Se creará una plataforma web y redes sociales donde se difundirán los servicios, se mostrarán casos de éxito, videos explicativos y cotizaciones online. Plataformas sugeridas: Instagram, Facebook, y página web institucional.

Ferias ambientales y expos locales:
Participación en eventos comunales relacionados con sustentabilidad, medio ambiente y gestión del agua para aumentar la visibilidad del proyecto.

Estrategia de Distribución

El proceso de entrega y montaje del sistema seguirá una logística directa del proveedor al cliente final, eliminando intermediarios.

Etapas del proceso:

Visita técnica y cotización personalizada.

Fabricación y preparación de materiales (estanques, tuberías, grava y plantas).

Transporte directo desde Curacaví o Santiago al domicilio.

Instalación y puesta en marcha en un plazo de 2 a 3 días.

Entrega del sistema funcionando con capacitación básica.

La distribución será local y regional, cubriendo inicialmente la comuna de Curacaví, con proyección futura hacia Melipilla, María Pinto, El Monte y Tiltil.

Estrategia de Promoción y Comunicación

La estrategia de promoción buscará educar e inspirar, más que solo vender. El foco será demostrar los beneficios económicos, ambientales y estéticos del sistema.

Principales acciones:

Charlas y demostraciones locales: instalación piloto visible en una parcela modelo.

Publicidad digital dirigida: publicaciones en redes sociales destacando ahorro de agua y sustentabilidad.

Difusión por recomendación: incentivar el boca a boca entre vecinos mediante descuentos por referencia.

Campañas educativas: materiales informativos sobre reúso de agua y cuidado del medio ambiente.

Asociación con instituciones: alianzas con escuelas o centros ambientales locales para difundir el proyecto.

Estrategia de Servicio Postventa

El modelo de negocio se fortalecerá mediante una relación continua con el cliente, ofreciendo:

Visitas anuales de mantenimiento y monitoreo.

Reposición de plantas o material filtrante a precio preferencial.

Garantía técnica de 2 años sobre la instalación.

Asesoría remota (WhatsApp o correo) para resolver dudas operativas.

Este enfoque busca crear clientes promotores, generando reputación y confianza dentro de la comunidad.

Política de Comercialización

Tipo de venta: directa y personalizada (no masiva).

Precio de venta unitario: \$2.400.000 CLP por sistema instalado.

Forma de pago: contado o en cuotas, con opción de financiamiento parcial mediante fondos ambientales o CORFO.

Área de cobertura: comuna de Curacaví en fase inicial, con expansión a comunas rurales de la Región Metropolitana en mediano plazo.

Conclusión

El sistema de comercialización propuesto es simple, local y sostenible, centrado en la venta directa, acompañamiento técnico y educación ambiental. Al eliminar intermediarios y priorizar la relación personalizada con el cliente, se garantiza un servicio confiable, adaptable y competitivo, capaz de posicionar al proyecto como referente comunal en gestión sustentable de aguas grises.

CAPITULO 2: “INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO”

2.1 ESTUDIO TÉCNICO:

2.1.1 SELECCIÓN DE PROCESOS:

El proceso completo se compone de cuatro etapas principales:

1. Preselección y separación del agua gris

El sistema inicia con la derivación de las aguas grises desde las salidas internas de la vivienda hacia una línea independiente del sistema de aguas negras. Esta separación evita contaminación sanitaria y simplifica la operación del sistema.



Figuras 15. Derivación Aguas grises. Elaboración propia. 2025

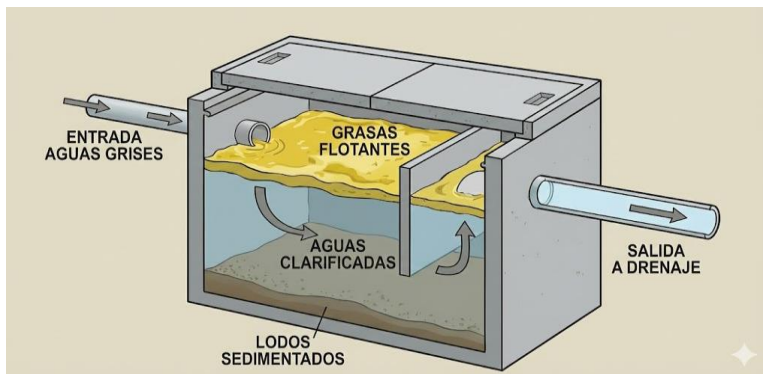
2. Cámara de sedimentación y trampa de grasas

Antes de ingresar al humedal, el agua gris pasa por una cámara simple de pretratamiento, cuya función es:

Retener sólidos sedimentables (cabellos, restos orgánicos).

Capturar grasas y aceites provenientes de la cocina.

Proteger el humedal evitando obstrucciones prematuras.



Figuras 16. Cámara de grasas. Elaboración propia. 2025

3. Humedal de flujo subsuperficial horizontal

Es el núcleo del proceso. Consiste en una celda impermeabilizada con geomembrana y rellena con grava y arena donde se plantan macrófitas depuradoras como:

Canna indica

Typha latifolia

Phragmites australis



Figuras 17. Planas depuradoras.2025

En esta etapa ocurren los procesos:

Filtración física (retención de partículas).

Biodegradación aerobia y anaerobia por microorganismos adheridos al sustrato.

Absorción de nutrientes (nitrógeno, fósforo) por las raíces de las plantas.

Adsorción química en las capas de arena fina.

La eficiencia de depuración en esta fase puede superar el 85 % en DBO y el 90 % en sólidos suspendidos, lo que produce un agua clara, sin olor y apta para riego.

Recolección y reutilización

El agua tratada se deriva a:

Zanjas de infiltración,

Riego de jardines,

Árboles frutales,

Áreas verdes ornamentales.

2.1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES:

El proceso de tratamiento de aguas grises se representa mediante un diagrama de bloques, donde cada etapa corresponde a una operación independiente dentro del sistema:

Generación de aguas grises en la vivienda

Duchas, lavamanos, lavaplatos, lavadora.

Flujo inicial sin residuos de WC.

Separación y conducción del agua gris

Tubería exclusiva que deriva el agua gris hacia el sistema externo.

Evita mezcla con aguas negras.

Cámara de sedimentación + trampa de grasas

Retiene sólidos, sedimentos y grasas.

Reduce carga orgánica inicial.

Humedal de flujo subsuperficial horizontal

Celda impermeabilizada con grava, arena y plantas.

Procesos: filtración, biodegradación, absorción y retención.

Salida del agua depurada

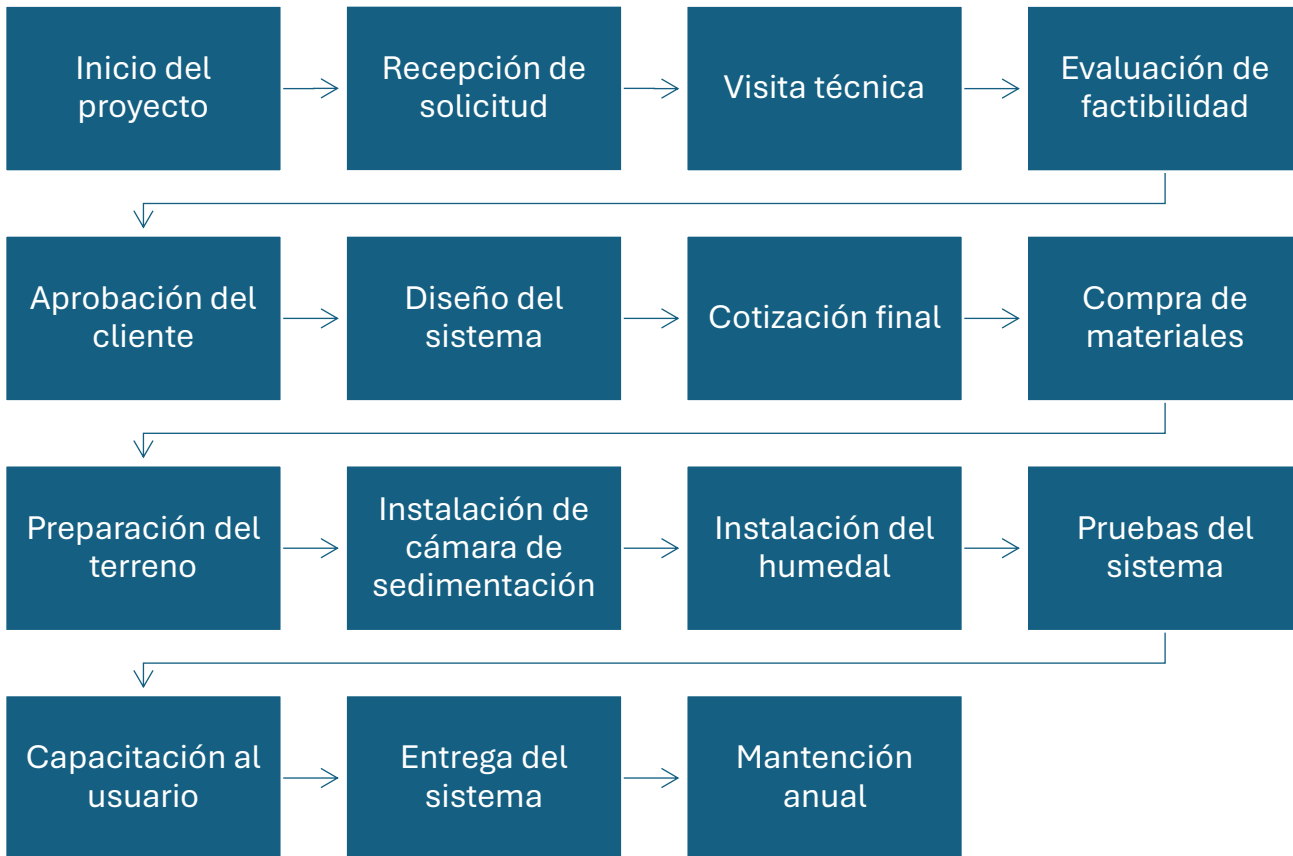
Reutilización para riego (árboles frutales, jardines).

Infiltración controlada en el terreno



Figura 18. Diagrama de bloques tratamiento aguas grises. 2025

2.1.3 DIAGRAMA DE FLUJOS:



Figuras 19. Diagrama de flujos elaboración propia. 2025

2.1.4 DIAGRAMA LAY OUT:

El lay out grafica una parcelación de 5000 metros cuadrados. El lay out puede variar según el proyecto que se adjudique.



Figura 20. Plano lay out. Elaboración propia. 2025

2.1.5 DIAGRAMA MASA Y ENERGÍA:

Balance de Masa

El balance de masa se aplica para cuantificar:

Entrada de aguas grises al sistema

Retención y remoción de contaminantes en la cámara

Remoción adicional en el humedal

Salida final de agua tratada

A) Caudal promedio de aguas grises

Para una vivienda promedio de 3–4 personas:

$$Q_{AG} \approx 150 \text{ L x persona x día}$$
$$Q_{total} = 4 \cdot 150 = 600 \text{ L/día}$$

En m³:

$$0,6 \text{ m}^3/\text{día}$$

B) Balance en la Cámara de Sedimentación

La cámara retiene:

Grasas

Jabones

Sólidos sedimentables

Remoción típica:

SST (sólidos suspendidos): 30–40 %

Grasas/aceites: 50–60 %

Masa retenida por día:

$$m = Q \cdot (C_{in} - C_{out})$$
$$m = 0,6 \cdot (120 - 78) = 25,2 \text{ g/día}$$

Balance energía

El sistema requiere una bomba de 1,5 HP para impulsar el agua desde la piscina de acumulación hacia el humedal. Esto introduce un consumo energético aproximado de 5,7 kWh/mes por parcela, equivalente a alrededor de \$1.000 CLP mensuales. El resto del sistema (cámara y humedal) opera por gravedad, por lo que el único consumo energético significativo corresponde a la bomba.

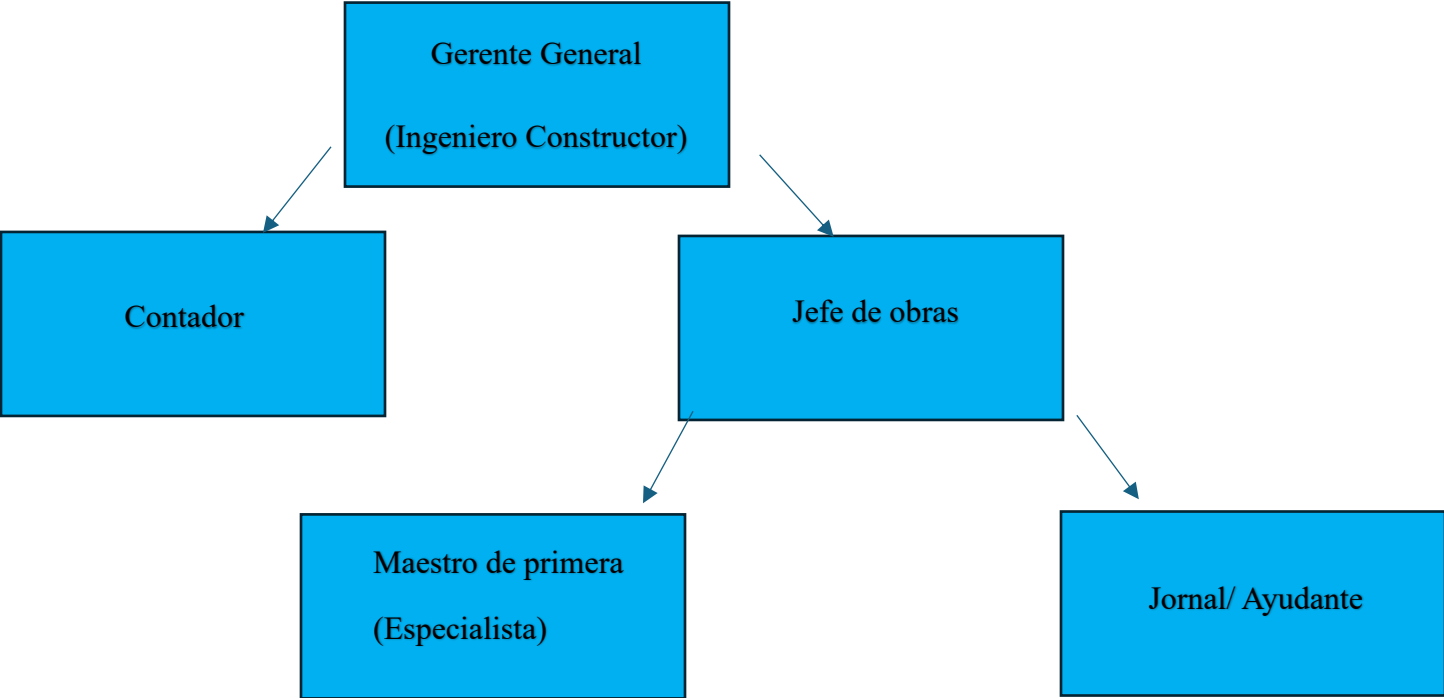
2.1.6 SELECCIÓN DE EQUIPOS:

Equipo / Insumo	Marca / Modelo Recomendado	Función en el Sistema	Material / Tipo
Martillo demoledor	Toyaki	Crear zanjas pequeñas de tubería.	Acero reforzado – manual
Tuberías PVC	Nicoll / Tigre / Amanco Wavin	Conducir aguas grises hacia la cámara y hacia el humedal.	PVC Ø110 mm clase 10 o 20
Pala y chuzo	Bauker / Truper	Nivelación, apertura de zanjas y ajuste fino del terreno.	Acero templado
Cámara de sedimentación (prefiltro)	Sani Smart 170 L	Retención de grasas y sólidos.	HDPE o fibra de vidrio
Bomba automática 1,5 HP	Pedrollo PKm60 / Daewoo DWP150	Impulsar agua desde piscina de acumulación hacia humedal.	Eléctrica 1,5 HP con flotador
Estanque 2.500 L	Rotoplas 2500 L / Europlast 2500 L	Almacenamiento de agua tratada para riego.	HDPE reforzado
Geomembrana impermeable	Geomembrana HDPE 1 mm de GSE / Geosintéticos Chile	Impermeabilizar humedal y evitar infiltraciones.	HDPE 1 mm
Plantas para humedal	Canna indica / Phragmites australis / Typha latifolia	Depuración biológica y filtración natural.	Macrófitas nativas/adaptadas
Arena y grava filtrante	Arenas Lampa / Áridos Santiago	Lecho filtrante del humedal.	Arena lavada + grava 3/4”

Tabla 6. Selección de equipos para proyecto tratamiento de aguas. Elaboración propia . 2025

2.2 ASPECTOS TÉCNICOS LEGALES:

2.2.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL:



Figuras 21. Estructura organizacional proyecto tratamiento de agua. Elaboración propia. 2025

2.2.2 PERSONAL, CARGOS, PERFILES:

Campo	Descripción
Cargo	Administrador de Proyecto y jefe de Terreno
Título Universitario	Ingeniero Constructor / Constructor Civil
Experiencia	0 años de experiencia
Objetivos del cargo	<ol style="list-style-type: none">1. Representación legal y gestión comercial de la empresa.2. Planificación y compra de insumos (logística).3. Ejecución directa de partidas críticas (gasfitería, bombas y nivelación).4. Control de calidad y entrega final al cliente.

Tabla 7. Análisis y descripción de los cargos. Elaboración propia. 2025

Campo	Descripción
Cargo	Maestro Ayudante / Jornal
Título / Formación	Enseñanza Media Completa (Deseable capacitación en obras)
Experiencia	1 a 2 años en excavaciones y uso de herramientas manuales.
Objetivos del cargo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecución de excavaciones manuales y movimientos de tierra. 2. Traslado y acomodo de áridos (grava y arena) en el humedal. 3. Asistencia en el anclaje de tuberías y plantación de especies vegetales. 4. Limpieza y orden del área de trabajo.

Tabla 7 Análisis y descripción de los cargos. Elaboración propia. 2025

Campo	Descripción
Cargo	Contador Auditor (Servicio Externo)
Título Universitario	Contador Auditor
Experiencia	5 años en contabilidad para PYMES y sector construcción.
Objetivos del cargo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Declaración mensual de impuestos (F29) y pago de IVA. 2. Gestión de remuneraciones y leyes sociales del ayudante. 3. Balance anual y asesoría tributaria.

Tabla 8. Análisis y descripción de los cargos. Elaboración propia. 2025

Campo	Descripción
Cargo	Secretaria
Título Universitario	Administrador de Empresas
Experiencia	5 años en contabilidad para PYMES y sector construcción.
Objetivos del cargo	1. Orden de la empresa 2. Atención al cliente

Tabla 9. Análisis y descripción de los cargos. Elaboración propia. 2025

2.2.2.1 PROGRAMAS DE TRABAJO, TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL:

Los trabajadores deberán respetar jornadas laborales de 8 horas diarias, trabajando 5 días a la semana correspondiente de lunes a viernes.

2.2.2.2 SUELDOS PERSONAL:

Cargo / Servicio	Sueldo Líquido / Honorario	Costo Total Mensual
Administrador / Jefe Terreno	\$1.200.000	\$1.564.000
Maestro Ayudante	\$600.000	\$1.042.762
Secretaria	\$700.000	\$912.417
Contador (Externo)	\$60.000	\$78.207
TOTAL MENSUAL	\$2.500.000	\$3.597.386

Tabla 10. Sueldos trabajadores. Elaboración propia. 2025

2.2.2.3 GASTOS GENERALES:

INVERSIÓN ACTIVOS HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL, UF
Martillo	2	\$ 10.000	\$ 20.000	0,50
SERRUCHO manual	2	\$ 8.000	\$ 16.000	0,40
SERRUCHO eléctrico	2	\$ 45.000	\$ 90.000	2,27
Escuadra	2	\$ 4.000	\$ 8.000	0,20
Lienza	2	\$ 5.000	\$ 10.000	0,25
Nivel de burbuja	2	\$ 8.000	\$ 16.000	0,40
Nivel laser	2	\$ 40.000	\$ 80.000	2,02
Lápiz	2	\$ 1.000	\$ 2.000	0,05
Formón	2	\$ 5.000	\$ 10.000	0,25
Huincha de medir	2	\$ 6.000	\$ 12.000	0,30
Taladro eléctrico	2	\$ 199.990	\$ 399.980	10,09
Martillo demoledor	2	\$ 185.990	\$ 371.980	9,38
Pala punta huevo	2	\$ 13.422	\$ 26.844	0,68
Chuzo	2	\$ 25.890	\$ 51.780	1,31
Kit eléctrico	1	\$ 90.344	\$ 90.344	2,28
Total			\$ 1.204.928	30,39

Tabla 11. Gastos generales. Elaboración propia. 2025

COSTOS DE SERVICIOS			
DESCRIPCIÓN	VALOR mensual \$	VALOR UF MENSUAL	VALOR UF ANUAL
Agua	\$10.000	0,25	3,03
Luz	\$10.000	0,25	3,03
Arriendo oficina	\$350.000	8,83	105,94
Wifi	\$15.000	0,38	4,54
TOTAL	\$385.000	9,71	116,54

Tabla 12. Costos servicios. Elaboración propia. 2025

COSTOS DE PRODUCCIÓN o VARIABLE		
DESCRIPCIÓN	COSTO \$	COSTO UF
Insumos limpieza oficina	\$15.000	0,38
Insumos impresora	\$20.000	0,50
Petróleo	\$300.000	7,57
GASTOS EXTRAS	\$0	0,00
TOTAL	\$0	8,45

Tabla 13. Costos producción . Elaboración propia. 2025

2.2.3 Marco Legal

Para la correcta ejecución del proyecto en la comuna de Curacaví, la empresa debe registrarse por un marco regulatorio mixto que involucra competencias sanitarias (Seremi de Salud), normativas de construcción (DOM Curacaví) y leyes medioambientales vigentes.

A continuación, se detalla la normativa aplicable a la excavación, instalación y operación del sistema.

A. Normativa Sanitaria Específica (Aguas Grises)

El proyecto se sustenta legalmente en la Ley N° 21.075, que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises.

Autorización de Funcionamiento (Seremi de Salud): Según el reglamento de la Ley 21.075 (Decreto 40, vigente desde noviembre 2024), todo sistema de tratamiento de aguas grises debe contar con aprobación de proyecto y autorización de funcionamiento otorgada por la Autoridad Sanitaria Regional.

Requisito Crítico: El sistema debe ser totalmente independiente del alcantarillado de aguas negras y de la red de agua potable.

Uso Permitido: El agua tratada por el sistema de fitodepuración en Curacaví se clasificará para uso "Urbano" (riego de jardines privados y descarga de aparatos sanitarios) o "Ambiental" (mantención de humedales), quedando prohibido su uso para consumo humano o llenado de piscinas recreativas.

B. Normativa Municipal de Curacaví (Excavación y Escombros)

Es vital aclarar que las faenas a realizar corresponden a "Excavaciones y Movimientos de Tierra" asociados a una obra menor, y no a una "Extracción de Áridos" (pozos lastreros), actividad que posee restricciones severas en la comuna, especialmente en el lecho del Estero Puangue.

Permisos de Edificación y Obras Menores (DOM Curacaví): Las excavaciones para instalar la cámara de sedimentación y el humedal (aprox. 15-20 m²) se consideran parte de las obras de edificación. Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y los procedimientos de la Dirección de Obras Municipales (DOM) de Curacaví, estas faenas deben declararse dentro del Permiso de Obra Menor (Art. 5.1.4 de la OGUC).

Disposición de Tierras y Escombros (DIMAO): La Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato (DIMAO) de Curacaví fiscaliza estrictamente la disposición final del material excedente.

Prohibición: Queda estrictamente prohibido verter la tierra sobrante o escombros en Bienes Nacionales de Uso Público, riberas de ríos (Estero Puangue), canales o sitios eriazos no autorizados.

Procedimiento: La empresa deberá esparcir en el terreno el material sobrante (tierra no utilizada para el relleno).

Ruidos Molestos y Horarios de Trabajo: Para el uso de maquinaria (taladro, rotomartillo) durante la instalación, se deberá respetar el horario de faenas establecido habitualmente en las ordenanzas locales para evitar multas por ruidos molestos.

Horario Referencial: lunes a viernes de 08:00 a 19:00 hrs, y Sábados de 08:00 a 14:00 hrs.

Formalización Comercial y Tributaria

Para operar legalmente como empresa de servicios en la comuna:

Inicio de Actividades (SII): La empresa se constituirá bajo el código de actividad económica relacionado con "Terminación de edificios" o "Instalaciones de gasfitería y alcantarillado", tributando en Primera Categoría.

Patente Municipal: Se tramitará la Patente Comercial o de Microempresa Familiar (MEF) en el Departamento de Rentas de la I. Municipalidad de Curacaví, ubicada en Av. Ambrosio O'Higgins 1305. Esto autoriza el ejercicio de la actividad económica dentro del territorio comunal.

2.2.4 IMPACTO MEDIO AMBIENTAL:

El proyecto se fundamenta en principios de sostenibilidad y economía circular. Dado que su objetivo principal es la recuperación de aguas grises mediante procesos biológicos naturales, el balance ambiental global es positivo. No obstante, se evalúan tanto los beneficios ecosistémicos como las medidas de mitigación para las faenas constructivas.

A. Impactos durante la Etapa de Construcción (Transitorios)

Durante la fase de instalación (estimada en 2 a 3 días por vivienda), se generarán impactos menores y focalizados, propios de una obra de construcción de pequeña escala.

Emisión de Material Particulado (Polvo):

Causa: Excavación manual de zanjas y movimiento de tierra para la instalación de la cámara y el humedal.

Mitigación: Humectación previa del terreno antes de excavar para evitar la suspensión de polvo. Al ser una excavación menor (15-20 m²), el impacto es bajo y controlable.

Generación de Residuos Sólidos (RCD):

Causa: Recortes de tuberías de PVC, despuntes de geomembrana HDPE y excedentes de tierra no utilizada para el relleno.

Mitigación:

Reciclaje: Los despuntes de PVC limpios serán acopiados para su entrega en puntos de reciclaje.

Disposición de Tierra: La tierra excedente se utilizará para nivelación dentro de la misma parcela (compensación de terreno) o se retirará a botadero autorizado, prohibiendo estrictamente su vertido en quebradas o riberas del estero.

Emisión de Ruido:

Causa: Uso de herramientas eléctricas menores (taladro, esmeril) y eventual rotomartillo si el suelo es muy duro.

Mitigación: Las faenas ruidosas se restringirán exclusivamente al horario diurno (09:00 a 18:00 hrs), respetando el descanso de la comunidad rural de Cuyuncaví Bajo.

B. Impactos durante la Etapa de Operación (Positivos y Permanentes)

Una vez en funcionamiento, el sistema genera beneficios ambientales directos que justifican su implementación frente a la crisis hídrica de la zona.

Reducción de la Huella Hídrica: El sistema permite recuperar aproximadamente 600 litros diarios de agua por vivienda (para una familia de 4 personas). Esto disminuye la extracción de agua de las napas subterráneas y reduce el consumo de agua potable entre un 20% y 30%.

Protección de Suelos y Acuíferos: Actualmente, muchas viviendas descargan aguas grises con detergentes y grasas directamente al suelo ("a la mala"). El proyecto elimina este foco de contaminación mediante la Cámara Desengrasadora (que retiene aceites) y el Humedal (que degrada la materia orgánica), devolviendo al suelo un agua tratada y segura.

Fomento de la Biodiversidad y Paisajismo: La incorporación de plantas macrófitas (*Typha latifolia*, *Phragmites australis*) crea micro-hábitats húmedos que atraen insectos benéficos y aves, mejorando el entorno ecológico y visual de la parcela, transformando un problema sanitario en un jardín funcional.

2.3 DISEÑO DE PLANTA:

2.3.1 DISEÑO DE TUBERÍAS:

El sistema de conducción de aguas grises se ha diseñado utilizando tuberías de PVC Sanitario (Gris), seleccionando diámetros diferenciados según la longitud del tramo y la etapa del tratamiento. Esta configuración busca asegurar una velocidad de autolimpieza adecuada, evitar obstrucciones en los trayectos largos y garantizar la estanqueidad del sistema.

La red hidráulica se estructura en los siguientes tramos:

Red de Recolección y Transporte (Aguas Crudas) El sistema inicia captando las descargas de la vivienda. Para optimizar el flujo se han definido dos diámetros:

Colectores Principales (Tramos Largos): Se utilizará tubería de 75 mm. Este diámetro mayor se emplea en los recorridos extensos dentro de la parcela para reducir las pérdidas de carga por fricción y evitar atoros en la conducción del caudal acumulado.

Acometidas a Pretratamiento: En los tramos cortos de conexión directa hasta la Cámara Desengrasadora, se utilizará tubería de 50 mm, suficiente para manejar el flujo de descarga de lavamanos, duchas y lavadoras.

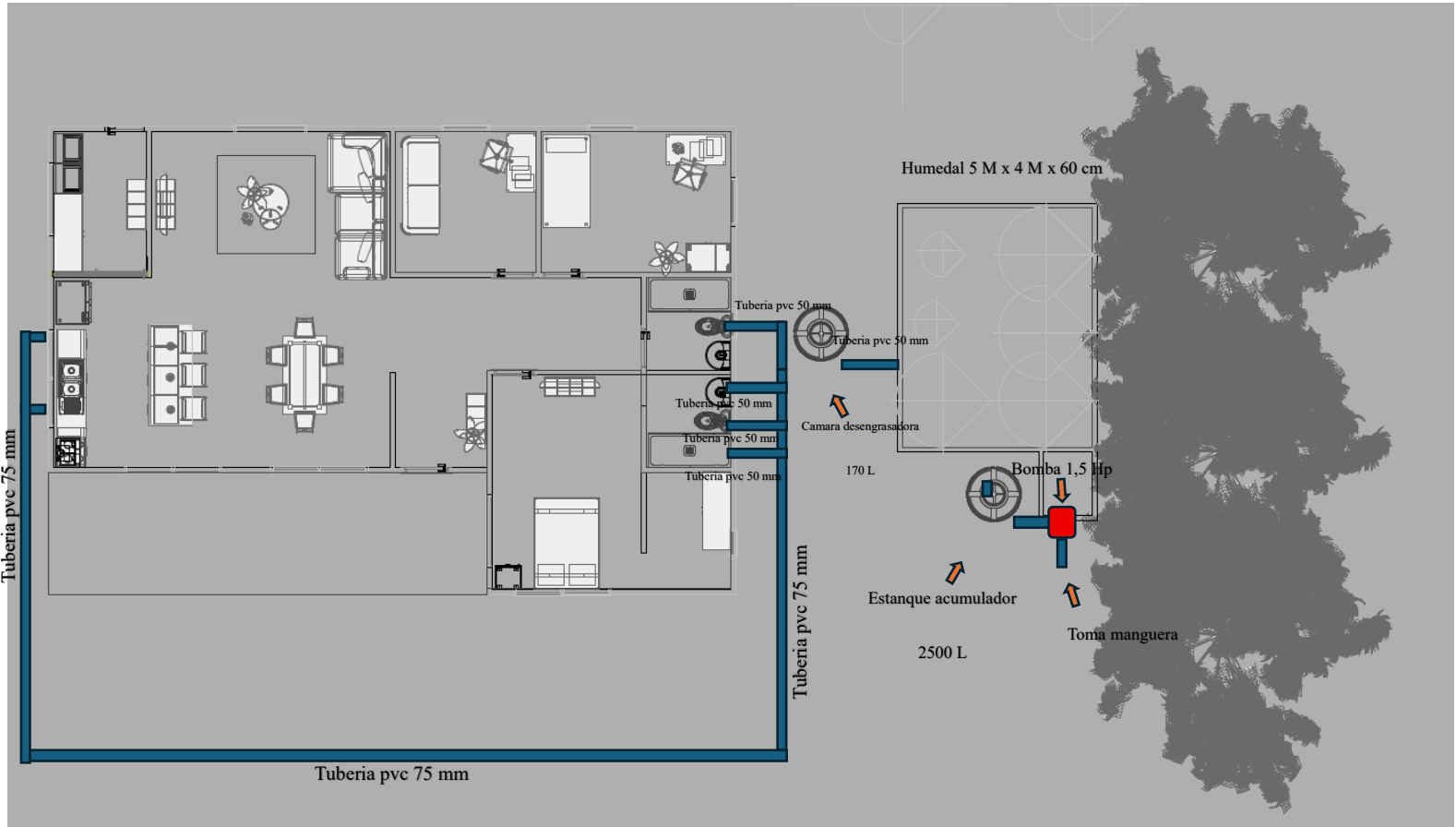
Interconexión al Sistema de Tratamiento

Tramo Cámara - Humedal: Desde la salida de la Cámara Desengrasadora hasta la entrada del Humedal de Fitodepuración, la conducción se mantiene en tubería de 50 mm. Dado que el agua en este punto ya ha sido filtrada de sólidos gruesos y grasas, este diámetro permite una alimentación constante y controlada hacia el biofiltro.

Derivación a Almacenamiento y Bombeo

Salida de Agua Tratada: Una vez depurada en el humedal, el agua se deriva por gravedad hacia el Estanque de Acumulación de 2.500 Litros.

Zona de Impulsión: Este estanque se ubica estratégicamente a un costado de la sala de máquinas (o caseta), donde se instala la Bomba Periférica de 1.5 HP. El equipo succiona desde el estanque mediante una unión americana y válvula de pie (check), impulsando el agua recuperada hacia la red de riego fina



Figuras 22. Distribución de sistema de tuberías. Elaboración propia. 2025

El diseño de tuberías dependerá del proyecto que se adjudique en este ejemplo los artefactos de los 2 baños quedan cerca de la cámara desengrasadora.

2.3.2 SISTEMA DE POTENCIAS:

El sistema de fitodepuración requiere energía eléctrica exclusivamente para la etapa de impulsión, donde una bomba sumergible o centrífuga de 1.5 HP eleva las aguas grises desde la piscina de acumulación hacia el humedal.

El diseño del sistema de potencia se ha proyectado como un Circuito de Fuerza Independiente, derivado del tablero general de la vivienda o desde un sub-tablero intemperie, garantizando que una falla en la bomba no afecte el suministro eléctrico domiciliario.

Definición de la Carga (Consumo)

Para el dimensionamiento de las protecciones y conductores, se consideran los parámetros nominales de la bomba seleccionada:

Equipo: Bomba Centrífuga / Periférica.

Potencia Mecánica: 1.5 HP

Tensión de Servicio: 220 V (Monofásico).

Frecuencia: 50 Hz.

Corriente Nominal Estimada 7.5 - 9.0 Amperes (considerando factor de potencia y rendimiento).

Corriente de Partida 3 a 5 veces (transitoria).

Dimensionamiento de Protecciones y Conductores

Para proteger tanto al equipo como al usuario ante fallas de aislación o sobrecargas, el circuito contará con los siguientes elementos en un Tablero de Control Estanco (IP65):

Disyuntor Termomagnético (Automático):

Capacidad: 16 Amperes.

Curva: Tipo C (soporta los *peaks* de corriente durante la partida del motor sin saltar innecesariamente).

Función: Proteger el cableado contra cortocircuitos y sobrecargas.

Protector Diferencial:

Sensibilidad: 30 mA (Miliamperios).

Capacidad: 25 A.

Función: Protección vital para las personas ante fugas de corriente, fundamental al trabajar con equipos en contacto con agua.

Conductores (Cableado):

Tipo: Alambre o Cable tipo NYA o THHN.

Sección: 2.5 mm² (equivalente a 14 AWG).

Justificación: Esta sección soporta hasta 20-25 Amperes, ofreciendo un margen de seguridad amplio respecto al consumo de la bomba (~9 A) y minimizando la caída de tensión si la bomba está alejada de la casa.

Canalización:

Tubería conduit de PVC rígido o Tubería Naranja subterránea (si va enterrada) de 20 mm 25 mm, instalada a una profundidad normativa de 60 cm con cinta de advertencia.

Sistema de Control (Automatización)

Para evitar que la bomba trabaje en seco (dañándose) o que la cámara se rebalse, el sistema de potencia estará comandado por un Interruptor de Nivel (Flotador Eléctrico).

Lógica de operación: El circuito de la bomba se cierra (enciende) solo cuando el flotador detecta que la cámara de acumulación está llena. Cuando el nivel baja, el flotador abre el circuito y apaga la bomba automáticamente.

Esquema de conexión: El flotador actúa como un interruptor serie en la línea de fase (o controlando un contactor si se desea mayor vida útil), automatizando el ciclo de llenado del humedal sin intervención humana.

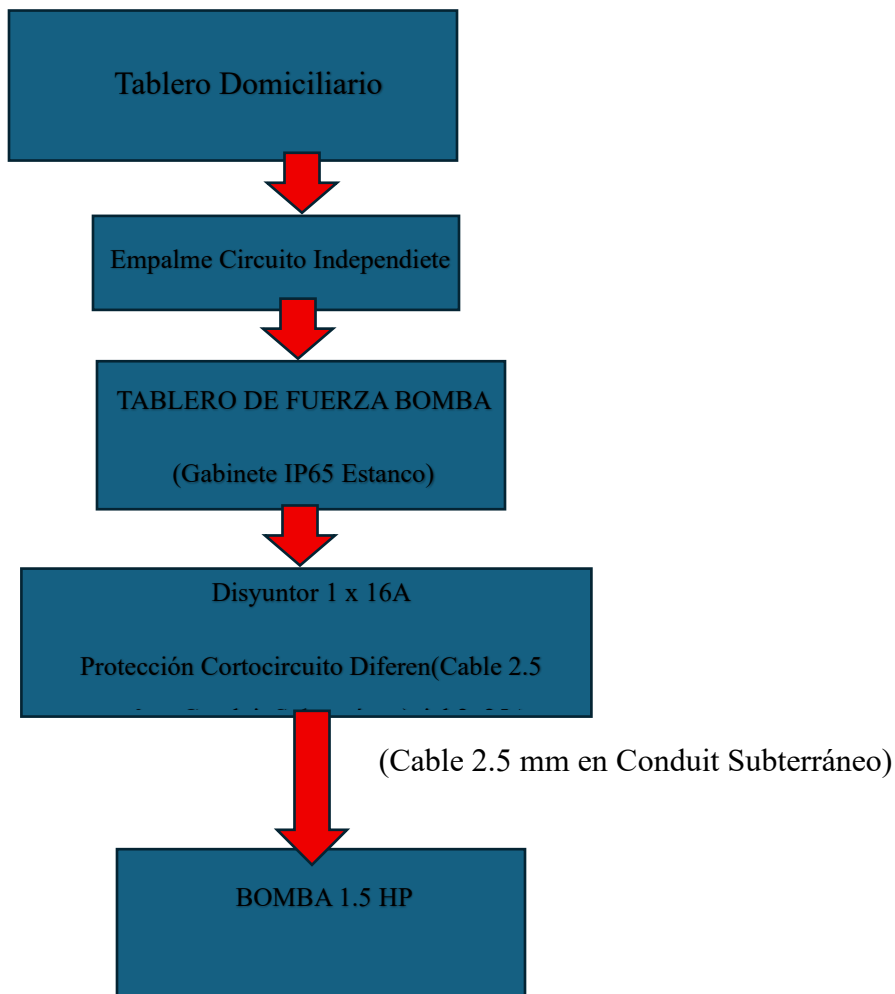


Figura 23. Sistema de potencias. Elaboración propia. 2025

2.3.3 DISEÑO DE OBRAS CIVILES:

Las obras civiles contempladas para el proyecto se caracterizan por ser intervenciones de bajo impacto y ejecución manual, diseñadas para garantizar la estabilidad de los componentes hidráulicos y la contención segura del agua tratada. El diseño se divide en tres partidas fundamentales: excavaciones (movimiento de tierras), impermeabilización y habilitación de bases de soporte.

A. Movimiento de Tierras y Excavaciones

La partida crítica del proyecto corresponde a la conformación del vaso del humedal y las zanjas para tuberías. Debido a la escala domiciliaria, se utilizará un método constructivo

manual (pala y chuzo) o con apoyo de maquinaria menor (gato manual/ahoyador) según la dureza del terreno.

Excavación del Humedal:

Dimensiones: Se proyecta una excavación rectangular de 5,0 m de largo x 4,0 m de ancho, con una profundidad media de 0,60 m.

Taludes: Las paredes de la excavación se perfilarán con un ángulo de inclinación (talud) de 45° a 60° para asegurar la estabilidad del terreno y evitar derrumbes durante la instalación de la geomembrana.

Pendiente de Fondo: Se nivelará el fondo de la excavación con una pendiente longitudinal del 1% al 2% en dirección a la salida del flujo, facilitando el escurrimiento del agua tratada hacia la zona de recolección.

Zanjas para Tuberías:

Se excavarán zanjas de 0,40 m de ancho x 0,60 m de profundidad (variable según cota) para alojar las tuberías de PVC de 75 mm y 50 mm, cumpliendo con la normativa de tapada mínima para protección mecánica.

B. Impermeabilización y Revestimiento

Para evitar la infiltración de aguas grises no tratadas al acuífero y garantizar el funcionamiento del sistema, se considera una barrera impermeable de alta resistencia.

Geomembrana:

Se instalará una lámina de Geomembrana HDPE de 1,0 mm de espesor, termofusionada o sellada en una sola pieza para cubrir la totalidad del vaso del humedal (fondo y paredes).

Zanja de Anclaje: En el perímetro superior de la excavación, se realizará una pequeña zanja de 20x20 cm para enterrar y fijar los bordes de la geomembrana, asegurando que no se desplace con el peso de la grava.

Relleno y Medio Filtrante (Sustrato)

La estructura interna del humedal no es de hormigón, sino de material pétreo seleccionado que soporta el sistema radicular de las plantas y actúa como filtro físico.

Capas del Lecho Filtrante:

Zona de Entrada y Salida: Se utilizará bolón o grava gruesa (2" a 3") en los extremos para facilitar la distribución del agua y evitar obstrucciones en las tuberías.

Cuerpo Central: Relleno con grava de 3/4" y arena lavada, compactada hidráulicamente (por saturación) para evitar asentamientos futuros.

Bases y Soportes de Equipos

Considerando que el estanque de acumulación almacena 2.500 litros (equivalente a 2,5 toneladas de carga estática), se requiere una base estable para evitar hundimientos diferenciales.

Base para Estanque de 2.500 L:

Se ejecutará una plataforma nivelada mediante un mejoramiento de suelo, compuesto por una capa de 10 cm de material estabilizado (maicillo o ripio compactado).

Caseta de Bomba:

Para la bomba de 1,5 HP y el tablero eléctrico, se habilitará un compartimiento o caseta ligera de 1,0 m x 1,5 m, construida sobre una base sólida que aisle los equipos de la humedad del suelo y proteja las conexiones eléctricas de la intemperie.

2.4 DOCUMENTOS DEL PROYECTO:

2.4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Las presentes Especificaciones Técnicas definen los materiales, estándares de calidad y procedimientos constructivos mínimos exigidos para la ejecución del sistema de fitodepuración domiciliario en la parcelación Cuyuncaví Bajo.

Generalidades y Obras Preliminares

Limpieza y Despeje del Terreno: Se procederá al retiro de la capa vegetal, maleza y escombros superficiales en el área de emplazamiento (aprox. 25 m²). El material retirado será acopiado para su posterior retiro o compostaje, según corresponda.

Trazado y Niveles: Se realizará el replanteo de la excavación utilizando estacas de madera y cal, definiendo los ejes de la cámara desengrasadora, el vaso del humedal y la ubicación del estanque de acumulación. Se establecerán niveles de referencia (PR) para asegurar la pendiente de gravedad del 1% al 2% en las tuberías.

Movimientos de Tierra

Excavación Manual de Humedal: Excavación a pulso (o con apoyo de ahoyador mecánico) para conformar el vaso del humedal. Dimensiones: 5,0 m (largo) x 4,0 m (ancho) x 0,60 m (profundidad promedio).

Perfilado: Las paredes laterales tendrán un talud de 45° a 60° para evitar derrumbes. El fondo debe quedar libre de piedras punzantes o raíces que puedan dañar la geomembrana.

Excavación de Zanjas: Zanjas para tuberías con un ancho mínimo de 0,40 m y profundidad variable según pendiente. El fondo de la zanja se entregará nivelado y libre de protuberancias.

Impermeabilización

Suministro e Instalación de Geomembrana: Instalación de lámina de Geomembrana HDPE de 1,0 mm de espesor (Referencia: GSE / Geosintéticos Chile).

Colocación: La lámina debe cubrir la totalidad del fondo y taludes del humedal, extendiéndose al menos 50 cm por fuera del borde superior para su anclaje en zanja perimetral.

Protección: Previo a la instalación, se verificará que el terreno natural no presente elementos cortopunzantes; de ser necesario, se dispondrá una capa de arena fina de 5 cm.

Sistema Hidráulico y Tuberías

Tuberías de PVC Sanitario (Gris):

Colectores Principales: Tubería PVC Sanitario Clase 10, diámetro nominal 75 mm, para tramos largos de recolección de aguas crudas, con uniones cementadas.

Interconexiones: Tubería PVC Sanitario Clase 10, diámetro nominal 50 mm, para tramos cortos: descarga de artefactos a cámara desengrasadora y tramo cámara-humedal.

Pendiente: Todas las tuberías por gravedad tendrán una pendiente mínima del 1% y máxima del 3%.

Cámara de Sedimentación y Grasas: Suministro e instalación de cámara prefabricada de HDPE o Fibra de Vidrio (Referencia: Rotoplas 600 L / Ecoplast 500 L). Debe instalarse sobre una base de arena compactada y nivelada.

Distribución y Recolección en Humedal: En el interior del humedal, se utilizará tubería de PVC 110 mm ranurada o perforada (tipo flauta) en los extremos de entrada y salida para distribuir y captar el flujo uniformemente a través de la grava.

Sustrato Filtrante y Vegetación

Relleno de Material Pétreo: El humedal se rellenará en capas estratificadas:

Zonas de Entrada/Salida: Bolones o grava gruesa (\varnothing 2" - 3") para facilitar el flujo hidráulico y evitar obstrucciones.

Cuerpo Central: Grava de 3/4" y/o arena gruesa lavada. El material debe estar libre de finos (limos/arcillas) para no colmatar el sistema.

Plantas Macrófitas: Plantación de especies depuradoras con una densidad de 4 a 6 plantas por m².

Especies: *Typha latifolia* (Enea), *Phragmites australis* (Carrizo) o *Canna indica*.

Equipos y Almacenamiento

Estanque de Acumulación (Agua Tratada): Estanque vertical de superficie, material polietileno virgen (Referencia: Rotoplas / Europlast), capacidad 2.500 Litros. Se instalará sobre radier o base de estabilizado compactado.

Equipo de Impulsión (Bomba): Bomba eléctrica periférica o centrífuga de 1,5 HP (Referencia: Pedrollo PKm60 / Daewoo DWP150), controlada por interruptor de nivel (flotador).

Conexiones: Incluye válvula check (pie), tuercas unión americanas para fácil desmontaje y llaves de paso

2.4.2 COTIZACIONES:

Ítem	Insumo / Material	Marca / Proveedor Referencial	Unidad	Precio Estimado (Neto)
1	Cámara de Sedimentación / Desengrasadora	Desgrasador Infraplast	Unidad	\$69.000
2	Bomba Periférica 1.5 HP	Pedrollo (PKm60) / Daewoo	Unidad	\$84.900
3	Estanque Acumulación 2.500 L	Rotoplas / Europlast	Unidad	\$211.688
4	Geomembrana HDPE 1.0 mm	Geosintéticos Chile / GSE	Rollo/Corte	\$64.990
5	Kit Tuberías PVC (75mm y 50mm)	Tigre / Nicoll / Sodimac	Global	\$120.000
6	Áridos (Grava 3/4" + Arena)	Áridos Santiago / Local	Camión / m ³	\$180.000
7	Plantas Macrófitas (Eneas/Carrizos)	Viveros Locales Curacaví	Global	\$100.000
8	Herramientas (Pala, Gato Manual)	Truper / Bauker	Global	\$150.000
9	Kit Eléctrico de Fuerza y Control (Global)	Sodimac / Casa Eléctrica	Global	\$100.000

Tabla 14. Tabla cotizaciones. Elaboración Propia. 2025.

2.4.3 INFORMES TÉCNICOS:

La carpeta de informes técnicos del proyecto se estructura de la siguiente manera:

Fichas Técnicas de Equipos Hidráulicos

Bomba Periférica 1.5 HP: Se adjunta la curva de operación (Caudal vs. Altura Manométrica) y ficha eléctrica del fabricante, acreditando que el equipo opera bajo normas de seguridad IP44 y clase de aislamiento B/F.

Interruptor de Nivel (Flotador): Certificación de estanqueidad y vida útil mecánica.

Certificados de Materiales de Construcción

Geomembrana HDPE: Hoja técnica del proveedor (GSE / Geosintéticos) que especifica el espesor (1.0 mm), resistencia al punzonamiento y durabilidad ante rayos UV.

Tuberías de PVC: Certificado de conformidad con la Norma Chilena NCh 1630 (Tubos de PVC rígido para fluidos a presión) y NCh 399 (Sanitario), garantizando la resistencia a la presión nominal (PN 10).

Estanque de Acumulación: Ficha del fabricante (BIOPLASTIC) que certifica el uso de polietileno virgen con protección UV y grado alimenticio (apto para almacenamiento de agua).

Manuales de Operación y Garantía Se incluye la referencia a los manuales de instalación y las pólizas de garantía de los equipos electromecánicos, los cuales serán entregados al usuario final como parte del protocolo de recepción de la obra.

CAPITULO 3: “EVALUACIÓN ECONOMICA”

3. EVALUACIÓN ECONOMICA:

La Evaluación Económica es el proceso sistemático mediante el cual se cuantifican y comparan los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión a lo largo de un horizonte de tiempo definido. Su objetivo principal es determinar la rentabilidad y la viabilidad financiera de la iniciativa, analizando si los flujos de dinero generados son suficientes para recuperar la inversión inicial y obtener una ganancia acorde al riesgo asumido.

En el contexto de este proyecto, la evaluación económica permitirá transformar las soluciones técnicas de los sistemas de fitodepuración (definidas en los capítulos anteriores) en indicadores financieros objetivos (como el VAN y la TIR), proporcionando la información necesaria para la toma de decisiones estratégicas sobre la implementación del negocio.

Así podremos determinar cuál es la mejor opción económica para un proyecto que se financiara en un 25%, 50%, 75%. Así con obtendremos cual de estas 3 alternativas nos ofrece la mejor rentabilidad.

3.1 ANTECEDENTES FINANCIEROS

Para la puesta en marcha de la empresa y la ejecución de los primeros proyectos de fitodepuración, se ha determinado una Inversión Inicial Total de 537,09 UF. Este monto cubre la adquisición de activos fijos, los gastos de formalización y el capital de trabajo necesario para operar durante los primeros meses sin problemas de liquidez.

3.1.1 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Las fuentes de financiamientos serán de ahorros del dueño de la empresa y un préstamo a largo plazo con una entidad bancaria.

En lo que dice relación a las fuentes de financiamiento externas, se debe analizar los costos que representan principalmente los intereses, plazos, periodos de gracia, monto máximo que adeudan y otras condiciones tales como exigencias de garantías o avales.

El financiamiento será evaluado eligiendo la mejor rentabilidad de acuerdo con los cuatro escenarios en los cuales el proyecto es financiado en un 25%, 50%, 75% y puro, para la cual se utiliza una tasa de interés del 4,9% UF del banco BCI para préstamos de largo plazo.

3.1.2 COSTOS DE FINANCIAMIENTO:

Se considera una tasa de préstamo de valor de 4,90 % UF anual que corresponde a la tasa de interés que ofrece el Banco BCI, para prestamos de largo plazo.

Se considera la Unidad de Fomento del día 4 de diciembre del año 2025

3.1.3 VAN, TIR, PRI:

Determinación del VAN Y TIR

Los criterios de evaluación financiera que se emplearan para determinar la conveniencia del negocio es el Valor Actual Neto (VAN) Y LA Tasa Interna de Retorno (TIR), debido a que estos criterios de evaluación consideras el valor del dinero en el tiempo y, además, que son los mas utilizados y universalmente aceptados.

La tasa de costo de capital para evaluar la instalación del sistema de fitodepuracion de agua, será una tasa de costo del libre riesgo mas una pima por riesgo.

Tasa libre de riesgo:	3,5 %
Prima por riesgo:	9 % se considera este porcentaje por ser un nuevo producto
Total, tasa de descuento:	20 %

Valor actual neto

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 mas 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 este 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.

Tipo de financiamiento	VAN
Puro	602,86
25%	661,11
50%	705,70
75%	750,30

Tabla 15. Tipo de financiamiento. Elaboración Propia. 2025

3.1.4 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 la tabla.

Tipo de financiamiento	TIR
Puro	59%
25%	74%
50%	101%
75%	178%

Tabla 16. TIR con los tipos de financiamiento. Elaboración Propia. 2025

3.1.5 TASA DE DESCUENTO Y HORIZONTE DE PROYECTO:

Para este caso se considera una tasa de 20%, basándose de proyectos de inversión de iguales características, se considera para este proyecto un **horizonte de 6 años**.

3.1.6 INVERSIÓN:

La inversión del proyecto considera todo el capital necesario para poder financiar el proyecto dentro de las cuales se encuentran la inversión de activos de capital, la inversión en puesta en marcha, la inversión del capital de trabajo.

3.1.6.1 INVERSIONES ACTIVOS TANGIBLES:

Inversiones Tangibles	Precio
Inversión Herramientas	30,39
Inversión equipos y muebles	38,07
Inversión Maquinaria	289,83
Total	358,29

Tabla 17. Resumen de la inversión tangible. Elaboración Propia. 2025

3.1.6.2 INVERSIÓN PUESTA EN MARCHA

En la tabla se resumen los gastos de puesta en marcha

INVERSIÓN DE PUESTA EN MARCHA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	VALOR UF
Constituir sociedad	\$600.000	15,13
Gastos Generales 1er mes	\$790.000	20
Marketing inicial	\$500.000	12,61
TOTAL	\$1.890.000	47,75

Tabla 18. Inversión puesta en marcha. Elaboración propia 2025.

3.1.6.3 INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO:

En la tabla se resumen los gastos en capital de trabajo.

Capital de trabajo	Valor UF mensual	Valor UF anual
Sueldos	90,747	1088,961613
Arriendo	8,83	105,94
Servicios básicos	2,14	25,73
Telefono+internet+cable	0,50	6,05
Insumos limpieza	0,38	4,54
Insumos oficina	0,50	6,05
Petróleo	7,57	90,8
Total	110,674	1328,09

Tabla 19. Inversión capital de trabajo. Elaboración propia 2025.

3.1.7 CUADRO DE INVERSIONES:

En la tabla se resume la inversión inicial.

INVERSIÓN INICIAL	VALOR UF
CAPITAL DE TRABAJO	102,22
PUESTA EN MARCHA	27,75
INVERSIÓN DE ACTIVOS	358,29
INVERSIÓN INICIAL	488,26
IMPREVISTOS (10%)	48,83
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	537,09

Tabla 20. Inversión inicial. Elaboración

propia 2025.

3.1.8 COSTOS:

Los costos que se consideran contemplan los costos fijos y los costos variables, en adelante se detalla con cada uno de ellos con sus valores que afecta el proyecto y que serán acopados en los flujos de caja.

3.1.8.1 ESTRUCTURA DE COSTO:

Costos fijos:

Los costos fijos son los propios que no dependen de la operación del proyecto si no el gasto a pagar mes a mes existiendo ventas del servicio.

Costos fijos	Valor UF mensual	Valor UF anual
Arriendo	8,83	105,94
Servicios básicos	2,14	25,73
Telefono+internet+cable	0,50	6,05
Insumos limpieza	0,38	4,54
Insumos oficina	0,50	6,05
petróleo	7,57	90,8
Total	19,927	239,13

Tabla 21. Costos fijos. Elaboración propia 2025.

3.1.8.2 COSTOS VARIABLES:

Este ítem corresponde al flujo de ingresos operacionales generados exclusivamente por la actividad principal de la empresa, consistente en la construcción e instalación de sistemas de fitodepuración (humedales) y fosas en la zona de Curacaví.

Para la proyección de estos flujos a 5 años, se ha considerado una capacidad operativa conservadora de 33 proyectos anuales (equivalente a un promedio de 2,75 obras mensuales), tomando en cuenta la estacionalidad y tiempos de ejecución. El precio base de venta se ha fijado en \$2.200.000 por unidad, valor competitivo acorde al mercado local.

Adicionalmente, se ha aplicado un factor de corrección monetaria del 2% anual sobre el precio de venta, con el objetivo de indexar los ingresos a la variación estimada de los costos de materiales e inflación proyectada.

Tabla 22. Costos variables. Elaboración propia 2025

3.1.8.3 COSTO TOTAL:

Los costos totales corresponden a la suma de costos fijos y costos variables durante todo el horizonte del proyecto de operación de servicios.

Año	Cantidad de Proyectos	Precio de Venta Unitario (+2% anual)	Total Ingresos Anuales	PRECIO VENTA UNITARIO UF	UF Anual
1	33	\$2.200.000	\$72.600.000	55,49	665,93
2	33	\$2.244.000	\$74.052.000	56,60	679,25
3	33	\$2.288.880	\$75.533.040	57,74	692,83
4	33	\$2.334.658	\$77.043.701	58,89	706,69
5	33	\$2.381.351	\$78.584.575	60,07	720,82

Tabla 22. Costos totales. Elaboración propia 2025.

Año	Total Costos Fijos Anuales	Total Costos Variables Anuales	COSTO TOTAL	UF
1	\$48.630.348	\$12.060.000	\$60.690.348	1505,54
2	\$49.602.955	\$12.301.200	\$61.904.155	1508,33
3	\$50.595.014	\$12.547.224	\$63.142.238	1511,15
4	\$51.606.914	\$12.798.168	\$64.405.082	1513,99
5	\$52.639.052	\$13.054.131	\$65.693.183	1516,87

Tabla 23. Costos totales. Elaboración propia 2025.

3.1.8.4 INGRESO TOTAL:

Corresponde a una estimación de venta de los servicios de la empresa, se considera el escenario y condición mas desfavorables el primer año de puesta en marcha del negocio

La condición más desfavorable es vender 33 viviendas durante un año de actividad.

Año	Ingresos en UF	Ingresos en Pesos
1	1.831,30 UF	\$72.600.000
2	1.849,61 UF	\$73.326.000
3	1.868,11 UF	\$74.059.260
4	1.886,79 UF	\$74.799.853
5	1.905,66 UF	\$75.547.852

Tabla 24. Ingresos totales. Elaboración propia 2025.

3.1.8.5 COSTOS DE OPERACIÓN:

Se detalla el consumo de energía que se realiza por mes en la instalación física de la empresa.

Partida	Uf
Electricidad	1,26
Gas	0,63
Agua	0,25
Telefono+internet+cable	0,50
Total	2,65

Tabla 25. Costos de operación. Elaboración propia 2025.

3.1.8.6 GASTOS DE ADMINISTRACIÓN:

Se detallan los gastos de índole administrativos del proyecto.

Personal	Cantidad	UF	Observaciones
Secretaria	1	23	Orden, Marketing, atención al cliente
Contador	1	1,97	Contabilidad
	Total	24,97	

Tabla 26. Gastos administrativos personal. Elaboración propia 2025.

Gastos de organización	valor UF
Abogado, Firmas, Permisos, Patentes	15

Tabla 27. Gastos organización. Elaboración propia 2025.

3.1.8.7 DEPRECIACIONES:

La depreciación se refleja en una pérdida contable del valor de los activos fijos.

El método de depreciación que se utiliza para depreciar los activos fijos es el método acelerado, también conocido como de cargo decreciente que resulta de fijar a los bienes del activo fijo adquiridos nuevos, con una vida útil equivalente a un tercio de la fijada por la dirección regional, siempre que esta no sea inferior a cinco años

Activos depreciables	Compra	Vida util	T	1	2	3	4	5	VL	Valor venta	Vta - VL
Martillo	0,50	3	1	0,50					0,00	0,35	0,35
Serrucho manual	0,40	3	1	0,40					0,00	0,28	0,28
Serrucho electrico	2,27	3	1	2,27					0,00	1,59	1,59
Escuadra	0,20	3	1	0,20					0,00	0,14	0,14
Lienza	0,25	3	1	0,25					0,00	0,18	0,18
Nivel de burbuja	0,40	3	1	0,40					0,00	0,28	0,28
Nivel laser	2,02	3	1	2,02					0,00	1,41	1,41
Formon	0,35	3	1	0,35					0,00	0,25	0,25
Huinchas de medir	0,30	3	1	0,30					0,00	0,21	0,21
Taladro electrico	10,09	3	1	10,09					0,00	7,06	7,06
Martillo demoledor	9,38	3	1	9,38					0,00	6,57	6,57
Pala punta huevo	0,68	3	1	0,68					0,00	0,48	0,48
Chuzo	1,31	3	1	1,31					0,00	0,92	0,92
Kit Electrico	2,28	3	1	2,28					0,00	1,6	1,60
Notebook	10,09	6	2	5,05	5,05				-0,01	7,06	7,07
Impresora	3,28	6	2	1,64	1,64				0,00	2,3	2,30
microondas	1,26	3	1	1,26					0,00	0,88	0,88
extintor de incendios	1,01	3	1	1,01					0,00	0,71	0,71
Camioneta	779,45	7	2	389,73	389,73				0,00	545,62	545,62
Total inversión	825,52		-	429,12	396,42	0,00	0,00	0,00	-0,01	577,89	577,90

Tabla 28. Depreciación. Elaboración propia 2025.

3.2 FLUJO DE CAJA Y SENSIBILIZACION DEL PRECIO:

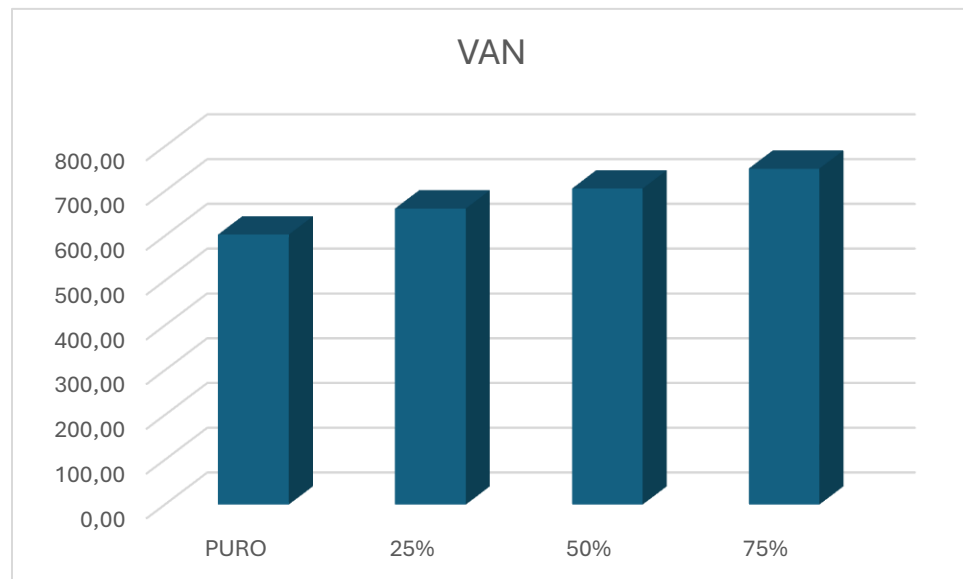
Los flujos representan a los ingresos propios de la explotación del negocio y son calculados de acuerdo con un incremento en la oferta de servicio año tras año que realizara la empresa:

Se muestra un resumen de los análisis de flujo de caja puro, 25%, 50% y 75%

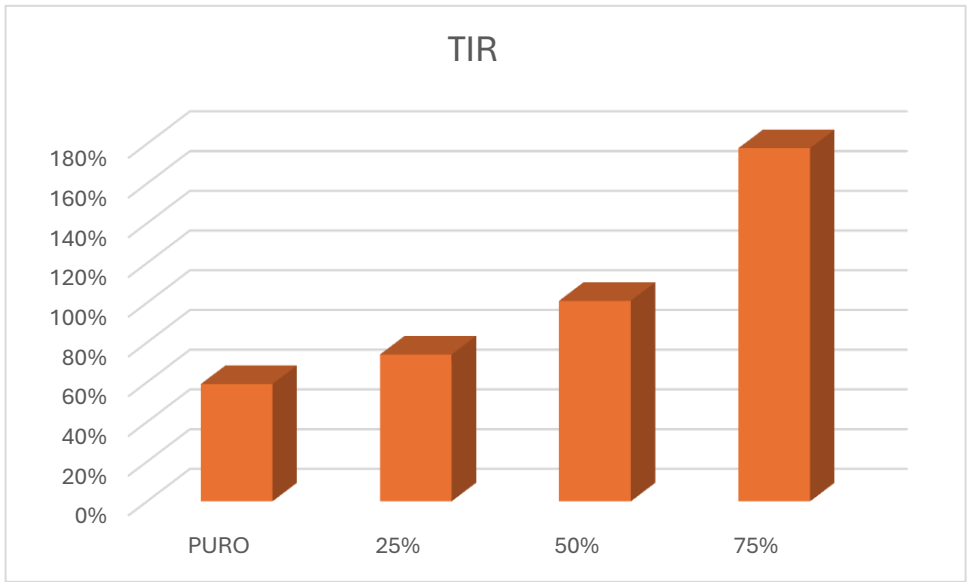
Resumen Flujo caja				
Tipo financiamiento	PURO	25%	50%	75%
VAN	602,86	661,11	705,70	750,30
PRI	2	1	1	1
TIR	59%	74%	101%	178%
Tasa de descuento	20%	20%	20%	20%

Tabla 29. Resumen flujo de caja. Elaboración propia 2025.

En el resumen final de análisis financiero se puede diferenciar que con un financiamiento de un 75% el proyecto entrega una mejor rentabilidad y una más rápida recuperación de la inversión.



Gráficos 2. Resumen VAN. Elaboración propia. 2025



Graficos 3. Resumen TIR. Elaboración propia 2025.

3.2.1 FLUJO PURO:

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		1831,30	1849,61	1868,11	1886,79	1905,66
-	Costos		-1505,54	-1508,33	-1511,15	-1513,99	-1516,87
=	Utilidad		325,75	341,28	356,96	372,79	388,79
-	Intereses LP						
-	Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
-	Depreciación		-429,12	-396,42	0,00	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						577,90
-	Pérd de Ejerc Ant			-103,36	-158,50	0,00	0,00
=	Utilidad ant de Impto		-103,36	-158,50	198,46	372,79	966,69
-	Impto 27%		0,00	0,00	-53,58	-100,65	-261,01
=	Utilidad desp Imptp		-103,36	-158,50	144,88	272,14	705,68
+	Pérd de Ejerc Ant			103,36	158,50	0,00	0,00
+	Depreciación		429,12	396,42	0,00	0,00	0,00
-	Amort LP						
-	Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+	Vta Act VL						-0,01
-	K de Trabajo	-102,22					102,22
-	Pta en Marcha	-27,75					
-	Inversión en Act	-358,29					
-	Imprevisto	-48,83					
=	Total Anual	-537,09	325,75	341,28	303,38	272,14	807,89
+	Créditos LP						
+	Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
=	Flujo Neto	-537,09	325,75	341,28	303,38	272,14	807,89
	Flujo N. Act	-537,09	271	237	176	131	325
	Flujo N.Acum	-537,09	-265,63	-28,63	146,94	278,18	602,86

VAN	602,86
PRI	2
TIR	59%

Tasa de Descuento	20%
-------------------	-----

Tasa de Creditos CP 10%

Tabla 30. Flujo de caja financiamiento puro. Elaboración propia 2025.

3.2.2 FLUJO 25%:

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		1831,30	1849,61	1868,11	1886,79	1905,66
-	Costos		-1505,54	-1508,33	-1511,15	-1513,99	-1516,87
=	Utilidad		325,75	341,28	356,96	372,79	388,79
-	Intereses LP		-6,58	-5,39	-4,13	-2,82	-1,44
-	Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
-	Depreciación		-429,12	-396,42	0,00	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						577,90
-	Pérd de Ejerc Ant			-109,94	-170,46	0,00	0,00
=	Utilidad ant de Impto		-109,94	-170,46	182,36	369,97	965,25
-	Impto 25%		0,00	0,00	-45,59	-92,49	-241,31
=	Utilidad desp Imptp		-109,94	-170,46	136,77	277,48	723,94
+	Pérd de Ejerc Ant			109,94	170,46	0,00	0,00
+	Depreciación		429,12	396,42	0,00	0,00	0,00
-	Amort LP		-24,35	-25,54	-26,79	-28,11	-29,48
-	Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+	Vta Act VL						-0,01
-	K de Trabajo	-102,22					102,22
-	Pta en Marcha	-27,75					
-	Inversión en Act	-358,29					
-	Imprevisto	-48,83					
=	Total Anual	-537,09	294,83	310,35	280,44	249,38	796,67
+	Créditos LP	134,27					
+	Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
=	Flujo Neto	-402,82	294,83	310,35	280,44	249,38	796,67
	Flujo N. Act	-402,82	246	216	162	120	320
	Flujo N.Acum	-402,82	-157,13	58,39	220,69	340,95	661,11

VAN	661,11
PRI	1
TIR	74%

Tasa de Descuento	20%
-------------------	-----

Tabla 31. Flujo de caja financiamiento 25%. Elaboración propia 2025.

3.2.3 FLUJO 50% :

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		1831,30	1849,61	1868,11	1886,79	1905,66
- Costos		-1505,54	-1508,33	-1511,15	-1513,99	-1516,87
= Utilidad		325,75	341,28	356,96	372,79	388,79
- Intereses LP		-13,16	-10,77	-8,27	-5,64	-2,89
- Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-429,12	-396,42	0,00	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						577,90
- Pérd de Ejerc Ant			-116,52	-182,43	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		-116,52	-182,43	166,26	367,15	963,80
- Impto 25%		0,00	0,00	-41,57	-91,79	-240,95
= Utilidad desp Imptp		-116,52	-182,43	124,69	275,36	722,85
+ Pérd de Ejerc Ant			116,52	182,43	0,00	0,00
+ Depreciación		429,12	396,42	0,00	0,00	0,00
- Amort LP		-48,70	-51,08	-53,59	-56,21	-58,97
- Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						-0,01
- K de Trabajo	-102,22					102,22
- Pta en Marcha	-27,75					
- Inversión en Act	-358,29					
- Imprevisto	-48,83					
= Total Anual	-537,09	263,90	279,42	253,53	219,15	766,10
+ Créditos LP	268,54					
+ Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-268,54	263,90	279,42	253,53	219,15	766,10
Flujo N. Act	-268,54	220	194	147	106	308
Flujo N.Acum	-268,54	-48,63	145,42	292,14	397,82	705,70

VAN	705,70
PRI	1
TIR	101%

Tasa de Descuento	20%
-------------------	-----

Tabla 32. Flujo de caja financiamiento 50%. Elaboración propia 2025.

3.2.4 FLUJO 75% :

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		1831,30	1849,61	1868,11	1886,79	1905,66
- Costos		-1505,54	-1508,33	-1511,15	-1513,99	-1516,87
= Utilidad		325,75	341,28	356,96	372,79	388,79
- Intereses LP		-19,74	-16,16	-12,40	-8,47	-4,33
- Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-429,12	-396,42	0,00	0,00	0,00
-						
/+ Dif x Vta de Act a VL						577,90
- Pérd de Ejerc Ant			-123,10	-194,39	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		-123,10	-194,39	150,16	364,33	962,36
- Impto 25%		0,00	0,00	-37,54	-91,08	-240,59
= Utilidad desp Imptp		-123,10	-194,39	112,62	273,25	721,77
+ Pérd de Ejerc Ant			123,10	194,39	0,00	0,00
+ Depreciación		429,12	396,42	0,00	0,00	0,00
- Amort LP		-73,05	-76,62	-80,38	-84,32	-88,45
- Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						-0,01
- K de Trabajo	-102,22					102,22
- Pta en Marcha	-27,75					
- Inversión en Act	-358,29					
- Imprevisto	-48,83					
= Total Anual	-537,09	232,97	248,50	226,64	188,93	735,53
+ Créditos LP	402,82					
+ Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-134,27	232,97	248,50	226,64	188,93	735,53
Flujo N. Act	-134,27	194	173	131	91	296
Flujo N.Acum	-134,27	59,87	232,44	363,59	454,70	750,30

VAN	750,30
PRI	1
TIR	178%

Tasa de Descuento	20%
-------------------	-----

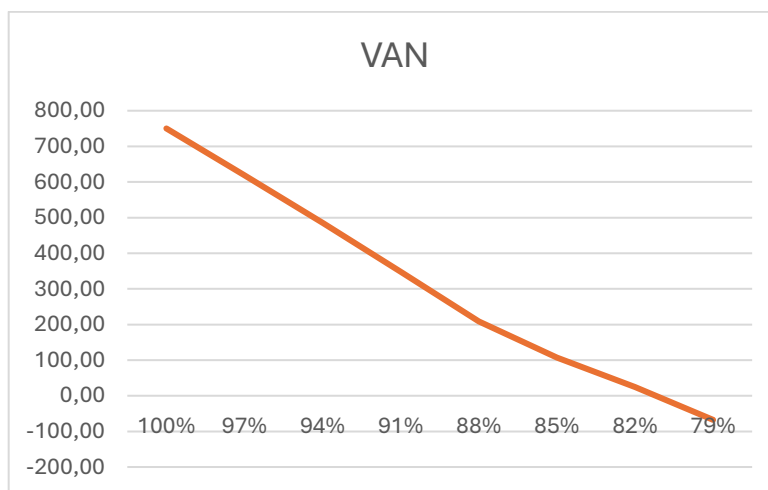
Tabla 33. Flujo de caja financiamiento 75%. Elaboración propia 2025.

3.2.5 ANÁLISIS SENSIBILIDAD DE PRECIO:

En la tabla se representa un análisis de sensibilidad de los flujos a 75% donde se han disminuido los flujos en intervalos de 2% hasta obtener valores.

		PRECIO								
		100%	97%	94%	91%	88%	85%	82%	79%	
		750,22	55,49	53,83	52,16	50,50	48,83	47,17	45,50	43,84
100%		8,45	750,22	619,46	485,08	347,59	208,72	107,14	24,86	-67,57
110%		9,30	684,06	551,25	415,96	277,10	143,83	70,38	-22,05	-114,48
120%		10,14	617,42	483,04	345,48	206,62	106,09	23,46	-68,97	-161,40
130%		10,99	549,21	413,86	275,00	142,46	68,98	-23,45	-115,88	-208,32
140%		11,83	481,00	343,38	204,51	105,04	22,06	-70,37	-162,80	-255,23
150%		12,68	411,76	272,89	141,09	67,58	-24,85	-117,29	-209,72	-302,15
160%		13,52	341,27	202,41	103,99	20,66	-71,77	-164,20	-256,63	-349,07
170%		14,37	270,79	139,72	66,18	-26,25	-118,69	-211,12	-303,55	-395,98
180%		15,21	200,31	102,94	19,26	-73,17	-165,60	-258,03	-350,47	-442,90
190%		16,06	138,35	64,78	-27,65	-120,09	-212,52	-304,95	-397,38	-489,81

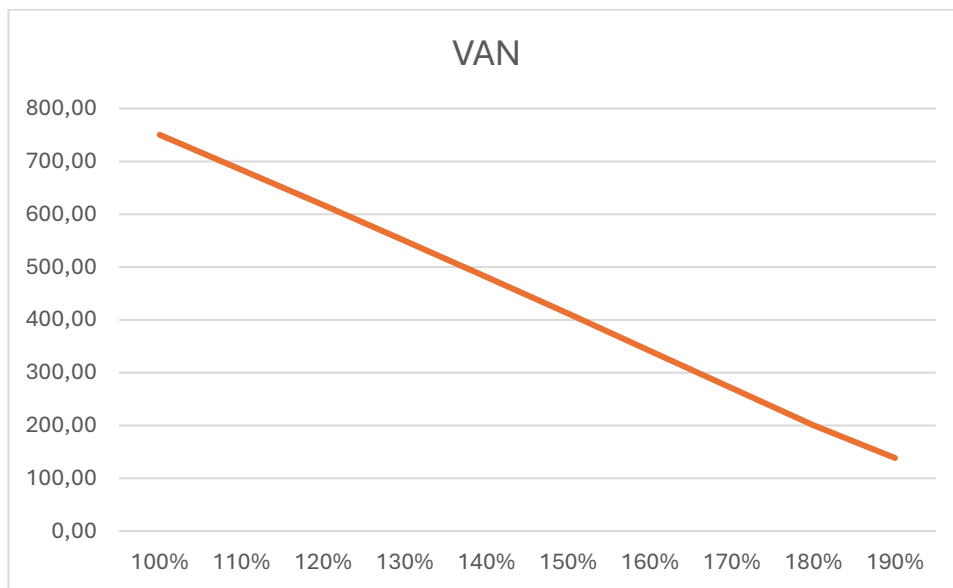
Tabla 34. Sensibilidad de precio. Elaboración propia 2025.



Gráficos 4. Variación de precios. Elaboración propia 2025.

Esta tabla resume el comportamiento del Valor Actual Neto (VAN) frente a disminuciones porcentuales en el precio de venta del producto o servicio. El escenario base se sitúa en el 100% del precio estimado. La tabla permite identificar el margen de seguridad de los ingresos antes de que el proyecto deje de ser rentable ($\text{VAN} < 0$).

El análisis muestra una alta sensibilidad al precio. Una reducción superior al 18% en el precio de venta (cayendo por debajo del 82%) provocaría que el VAN se vuelva negativo, destruyendo valor para los inversionistas.



Gráficos 5. Variación de precios. Elaboración propia 2025.

Esta tabla presenta la evolución del VAN ante incrementos progresivos en los costos (operativos o de inversión) del proyecto, partiendo del escenario base (100%). Su objetivo es medir la robustez financiera del proyecto frente a posibles sobrecostos o ineficiencias operativas.

El proyecto demuestra una alta resistencia a los aumentos de costos. Incluso ante un escenario pesimista donde los costos aumentan un 90% (llegando al 190% del estimado original), el VAN se mantiene positivo en 138,35, lo que indica un bajo riesgo financiero asociado a la variable de costos.

CONCLUSIÓN:

En conclusión, el presente trabajo de título ha permitido desarrollar un plan integral para la creación de una empresa dedicada a la depuración y fitodepuración de aguas grises en sectores rurales, abordando desde el análisis del mercado hasta la evaluación financiera y normativa. El estudio de mercado confirmó la existencia de una demanda significativa y oportunidades de crecimiento en el sector, respaldando la viabilidad del proyecto.

La evaluación financiera ratifica la solidez del proyecto, sustentada en una tasa de descuento del 20%. El análisis de sensibilidad demostró que la iniciativa posee una excepcional robustez operativa, siendo capaz de resistir aumentos en los costos superiores al 90% sin dejar de ser rentable. Por otro lado, respecto a los ingresos, el proyecto mantiene su viabilidad ante contracciones del mercado, soportando reducciones de hasta un 18% en los precios de venta. Estos márgenes confirman una alta capacidad de adaptación y un riesgo financiero controlado.

Finalmente, se concluye que la implementación de este proyecto no solo es factible desde un punto de vista técnico y económico, sino que también tiene el potencial de posicionarse como un referente en el de depuración de aguas grises en la región Metropolitana, gracias a una propuesta basada en la calidad, la innovación y la satisfacción del cliente. Este trabajo no solo marca el inicio de una oportunidad empresarial, sino también un aporte al desarrollo del sector de la construcción y al fortalecimiento del mercado local.

BIBLIOGRAFÍA:

Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2023). *Plan Nacional de Depuración y Reúso de Aguas Servidas Rurales*. Dirección de Obras Hidráulicas, Gobierno de Chile. Disponible en: <https://www.doh.gob.cl> Comisión Nacional de Riego (CNR). (2022). *Estrategias de eficiencia hídrica en sectores rurales y agrícolas de la Región Metropolitana*. Santiago, Chile.

CONAF. (2021). *Guía técnica para la implementación de humedales artificiales en zonas rurales de Chile*. Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura, Chile.

González, J., & Araya, M. (2020). *Evaluación de sistemas de fitodepuración como alternativa sustentable para el tratamiento de aguas servidas domésticas en zonas rurales de Chile central*. *Revista Ingeniería del Agua*, 24(3), 185–197.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2020). *Diagnóstico Nacional de Aguas Residuales Domésticas Rurales y su Impacto Ambiental*. División de Recursos Hídricos, Santiago de Chile.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2018). *Norma Chilena NCh1333.Of78: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos*. Santiago, Chile.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). *Gestión integrada de aguas residuales y fitodepuración en América Latina*. Oficina Regional para América del Sur, Santiago de Chile.

https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2023/06/Guia-EVA-Humedales_2023.pdf

<https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/08/Guia-Monitoreo-de-humedales-03-05-24.pdf>

https://www.cuhs.utralca.cl/wp-content/uploads/2023/11/LIBRO_USO_DE_HUMEDAD_portada.pdf

https://www.depuralife.cl/wp-content/uploads/2020/06/N.Ch_.-1333-de-1978-Calidad-de-Agua-Uso-en-Regad%C3%ADo.pdf







<https://www.bcn.cl/leychile/Navegar?idNorma=1203416>


<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1115066>

Villavicencio, A. (2025). Caracterización de la subdivisión rural predial en el área rural de Curacaví [Seminario de investigación aun no publicado]. Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

ANEXOS:

Ítem	Enlace	Imagen	Precio UF
Cámara sedimentación	<u>1</u>		1,74
Estanque	<u>2</u>		5,34
Geomembrana	<u>3</u>		4,91
Bomba	<u>4</u>		2,71
Taladro	<u>5</u>		5,04
Cango	<u>6</u>		4,68
Pala	<u>7</u>		0,35

Ítem	Enlace	Imagen	Precio UF
Chuzo	<u>8</u>		0,65
Kit electricista	<u>9</u>		2,52
Nivel laser	<u>10</u>		1,26
Bototos	<u>11</u>		2,27
Notebook	<u>12</u>		21,51
Microondas	<u>13</u>		1,76

Ítems	Enlace	Imagen	Precio UF
2017 Nissan Np300 2.3 Manual DSL LE 4WD	<u>1</u>		289,64

Typha latifolia (Espadaña común)



Características principales:

Typha latifolia es una planta palustre rizomatosa que presenta tallos altos que alcanzan hasta 2 metros de altura con hojas verdes estrechas y largas.

***Phragmites australis* (carrizos)**



Características principales:

Phragmites australis es una planta palustre rizomatosa de la cual crecen las cañas, que normalmente alcanza una altura de 2 metros. Las hojas son estrechas y largas, de color verde gris.


Scirpus sylvaticus (Scirpo salvaje)



Características principales:

Scirpus sylvaticus, es una planta palustre que crece por medio de estolones subterráneos y consiste en tallos triangulares rígidos con hojas verdes aplanadas.

 Aguas limpias

 Uso doméstico

※ Desde 1974, la PKm 60[®] forma parte de nuestra historia. Y ya está en nuestro futuro.



- ※ En producción desde hace 50 años, desde 1974
- ※ Más de 23 millones de ejemplares producidos
- ※ Fabricada con materiales y componentes de primera calidad
- ※ Nuestro producto más económico y versátil
- ※ Nivel de ruido reducido del 20%
- ※ Producida únicamente con fuentes de energía renovables

CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **40 l/min** (2.4 m³/h)
- Altura hasta **40 m**

USOS E INSTALACIONES

Se recomienda para bombear agua limpia sin partículas abrasivas y líquidos químicamente no agresivos para los materiales de la bomba.

Por su fiabilidad, facilidad de uso y rentabilidad, es adecuada para aplicaciones domésticas y, en particular, para la distribución de agua en combinación con pequeños depósitos en autoclaves, para el riego de huertos y jardines.

LÍMITES DE UTILIZO

- Altura de aspiración manométrica hasta **8 m**
- Temperatura del líquido de **-10 °C** a **+60 °C**
- Temperatura ambiente hasta **+50 °C**
- Presión máxima en el cuerpo de la bomba **6 bar**

PATENTES - MARCAS - MODELOS

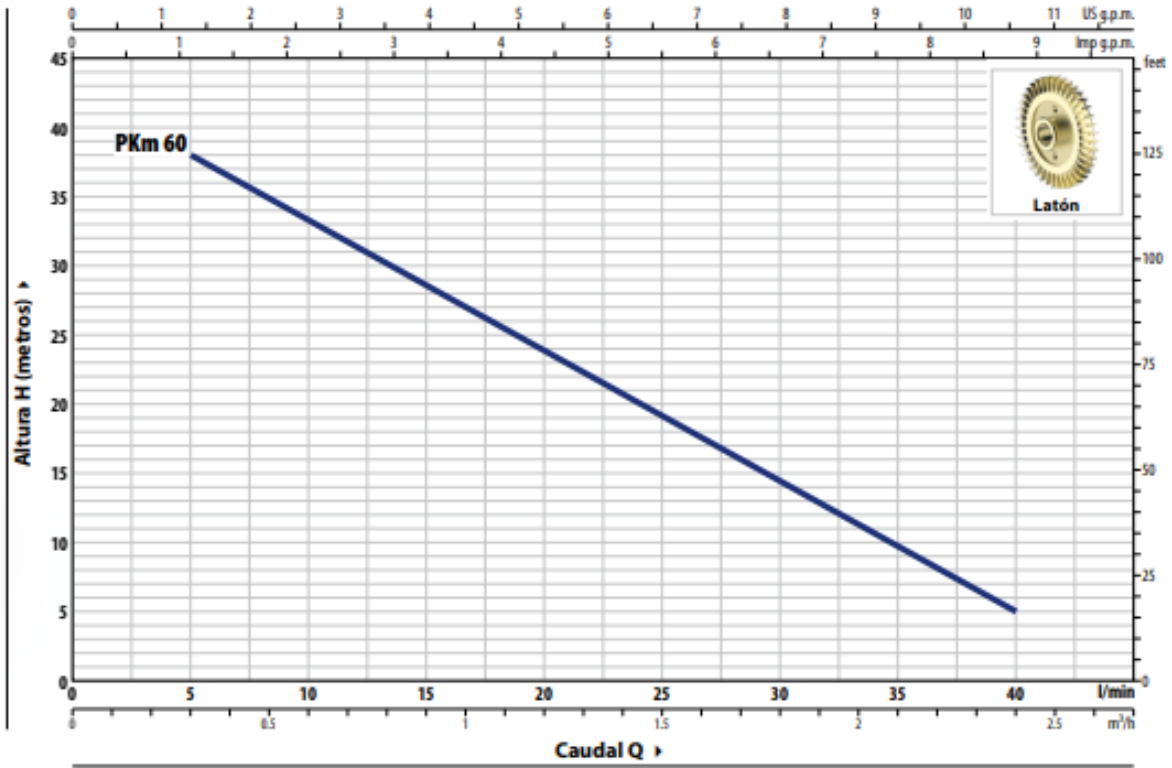
- Soporte: patente nº IT1243605
- Cuerpo: patente nº 0000275946
- Modelo comunitario registrado nº 018625876
- Modelo internacional registrado nº DM/220613
- PKm 60[®] Marca registrada nº 009875394

EJECUCIONES A PEDIDO

- ※ Diferente voltaje o frecuencia

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES – HS=0 m

60 Hz



TIPO	POTENCIA (P ₂)	Caudal Q												
		kW	HP	3~	m ³ /h	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
Monofásico	Trifásico				Q	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
PKm 60	PK 60	0.37	0.50	IE2	H	40	38	33.5	29	24	19.5	15	10	5

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

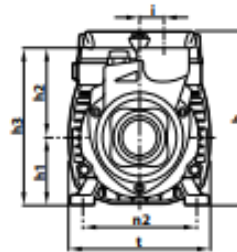
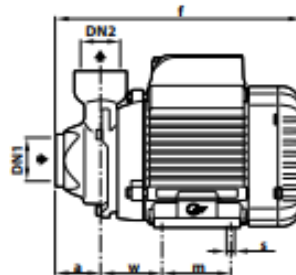
Tolerancia de las curvas de prestaciones según EN ISO 9906 Grado 3B.

CONSUMOS

TIPO	TENSIÓN	
Monofásico	220 V	110 V
PKm 60°	2.6 A	5.5 A

TIPO	TENSIÓN			
Trifásico	220 V - Δ	380 V - Δ	220 V - Δ	440 V - Δ
PK 60°	2.0 A	1.15 A	2.1 A	1.2 A

DIMENSIONES Y PESOS



TIPO	BOCAS	DIMENSIONES mm														kg	
		DN1	DN2	a	f	h	h1	h2	h3	i	m	t	n2	w	s	1~	3~
Monofásico	Trifásico	1"	1"	38	208	145	56	75	131	20	55	118	94-100	53	7	5.0	5.0
PKm 60°	PK 60°																

PALETIZACIÓN

GROUPAGE	CONTAINER
n° bombas	n° bombas
240	330