

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA EN PLANTAS FOTOVOLTAICAS PARA EL RIEGO DE  
CORTINAS ARBÓREAS**

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional  
de Ingeniero de Ejecución en Gestión industrial

Alumno:

Celeste Niño de Zepeda Fallard

Profesor Guía:

Ing. Piero Montenegro

**2025**



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

### 1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

**Título del trabajo:** Sistema de recolección de agua en plantas fotovoltaicas para el riego de cortinas arbóreas

**Nombre del candidato(a):** Celeste Niño de Zepeda Fallard

**Carrera / Grado:** Ingeniería de ejecución en gestión industrial

**Campus:** Viña del Mar ; **Departamento:** Electrotecnia e informática

### 2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

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

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

### 3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

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

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

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

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

### 4.- FIRMAS

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

**Fecha:** 05-08-2025

**; Firma:**

**Estudiante o Candidato(a):**

**Fecha:** 05-08-2025

**; 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.*

## **RESUMEN**

**KEYWORDS:** PLANTAS FOTOVOLTAICAS, EFICIENCIA OPERATIVA, SOSTENIBILIDAD HIDRICA, MITIGACIÓN AMBIENTAL.

El objetivo del presente trabajo consiste en la elaboración de un estudio que permita evaluar la prefactibilidad de implementar una empresa que fabrique sistemas de recolección de agua en plantas fotovoltaicas para el riego de cortinas arbóreas. Este sistema aprovechará tanto el agua de lluvia como el agua utilizada en el lavado de los paneles solares, con el fin de mitigar el impacto ambiental y reducir los costos asociados a la compra de agua en la empresa.

### Capítulo 1: "Diagnóstico y metodología de evaluación"

En este capítulo se examinarán los antecedentes tanto generales como particulares vinculados al proyecto, junto con los objetivos establecidos. Se ofrecerá un marco contextual completo que sustente el desarrollo del sistema de captación de agua. Asimismo, se detallará la metodología utilizada, planteando un escenario comparativo con y sin la implementación del sistema propuesto. Se explicarán los métodos empleados para calcular los beneficios y costos, y se establecerán los criterios que servirán como base para la evaluación.

### Capítulo 2: "Análisis de prefactibilidad de mercado"

Se estudiará el estado actual del mercado mediante un análisis de la demanda presente y futura, considerando las variables que la influyen y el comportamiento del mercado. Asimismo, se examinará la oferta actual y futura a través de la revisión de datos históricos. Este capítulo también incluye un análisis de localización macro y micro para determinar la ubicación más adecuada del proyecto.

### Capítulo 3: "Análisis de prefactibilidad técnica"

En este apartado se abordará el proyecto desde una perspectiva técnica, evaluando la selección de materiales adecuados para las canaletas y los sistemas de almacenamiento de agua. Se describirán los procesos involucrados en la captación, conducción y distribución del recurso hídrico. Además, se analizarán los niveles de eficiencia esperados, los estándares de calidad que se deben cumplir y las condiciones necesarias para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema propuesto.

#### Capítulo 4: "Análisis de prefactibilidad administrativa, legal, societaria, tributaria, financiera y ambiental"

En este capítulo se estudiarán los mecanismos para la obtención de los recursos necesarios para implementar el sistema, así como el cumplimiento de la normativa legal vigente en Chile en materia de gestión hídrica y medioambiental. Se establecerán los lineamientos administrativos esenciales para la correcta operación y gestión del sistema. Además, se abordarán los aspectos financieros, tributarios y legales que puedan influir en la ejecución y puesta en marcha del proyecto, garantizando su viabilidad dentro del marco regulatorio correspondiente.

#### Capítulo 5: "Evaluación económica"

Este capítulo se centrará en el análisis financiero del proyecto, presentando proyecciones económicas detalladas mediante flujos de caja y un estudio de sensibilidad. Se utilizarán indicadores clave para determinar la viabilidad económica, como el **Valor Actual Neto (VAN)**, la **Tasa Interna de Retorno (TIR)** y el **Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)**. El objetivo principal será identificar el impacto económico esperado y validar si el sistema propuesto representa una inversión rentable para la empresa.

Finalmente, se expondrán las conclusiones y sugerencias finales del proyecto. Se llevará a cabo un análisis completo de la información recopilada para evaluar la factibilidad de implementación del sistema, verificando que se ajusta a los criterios establecidos y que los resultados económicos obtenidos reflejan un escenario positivo y sostenible.

**ÍNDICE**

**RESUMEN .....1**

**SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS .....1**

**INTRODUCCIÓN .....1**

**CAPÍTULO 1:     DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN .....3**

1.1.     DIAGNÓSTICO ..... 4

1.1.1.   Antecedentes generales y específicos del proyecto ..... 4

1.1.2.   Objetivos del Proyecto ..... 6

1.1.2.1. Objetivo General ..... 6

1.1.2.2. Objetivos Específicos ..... 6

1.1.3.   Contexto de desarrollo del Proyecto ..... 7

1.1.4    Tendencias y Necesidades del Mercado ..... 8

1.1.5    Oportunidades del Proyecto ..... 8

1.1.6.   Tamaño del proyecto ..... 9

1.1.7.   Impactos relacionados con el proyecto ..... 9

1.2.     METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ..... 11

1.2.1.   Definición de situación base sin proyecto ..... 11

1.2.2.   Definición de situación base con proyecto ..... 12

1.2.3.   Método para medición de beneficios y costos. .... 13

1.2.4.   Indicadores ..... 15

1.2.4.1. Valor Actualizado Neto (VAN) ..... 15

1.2.4.2. Tasa Interna de Retorno (TIR) ..... 16

1.2.4.3. Período de recuperación de la inversión (PRI) ..... 16

1.2.5.   Criterios de Evaluación ..... 16

1.2.6.   Estructura de evaluación del proyecto ..... 17

1.2.6.1. Estudio de mercado ..... 17

1.2.7.2 Estudio técnico ..... 18

1.2.7.3. Estudio económico ..... 18

**CAPÍTULO 2:     ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO .....20**

2.1.     DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ..... 21

2.2.     ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA ..... 23

2.3.     VARIABLES QUE AFECTAN A LA DEMANDA ..... 26

|                                                                                                                            |                                                     |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.                                                                                                                       | ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA               | 28        |
| 2.5.                                                                                                                       | COMPORTAMIENTO DEL MERCADO                          | 31        |
| 2.5.1                                                                                                                      | Análisis Pestel                                     | 31        |
| 2.6.                                                                                                                       | DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRECIO Y PROYECCIONES   | 34        |
| 2.7.                                                                                                                       | ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN                            | 37        |
| 2.8.                                                                                                                       | ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN            | 38        |
| <b>CÁPITULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA.....</b>                                                                |                                                     | <b>42</b> |
| 3.1.                                                                                                                       | DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS                 | 43        |
| 3.2.                                                                                                                       | SELECCIÓN DE EQUIPOS                                | 44        |
| 3.2.1.                                                                                                                     | Estanque de acumulación                             | 44        |
| 3.2.2.                                                                                                                     | Filtro de Cartucho                                  | 46        |
| 3.2.3.                                                                                                                     | Sistema de bombeo                                   | 48        |
| 3.2.4.                                                                                                                     | Equipo controlador                                  | 50        |
| 3.2.6.                                                                                                                     | Tablero eléctrico                                   | 51        |
| 3.3.                                                                                                                       | DIAGRAMA                                            | 53        |
| 3.4.                                                                                                                       | DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS  | 53        |
| 3.4.1.                                                                                                                     | Elementos de Protección Personal.                   | 54        |
| 3.5.                                                                                                                       | ACTIVOS FIJOS                                       | 55        |
| 3.6.                                                                                                                       | GASTOS OPERATIVOS                                   | 56        |
| 3.8.                                                                                                                       | PROGRAMAS DE TRABAJO; TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL   | 56        |
| 3.8.                                                                                                                       | PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS | 56        |
| 3.9.                                                                                                                       | INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO                   | 57        |
| 3.9.                                                                                                                       | COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA            | 59        |
| 3.10.                                                                                                                      | COSTOS DE IMPREVISTOS                               | 60        |
| 3.11.                                                                                                                      | RESUMEN INVERSIÓN Y COSTOS PROYECTO                 | 61        |
| <b>CAPITULO 4: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL .....</b> |                                                     | <b>62</b> |
| 4.1.                                                                                                                       | ADMINISTRATIVA                                      | 63        |
| 4.1.1.                                                                                                                     | Personal                                            | 63        |
| 4.1.2.                                                                                                                     | Estructura organizacional                           | 64        |
| 4.1.4.                                                                                                                     | Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos | 65        |
| 4.1.4.1                                                                                                                    | Perfil del gerente de planta                        | 65        |
| 4.1.4.2                                                                                                                    | Perfil del supervisor de terreno                    | 66        |
| 4.1.4.4                                                                                                                    | Técnico de terreno                                  | 68        |
| 4.1.4.5                                                                                                                    | Perfil ayudante técnico                             | 69        |

|                                              |                                                            |           |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.4.5                                      | Remuneración personal                                      | 70        |
| 4.1.5.                                       | Gastos en personal                                         | 71        |
| 4.2.                                         | LEGAL                                                      | 72        |
| 4.2.1.                                       | Marco legal vigente nacional e internacional               | 72        |
| 4.2.2.                                       | Políticas de desarrollo industrial                         | 73        |
| 4.2.3.                                       | Aspectos legales del giro del proyecto                     | 73        |
| 4.2.4.                                       | Incentivos                                                 | 74        |
| 4.2.5.                                       | Aspectos laborales                                         | 74        |
| 4.2.6.                                       | Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente | 75        |
| 4.3.                                         | SOCIETARIA                                                 | 75        |
| 4.3.1.                                       | Relación entre los inversionistas                          | 75        |
| 4.3.2.                                       | Estructura societaria                                      | 76        |
| 4.4.                                         | TRIBUTARIA                                                 | 76        |
| 4.4.1.                                       | Sistema tributario                                         | 77        |
| 4.4.2.                                       | Mecanismo de determinación de gasto en impuesto            | 77        |
| 4.5.                                         | FINANCIERA                                                 | 78        |
| 4.5.1.                                       | Fuentes de financiamiento                                  | 78        |
| 4.5.2.                                       | Inversionistas                                             | 79        |
| 4.5.3.                                       | Instituciones crediticias                                  | 79        |
| 4.5.4.                                       | Costos de financiamiento                                   | 79        |
| 4.6.                                         | AMBIENTAL                                                  | 80        |
| 4.6.1.                                       | Marco legal vigente                                        | 80        |
| <b>CÁPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....</b> |                                                            | <b>82</b> |
| 5.1.                                         | CONSIDERACIONES                                            | 83        |
| 5.1.1                                        | HORIZONTE DEL PROYECTO                                     | 83        |
| 5.1.2.                                       | TASA DE DESCUENTO                                          | 83        |
| 5.1.2.1.                                     | Tasa Libre de Riesgo (Rf)                                  | 84        |
| 5.1.2.2.                                     | Tasa Media de Retorno (Rm)                                 | 85        |
| 5.1.2.4.                                     | Cálculo de Tasa de descuento                               | 87        |
| 5.1.3                                        | FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO                                | 87        |
| 5.2.                                         | PROYECTO PURO                                              | 89        |
| 5.2.1.                                       | Flujo de caja sin financiamiento externo                   | 89        |
| 5.3.                                         | PROYECTO CON FINANCIAMIENTO EXTERNO                        | 91        |
| 5.3.1.                                       | Amortización con financiamiento externo del 50%            | 91        |
| 5.3.2.                                       | Flujo de caja con financiamiento externo del 50%           | 92        |

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| 5.3.3. Amortización con financiamiento externo del 75%    | 94         |
| 5.3.4. Flujo de caja con financiamiento externo del 75%   | 94         |
| 5.3.5.   Resumen de indicadores económicos y rentabilidad | 95         |
| 5.3.5.   Resumen de sensibilizaciones                     | 95         |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                                  | <b>99</b>  |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                  | <b>100</b> |

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2-7. Localización de bodega ubicada en Rancagua                     | 38 |
| Figura 3-1. Diagrama de proceso de captación y riego de cortinas arbóreas. | 40 |
| Figura 3-2.1. Estanque de acumulación 10000 L                              | 45 |
| Figura 3-2.2. Filtro de cartucho                                           | 46 |
| Figura 3-2.3. Bomba centrífuga de impulsión 1.5HP                          | 49 |
| Figura 3-2.4. Controlador de equipo de bombeo                              | 51 |
| Figura 3-2.6. Tablero eléctrico                                            | 52 |
| Figura 4 2.3. Códigos de actividad Servicios de Impuestos Internos.        | 74 |
| Figura 4-2.6. Formación de empresa SII.                                    | 75 |
| Figura 4-5.1. Evaluación financiera                                        | 79 |

## **ÍNDICE DE TABLAS**

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 2-1. Definición del producto                                                               | 22 |
| Tabla 2-2. Listado de Precios bases                                                              | 36 |
| Tabla 3-1. Resumen costo equipos                                                                 | 53 |
| Tabla 3-2. Insumos para sistema de captación y reutilización de agua en plantas<br>fotovoltaicas | 54 |
| Tabla 3-3. Elementos de Protección Personal (EPP).                                               | 55 |
| Tabla 3-4. Activos fijos.                                                                        | 56 |
| Tabla 3-5. Gastos operativos                                                                     | 56 |
| Tabla 3-6. Consumos de energía y servicios                                                       | 58 |
| Tabla 3-7. Cálculo para los costos fijos del Proyecto                                            | 58 |
| Tabla 3-8. Insumos contabilizados para el Proyecto                                               | 58 |
| Tabla 3-9. Cálculo de capital de trabajo mediante método de Déficit Máximo Acumulado             | 59 |
| Tabla 3-10. Detalle de Costos de Instalación y Puesta en marcha.                                 | 60 |
| Tabla 3-11. Costos de Imprevistos                                                                | 61 |
| Tabla 3-12. Resumen inversión y costos del proyecto.                                             | 61 |
| Tabla 4-1.4.5. Remuneraciones del Personal.                                                      | 71 |
| Tabla 4-1.5. Elementos de Protección Personal.                                                   | 71 |
| Tabla 4-5.4. Evaluación de créditos costo de financiamiento                                      | 80 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 5-1.2.2 Tasa Libre de Riesgo                         | 86 |
| Tabla 5-1.2.2. Variación Índice Precios Consumidor (IPC)   | 87 |
| Tabla 5-1.2.3. Constante según tipo de Negocio (Beta)      | 88 |
| Tabla 5-2.1 Flujo de caja sin financiamiento externo       | 91 |
| Tabla 5-3.1 Amortización financiamiento externo del 50%.   | 93 |
| Tabla 5-3.2. Flujo de caja con financiamiento externo 50%. | 94 |
| Tabla 5-3.3. Amortización financiamiento externo del 75%.  | 95 |
| Tabla 5-3.4. Flujo de caja con financiamiento externo 75%. | 96 |
| Tabla 5-3.5. Resumen rentabilidad del proyecto.            | 97 |

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1-1. Potencial de recolección por lluvia y camanchaca para cada ciudad. | 5  |
| Gráfico 2-1 proyección de la demanda solar fotovoltaica en Chile (2024-2029)    | 26 |
| Gráfico 3-8. Capital de trabajo                                                 | 59 |
| Gráfico 5-3.6 Sensibilidad de ingresos                                          | 97 |
| Gráfico 5-3.7 sensibilidad de egresos                                           | 98 |

**ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3-1. Diagrama de proceso de captación y riego de cortinas arbóreas. | 42 |
| Diagrama 3-3. Diagrama de elementos del proceso                            | 53 |
| Diagrama 4-1.2. Estructura Organizacional                                  | 64 |

**SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS**

**A. SIGLAS**

|        |                                                               |
|--------|---------------------------------------------------------------|
| PESTEL | : Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico, Legal. |
| INE    | : Instituto Nacional de Estadísticas                          |
| IVA    | : Índice Valor Agregado                                       |
| PIB    | : Producto Interno Bruto                                      |
| PRI    | : Periodo de Retorno de la Inversión                          |
| PYMES  | : Pequeñas y Medianas Empresas                                |
| SII    | : Servicio de Impuestos Internos                              |
| SPA    | : Sociedad Por Acciones                                       |
| TIR    | : Tasa Interna de Retorno                                     |
| UF     | : Unidad de Fomento                                           |
| VAN    | : Valor actual Neto                                           |

**B. SIMBOLOGIA**

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| m              | : Metro             |
| m <sup>2</sup> | : Metro cuadrado    |
| m <sup>3</sup> | : Metro cúbico      |
| “              | : Pulgadas          |
| Ø              | : Diámetro          |
| \$             | : Peso chileno      |
| %              | : Porcentaje        |
| UF             | : Unidad de fomento |

## **INTRODUCCIÓN**

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica de ofrecer un producto especializado para la implementación de sistemas de recolección de agua en plantas fotovoltaicas, enfocado en reducir los costos asociados al consumo de agua potable en los procesos operativos. Este producto incluirá un kit integral de captación y reutilización de agua, que aprovechará tanto las precipitaciones como el agua utilizada en el lavado regular de los paneles solares. El recurso recolectado será destinado principalmente al riego de cortinas arbóreas, contribuyendo a mitigar el impacto ambiental y a optimizar el funcionamiento general de las plantas solares.

La propuesta busca ofrecer una solución práctica y eficiente a las empresas del sector fotovoltaico, mediante un servicio que abarca desde el diseño y la instalación del sistema hasta su mantenimiento y monitoreo continuo. Este sistema estará compuesto por canaletas estratégicamente instaladas en las estructuras de los paneles solares, sistemas de almacenamiento adecuados y tecnología que permita una distribución eficiente del agua recolectada.

Desde un enfoque económico, este servicio representa una oportunidad de ahorro significativa para las empresas, al reducir su dependencia de fuentes externas de agua potable. Además, la implementación de este sistema se traduce en una mejora en la eficiencia operativa, al reducir interrupciones por falta de agua y optimizar recursos existentes. El análisis financiero del servicio incluirá una proyección detallada de los ahorros obtenidos, los costos asociados al sistema y el cálculo de indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), garantizando una visión clara del retorno sobre la inversión.

El enfoque metodológico de este estudio se basa en el análisis de los antecedentes generales y específicos del proyecto, estableciendo sus objetivos claros y definiendo el marco contextual en el que se llevará a cabo. Además, se evaluarán las características técnicas esenciales y se estimarán los costos asociados tanto a la implementación como a la puesta en marcha del sistema, garantizando una visión integral para su desarrollo óptimo.

El propósito de este estudio es evaluar, mediante diversos análisis, la viabilidad y rentabilidad de implementar el proyecto. Para ello, se desarrollarán exámenes detallados en áreas como la prefactibilidad, mercado, técnica, administración, legalidad, estructura societaria, tributación y aspectos ambientales. Finalmente, se llevará a cabo una evaluación económica integral, que incluirá recomendaciones y conclusiones clave para determinar si la puesta en marcha del

proyecto resulta conveniente. El objetivo final es proporcionar a los inversionistas una base sólida para decidir si este proyecto representa una oportunidad rentable y sostenible.

## **CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

## **1. DIAGNOSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

El propósito de este capítulo es ofrecer información fundamental sobre el proyecto, abarcando tanto sus antecedentes generales como específicos. Además, se presentará la justificación de la importancia de llevar a cabo un estudio de prefactibilidad técnica y económica, junto con un análisis detallado del alcance y los posibles impactos asociados.

### **1.1. DIAGNÓSTICO**

El diagnóstico se llevará a cabo a partir del estudio de prefactibilidad, en el cual se expondrán los aspectos clave que fundamentan el proyecto y se describirá el contexto en el que se desarrollará. Asimismo, se definirán de manera clara los objetivos que guiarán el estudio, proporcionando una base sólida para su desarrollo y análisis.

#### **1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto**

En Chile, la industria de generación de energía fotovoltaica ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas. Según datos recientes, el país cuenta con una gran cantidad de plantas solares en operación, las cuales contribuyen de manera importante a la matriz energética nacional y representan una alternativa sostenible frente a las fuentes tradicionales de energía.

Sin embargo, uno de los principales desafíos operativos que enfrentan estas plantas es la gestión eficiente del recurso hídrico, especialmente en lo que respecta al riego de cortinas arbóreas y al suministro necesario para el mantenimiento y lavado regular de los paneles solares. El acceso limitado al agua, junto con los altos costos asociados a su compra y distribución, representa un factor crítico que puede afectar tanto la eficiencia operativa como la sostenibilidad económica de estos proyectos.

En este contexto, la implementación de un sistema de recolección y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas surge como una solución estratégica y sostenible. Este sistema no solo permite aprovechar el agua de lluvia, el agua utilizada en los lavados de los paneles solares y el agua acumulada de la camanchaca en el norte del país, sino que además contribuye a reducir

costos operativos y a minimizar el impacto ambiental, garantizando así un funcionamiento más eficiente y responsable de las plantas solares.

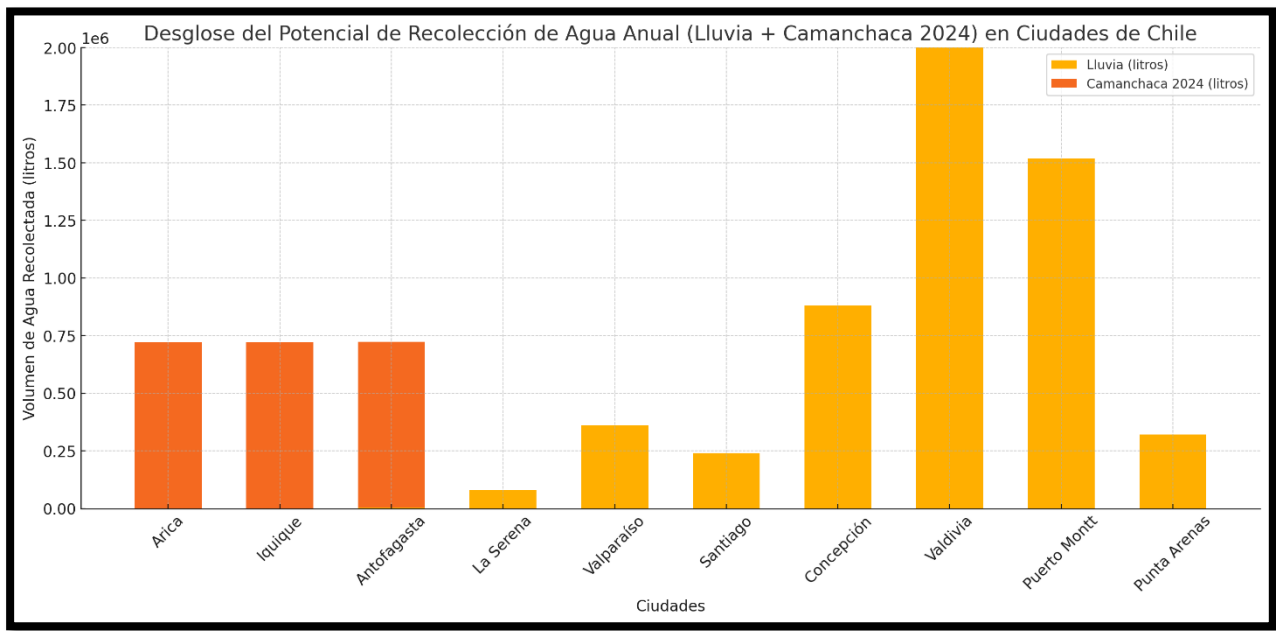


Gráfico 1-1. Potencial de recolección por lluvia y camanchaca para cada ciudad.

Fuente: Dirección meteorológica de Chile, CEAZA (Centro de estudios avanzados en zonas áridas).

El análisis del potencial de recolección de agua en diversas ciudades de Chile, considerando tanto las precipitaciones anuales como el aporte de la camanchaca, revela importantes diferencias regionales y oportunidades estratégicas para la implementación de sistemas de captación de agua en plantas fotovoltaicas.

### 1.1.2. Objetivos del Proyecto

En esta sección se plantea el propósito general del proyecto y se detallan los objetivos específicos que serán necesarios alcanzar para lograr de manera efectiva el resultado esperado.

#### 1.1.2.1. Objetivo General

Implementación de una empresa especializada en la venta e instalación de sistemas de recolección de agua en plantas fotovoltaicas, diseñados para aprovechar tanto el agua de lluvia como la utilizada en el lavado de paneles solares. El objetivo principal es reducir los costos asociados a la compra de agua potable, fomentar una gestión eficiente de los recursos hídricos y contribuir a la sostenibilidad ambiental mediante el riego de cortinas arbóreas que ayuden a mitigar el impacto ambiental en las plantas solares.

#### 1.1.2.2. Objetivos Específicos

- Definir los recursos técnicos, administrativos y económicos necesarios para la implementación y operación de un sistema de recolección de agua en plantas fotovoltaicas.
- Diseñar un sistema eficiente de captación, almacenamiento y distribución de agua recolectada, que garantice su adecuado uso en el riego de cortinas arbóreas y en otros procesos operativos.
- Evaluar la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento del agua de lluvia y del agua utilizada en el lavado de paneles solares, con el fin de reducir los costos asociados a la compra de agua potable y optimizar el uso de los recursos hídricos.

### 1.1.3. Contexto de desarrollo del Proyecto

El mantenimiento óptimo de las plantas solares representa un desafío importante debido al elevado uso de agua en tareas esenciales como la limpieza periódica de los paneles solares y el riego de las cortinas vegetales que protegen las instalaciones. Estas acciones son fundamentales para evitar la acumulación de polvo y residuos que puedan disminuir la eficiencia de los paneles, así como para crear barreras naturales que reduzcan el impacto de factores externos como el viento y la erosión del suelo.

El principal problema que aborda este proyecto está relacionado con la alta dependencia del agua potable adquirida de fuentes externas, lo que no solo incrementa de manera significativa los costos operativos, sino que además plantea una situación crítica en regiones con recursos hídricos limitados. Adicionalmente, la falta de un sistema adecuado para la gestión del agua utilizada en estas operaciones contribuye al desperdicio innecesario de un recurso cada vez más escaso.

Esta iniciativa pretende dar respuesta a dos desafíos fundamentales:

- Maximizar la eficiencia en el uso del agua destinada al mantenimiento de los paneles solares y al riego de las cortinas vegetales, asegurando un sistema que minimice pérdidas y optimice el aprovechamiento del recurso disponible.
- Desarrollar una estrategia sostenible para la gestión del agua, mediante la captación y reutilización del agua proveniente de lluvias y de los procesos de limpieza de los paneles solares. Este sistema permitirá disminuir la necesidad de recurrir a fuentes externas de agua potable, ofreciendo una solución económicamente eficiente y ambientalmente amigable.

La puesta en marcha de este sistema integral de recolección y reutilización de agua no solo permitirá reducir los costos asociados al recurso hídrico, sino que también reforzará la autonomía de las plantas solares, asegurando su operación eficiente y su compromiso con la preservación de los recursos naturales.

#### 1.1.4 Tendencias y Necesidades del Mercado

El mercado fotovoltaico enfrenta un desafío creciente en la gestión eficiente del recurso hídrico debido al alto consumo de agua en el lavado de paneles solares y el riego de cortinas arbóreas. Las tendencias actuales indican una demanda creciente por sistemas de captación, almacenamiento y reutilización de agua, impulsada por el aumento de costos del agua potable, regulaciones ambientales más estrictas, el enfoque en la sostenibilidad, la innovación tecnológica y la búsqueda de resiliencia operativa.

Las necesidades clave del mercado incluyen soluciones que permitan reducir costos operativos, ofrecer un retorno de la inversión claro, garantizar una fácil integración con infraestructuras existentes, requerir bajo mantenimiento y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Existe una oportunidad significativa para empresas que ofrezcan sistemas modulares y adaptables de captación y reutilización de agua, combinando eficiencia técnica, rentabilidad económica y compromiso ambiental, alineándose así con las demandas actuales y futuras del sector.

#### 1.1.5 Oportunidades del Proyecto

El proyecto de sistemas de recolección y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas presenta oportunidades clave, como la reducción de costos operativos asociados al consumo de agua potable, el cumplimiento de normativas ambientales más estrictas y la optimización en la gestión del recurso hídrico. Además, ofrece una mayor autonomía operativa al reducir la dependencia de fuentes externas de agua y contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir la presión sobre los recursos hídricos locales.

La flexibilidad y escalabilidad del sistema permiten su adaptación a plantas fotovoltaicas de diferentes tamaños y contextos, lo que amplía su potencial de mercado. En resumen, el proyecto representa una solución innovadora, rentable y sostenible que responde a las demandas actuales y futuras del sector energético fotovoltaico.

#### 1.1.6. Tamaño del proyecto

El proyecto de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas requiere una inversión inicial en equipos especializados, que incluyen sistemas de captación, almacenamiento, distribución y bombeo de agua, además de tecnologías complementarias que aseguren un funcionamiento eficiente y duradero.

En cuanto al capital humano necesario, se considera un equipo inicial compuesto por cinco personas, cada una con responsabilidades específicas que cubren la gestión general del proyecto, el diseño técnico y operativo del sistema, la implementación y mantenimiento de los equipos instalados, la gestión comercial y atención a los clientes, y las operaciones diarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Este grupo de trabajo será suficiente para cubrir las demandas iniciales del proyecto, permitiendo su correcta ejecución y operación. A medida que el proyecto crezca y se expanda, será necesario aumentar el equipo humano y técnico para adaptarse a nuevas demandas y ofrecer un servicio más amplio y especializado.

El proyecto es considerado de mediana inversión económica, pero con un alto impacto en términos de ahorro en costos operativos y sostenibilidad ambiental, lo que lo posiciona como una solución estratégica y eficiente para la industria fotovoltaica.

#### 1.1.7. Impactos relacionados con el proyecto

Los impactos asociados al proyecto de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas reflejan sus beneficios en diversas áreas clave. Este sistema no solo aborda desafíos económicos y operativos, sino que también contribuye al cuidado del medioambiente y mejora la percepción social de la industria.

A continuación, se detallan los principales impactos que este proyecto generará, destacando su relevancia para un desarrollo más eficiente y sostenible.

- Impacto económico: Se logrará una reducción significativa en los costos operativos asociados a la compra de agua potable para el lavado de paneles solares y el riego de cortinas arbóreas, optimizando así el presupuesto destinado al recurso hídrico.

- Impacto ambiental: El uso eficiente y la reutilización del agua disminuyen la presión sobre las fuentes hídricas locales, contribuyendo a la conservación de un recurso escaso y promoviendo prácticas sostenibles dentro de la industria fotovoltaica.
  - Impacto operativo: Al asegurar una fuente constante y controlada de agua reutilizable, se incrementa la autonomía operativa de las plantas solares, evitando interrupciones derivadas de problemas de suministro externo.
- Impacto social: La implementación de prácticas sostenibles no solo beneficia a las empresas, sino que también mejora la percepción pública de la industria fotovoltaica, reforzando su compromiso con la responsabilidad ambiental y la sostenibilidad a largo plazo.
- Impacto tecnológico: Promoción de la adopción de tecnologías innovadoras en la gestión hídrica, impulsando el desarrollo e implementación de sistemas más eficientes y adaptables a diferentes condiciones operativas.
- Impacto Regulatorio: Facilita el cumplimiento de normativas ambientales vigentes, asegurando que las plantas fotovoltaicas operen dentro de los estándares exigidos en el uso y manejo de recursos hídricos.

## 1.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En esta fase se utilizarán las metodologías adecuadas para determinar los costos y beneficios asociados al proyecto, lo que permitirá, posteriormente, calcular los indicadores clave que facilitarán la evaluación de la viabilidad de la propuesta en análisis.

### 1.2.1. Definición de situación base sin proyecto

Las prácticas convencionales para la gestión hídrica dependen en gran medida del suministro externo de agua potable, tanto para el lavado de los paneles solares como para el riego de las cortinas arbóreas. Este modelo de operación presenta ineficiencias significativas, tanto desde el punto de vista económico como ambiental, lo que limita la sostenibilidad de las instalaciones a largo plazo.

En términos económicos, el uso de agua potable representa un costo operativo elevado, especialmente cuando esta debe ser transportada desde fuentes lejanas. Este costo no solo incluye el valor del agua en sí, sino también los gastos asociados al transporte, almacenamiento y distribución dentro de la planta. A medida que aumenta la escasez hídrica, los precios del recurso también tienden a incrementarse, lo que agrava aún más el impacto económico sobre la operación.

Desde una perspectiva operativa, la dependencia del suministro externo de agua genera una alta vulnerabilidad ante posibles interrupciones o restricciones en el abastecimiento. Estos factores pueden retrasar las operaciones de limpieza de paneles solares o el riego adecuado de las cortinas arbóreas, lo que afecta directamente la eficiencia energética de la planta. Los paneles sucios reducen su capacidad de captación de luz solar, disminuyendo su rendimiento y, en consecuencia, la producción de energía.

En cuanto al impacto ambiental, el uso continuo de agua potable para fines que podrían ser suplidos mediante sistemas alternativos, como la recolección y reutilización de agua, genera una presión innecesaria sobre las fuentes hídricas locales. Esta práctica contribuye al desgaste de los recursos naturales, especialmente en regiones donde el acceso al agua ya es limitado. Adicionalmente, no aprovechar el agua de lluvia ni el agua residual proveniente del lavado de

paneles solares representa una oportunidad desaprovechada para optimizar recursos y reducir el impacto ambiental.

Por otro lado, la falta de un sistema eficiente de captación y almacenamiento de agua impide la implementación de medidas proactivas para enfrentar períodos de sequía o disminución en el suministro externo. Esto crea una dependencia constante y poco sostenible de proveedores externos, lo que reduce la autonomía de las plantas solares y aumenta su exposición a posibles crisis hídricas.

#### 1.2.2. Definición de situación base con proyecto

Este modelo plantea un cambio significativo en la gestión del recurso hídrico, optimizando su uso mediante la captación del agua de lluvia y la reutilización del agua proveniente del lavado de los paneles solares, con el objetivo de reducir la dependencia de fuentes externas y minimizar los costos operativos asociados al consumo de agua potable.

En este escenario, las plantas fotovoltaicas cuentan con un sistema integral de captación, almacenamiento y distribución de agua, donde se instalan canaletas estratégicamente ubicadas en las estructuras de soporte de los paneles solares. Estas canaletas permiten dirigir el agua captada hacia depósitos de almacenamiento adecuados, donde posteriormente puede ser tratada, si es necesario, para garantizar su reutilización en el riego de cortinas arbóreas o en nuevos ciclos de limpieza de los paneles solares.

Desde una perspectiva económica, el sistema reduce considerablemente los costos operativos relacionados con la compra y transporte de agua potable, ya que gran parte del recurso necesario es obtenido directamente a través del sistema de captación. Esta autonomía permite un mejor control sobre los recursos hídricos, disminuyendo la vulnerabilidad frente a aumentos en los precios del agua o interrupciones en el suministro.

En términos operativos, la implementación del proyecto otorga a las plantas fotovoltaicas una mayor independencia en la gestión del agua, asegurando un suministro constante y predecible para las actividades críticas de mantenimiento. Esto contribuye a una operación continua y eficiente de los paneles solares, evitando pérdidas de rendimiento causadas por la acumulación de polvo o residuos que disminuyen su capacidad de captación de luz solar.

Por otro lado, el impacto ambiental positivo es uno de los aspectos más destacados de la situación con proyecto. Al reducir la dependencia de fuentes externas de agua potable y reutilizar

el agua captada, se disminuye la presión sobre las fuentes hídricas locales, promoviendo un uso más responsable y sostenible del recurso. Además, el riego de las cortinas arbóreas ayuda a crear barreras naturales contra el polvo y el viento, mejorando el entorno general de las instalaciones fotovoltaicas y prolongando la vida útil de los paneles solares.

Adicionalmente, la implementación del sistema permite a las plantas cumplir con normativas ambientales vigentes y estándares internacionales de sostenibilidad, posicionándolas como empresas responsables y comprometidas con la gestión eficiente de los recursos naturales.

### 1.2.3. Método para medición de beneficios y costos.

El método para la medición de beneficios y costos consiste en un análisis sistemático para identificar, cuantificar y comparar los costos y beneficios asociados a la implementación del sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas. Este enfoque incluye la evaluación de los beneficios esperados, como el ahorro económico, la optimización de recursos y la sostenibilidad ambiental, frente a los costos involucrados, que abarcan la inversión inicial, los gastos operativos recurrentes y el mantenimiento.

- Ahorro directo para las plantas fotovoltaicas: Al implementar un sistema de captación y reutilización de agua, las plantas solares reducen significativamente los costos asociados a la compra y transporte de agua potable. El uso eficiente del agua recolectada disminuye la dependencia de proveedores externos, lo que se traduce en un ahorro constante a largo plazo.
- Autonomía en el suministro de agua: El sistema permite que las plantas fotovoltaicas cuenten con un suministro propio y constante de agua, disminuyendo su vulnerabilidad frente a interrupciones en el abastecimiento externo. Esto garantiza una operación continua y eficiente de los procesos de lavado de paneles solares y el riego de cortinas arbóreas.
- Optimización de recursos hídricos: La reutilización del agua captada, tanto de las precipitaciones como del lavado de paneles, maximiza el aprovechamiento de un recurso limitado, evitando desperdicios y contribuyendo a una gestión más sostenible del agua.
- Reducción del impacto ambiental: Al disminuir el consumo de agua potable y aprovechar fuentes alternativas, se reduce la presión sobre las fuentes hídricas locales, promoviendo prácticas más responsables y alineadas con las políticas ambientales actuales.
- Cumplimiento normativo: La implementación del sistema facilita el cumplimiento de regulaciones ambientales vigentes, asegurando que las plantas solares operen de acuerdo con los estándares establecidos para la gestión eficiente del agua.

- Posibles alianzas estratégicas: La adopción de este sistema permite a las empresas fortalecer su imagen corporativa, abrir oportunidades para colaboraciones con otras compañías del sector energético y posicionarse como un referente en sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

#### Costos Involucrados

Los costos asociados al proyecto se dividen en inversión inicial y costos operativos recurrentes, los cuales son fundamentales para garantizar el correcto funcionamiento del sistema a largo plazo.

#### Inversión Inicial:

- Adquisición e instalación de equipos: Incluye el costo de los sistemas de captación, almacenamiento y distribución de agua, así como las canaletas y bombas necesarias para su operación eficiente.
- Tecnología para el tratamiento de agua: Implementación de sistemas de filtrado y tratamiento básico para garantizar que el agua recolectada cumpla con los estándares adecuados para su reutilización.
- Infraestructura y permisos: Gastos relacionados con la adecuación de la planta, construcción de sistemas de almacenamiento y obtención de los permisos legales y ambientales necesarios para su funcionamiento.

#### Costos Operativos Recurrentes:

- Remuneración del personal: Salarios para los encargados de la operación, monitoreo y mantenimiento del sistema.
- Consumo energético: Costos asociados al funcionamiento de las bombas de agua, sistemas automatizados y equipos de tratamiento.
- Productos para el mantenimiento: Adquisición de insumos químicos especializados para el tratamiento y mantenimiento del sistema de captación.
- Mantenimiento preventivo y correctivo: Revisión periódica y reparaciones necesarias para asegurar el funcionamiento óptimo de los equipos y prevenir fallos operativos.
- Servicios básicos: Pagos por electricidad, agua potable residual y otros insumos esenciales para el funcionamiento continuo del sistema.
- Gestión de residuos: Procesos para la eliminación segura de residuos generados durante el tratamiento del agua, garantizando el cumplimiento de las normativas ambientales.

#### Análisis de Beneficios y Costos

Para determinar la viabilidad financiera del proyecto, se realizarán proyecciones económicas y financieras que consideren diferentes escenarios de operación.

Este análisis se basará en los siguientes indicadores clave:

- Valor Actual Neto (VAN): Permitirá determinar si el proyecto generará un valor económico positivo a largo plazo, al descontar los flujos de caja futuros al presente.
- Tasa Interna de Retorno (TIR): Medirá la rentabilidad financiera del proyecto, comparando el retorno esperado con el costo de la inversión inicial.
- Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI): Indicará el tiempo estimado necesario para recuperar el capital invertido, evaluando la rapidez con la que el proyecto comenzará a generar beneficios netos.

#### 1.2.4. Indicadores

Los indicadores económicos tienen como finalidad proporcionar información clara, precisa y confiable que permita determinar la viabilidad del proyecto, alineada con los objetivos establecidos.

Para este análisis se utilizarán los indicadores Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), los cuales se describirán a continuación en detalle.

##### 1.2.4.1. Valor Actualizado Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador financiero utilizado para evaluar la rentabilidad de un proyecto, al calcular el valor presente de los flujos de caja futuros, descontando la inversión inicial y considerando tanto los ingresos proyectados como los costos asociados. Este criterio permite determinar si un proyecto es financieramente viable y si generará un retorno adecuado sobre la inversión realizada.

Para interpretar el VAN, se aplican las siguientes condiciones:

- $VAN > 0$ : El proyecto es rentable, ya que los flujos de caja futuros superan la inversión inicial y cumplen con la tasa de descuento exigida.

- $VAN = 0$ : El proyecto es indiferente, ya que los flujos de caja futuros cubren exactamente la inversión inicial y la tasa de descuento exigida, sin generar ganancias adicionales.
- $VAN < 0$ : El proyecto no es viable financieramente, dado que los flujos de caja no alcanzan a cubrir la inversión inicial ni la tasa de descuento requerida.

#### 1.2.4.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un indicador financiero que representa la tasa de rentabilidad esperada de una inversión en un proyecto. En otras palabras, es el porcentaje de ganancia o pérdida que generará el capital invertido, basado en los flujos de caja futuros estimados.

Este indicador mide la eficiencia financiera del proyecto al determinar la tasa de descuento que iguala el Valor Actual Neto (VAN) a cero. Cuando la TIR es superior a la tasa de descuento requerida, el proyecto se considera viable y rentable. Por el contrario, si la TIR es inferior a la tasa de descuento, el proyecto no cumple con los estándares de rentabilidad esperados.

#### 1.2.4.3. Período de recuperación de la inversión (PRI)

El Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es un indicador financiero que calcula el tiempo necesario para recuperar el capital inicial invertido en un proyecto a través de los flujos de caja generados. En otras palabras, muestra el plazo requerido para que los ingresos netos acumulados iguallen la inversión inicial, revelando así el momento en el que el proyecto comienza a generar beneficios netos.

Este indicador es especialmente útil para evaluar el riesgo financiero, ya que un periodo de recuperación más corto implica menor exposición al riesgo y una mayor liquidez para el inversionista. Por el contrario, un periodo más largo sugiere una mayor incertidumbre sobre la recuperación del capital invertido.

#### 1.2.5. Criterios de Evaluación

Para el análisis financiero del presente proyecto, se elaborarán múltiples flujos de caja, abarcando tanto el escenario base del proyecto sin financiamiento externo como diversas alternativas de financiamiento disponibles. Estos flujos permitirán examinar a fondo el comportamiento económico del proyecto bajo diferentes condiciones y estructuras financieras.

En todos los escenarios propuestos, se deberán cumplir los siguientes criterios fundamentales:

- Se aceptará el proyecto con  $VAN > 0$
- Se aceptará el proyecto con  $TIR \geq$  Tasa de descuento
- PRI; menor o igual que el periodo de evaluación del proyecto.

#### 1.2.6. Estructura de evaluación del proyecto

Para la ejecución del proyecto, es esencial reunir, organizar y analizar la información disponible. Por ello, se llevarán a cabo estudios de prefactibilidad, abarcando los ámbitos técnico, económico, legal y de mercado, con el fin de garantizar una evaluación integral y precisa.

##### 1.2.6.1. Estudio de mercado

Según datos de la Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento (ACERA), Chile cuenta actualmente con más de 100 parques fotovoltaicos en operación, los cuales aportan una parte significativa a la matriz energética nacional. Estas instalaciones, distribuidas en diversas regiones, enfrentan desafíos operativos comunes relacionados con el consumo y gestión eficiente del agua para el lavado de paneles solares y el riego de cortinas arbóreas.

Un informe del Ministerio de Energía indica que cerca del 80% de las plantas fotovoltaicas dependen de fuentes externas de agua potable, lo que genera altos costos operativos y vulnerabilidad frente a interrupciones en el suministro. Además, se estima que aproximadamente el 60% de estas plantas no cuenta con sistemas integrados de captación y reutilización de agua, lo que refleja una dependencia crítica de recursos externos.

En cuanto a las prácticas de mantenimiento actuales, la mayoría de los parques fotovoltaicos realizan el lavado de paneles de manera periódica, utilizando grandes volúmenes de agua potable. Sin embargo, estudios recientes indican que un sistema de captación de agua

de lluvia y reutilización de agua de lavado podría reducir hasta en un 50% los costos asociados al consumo de agua.

El aumento en los costos del agua potable, junto con la creciente escasez hídrica en varias regiones donde operan estas plantas, ha llevado a las empresas a buscar soluciones más sostenibles. Actualmente, solo un 30% de los parques solares han implementado sistemas básicos de captación de agua, y la mayoría de ellos carecen de una infraestructura adecuada para su almacenamiento y distribución eficiente.

En los últimos años, Chile ha enfrentado prolongadas sequías y un incremento en las restricciones al uso del agua potable, lo que ha impactado directamente en los costos y la operación de las plantas solares. Este escenario ha generado una mayor conciencia en la industria respecto a la necesidad de sistemas autónomos de captación y reutilización de agua, no solo para reducir costos, sino también para cumplir con normativas ambientales más estrictas.

#### 1.2.7.2 Estudio técnico

El estudio técnico analiza la viabilidad operativa y los recursos necesarios para implementar un sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas. El proyecto contempla la instalación de canaletas de captación, sistemas de almacenamiento, bombas de distribución, sistemas de filtración y tratamiento básico, y un sistema automatizado de monitoreo para optimizar el uso del recurso hídrico.

La capacidad de captación y almacenamiento dependerá de factores como la superficie disponible, los índices de precipitación anual y la frecuencia de lavado de paneles solares. El diseño del sistema será adaptable a diferentes condiciones climáticas y geográficas, garantizando su eficiencia en diversos escenarios operativos.

#### 1.2.7.3. Estudio económico

El estudio económico tiene como objetivo determinar la viabilidad financiera del sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas, analizando los costos de inversión inicial, los gastos operativos recurrentes y los beneficios esperados a lo largo del tiempo.

La inversión inicial incluye la adquisición e instalación de canaletas de captación, sistemas de almacenamiento y distribución de agua, equipos de filtración y tratamiento básico, así como los costos asociados a permisos e infraestructura complementaria.

Los costos operativos recurrentes abarcan el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, el consumo energético para el funcionamiento de bombas y sistemas automatizados, la remuneración del personal encargado del sistema y los insumos necesarios para el tratamiento del agua.

Por otro lado, los beneficios económicos incluyen la reducción de costos asociados a la compra y transporte de agua potable, el ahorro en consumo de recursos externos, y la optimización de los procesos de limpieza y riego, lo que aumenta la eficiencia operativa de los paneles solares.

#### Criterio de evaluación 'Tasa Interna de Retorno' (TIR)

El criterio de evaluación de la Tasa Interna de Retorno (TIR) es una herramienta financiera que permite determinar si un proyecto es viable para la inversión. Esta tasa representa la rentabilidad esperada que generará el capital invertido, funcionando como un indicador clave para medir la eficiencia financiera del proyecto.

La TIR refleja la tasa de retorno mínima aceptable para que la inversión sea considerada rentable, teniendo en cuenta tanto el riesgo asociado como el valor presente de los flujos de caja futuros. Si la TIR es igual o superior a la tasa de descuento requerida, el proyecto se considera viable; de lo contrario, se recomienda no llevarlo a cabo.

#### Criterio de evaluación 'Período Recuperación de la Inversión' (PRI)

El criterio de decisión utilizado determina el tiempo necesario para recuperar el capital invertido en el proyecto a partir de los flujos de caja generados. En este caso, el proyecto cuenta con un horizonte de evaluación de 5 años, periodo en el cual se espera recuperar la inversión inicial y comenzar a generar beneficios netos.

## **CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO**

## **2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL MERCADO**

El análisis de prefactibilidad de mercado representa el inicio del estudio del entorno comercial, tanto en su estado actual como en sus proyecciones futuras. En esta etapa, se examinan las variables que pueden influir en la oferta y la demanda, permitiendo identificar posibles riesgos y oportunidades. Además, aquí se establecen la ubicación estratégica óptima para la operación del proyecto y los métodos de comercialización más adecuados para llegar eficazmente al mercado objetivo

### **2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

El sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas es una solución diseñada para optimizar el uso de recursos hídricos en actividades clave como el lavado de paneles solares y el riego de cortinas arbóreas. Este sistema aprovecha tanto el agua de lluvia como el agua utilizada en el mantenimiento de los paneles, permitiendo su recolección, almacenamiento y tratamiento básico para su reutilización. Al reducir la dependencia de fuentes externas de agua potable, se minimizan los costos operativos y se garantiza una mayor autonomía en el suministro del recurso.

El producto está compuesto por canaletas de captación estratégicamente instaladas, sistemas de almacenamiento de alta capacidad, bombas para la distribución eficiente del agua, y un sistema de tratamiento básico y monitoreo automatizado que asegura un funcionamiento continuo y efectivo. Esta solución no solo reduce los costos asociados al consumo de agua, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental, alineándose con las normativas actuales y fortaleciendo el compromiso de las plantas fotovoltaicas con la gestión responsable de los recursos naturales.

Tabla 2-1 Definición del producto

|                             |                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la Empresa        | Ecohidrosolar Spa                                                                                                                                                         |
| Tipo de Empresa             | Microempresa                                                                                                                                                              |
| Proceso por Utilizar        | Captación, almacenamiento, tratamiento y reutilización de agua para el lavado de paneles solares y riego de cortinas arbóreas.                                            |
| Área de Operación           | Gestión y tratamiento de recursos hídricos                                                                                                                                |
| Especialidad                | Optimización del uso del agua en plantas fotovoltaicas mediante sistemas de captación y reutilización.                                                                    |
| Región                      | Sexta región                                                                                                                                                              |
| Comuna                      | Rancagua                                                                                                                                                                  |
| Cantidad de Trabajadores    | 5 personas                                                                                                                                                                |
| Infraestructura             | Instalaciones modulares adaptables a diferentes tamaños de plantas fotovoltaicas.                                                                                         |
| Tecnología Aplicada         | Sistemas automatizados de captación, filtrado, almacenamiento y distribución de agua.                                                                                     |
| Fuente de Recursos Hídricos | Agua de lluvia y agua proveniente del lavado de paneles solares.                                                                                                          |
| Clientes Potenciales        | Plantas fotovoltaicas de mediana y gran escala.                                                                                                                           |
| Alcance del Servicio        | Diseño, instalación, capacitación, monitoreo y mantenimiento preventivo/correctivo del sistema de captación y reutilización de agua.                                      |
| Beneficios Clave            | Reducción de costos operativos, optimización de recursos hídricos, sostenibilidad ambiental, autonomía en el suministro de agua y cumplimiento de normativas ambientales. |
| Impacto Ambiental           | Reducción de presión sobre fuentes externas de agua potable y mejora en la eficiencia operativa de plantas solares.                                                       |
| Visión                      | Ser referentes en la implementación de sistemas innovadores y sostenibles para la gestión eficiente del agua en plantas fotovoltaicas.                                    |
| Misión                      | Proporcionar soluciones tecnológicas que optimicen el uso del agua, reduciendo costos y contribuyendo al cuidado del medioambiente.                                       |

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA

Antes de llevar a cabo los cálculos relacionados con la demanda de sistemas de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas, es fundamental establecer ciertos conceptos clave vinculados a la gestión hídrica y la operación de parques solares. Esto permitirá comprender con mayor claridad la segmentación del mercado y las razones principales por las cuales las empresas del sector estarían interesadas en adoptar este tipo de soluciones tecnológicas.

- Gestión eficiente del recurso hídrico:

La optimización en el uso del agua es uno de los desafíos críticos en las plantas fotovoltaicas. Esto implica la implementación de sistemas especializados que permitan captar, almacenar y reutilizar el agua, tanto de las precipitaciones como del proceso de lavado de paneles solares. El aprovechamiento adecuado de estos recursos es esencial para minimizar los costos asociados al consumo de agua potable y garantizar un suministro constante para las operaciones críticas de mantenimiento y riego. Además, cumplir con las normativas ambientales se ha convertido en un requisito obligatorio para las empresas del sector, lo que hace que la instalación de estos sistemas sea una solución estratégica y rentable.

- Prácticas convencionales de gestión del agua:

En la actualidad, muchas plantas fotovoltaicas dependen del uso de grandes volúmenes de agua potable para el lavado de paneles solares y el riego de cortinas arbóreas. Este método tradicional no solo representa altos costos operativos, sino que además resulta insostenible en regiones con escasez hídrica. Al implementar un sistema de captación y reutilización de agua, las plantas pueden optimizar su consumo y reducir significativamente los costos asociados al transporte y compra del recurso.

- Reutilización del agua captada:

El sistema propuesto incluye la capacidad de recolectar y tratar el agua proveniente de las precipitaciones y del lavado de paneles solares. Esta agua es almacenada y sometida a un tratamiento básico para garantizar su calidad y permitir su reutilización en procesos clave. Este enfoque no solo reduce la dependencia de fuentes externas, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y al cumplimiento de las regulaciones actuales. Las empresas que

adopten esta tecnología no solo reducirán sus costos operativos, sino que además podrán fortalecer su imagen corporativa al alinearse con políticas de responsabilidad ambiental.

- Proceso de captación y reutilización:

El sistema de captación propuesto para plantas fotovoltaicas está diseñado para operar de manera automatizada y eficiente, asegurando la máxima recolección y aprovechamiento del agua disponible. El proceso incluye varias etapas: captación mediante canaletas instaladas en las estructuras de los paneles solares, almacenamiento en depósitos especializados, tratamiento del agua recolectada y su distribución para actividades como el lavado periódico de los paneles y el riego de cortinas arbóreas. Este enfoque garantiza una gestión eficiente del recurso, reduciendo pérdidas por evaporación o filtración.

- Normativas ambientales y regulatorias:

El sistema propuesto está diseñado para cumplir con las normativas vigentes en materia de gestión de recursos hídricos y sostenibilidad ambiental. Esto incluye el cumplimiento de estándares para el tratamiento y reutilización del agua captada, asegurando que no represente riesgos para el entorno ni para los procesos operativos de la planta. Las plantas que adopten este sistema podrán cumplir con las regulaciones sin depender de proveedores externos, manteniendo un control total sobre sus operaciones.

- Segmentación del mercado:

El sistema está orientado a plantas fotovoltaicas de mediana y gran escala, donde el consumo de agua representa un desafío tanto económico como operativo. Estas instalaciones requieren soluciones adaptables y escalables que les permitan reducir costos, optimizar el recurso hídrico y cumplir con las exigencias normativas. Según datos de la industria energética, un alto porcentaje de las plantas fotovoltaicas en Chile carecen de sistemas especializados de captación y reutilización de agua, lo que representa una oportunidad significativa para la implementación de esta tecnología.

- Demanda actual:

La demanda de sistemas de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas está impulsada por factores como el aumento en los costos del agua potable, la escasez hídrica en regiones críticas y la necesidad de cumplir con normativas ambientales más estrictas. Actualmente, la mayoría de las plantas dependen de suministros externos, lo que representa un alto costo operativo y una vulnerabilidad constante ante interrupciones en el abastecimiento. Implementar estos sistemas permitirá reducir la dependencia externa y asegurar un suministro continuo y eficiente. Según Coordinador eléctrico nacional hay 58 parques fotovoltaicos en operación al 2024, esto es una gran oportunidad al desarrollo del proyecto debido a que la capacidad instalada es de 1630 MW y a nivel nacional nos encontramos con la existencia de más de 550 proyectos en operación, alcanzando los 10.868 MW.

- Demanda futura:

Se proyecta un crecimiento sostenido en la demanda de sistemas de captación y reutilización de agua, impulsado por la necesidad de cumplir con regulaciones ambientales más estrictas y por la búsqueda de mayor eficiencia operativa. Las empresas del sector buscarán cada vez más tecnologías que les permitan reducir costos y minimizar su impacto ambiental. Además, el uso responsable del agua será un factor clave para la competitividad en el mercado energético, posicionando a las plantas que adopten estos sistemas en una ventaja estratégica frente a sus competidores. Se espera que para el año 2025 el crecimiento de las plantas fotovoltaicas aumente en un 2,53%, esto según el coordinador eléctrico nacional en el informe mensual de octubre 2024.

Según datos de Mordor Intelligence, se proyecta que el mercado de energía solar en Chile crecerá a una tasa compuesta anual del 20,80% entre 2024 y 2029, alcanzando los 21,61 gigavatios para 2029

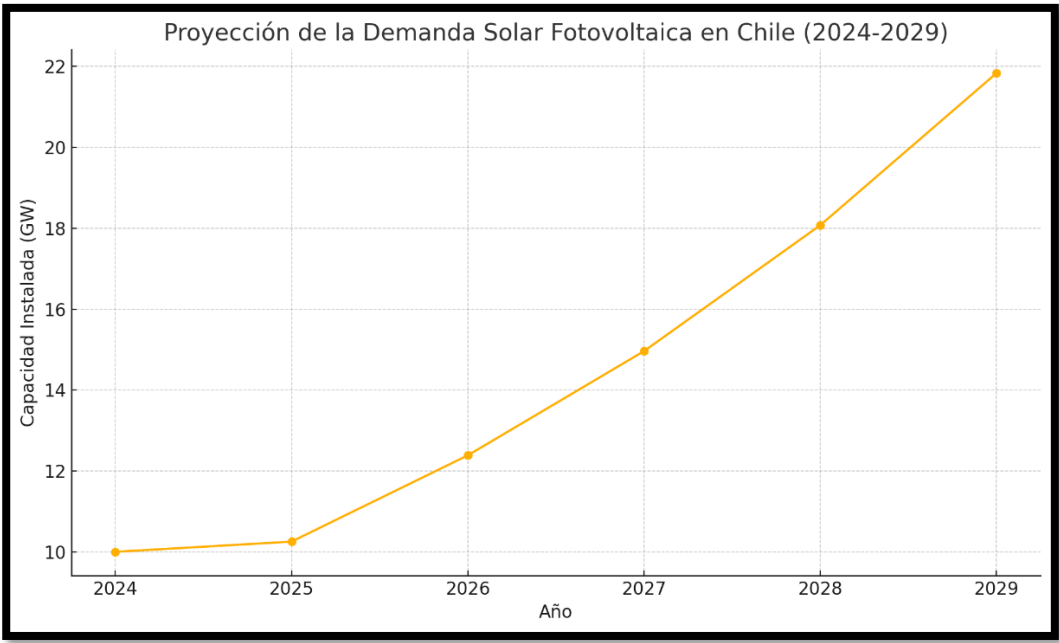


Gráfico 2-1 Proyección de la demanda solar fotovoltaica en Chile (2024-2029)

Fuente: Elaboración propia

2.3. VARIABLES QUE AFECTAN A LA DEMANDA

Las variables que determinan la demanda de sistemas de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas están influenciadas por factores tanto internos como externos al sector energético. A continuación, se describen las principales variables que inciden en esta demanda:

- Crecimiento de la industria fotovoltaica:

El aumento en la implementación de plantas fotovoltaicas influye directamente en la demanda de recursos hídricos necesarios para el lavado de paneles solares y el riego de cortinas arbóreas. A medida que el sector crece, aumenta también la necesidad de soluciones eficientes para la gestión del agua, lo que convierte a estos sistemas en una inversión estratégica para optimizar el uso del recurso hídrico y reducir costos operativos.

- Normativas ambientales y regulatorias:

Las regulaciones establecidas por organismos ambientales y entidades gubernamentales son uno de los factores más determinantes en la adopción de sistemas de captación y reutilización

de agua. Las normativas exigen prácticas sostenibles en el uso del recurso hídrico, reduciendo el consumo de agua potable y fomentando su reutilización. Cualquier cambio en estas normativas, ya sea un endurecimiento o flexibilización, impacta directamente en la demanda de estos sistemas.

- Eficiencia operativa y reducción de costos:

Las empresas fotovoltaicas buscan constantemente formas de optimizar sus procesos y reducir costos operativos. La implementación de un sistema que permite reutilizar el agua de lavado y captar agua de lluvia ofrece una ventaja competitiva, ya que disminuye los gastos relacionados con la compra, transporte y almacenamiento de agua potable. Cuanto más costoso sea el acceso al agua, mayor será el interés en adoptar estas tecnologías.

- Sostenibilidad y responsabilidad ambiental:

La tendencia global hacia la sostenibilidad y la adopción de políticas ambientales responsables han aumentado la presión sobre las empresas para reducir su huella hídrica. Las plantas fotovoltaicas que implementen sistemas de captación y reutilización de agua no solo cumplirán con los estándares ambientales, sino que también mejorarán su imagen corporativa, atrayendo posibles inversores y clientes interesados en prácticas sostenibles.

- Ciclos de inversión y acceso a financiamiento:

La implementación de estos sistemas requiere una inversión inicial considerable. Por lo tanto, la disponibilidad de financiamiento, créditos blandos o programas de apoyo gubernamental puede ser determinante en la decisión de adopción. Las facilidades de pago y financiamiento a largo plazo pueden hacer más accesible la implementación de estas tecnologías.

- Competencia en el mercado energético:

En un mercado competitivo, las plantas fotovoltaicas buscan diferenciarse mediante la adopción de tecnologías innovadoras que mejoren su eficiencia operativa y reduzcan costos. La implementación de sistemas de captación y reutilización de agua representa una ventaja competitiva significativa, ya que permite operar con mayor independencia de fuentes externas de agua.

- Condiciones climáticas y disponibilidad de agua:

El contexto climático regional influye directamente en la demanda de estos sistemas. En áreas donde la escasez de agua es crítica, las plantas fotovoltaicas enfrentan costos operativos más altos debido al transporte de agua potable desde fuentes distantes. Además, en regiones con precipitaciones moderadas, los sistemas de captación permiten aprovechar al máximo este recurso natural.

- Avances tecnológicos:

La innovación tecnológica juega un papel clave en la adopción de sistemas de captación y reutilización de agua. A medida que surgen tecnologías más avanzadas, automatizadas y de bajo mantenimiento, el costo de implementación tiende a reducirse, haciendo más accesible su adopción para un mayor número de plantas fotovoltaicas.

- Expansión de la infraestructura fotovoltaica:

El crecimiento en la construcción de nuevas plantas fotovoltaicas o la expansión de las ya existentes aumenta la necesidad de gestionar eficientemente los recursos hídricos. Las nuevas instalaciones representan una oportunidad directa para la adopción de estos sistemas, ya que permiten integrar la captación y reutilización de agua desde el inicio de las operaciones.

- Percepción de riesgo ante la escasez de agua:

La preocupación por la disponibilidad futura del agua potable es un factor determinante en la decisión de inversión en sistemas de captación. Las plantas fotovoltaicas que perciben un riesgo alto ante interrupciones en el suministro de agua potable tienden a invertir en soluciones autónomas que les aseguren un suministro constante y controlado.

## **2.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA**

En la actualidad, en la industria fotovoltaica chilena, la gestión del recurso hídrico para el lavado de paneles solares y el riego de cortinas arbóreas depende en gran medida de proveedores

externos y métodos convencionales de suministro de agua potable. Sin embargo, existe una tendencia creciente hacia la implementación de sistemas propios de captación y reutilización de agua, lo que permite a las empresas operar de manera más eficiente, reducir costos y cumplir con las exigencias ambientales vigentes.

#### Situación Actual: Gestión Hídrica en Plantas Fotovoltaicas

En la zona central de Chile, donde se concentra una parte importante de la capacidad instalada de plantas solares, las empresas han dependido tradicionalmente del suministro externo de agua potable para sus operaciones. Este modelo implica altos costos operativos, debido al transporte y almacenamiento del agua, y expone a las plantas a riesgos operativos por interrupciones en el suministro. Además, gran parte de esta agua se pierde por evaporación o filtración, lo que aumenta el desperdicio y los costos adicionales.

A continuación, se identifican algunos actores clave en la prestación de servicios relacionados con la gestión hídrica en la industria fotovoltaica:

#### 2.4.1 Principales Proveedores de Soluciones Hídricas en la Industria Fotovoltaica

##### AquaTech Chile Ltda.

Empresa especializada en el suministro de agua para operaciones industriales, incluyendo plantas solares. Ofrecen servicios de transporte y distribución de agua potable para lavado y riego.

Ubicación: Calle El Rosal 456, Santiago, Región Metropolitana.

Servicios: Transporte de agua potable, mantenimiento de sistemas de almacenamiento.

##### HidroSol SPA

Proveedor enfocado en el diseño e instalación de sistemas básicos de almacenamiento de agua para aplicaciones industriales, incluyendo el riego de cortinas arbóreas en plantas solares.

Ubicación: Camino Real 789, La Serena, Región de Coquimbo.

Servicios: Instalación de sistemas de almacenamiento de agua, monitoreo de recursos hídricos.

##### EcoAgua Chile

Empresa especializada en soluciones integrales para la gestión y suministro de agua industrial, ofreciendo tecnología adaptada para el sector energético.

Ubicación: Parque Industrial Quilicura, Santiago, Región Metropolitana.

Servicios: Instalación de sistemas de bombeo, mantenimiento preventivo de equipos de distribución.

Proveedores Internacionales y Soluciones Tecnológicas Avanzadas:

A nivel internacional, las tecnologías de captación y reutilización de agua han avanzado considerablemente, permitiendo a las plantas solares reducir su consumo de agua potable y optimizar sus procesos operativos. Las soluciones más innovadoras incluyen sistemas automatizados de captación de agua de lluvia, tratamiento básico y almacenamiento eficiente, lo que garantiza un uso sostenible del recurso.

#### GreenHydro Solutions

Empresa internacional que diseña sistemas modulares para la captación y tratamiento de agua en instalaciones industriales, incluyendo plantas fotovoltaicas.

Ubicación: Berlín, Alemania.

Servicios: Diseño, venta e instalación de sistemas automatizados de captación y reutilización de agua.

#### AquaRenew Technologies

Proveedor global de sistemas de tratamiento y reutilización de agua industrial, con soluciones personalizadas para el sector energético.

Ubicación: California, EE.UU.

Servicios: Instalación de sistemas avanzados de tratamiento de agua, asesoría técnica.

#### Proyección Futura de la Oferta

En los próximos años, se espera un crecimiento sostenido en la implementación de sistemas de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas en Chile. Esto se debe al aumento de los costos del agua potable, la creciente escasez hídrica y el endurecimiento de las regulaciones ambientales.

Las soluciones tecnológicas que incorporen sistemas de tratamiento y reutilización del agua captada se posicionarán como las opciones más atractivas para el sector, ya que permiten reducir costos, optimizar procesos y cumplir con las exigencias regulatorias. Según datos del Ministerio de Energía, se proyecta un crecimiento del 8% anual en la implementación de tecnologías hídricas en plantas solares.

## Tendencias de la Oferta Futura

**Crecimiento en la adopción de sistemas automatizados:** Con el aumento en los costos de acceso al agua potable y las exigencias regulatorias, más plantas solares buscarán sistemas propios de captación y reutilización de agua, disminuyendo su dependencia de proveedores externos.

**Sostenibilidad como prioridad:** Las soluciones que permitan reducir la huella hídrica y el impacto ambiental se convertirán en las más demandadas, ya que las empresas buscan alinearse con las políticas globales de sostenibilidad y mejorar su imagen corporativa.

**Expansión de proveedores internacionales en Chile:** Se espera que empresas extranjeras especializadas en tecnologías avanzadas para la gestión hídrica, como GreenHydro Solutions y AquaRenew Technologies, ingresen con fuerza al mercado chileno, ofreciendo sistemas modulares y adaptables a las condiciones locales.

## 2.5. COMPORTAMIENTO DEL MERCADO

El mercado de plantas de desinfección de camiones avícolas está en constante evolución, influenciado por la creciente demanda de eficientes en la industria avícola, las normativas sanitarias cada vez más estrictas y la necesidad de mejorar la sostenibilidad en las operaciones. El sector de la bioseguridad en el transporte avícola forma parte de una economía dinámica y desafiante, por lo que es crucial analizar tanto el entorno interno como el externo para comprender mejor las oportunidades y amenazas del mercado.

### 2.5.1 Análisis Pestel

El análisis Pestel permite examinar los factores externos que influyen en el desarrollo e implementación de un sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas. A continuación, se detallan los principales factores que pueden impactar el proyecto:

#### **Factores políticos**

El respaldo de políticas energéticas y medioambientales genera un ambiente favorable para la implementación de este sistema, siempre y cuando se cumplan las regulaciones vigentes.

- **Políticas Energéticas:** El Gobierno de Chile ha impulsado políticas públicas enfocadas en el crecimiento de las energías renovables, promoviendo incentivos para la adopción de tecnologías sostenibles.
- **Regulaciones Hídricas:** Existen normativas estrictas respecto al uso y manejo del recurso hídrico, especialmente en zonas con escasez de agua.
- **Normativas Ambientales:** Se aplican estándares para la reutilización del agua en procesos industriales, lo que favorece la implementación de sistemas eficientes de captación y tratamiento.
- **Estabilidad Política:** Chile presenta un entorno político estable que facilita la inversión en proyectos de largo plazo.

### **Factores económicos**

La reducción de costos operativos derivados del uso eficiente del agua representa un incentivo económico clave para la adopción de este sistema.

- **Costo del Agua Potable:** El aumento constante en los costos del agua potable impacta directamente en los gastos operativos de las plantas fotovoltaicas.
- **Incentivos Económicos:** Existen fondos y programas de financiamiento para proyectos sostenibles en el sector energético.
- **Escasez Hídrica:** La disminución en la disponibilidad de agua potable incrementa los costos asociados a su compra y transporte.
- **Inflación y Tipo de Cambio:** Factores macroeconómicos como la inflación y el tipo de cambio pueden afectar la adquisición de tecnología y materiales especializados.

### **Factor social**

La implementación de un sistema sostenible de captación y reutilización de agua refuerza el compromiso social de la empresa y mejora su reputación.

- **Conciencia Ambiental:** Existe una creciente preocupación en la sociedad chilena por el cuidado del medioambiente y el uso responsable del agua.
- **Aceptación de Prácticas Sostenibles:** Las comunidades locales y los consumidores valoran cada vez más las prácticas empresariales sostenibles.
- **Responsabilidad Social Empresarial:** Las empresas que implementan tecnologías sostenibles mejoran su imagen pública y aumentan su aceptación social.
- **Disponibilidad de Mano de Obra Calificada:** Existe una fuerza laboral capacitada para operar y mantener sistemas de gestión hídrica.

### **Factores tecnológicos**

El desarrollo tecnológico proporciona herramientas clave para la implementación exitosa del sistema, mejorando su eficiencia y rentabilidad.

- **Avances en Sistemas de Captación y Tratamiento de Agua:** Las nuevas tecnologías permiten mejorar la eficiencia en la captación, almacenamiento y reutilización del agua.
- **Automatización de Procesos:** Los sistemas automatizados facilitan el monitoreo y control eficiente del recurso hídrico.
- **Innovación en Almacenamiento de Agua:** Se han desarrollado materiales y estructuras más duraderas y eficientes para el almacenamiento de agua.
- **Acceso a Tecnología Especializada:** El acceso a proveedores internacionales facilita la implementación de soluciones avanzadas.

### **Factores ecológicos**

El sistema contribuye directamente a la mitigación de impactos ambientales negativos y refuerza el cumplimiento de las metas de sostenibilidad.

- **Escasez de Agua:** La disminución de recursos hídricos en Chile, especialmente en regiones áridas, refuerza la necesidad de optimizar su uso.
- **Impacto Ambiental Positivo:** La reutilización de agua reduce la presión sobre las fuentes naturales, contribuyendo a la conservación de ecosistemas locales.
- **Adaptación al Cambio Climático:** El sistema ayuda a enfrentar los desafíos asociados a la variabilidad climática y la disponibilidad de agua.
- **Normativas de Sustentabilidad:** Se promueve el cumplimiento de certificaciones ambientales en la industria energética.

### **Factores legales**

El cumplimiento de los requisitos legales es esencial para evitar sanciones y garantizar la operación continua del sistema.

- **Regulación del Uso del Agua:** Existen leyes específicas sobre el uso, tratamiento y disposición del agua en procesos industriales.
- **Cumplimiento de Normativas Ambientales:** Las plantas deben cumplir con estándares nacionales e internacionales de gestión ambiental.
- **Permisos y Autorizaciones:** Se requieren permisos específicos para la implementación de sistemas de captación y tratamiento de agua.

- Normativas de Seguridad Industrial: Las instalaciones deben cumplir con requisitos de seguridad y prevención de riesgos.

El análisis revela que el entorno externo es favorable para la implementación de un sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas. Factores como el respaldo gubernamental, la escasez de recursos hídricos, los avances tecnológicos y la creciente conciencia social sobre la sostenibilidad ambiental refuerzan la viabilidad del proyecto.

Sin embargo, es necesario monitorear continuamente los cambios en la normativa legal y ambiental, así como considerar los factores económicos y climáticos que puedan influir en los costos y en la operatividad del sistema.

Este análisis proporciona una base sólida para la planificación estratégica y la toma de decisiones informadas, asegurando que el sistema propuesto responda eficazmente a las demandas actuales y futuras del sector energético fotovoltaico.

## **2.6. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PRECIO Y PROYECCIONES**

Para definir los niveles de precios en la venta de sistemas de captación y reutilización de agua para plantas fotovoltaicas, es fundamental considerar tres aspectos clave que influyen en la estrategia de precios:

Maximización de ganancias:

El objetivo principal es garantizar la rentabilidad del proyecto, estableciendo precios que maximicen los márgenes de beneficio mediante una combinación equilibrada entre costos de producción, demanda del mercado y competencia existente.

Rendimiento y estabilidad:

El precio debe asegurar un rendimiento financiero sostenible a largo plazo, ajustándose a las condiciones del mercado, los costos operativos recurrentes y las proyecciones económicas.

- Equilibrio competitivo:

Los precios deben ser competitivos respecto a las soluciones alternativas existentes en el mercado, manteniendo un equilibrio que permita captar clientes sin sacrificar la rentabilidad del proyecto.

- Estrategia de fijación de precios

La estrategia para determinar el precio final del sistema de captación y reutilización de agua se basa en los siguientes factores:

**Factores que afectan el precio:**

- Tamaño y capacidad del sistema:

El precio varía en función de la superficie de captación, la capacidad de almacenamiento y el volumen de agua procesado. Sistemas de mayor capacidad tendrán costos más altos debido a la infraestructura y tecnología requerida.

- Personalización del sistema:

Dependiendo de las necesidades específicas de cada planta fotovoltaica (número de paneles solares, disposición geográfica, clima local), el sistema puede requerir ajustes personalizados, lo que influirá en el precio final.

- Instalación y puesta en marcha:

Los costos relacionados con la instalación del sistema, capacitación del personal y pruebas iniciales de funcionamiento afectan directamente el precio total.

- Mantenimiento y soporte técnico:

Los contratos de mantenimiento preventivo y correctivo, actualizaciones tecnológicas y soporte técnico especializado son elementos que se consideran en el precio final.

- Ajustes por variaciones en insumos:

Factores externos, como aumentos en los costos de materiales, sistemas de filtrado o consumo energético, pueden generar ajustes en el precio final.

**Ajustes de precios y proyecciones.**

- Ajustes anuales de precios:

Los precios se reajustarán anualmente según la variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC), más un 5% adicional para cubrir incrementos en costos operativos y de insumos.

- Ajustes extraordinarios:

Se aplicarán ajustes en caso de que las variaciones en el costo de materiales clave (filtros, bombas, canaletas) superen el 10% mensual.

- Proyecciones de demanda:

Se espera un aumento del 15% anual en la demanda de sistemas de captación y reutilización de agua, impulsado por la escasez hídrica, el aumento en los costos del agua potable y las exigencias regulatorias ambientales.

- Estrategia frente a la competencia

Al comparar con los costos operativos actuales asociados al uso de agua potable externa y los servicios de transporte y almacenamiento, los sistemas propios de captación y reutilización de agua representan una inversión rentable a mediano y largo plazo. Estos sistemas permiten a las plantas fotovoltaicas:

- Reducir costos asociados al consumo de agua potable.
- Asegurar un suministro constante y autónomo.
- Cumplir con las normativas ambientales vigentes.
- Mejorar su posición competitiva y sostenibilidad operativa.

Tabla 2-2 Listado de precios bases

| Tipo de sistema                  | Valor en CLP |           | Valor en UF |        |
|----------------------------------|--------------|-----------|-------------|--------|
| Sistema para planta fotovoltaica | \$           | 4.550.000 | UF          | 118,38 |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2025, \$ 38.434

El establecimiento de precios para los sistemas de captación y reutilización de agua debe considerar tanto los factores técnicos y económicos, como las condiciones específicas de cada planta fotovoltaica. Además, es fundamental mantener una estrategia flexible que permita ajustar los precios ante posibles cambios en los costos de insumos o condiciones del mercado.

Este enfoque no solo garantiza la viabilidad financiera del sistema, sino que también posiciona a la empresa como un proveedor clave en el mercado de soluciones hídricas para el sector fotovoltaico, contribuyendo al mismo tiempo al cuidado y uso eficiente de los recursos naturales.

## 2.7. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN

La ubicación estratégica de la empresa es un factor clave que puede determinar su éxito o fracaso. Por esta razón, la selección de la localización para el presente proyecto no solo considera criterios económicos, sino también criterios estratégicos. El objetivo es identificar una ubicación que maximice la eficiencia operativa y garantice la rentabilidad esperada, alineándose con las expectativas de los inversionistas.

Los factores principales utilizados en la decisión de la localización para el proyecto en estudio, mencionados a continuación, son de gran importancia para la toma de decisión de la localización:

- **Costo y disponibilidad de espacio físico:** Se requiere un terreno adecuado que permita la instalación de la infraestructura necesaria para el sistema de captación y reutilización de agua.
- **Conectividad terrestre:** La cercanía a rutas principales es esencial para facilitar el transporte de insumos y el acceso de los proveedores a la planta.
- **Proximidad a fuentes de abastecimiento:** Se prioriza la cercanía a suministros esenciales, como electricidad y agua potable, necesarios para el funcionamiento continuo de los sistemas.
- **Infraestructura industrial adecuada:** La disponibilidad de infraestructura básica, como oficinas, bodegas, acceso a agua potable, energía eléctrica y áreas de almacenamiento, es indispensable para la operatividad del sistema.
- **Entorno comercial favorable:** Ubicarse en una zona industrial consolidada, donde existan otras empresas similares, facilita las sinergias operativas y reduce costos logísticos.

Ventajas Competitivas de la Ubicación en Rancagua

**Proximidad a plantas fotovoltaicas estratégicas:** La cercanía a parques solares en operación asegura una demanda estable y recurrente para los servicios ofrecidos.

**Reducción de costos logísticos:** La buena conectividad terrestre permite optimizar el transporte y la entrega de materiales.

**Ambiente industrial favorable:** El entorno industrial promueve sinergias con otras empresas y facilita la resolución de desafíos operativos.

El terreno seleccionado cuenta con las siguientes características clave:

- **Superficie:** 500 m<sup>2</sup>

- **Uso de suelo:** Industrial
- **Servicios básicos disponibles:** Electricidad, agua potable y acceso a servicios logísticos.
- **Cercanía a puntos estratégicos:** Fácil acceso a estaciones de servicio, proveedores de materiales y rutas principales.

La ubicación facilita la eficiencia operativa y permite un rápido despliegue de las actividades del sistema de captación y reutilización de agua, contribuyendo a la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

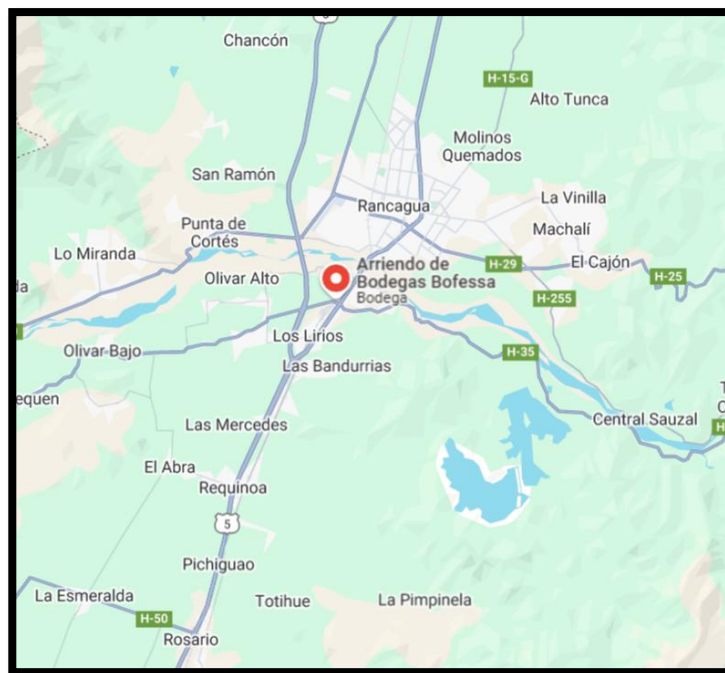


*Figura 2-7 Localización de bodega ubicada en Rancagua*

*Fuente: Google Maps*

## 2.8. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN

El sistema de comercialización del proyecto se basa en el análisis del Marketing Mix o las cuatro 'P' del marketing: Producto, Precio, Plaza y Promoción. Estas variables interactúan estratégicamente para definir un enfoque comercial adaptado tanto a las condiciones internas de la empresa como al entorno del mercado en el sector energético y ambiental.

- Producto

El producto principal del proyecto es el sistema de captación y reutilización de agua para plantas fotovoltaicas, diseñado para recolectar, almacenar y tratar agua proveniente de lluvias y del lavado de paneles solares. Este sistema reduce significativamente el consumo de agua potable y optimiza los procesos operativos de las plantas solares.

- Reducción de costos operativos relacionados con la compra y transporte de agua potable.
- Mejora en la eficiencia operativa mediante la reutilización de recursos hídricos.
- Cumplimiento de normativas ambientales, un factor crítico para las plantas solares que buscan operar de manera sostenible.
- Tecnología avanzada que combina sistemas automatizados de captación, almacenamiento y tratamiento de agua, destacándose por su sostenibilidad y eficiencia.
- **Diferenciador clave:**

La tecnología de reutilización de agua permite a las empresas minimizar su dependencia de fuentes externas, reducir costos y mejorar su desempeño ambiental, otorgándoles una ventaja competitiva en el mercado energético.

- Precio

El precio del sistema está determinado por una combinación de costos de producción, instalación y mantenimiento, ajustándose a las condiciones del mercado y ofreciendo opciones que maximicen el retorno de inversión para los clientes.

**Factores que determinan el precio:**

- **Costo fijo de fabricación:** Incluye materiales, tecnología de captación y tratamiento de agua, y personalización según las necesidades del cliente.
- **Costos operativos:** Incluyen mantenimiento a largo plazo, reposición de componentes, y consumo energético para operar los sistemas.

Los precios se ajustan para ser competitivos dentro del mercado de tecnologías sostenibles, destacando los beneficios económicos y ambientales que los clientes obtendrán.

Se considerará un ajuste anual basado en el Índice de Precios al Consumidor (IPC) y las fluctuaciones en los costos de insumos, como materiales y energía.

La estrategia busca ofrecer un retorno de inversión atractivo, destacando los ahorros en costos de agua y mejoras en la eficiencia operativa.

- Plaza

El sistema de captación será comercializado tanto de manera presencial como mediante plataformas digitales, asegurando un alcance efectivo y directo a los potenciales clientes en el sector fotovoltaico

- **Oficinas centrales en Rancagua:** Este será el centro de operaciones desde donde se gestionarán las ventas y relaciones comerciales.
- **Ventas en terreno:** Se movilizará a representantes comerciales a las plantas fotovoltaicas, permitiendo realizar análisis específicos de las necesidades del cliente y presentar las soluciones en detalle.
- **Plataformas digitales:** La empresa dispondrá de un sitio web y canales en redes sociales para ofrecer información detallada del sistema, permitir la solicitud de cotizaciones y facilitar el contacto con clientes.

- Promoción

La promoción del sistema será clave para **destacar sus beneficios en términos de sostenibilidad, reducción de costos y cumplimiento normativo.**

Las estrategias incluyen:

- **Presencia en directorios y publicaciones especializadas:** El sistema será promocionado en plataformas relacionadas con energías renovables, como el sitio web de ACERA y directorios como Energía Limpia XXI, aumentando la visibilidad entre operadores de plantas fotovoltaicas.
- **Página web corporativa:** Se creará un sitio web que destaque las características, ventajas y beneficios del sistema, junto con casos de éxito y una sección de contacto para consultas y cotizaciones.
- **Marketing directo:** Representantes comerciales visitarán plantas fotovoltaicas para presentar el sistema, realizar análisis de costos y beneficios, y demostrar su viabilidad técnica y económica.

- **Participación en ferias y eventos:** La empresa estará presente en ferias de energía renovable, como Expo Energía Chile, mostrando el sistema mediante presentaciones en vivo y explicando su impacto positivo en la sostenibilidad de las operaciones.
- **Publicidad local y digital:** Se implementarán campañas digitales dirigidas a empresas del sector fotovoltaico, utilizando plataformas como LinkedIn y publicaciones en revistas especializadas en energías renovables y sostenibilidad ambiental.

**CÁPITULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA**

3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

En este capítulo se explican los procedimientos operativos relacionados con el servicio y los recursos indispensables para su correcta ejecución. Se abordan elementos esenciales como el equipamiento requerido, los insumos necesarios, el personal calificado en términos de cantidad y competencias, así como las inversiones clave que permitirán garantizar una implementación efectiva y un funcionamiento óptimo del sistema.

3.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS

A continuación, se detallan los procedimientos fundamentales para la implementación y operación de la planta de captación y reutilización de agua en el proceso de lavado de paneles solares y riego de cortinas arbóreas. Estos procesos serán ilustrados mediante un diagrama de flujo, el cual facilitará la comprensión de cada etapa clave dentro del sistema propuesto.

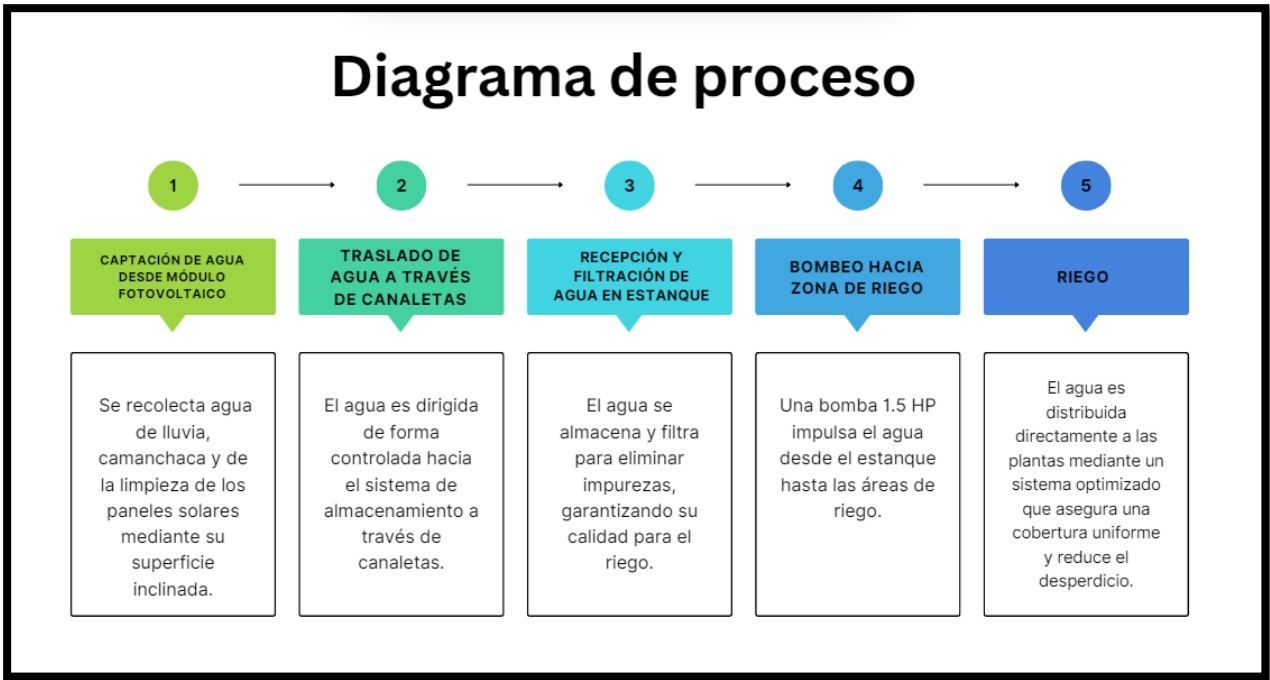


Figura 3- 1 diagrama de proceso de captación y riego de cortinas arbóreas

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2. **SELECCIÓN DE EQUIPOS**

En esta etapa se identificarán el tipo de maquinaria, equipos y herramientas necesarios para garantizar una operación eficiente y efectiva del sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas. Se llevará a cabo un análisis técnico detallado de los componentes más relevantes, describiendo sus características clave y destacando el beneficio directo que aportan al funcionamiento y optimización de los procesos involucrados.

#### 3.2.1. **Estanque de acumulación**

Un estanque de acumulación de polietileno de alta densidad (PEAD) es una excelente alternativa para el almacenamiento exclusivo de agua, especialmente en ambientes exteriores expuestos a la radiación solar directa. Este tipo de estanque es fabricado con materiales resistentes a los rayos UV, lo que evita su degradación con el tiempo y garantiza una larga vida útil incluso bajo condiciones climáticas extremas.

Características principales:

- Material: Polietileno de Alta Densidad (PEAD).
- Resistencia UV: Tratamiento especial contra rayos ultravioleta para evitar el deterioro del material por exposición solar.
- Uso Exclusivo para Agua: Diseñado para almacenar agua potable o industrial, garantizando que no altere su calidad ni genere residuos tóxicos.
- Durabilidad: Alta resistencia al desgaste y al impacto, ideal para uso prolongado en exteriores.
- Ligereza: Fácil transporte e instalación debido a su bajo peso.
- Bajo Mantenimiento: No requiere mantenimiento constante, ya que el material evita la formación de moho y bacterias.
- Capacidad Variable: Disponibles en una amplia gama de capacidades, desde unos pocos litros hasta varios miles de litros.

Aplicaciones:

- Almacenamiento de agua para riego en plantas fotovoltaicas.
- Depósitos para agua potable en instalaciones industriales.
- Almacenamiento de agua para sistemas de lavado de paneles solares.
- Tanques auxiliares en sistemas de captación de agua de lluvia.

#### Beneficios:

**Resistencia a la Intemperie:** No se agrieta ni se deforma con el calor o la exposición solar prolongada.

**No Reacciona con el Agua:** El material es químicamente inerte, por lo que no contamina el agua almacenada.

**Larga Vida Útil:** Fabricado para resistir años de exposición continua al sol sin perder sus propiedades estructurales.

**Fácil Instalación:** Liviano y de fácil manipulación para su transporte e instalación.

**Económico:** Más accesible en comparación con materiales metálicos o de acero inoxidable.



**Fuente:** <https://www.https://amerplast.cl/product-category/acumulacion-de-agua-y-liquidos/>

*Figura 3-2.1. Estanque de acumulación 10000 L*

El valor de este estanque es de **\$1.200.000 IVA incluido (UF 31,22)**

### 3.2.2. Filtro de Cartucho

El filtro de sedimentos de polipropileno con cartucho de fibra de polipropileno y empaque de silicona es un dispositivo diseñado para retener partículas sólidas como tierra, arena, lodo y otros sedimentos presentes en el agua. Este filtro es ampliamente utilizado en sistemas de suministro de agua para evitar la obstrucción de tuberías, regaderas, llaves y otros equipos hidráulicos, garantizando un flujo continuo y libre de impurezas. sistema de filtración que utiliza un cartucho fabricado con fibra de polipropileno encapsulado en un vaso de polipropileno resistente, acompañado de un empaque de silicona que asegura un sellado hermético. Está diseñado para atrapar y retener partículas sólidas suspendidas en el agua, proporcionando un filtrado eficiente y prolongando la vida útil de los equipos y tuberías conectados al sistema.

#### Características principales:

- Material del cartucho: Fibra de polipropileno de alta densidad.
- Material del vaso: Polipropileno resistente a impactos y a la corrosión.
- Empaque de silicona: Garantiza un sellado hermético y evita fugas de agua.
- Capacidad de filtrado: Retiene partículas sólidas como tierra, arena, lodo y sedimentos finos.
- Compatibilidad: Apto para instalación en sistemas de toma domiciliaria, tinacos y cisternas.
- Fácil instalación y mantenimiento: Cartucho reemplazable y de fácil acceso para limpieza periódica.
- Presión máxima de trabajo: Adaptado para resistir las condiciones normales de presión en sistemas domiciliarios e industriales.
- Durabilidad: Materiales resistentes a la corrosión y al desgaste por contacto constante con el agua.

#### Aplicaciones:

- Tomas domiciliarias: Instalado en el punto de entrada de agua en hogares para proteger tuberías, regaderas y grifos.
- Tinacos y cisternas: Evita que los sedimentos ingresen al sistema de distribución desde depósitos de almacenamiento de agua.
- Sistemas de riego: Protege las válvulas y emisores de riego de la obstrucción causada por partículas sólidas.

- Sistemas de tratamiento de agua: Funciona como una etapa previa en sistemas más complejos de purificación de agua.
- Plantas fotovoltaicas: Asegura que el agua utilizada para el lavado de paneles solares esté libre de partículas que puedan dañar los equipos de distribución.

Beneficios:

- Tomas domiciliarias: Instalado en el punto de entrada de agua en hogares para proteger tuberías, regaderas y grifos.
- Tinacos y cisternas: Evita que los sedimentos ingresen al sistema de distribución desde depósitos de almacenamiento de agua.
- Sistemas de riego: Protege las válvulas y emisores de riego de la obstrucción causada por partículas sólidas.
- Sistemas de tratamiento de agua: Funciona como una etapa previa en sistemas más complejos de purificación de agua.
- Plantas fotovoltaicas: Asegura que el agua utilizada para el lavado de paneles solares esté libre de partículas que puedan dañar los equipos de distribución.



**FOSET.**

CÓDIGO: 49215 CLAVE: FILA-P1

**Filtro para agua, Foset**

- Vaso de polipropileno
- Cartucho de fibra de polipropileno
- Empaque de silicona
- Retiene los sedimentos de partículas sólidas como tierra y arena, evitando que se obstruyan las tuberías, regaderas y llaves
- Para toma domiciliaria, tinaco y cisterna
- Fácil instalación y mantenimiento



Retiene sedimentos

**Certificaciones y garantías**



**Especificaciones**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| Presión de operación             | 0.2 a 7 kg/cm² |
| Capacidad de filtro              | 150 L/h        |
| Micras de filtración             | 25             |
| Tiempo de vida útil del cartucho | 3 a 6 meses    |
| Alto del filtro                  | 31 cm          |
| Tipo de rosca                    | 3/4" - 14 NPT  |
| Peso                             | 1,174 g        |
| Empaque individual               | Caja           |
| Inner                            | 2              |
| Master                           | 10             |
| Pallet                           | 150            |

Fuente: [https://www.truper.com/ficha\\_tecnica/Filtro-para-agua-paso-1-7617.html?code=49215](https://www.truper.com/ficha_tecnica/Filtro-para-agua-paso-1-7617.html?code=49215)

Figura 3-2.2. Filtro de cartucho

El valor de este equipo es de **\$61.990 IVA incluido UF 1,61**

3.2.3. Sistema de bombeo

Una bomba centrífuga de 1.5 HP es un equipo hidráulico diseñado para transformar la energía mecánica en energía hidráulica, facilitando el traslado de líquidos a través de la fuerza centrífuga generada por un impulsor en movimiento rotativo. Este tipo de bomba es frecuentemente empleado en aplicaciones industriales y domésticas gracias a su alto rendimiento, eficiencia energética y capacidad para desplazar grandes volúmenes de agua de manera continua y uniforme.

Componentes principales de una bomba centrífuga:

Impulsor (rotor): Es el elemento giratorio que transfiere energía al fluido, incrementando su velocidad y presión.

Carcasa (voluta): Envuelve al impulsor y dirige el flujo del líquido hacia la salida, transformando parte de la energía cinética en energía de presión.

Eje: Conecta el impulsor al motor, transmitiendo el movimiento rotativo necesario para el funcionamiento de la bomba.

Sello mecánico: Evita fugas de líquido a lo largo del eje, asegurando la estanqueidad del sistema.

- Principio de funcionamiento:

El principio de funcionamiento de una bomba centrífuga se basa en la transformación de energía mecánica en energía hidráulica a través de la fuerza centrífuga generada por un impulsor rotativo. El líquido ingresa a la bomba por la tubería de succión, llegando al centro del impulsor, conocido como el ojo del impulsor. Al girar a alta velocidad, el impulsor transfiere energía al líquido, acelerándolo y expulsándolo hacia la periferia mediante la fuerza centrífuga. Al salir del impulsor, el líquido ingresa a la voluta o carcasa de la bomba, donde la energía cinética se convierte en presión, permitiendo que el fluido sea impulsado con fuerza a través de la tubería de descarga. Este proceso ocurre de forma continua mientras el motor eléctrico esté en funcionamiento, garantizando un flujo constante y uniforme del líquido. Este principio hace que la bomba sea eficiente y adecuada para aplicaciones que requieren un traslado constante y estable de agua, como en sistemas de captación, almacenamiento y distribución.



Fuente: <https://www.marazul.cl/producto/bomba-de-agua-centrifuga-1-5-hp-1x1/>

Figura 3-2.3. Bomba centrífuga de impulsión 1.5HP

El valor de este equipo es de **\$155.990 IVA incluido UF 4,05**

### 3.2.4. Equipo controlador

Un controlador de bombas es un dispositivo electrónico diseñado para gestionar y supervisar el funcionamiento de una o varias bombas en sistemas hidráulicos o de procesamiento de líquidos. Su función principal es automatizar el encendido y apagado de las bombas según parámetros predefinidos, como niveles de presión, caudal o tiempo, garantizando así una operación eficiente y segura.

- Características principales de los controladores de bombas:

**Automatización:** Permiten el arranque y paro automático de las bombas basándose en condiciones específicas, reduciendo la necesidad de intervención manual.

**Protección del equipo:** Incorporan sistemas de protección contra condiciones adversas, como funcionamiento en seco, sobrecargas o sobrecalentamientos, prolongando la vida útil de las bombas.

**Monitoreo en tiempo real:** Ofrecen información en tiempo real sobre el estado operativo de las bombas, facilitando la detección temprana de fallas o anomalías.

**Ahorro energético:** Al optimizar el funcionamiento de las bombas, contribuye a una reducción en el consumo de energía, lo que se traduce en menores costos operativos.

- Aplicaciones comunes:

Los controladores de bombas se utilizan en diversas aplicaciones, tales como:

**Sistemas de abastecimiento de agua:** Para mantener una presión constante en redes de distribución.

**Procesos industriales:** En la gestión de fluidos en líneas de producción o tratamiento de aguas.

**Sistemas de riego:** Para automatizar el suministro de agua en áreas agrícolas o jardines.

- Ejemplos de controladores de bombas:

**Controladores de presión:** Dispositivos que regulan la presión en sistemas de bombeo, asegurando un suministro constante y protegiendo contra variaciones que puedan dañar el sistema.

**Controladores electrónicos:** Equipos que ofrecen funciones avanzadas de control y monitoreo, adaptándose a diferentes tipos de bombas y aplicaciones específicas.



Fuente: <https://www.riegostore.cl/controlador-electronico-autopump-bestflow>

*Figura 3-2.4. Controlador de equipo de bombeo*

Este equipo tiene un valor de **\$33.900 IVA incluido UF 0,88**

### 3.2.6. Tablero eléctrico

Un tablero eléctrico es un elemento fundamental en cualquier sistema eléctrico, diseñado para gestionar, distribuir y proteger los circuitos eléctricos de una instalación residencial, comercial o industrial. Su principal función es centralizar los mecanismos de seguridad y regular el suministro de energía eléctrica hacia las distintas áreas o equipos, garantizando un flujo estable y seguro.

En términos de distribución de energía, estos tableros permiten canalizar la electricidad desde una fuente principal hacia diferentes circuitos, asegurando que cada uno reciba el nivel adecuado de corriente para su correcto funcionamiento. Además, su estructura incluye dispositivos esenciales para la protección del sistema, como interruptores automáticos y fusibles, que actúan de manera preventiva frente a sobrecargas y cortocircuitos, evitando así daños en los equipos y reduciendo riesgos para los usuarios.

Otra función clave es el control y la operación eléctrica, ya que los tableros permiten encender, apagar y regular el suministro eléctrico de manera eficiente, facilitando la administración de la energía en la instalación y asegurando una operación más segura y ordenada.

Entre los componentes más comunes de un tablero eléctrico destacan los interruptores automáticos, que desconectan el suministro en caso de anomalías para proteger los circuitos, y los fusibles, que interrumpen el flujo eléctrico ante corrientes excesivas para evitar daños mayores. También se incluyen medidores e indicadores, encargados de monitorear parámetros eléctricos clave, como voltaje, corriente y consumo energético, proporcionando información crucial para una gestión eficiente.

La correcta selección y configuración de un tablero eléctrico dependen directamente de las necesidades específicas de la instalación, así como de las características de los equipos conectados. Es fundamental considerar factores como la carga eléctrica total, las condiciones operativas y los requerimientos de protección, garantizando así una operación eficiente y segura del sistema eléctrico.

En este contexto particular, el tablero eléctrico no solo se encargará de la gestión del suministro energético, sino que también deberá regular los tiempos de funcionamiento del sistema de limpieza y proteger los equipos críticos de la planta, asegurando su continuidad operativa y evitando posibles fallos que puedan interrumpir las actividades.



Fuente: [https://bombasdeagua.cl/producto/tablero-electrico-partida-accionamiento-directo-tpd2-5-5hp\\_3f\\_sup/](https://bombasdeagua.cl/producto/tablero-electrico-partida-accionamiento-directo-tpd2-5-5hp_3f_sup/)

*Figura 3-2.6. Tablero eléctrico*

Este equipo tiene un valor de **\$902.335** IVA incluido **UF 23,47**

El resumen de los valores de los equipos necesarios para poder implementar la planta es el siguiente:

Tabla 3-1. Resumen costo equipos

| Ítem                              | Cantidad | Valor Total (CLP) | Valor Total (UF) |
|-----------------------------------|----------|-------------------|------------------|
| Estanque de acumulación de 10000L | 1        | \$ 1.200.000      | UF 31,22         |
| Filtro de cartucho                | 1        | \$ 61.990         | UF 1,61          |
| Bomba centrífuga de impulsión     | 1        | \$ 155.990        | UF 4,05          |
| Controlador de equipo de bombeo   | 1        | \$ 33.900         | UF 0,88          |
| Tablero eléctrico                 | 1        | \$ 902.335        | UF 23,47         |
| Total                             |          | \$ 2.354.215      | UF 61,25         |

3.3. DIAGRAMA

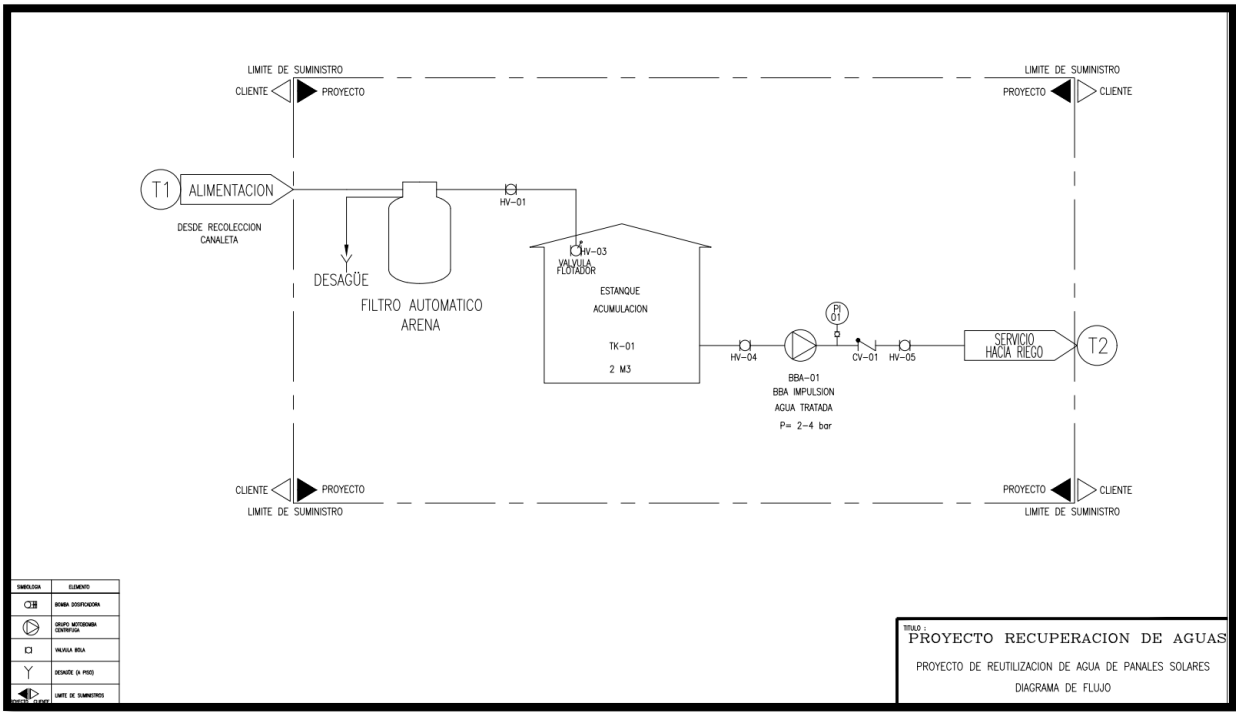


Diagrama 3-3. Diagrama de elementos del proceso

Fuente: Elaboración Propia

3.4. DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS

Anexo a los equipos necesarios para realizar la planta se necesitan de insumos de materiales y accesorios los cuales se detallarán a continuación.

Tabla 3-2. Insumos para sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas.

| Ítem                                | Cantidad | Valor Total (CLP) |         | Valor Total (UF) |       |
|-------------------------------------|----------|-------------------|---------|------------------|-------|
| Planza 100 mts.                     | 100      | \$                | 69.990  | UF               | 1,82  |
| Tee Ø32 mm. PVC cl. 10              | 3        | \$                | 50.000  | UF               | 1,30  |
| Tornillo para union de PVC 5 unid.  | 1        | \$                | 490     | UF               | 0,01  |
| Abrazaderas PVC                     | 1        | \$                | 800     | UF               | 0,02  |
| Codos de Ø32 mm PVC                 | 12       | \$                | 4.500   | UF               | 0,11  |
| Cañería de Ø32 mm PVC               | 5        | \$                | 3.600   | UF               | 0,09  |
| Pegamento para PVC                  | 2        | \$                | 12.200  | UF               | 0,31  |
| Teflón                              | 5        | \$                | 2.600   | UF               | 0,06  |
| Lija                                | 1        | \$                | 1.000   | UF               | 0,02  |
| Sierra                              | 1        | \$                | 2.300   | UF               | 0,05  |
| Pasadas de estanque Ø32mm PVC       | 1        | \$                | 8.500   | UF               | 0,22  |
| Canaletas de PVC 50 mts.            | 1        | \$                | 120.000 | UF               | 3,12  |
| Cables para interconexión eléctrica | 50       | \$                | 70.000  | UF               | 1,82  |
| Planza 100 mts.                     | 100      | \$                | 69.990  | UF               | 1,82  |
| TOTAL                               |          | \$                | 415.970 | UF               | 10,82 |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2024, \$ 38.434

3.4.1. Elementos de Protección Personal.

Son equipos, accesorios o prendas diseñadas para proteger la seguridad y salud de los trabajadores frente a riesgos laborales. Actúan como una barrera de seguridad contra peligros

como productos químicos, maquinaria pesada, electricidad o condiciones climáticas adversas. En la siguiente tabla se realiza el desglose y costos de cada elemento

Tabla 3-3. Elementos de Protección Personal (EPP).

| Ítem                   | Cantidad | Valor Total (CLP) |         | Valor Total (UF) |       |
|------------------------|----------|-------------------|---------|------------------|-------|
| Zapatos de Seguridad.  | 5        | \$                | 229.950 | UF               | 5,98  |
| Cascos de protección.  | 5        | \$                | 40.000  | UF               | 1,04  |
| Guantes.               | 5        | \$                | 30.000  | UF               | 0,78  |
| Chalecos reflectantes. | 5        | \$                | 50.000  | UF               | 1,30  |
| Pantalón Cargo.        | 5        | \$                | 89.900  | UF               | 2,33  |
| Camisa trabajo.        | 5        | \$                | 80.000  | UF               | 2,08  |
| Total                  |          | \$                | 519.850 | UF               | 13,52 |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2024, \$ 38.434

3.5. ACTIVOS FIJOS

Los activos fijos son bienes tangibles o intangibles adquiridos por una empresa con el propósito de ser utilizados en sus operaciones a largo plazo. No están destinados a la venta directa, sino a apoyar la producción o prestación de servicios, y su valor se deprecia o amortiza con el tiempo.

En la siguiente tabla serán especificados los elementos considerados:

Tabla 3-4. Activos fijos.

| Ítem                              | Cantidad | Valor Total (CLP) |           | Valor Total (UF) |       |
|-----------------------------------|----------|-------------------|-----------|------------------|-------|
| Montacargas                       | 1        | \$                | 1.044.000 | UF               | 27,16 |
| Taladro                           | 1        | \$                | 139.990   | UF               | 3,64  |
| Sierra eléctrica                  | 1        | \$                | 39.900    | UF               | 1,03  |
| Compresor de aire                 | 1        | \$                | 242.991   | UF               | 6,32  |
| Set de desatornillador y alicates | 1        | \$                | 14.990    | UF               | 0,39  |

|           |   |    |           |    |       |
|-----------|---|----|-----------|----|-------|
| Notebooks | 1 | \$ | 579.990   | UF | 15,08 |
| Total     |   | \$ | 2.061.860 | UF | 53,63 |

3.6. **GASTOS OPERATIVOS**

En este punto se considera la bodega de venta de kits para recolección de agua.

Tabla 3-5. Gastos operativos

| Ítem                      | Cantidad | Valor Total (CLP) | Valor Total (UF) |
|---------------------------|----------|-------------------|------------------|
| Arriendo de bodega 500 m2 | 1        | \$ 1.200.000      | UF 31,22         |

3.7. **PROGRAMAS DE TRABAJO; TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL**

De acuerdo con lo especificado por la Dirección del Trabajo, se establece para todo el personal administrativo, una jornada de trabajo de lunes a jueves de 08:00 a 17:30 horas, y el viernes de 08:00 a 16:30 horas, considerando 1 hora de colación. Sumando una jornada de 41,5 horas a la semana. También se establece el no pago a la jornada extraordinaria.

3.8. **PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS**

Para el correcto funcionamiento de la empresa se requiere de un conjunto de personas, con distintas habilidades y competencias. Estos cargos son:

Gerente de planta: encargado de la gestión general de las operaciones, asegurando el uso eficiente de los recursos, el cumplimiento de normativas y la mejora continua de los procesos. Considerando un sueldo bruto de \$ 2.000.000

Supervisor de terreno: coordina y supervisa directamente las actividades operativas en el campo, garantizando el correcto funcionamiento de los sistemas y el cumplimiento de las normas de seguridad. Considerando un sueldo bruto de \$ 1.200.000

Encargado de ventas: promoción y comercializa el sistema, estableciendo relaciones con los clientes, gestionando contratos y desarrollando estrategias para alcanzar objetivos comerciales. Ingeniero comercial, Considerando un sueldo bruto de \$ 1.200.000

Técnico en terreno: Encargado de la instalación, operación y mantenimiento del sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas. Realiza la instalación, soluciona fallas, garantiza el funcionamiento óptimo de los equipos y asegura el cumplimiento de las normas de seguridad y ambientales, su labor es clave para mantener la eficiencia y continuidad operativa del sistema. Técnico en mantenimiento industrial o carrera afín. Considerando un sueldo bruto de \$950.000

Ayudante técnico: apoyo de tareas operativas y logísticas, colabora en la instalación, mantenimiento, limpieza y manipulación de equipos bajo la supervisión del personal técnico. Considerando un sueldo bruto de \$ 650.000

Resumido en la siguiente tabla

Tabla 3-6. Remuneración del personal

| Cargo                 | Sueldo Bruto (CLP) |           | Sueldo Bruto (UF) |        |
|-----------------------|--------------------|-----------|-------------------|--------|
| Gerente de planta     | \$                 | 2.000.000 | UF                | 52,03  |
| Encargado de ventas   | \$                 | 1.200.000 | UF                | 31,22  |
| Supervisor de terreno | \$                 | 1.200.000 | UF                | 31,22  |
| Técnico de terreno    | \$                 | 950.000   | UF                | 24,71  |
| Ayudante técnico      | \$                 | 650.000   | UF                | 16,91  |
| Total                 | \$                 | 6.000.000 | UF                | 156,11 |

Fuente: Elaboración Propia

3.9. INVERSIONES EN CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo es el fondo financiero necesario para cubrir los gastos operativos iniciales del proyecto, garantizando su funcionamiento hasta alcanzar ingresos suficientes para su sostenibilidad.

El método para realizar el cálculo del capital de trabajo será mediante el ‘déficit máximo acumulado’, para el cual, se considerará los doce primeros meses del proyecto.

Tabla 3-7. Cálculo para los costos fijos del proyecto

| Costos Fijos   | Costo proyecto (\$) |           | Costo proyecto (UF) |        |
|----------------|---------------------|-----------|---------------------|--------|
| Remuneraciones | \$                  | 6.000.000 | UF                  | 156,11 |
| Arriendo       | \$                  | 1.200.000 | UF                  | 31,22  |
| TOTAL          | \$                  | 7.200.000 | UF                  | 187,33 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-8. Insumos contabilizados para el proyecto

| Costos variables | Costo proyecto (\$) |         | Costo proyecto (UF) |       |
|------------------|---------------------|---------|---------------------|-------|
| Insumos          | \$                  | 415.970 | UF                  | 10,82 |

Fuente: Elaboración Propia

Saldo y Capital de Trabajo

El saldo mensual muestra un déficit inicial debido a los costos operativos que superan los ingresos en los primeros meses. Sin embargo, a partir del quinto mes, el proyecto comienza a generar saldos positivos, reflejando una mejora financiera progresiva.

El saldo acumulado indica la necesidad de un capital de trabajo inicial para cubrir las pérdidas durante los primeros cinco meses, resultando el peor escenario en el tercer mes, con un capital necesario de 216 UF para cubrir los costos operativos.

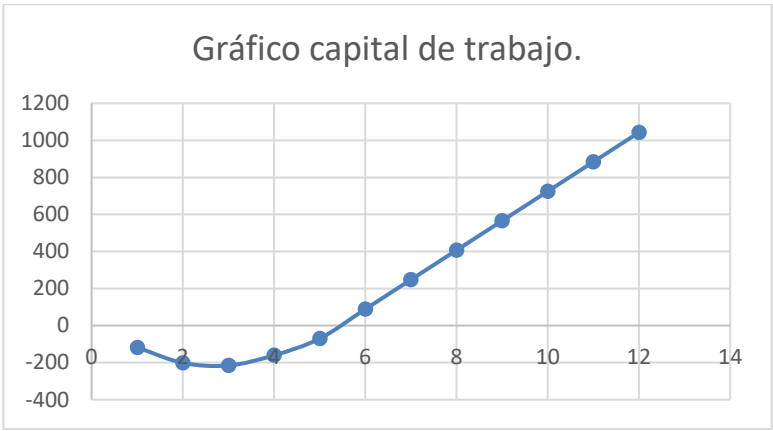
Tabla 3-9. Cálculo de capital de trabajo mediante método de Déficit Máximo Acumulado

|                    | 20%  | 30%  | 50%  | 70%  | 80%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
|--------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Meses              | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
| Cantidad           | 2    | 3    | 5    | 7    | 8    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| Ingresos por venta | 237  | 355  | 592  | 829  | 947  | 1184  | 1184  | 1184  | 1184  | 1184  | 1184  | 1184  |
| Costos Fijos       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Arriendo           | -31  | -31  | -31  | -31  | -31  | -31   | -31   | -31   | -31   | -31   | -31   | -31   |
| Sueldos            | -156 | -156 | -156 | -156 | -156 | -156  | -156  | -156  | -156  | -156  | -156  | -156  |
| Costos Variables   |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Insumos y otros    | -167 | -251 | -419 | -586 | -670 | -837  | -837  | -837  | -837  | -837  | -837  | -837  |
| Total costos       | -355 | -439 | -606 | -774 | -857 | -1025 | -1025 | -1025 | -1025 | -1025 | -1025 | -1025 |
| Saldo              | -118 | -83  | -14  | 55   | 90   | 159   | 159   | 159   | 159   | 159   | 159   | 159   |
| Saldo acumulado    | -118 | -201 | -216 | -161 | -71  | 88    | 247   | 406   | 565   | 724   | 883   | 1043  |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2025, \$ 38.434

Gráfico 3-8. Capital de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

El gráfico ilustra la evolución del capital de trabajo, evidenciando un déficit inicial que se recupera gradualmente hasta generar un saldo acumulado positivo a partir del quinto mes, mostrando la sostenibilidad financiera del proyecto.

Este análisis permite identificar la importancia del capital de trabajo inicial para solventar los costos operativos durante los primeros meses y confirma que el proyecto es financieramente viable a largo plazo, logrando un flujo de caja positivo hacia finales del primer año.

3.9. **COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

En este proyecto, se ha considerado que el arriendo de la bodega incluye oficinas completamente habilitadas (Workspace), por lo que no será necesario incurrir en costos adicionales por mobiliario, equipamiento de oficinas ni adaptaciones estructurales en estas áreas. Esto permite optimizar los recursos y centrar los costos en los aspectos técnicos y operativos esenciales para la implementación del sistema.

Entre estos costos se incluyen:

- **Adquisición de Equipos y Componentes:** Incluye bombas de agua, canaletas, depósitos de almacenamiento, filtros, tuberías, sistemas de distribución y paneles de control automatizados.
- **Instalación Hidráulica:** Montaje de canaletas, sistemas de tuberías y conexiones para el flujo adecuado del agua captada. (kit de muestra al cliente)

- Pruebas Operativas Iniciales: Evaluaciones técnicas para garantizar que los sistemas funcionan correctamente y cumplen con los estándares establecidos.
- Permisos y Certificaciones: Trámites necesarios para cumplir con las normativas legales y ambientales vigentes.
- Constitución de Sociedad mediante Escritura Pública
- Gastos notariales.
- Creación de página web corporativa

Estos componentes son esenciales para definir la base estructural y la presencia comercial de la empresa, garantizando un inicio funcional y eficiente. Los aspectos mencionados previamente se encuentran detallados en la Tabla 3-10 que se presenta a continuación.

Tabla 3-10. Detalle de Costos de Instalación y Puesta en marcha.

| Ítem                                                | Costo en CLP |         | Costo en UF |       |
|-----------------------------------------------------|--------------|---------|-------------|-------|
| Constitución de Sociedad mediante Escritura Publica | \$           | 155.500 | UF          | 4,04  |
| Gastos Notariales                                   | \$           | 200.000 | UF          | 5,20  |
| Marketing                                           | \$           | 450.000 | UF          | 11,70 |
| TOTAL                                               | \$           | 805.500 | UF          | 20,95 |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2024, \$ 38.434

3.10. COSTOS DE IMPREVISTOS

Los costos por contingencias representan un porcentaje del presupuesto global del proyecto, reservado específicamente para afrontar gastos inesperados que puedan surgir durante su ejecución. Este fondo actúa como un mecanismo de respaldo financiero, evitando que situaciones no planificadas afecten el desarrollo normal de las actividades y garantizando la continuidad operativa sin interrupciones significativas.

En el presente proyecto, se ha definido un margen de contingencia del 5% del costo total, como se detalla en la Tabla 3-11.

Tabla 3-11. Costos de Imprevistos

| Descripción                                          | Monto en UF |        |
|------------------------------------------------------|-------------|--------|
| Inversión en Activos Fijos                           | UF          | 163,43 |
| Inversión en Capital de trabajo                      | UF          | 216    |
| Inversión en Costo de Instalación y Puesta en Marcha | UF          | 20,95  |
| TOTAL                                                | UF          | 400,38 |
| Costos de Imprevistos (5%)                           | UF          | 20,01  |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2025, \$ 38.434

3.11. **RESUMEN INVERSIÓN Y COSTOS PROYECTO**

Resumen estructurado y detallado que organiza de forma clara el monto total de la inversión y los costos involucrados en esta etapa del proyecto en estudio.

Tabla 3-12. Resumen inversión y costos del proyecto.

| Descripción                                          | Monto en UF |        |
|------------------------------------------------------|-------------|--------|
| Inversión en Activos Fijos                           | UF          | 163,43 |
| Inversión en Capital de trabajo                      | UF          | 216    |
| Inversión en Costo de Instalación y Puesta en Marcha | UF          | 20,95  |
| Costos de Imprevistos                                | UF          | 20,01  |
| TOTAL                                                | UF          | 420,39 |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2025, \$ 38.434

**CAPITULO 4: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA,**  
**TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL**

#### **4. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL.**

Esta fase abarca principalmente el análisis de los aspectos administrativos y legales fundamentales que inciden, tanto de forma directa como indirecta, en el desarrollo y operación del proyecto. Asimismo, se evaluarán los elementos judiciales y financieros necesarios para garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes y la constitución formal de la sociedad. Además, se considerarán los factores económicos que aseguren la estabilidad financiera y la capacidad de respuesta ante las obligaciones comerciales y legales de la empresa.

##### **4.1. ADMINISTRATIVA**

Incluye los aspectos administrativos enfocados en detallar el capital humano requerido para garantizar el funcionamiento eficiente y continuo de la empresa, describiendo los recursos y perfiles necesarios para cada área clave de operación.

##### **4.1.1. Personal**

Para que la empresa propuesta en este proyecto pueda cumplir de manera eficiente con sus funciones operativas y administrativas, resulta fundamental contar con un equipo humano capacitado y especializado, encargado de llevar a cabo las tareas clave para su funcionamiento diario. Estas personas serán trabajadores dependientes de la empresa y desempeñarán roles esenciales en el desarrollo de las actividades planificadas.

En una primera fase de implementación, se requiere un equipo inicial compuesto por cinco perfiles clave, distribuidos en los siguientes cargos:

Gerente de Planta: Responsable de la planificación estratégica, dirección general de las operaciones y supervisión de los objetivos administrativos y financieros de la empresa.

Supervisor de Terreno: Encargado de coordinar y monitorear las actividades operativas diarias en el lugar de trabajo, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad.

Encargado de Ventas: Responsable de la comercialización de los servicios y productos, así como de establecer relaciones comerciales sólidas con los clientes y proveedores.

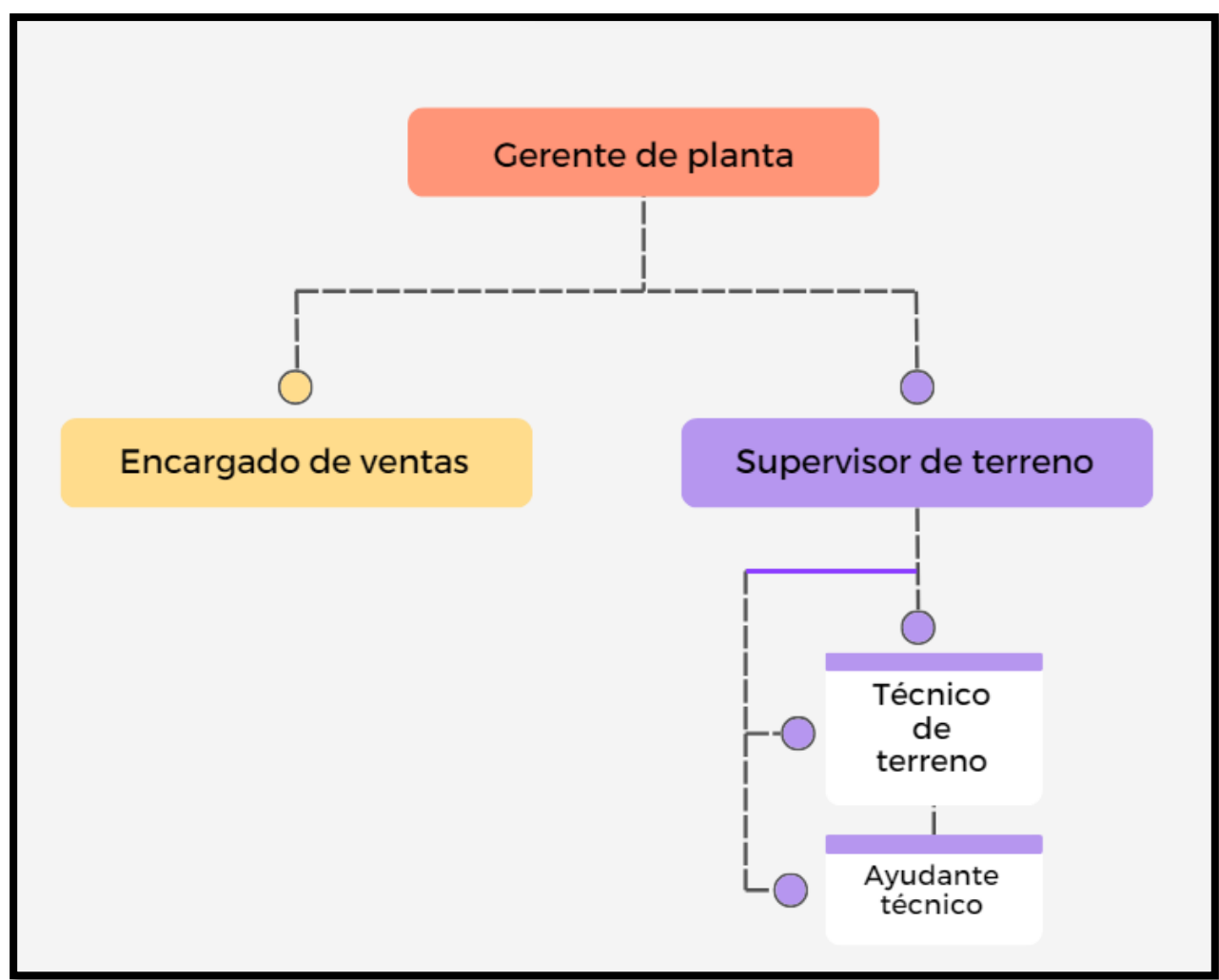
Técnico de Terreno: Encargado de la instalación, mantenimiento y operación técnica de los sistemas de captación y reutilización de agua.

Ayudante Técnico: Brinda apoyo operativo y logístico al equipo técnico y de mantenimiento, contribuyendo al cumplimiento de las tareas asignadas.

Este equipo inicial constituye la base fundamental para el desarrollo y éxito del proyecto, garantizando que las actividades se realicen de manera organizada, eficiente y en conformidad con los objetivos establecidos.

4.1.2. Estructura organizacional

La estructura organizacional permite identificar y asignar las funciones y responsabilidades a cada trabajador de la empresa. Esta es presentada a continuación en el Diagrama 4-1.



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 4-1.2. Estructura Organizacional

#### 4.1.4. Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos

A continuación, es posible visualizar los perfiles de cargo del personal administrativo que prestará servicios a la empresa de forma remunerada. Adicionalmente, los sueldos para tales cargos se encuentran expresados en la Tabla 4-2.

##### 4.1.4.1 Perfil del gerente de planta

El Gerente de Planta es el encargado de la gestión estratégica y operativa de la planta, asegurando el funcionamiento eficiente y sostenible del sistema de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas. Este profesional tiene la responsabilidad de coordinar, supervisar y optimizar los procesos, garantizando que se cumplan los objetivos administrativos, operativos y financieros de la empresa.

#### **Requisitos Académicos:**

- Título profesional en Ingeniería Industrial, Ingeniería en Recursos Hídricos, Ingeniería Civil Industrial o carreras afines.
- Formación complementaria en Gestión de Proyectos, Administración de Empresas o Liderazgo Organizacional.

#### **Habilidades y Competencias:**

- Liderazgo efectivo: Capacidad para dirigir equipos multidisciplinarios y motivar al personal.
- Gestión estratégica: Planificación y ejecución de objetivos a corto, mediano y largo plazo.
- Toma de decisiones: Capacidad para resolver problemas de manera eficiente bajo presión.
- Comunicación asertiva: Habilidad para transmitir información clara y efectiva a diferentes niveles de la organización.
- Orientación a resultados: Enfoque en el cumplimiento de metas operativas y financieras.
- Pensamiento analítico: Capacidad para interpretar datos operativos y financieros para la toma de decisiones.

#### **Funciones principales:**

- Planificar, organizar y supervisar las operaciones diarias de la planta.
- Gestionar los recursos humanos, financieros y materiales de manera eficiente.

- Asegurar el cumplimiento de las normativas legales, ambientales y de seguridad.
- Monitorear el rendimiento de los sistemas de captación y reutilización de agua.
- Diseñar y supervisar planes de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Analizar indicadores clave de rendimiento (KPI) para optimizar los procesos operativos.
- Representar a la empresa en reuniones con proveedores, clientes y entidades reguladoras.
- Elaborar informes periódicos para la alta dirección, detallando el desempeño y resultados de la planta.

**Experiencia laboral:**

- Al menos 5 años de experiencia en cargos de dirección o administración en plantas industriales o proyectos similares.
- Experiencia en la gestión de recursos humanos, materiales y financieros.
- Conocimiento en normativas ambientales y de seguridad industrial.

**Otros requisitos:**

- Organizado, metódico y orientado a la planificación.
- Proactivo, con alta capacidad de toma de decisiones.
- Habilidad para gestionar múltiples prioridades y trabajar bajo presión.

**4.1.4.2 Perfil del supervisor de terreno**

El Supervisor de Terreno es responsable de coordinar, monitorear y supervisar las operaciones diarias en el sitio de trabajo, garantizando que los procesos del sistema de captación y reutilización de agua se desarrollen de manera eficiente y segura.

**Requisitos Académicos:**

- Título Técnico o Profesional en Recursos Hídricos, Mantenimiento Industrial, Ingeniería en Procesos Industriales o carreras afines.
- Formación complementaria en Gestión Operativa y Seguridad Industrial.

- Experiencia Laboral:
- Al menos 3 años de experiencia en supervisión de operaciones en terreno.
- Experiencia en liderazgo de equipos operativos y en implementación de protocolos de seguridad.

#### **Habilidades y Competencias:**

- Liderazgo y trabajo en equipo: Capacidad para dirigir y coordinar grupos de trabajo.
- Resolución de problemas: Habilidad para identificar y solucionar fallas operativas rápidamente.
- Comunicación efectiva: Capacidad para transmitir instrucciones claras al equipo.
- Atención al detalle: Enfoque en la calidad y cumplimiento de estándares.

#### **Funciones Principales:**

- Coordinar y supervisar las actividades diarias en el terreno.
- Garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente.
- Realizar inspecciones periódicas de los equipos y sistemas.
- Resolver problemas operativos en tiempo real.
- Informar al Gerente de Planta sobre el estado de las operaciones.
- Elaborar reportes diarios sobre el desempeño operativo.

#### **Otros Requisitos:**

- Disponibilidad para trabajar en terreno y en turnos rotativos.
- Licencia de conducir clase B (opcional).
- 

#### **4.1.4.3 Perfil del encargado de ventas**

El Encargado de Ventas se encarga de la promoción, comercialización y gestión de los servicios y productos de la empresa, estableciendo relaciones sólidas con los clientes y garantizando el cumplimiento de los objetivos comerciales.

#### **Requisitos Académicos:**

- Título Técnico o Profesional en Administración de Empresas, Ingeniería Comercial, Marketing o carreras afines.
- Formación complementaria en Estrategias de Ventas y Gestión Comercial.

**Experiencia Laboral:**

- Al menos 2 años de experiencia en ventas de productos o servicios industriales.
- Experiencia en atención al cliente y negociación de contratos.

**Habilidades y Competencias:**

- Comunicación persuasiva: Capacidad para presentar propuestas comerciales efectivas.
- Negociación: Habilidad para cerrar acuerdos favorables.
- Orientación al cliente: Enfoque en satisfacer las necesidades del cliente.
- Análisis de mercado: Capacidad para identificar oportunidades de negocio.

**Funciones Principales:**

- Promover y comercializar los servicios y productos de la empresa.
- Establecer relaciones con clientes potenciales y actuales.
- Gestionar contratos y acuerdos comerciales.
- Elaborar cotizaciones y propuestas de venta.
- Monitorear las tendencias del mercado.
- Presentar informes periódicos de desempeño de ventas.

**Otros Requisitos:**

- Licencia de conducir clase B.
- Disponibilidad para viajes dentro del territorio nacional.

**4.1.4.4 Técnico de terreno**

El Técnico de Terreno es responsable de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de captación y reutilización de agua, garantizando su correcto funcionamiento y cumplimiento de estándares operativos.

**Requisitos Académicos:**

- Título Técnico en Recursos Hídricos, Mantenimiento Industrial, Mecánica o carreras afines.
- Capacitación complementaria en operación de sistemas hidráulicos y eléctricos.

**Experiencia Laboral:**

- Al menos 1 año de experiencia en mantenimiento de sistemas de captación o tratamiento de agua.
- Experiencia en trabajos operativos en terreno.

**Habilidades y Competencias:**

- Capacidad técnica: Dominio en la operación y mantenimiento de sistemas hidráulicos.
- Resolución de fallas: Habilidad para identificar y corregir problemas técnicos.
- Trabajo en equipo: Colaboración efectiva con otros técnicos y supervisores.
- Atención al detalle: Precisión en la ejecución de tareas técnicas.

**Funciones Principales:**

- Instalar y calibrar equipos del sistema de captación de agua.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.
- Monitorear el funcionamiento de los sistemas.
- Detectar y corregir fallos técnicos.
- Reportar anomalías al Supervisor de Terreno.

**Otros Requisitos:**

- Disponibilidad para trabajar en terreno.
- Licencia de conducir clase B (opcional)

**4.1.4.5 Perfil ayudante técnico**

El Ayudante Técnico desempeña un rol de apoyo en las actividades operativas y logísticas, colaborando en tareas de mantenimiento, limpieza y manipulación de equipos bajo la supervisión del Técnico de Terreno y el Supervisor de Terreno.

**Requisitos Académicos:**

- Educación secundaria completa.
- Capacitación básica en mantenimiento o manipulación de equipos industriales (deseable).

**Experiencia Laboral:**

- Sin experiencia previa requerida (valorada experiencia en trabajos similares).
- Experiencia en apoyo operativo en sistemas hidráulicos o industriales (deseable).

**Habilidades y Competencias:**

- Proactividad: Disposición para realizar tareas asignadas de forma eficiente.
- Responsabilidad: Compromiso con el cumplimiento de las tareas asignadas.
- Trabajo en equipo: Capacidad para colaborar con otros miembros del equipo técnico.
- Atención al detalle: Cuidado en la manipulación de equipos y materiales.

**Funciones Principales:**

- Apoyar en la instalación y mantenimiento de equipos.
- Realizar tareas de limpieza y orden en áreas operativas.
- Transportar herramientas y materiales según requerimientos.
- Asistir al Técnico de Terreno en tareas específicas.
- Reportar incidencias al Supervisor de Terreno.

**Otros Requisitos:**

- Disponibilidad para trabajar en turnos rotativos.
- Actitud positiva y disposición para aprender.

**4.1.4.5 Remuneración personal**

A continuación, en la tabla 4-1.4.5 se muestra un resumen de los costos del personal necesario para realizar el proyecto.

Tabla 4-1.4.5. Remuneraciones del Personal.

| Cargo                 | Valor Total Mensual (CLP) | Valor Total Mensual (UF) |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------|
| Gerente de planta     | \$ 2.000.000              | UF 52,03                 |
| Encargado de ventas   | \$ 1.200.000              | UF 31,22                 |
| Supervisor de terreno | \$ 1.200.000              | UF 31,22                 |
| Técnico de terreno    | \$ 950.000                | UF 24,71                 |
| Ayudante técnico      | \$ 650.000                | UF 16,91                 |
| Total                 | \$ 6.000.000              | UF 156,11                |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2024, \$ 38.434

4.1.5. Gastos en personal

El gasto más significativo en el área de personal está asociado a la adquisición de equipos de protección individual (EPP), cuyo desglose se presenta en la Tabla 4-2. Estos elementos son esenciales para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores durante sus labores diarias.

Tabla 4-1.5. Elementos de Protección Personal.

| Ítem                    | Cantidad | Valor Total (CLP) | Valor Total (UF) |
|-------------------------|----------|-------------------|------------------|
| Zapatos de Seguridad.   | 4        | \$ 183.960        | UF 4.80          |
| Cascos de protección    | 4        | \$ 31.600         | UF 0,82          |
| Guantes.                | 4        | \$ 35.970         | UF 0.94          |
| Chalecos reflectantes.  | 4        | \$ 44.000         | UF 1.15          |
| Chaquetas reflectantes. | 4        | \$ 71.960         | UF 1.88          |
| Pantalón Cargo.         | 4        | \$ 87.400         | UF 2.28          |
| Camisa trabajo.         | 4        | \$ 97.200         | UF 2.54          |
| Total                   |          | \$ 552.090        | UF 14.42         |

Fuente: Elaboración Propia

*Nota: Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2024, \$ 38.434*

#### 4.2. **LEGAL**

El análisis de prefactibilidad legal se centra en determinar los procedimientos necesarios para la creación y puesta en marcha de una empresa dedicada a la captación y tratamiento de agua. Su propósito principal es examinar y evaluar el marco legal vigente, identificando las normativas y regulaciones esenciales que deben cumplirse para garantizar el funcionamiento adecuado y legal de este tipo de proyecto.

##### 4.2.1. **Marco legal vigente nacional e internacional**

Para garantizar el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes relacionadas con la constitución, operación y servicios de la empresa, es necesario llevar a cabo una serie de gestiones administrativas y regulatorias ante los organismos competentes.

En primer lugar, es fundamental realizar los trámites correspondientes ante el Servicio de Impuestos Internos (SII), entidad encargada de fiscalizar y autorizar el inicio de actividades económicas de la empresa. Además, este organismo asegurará el adecuado cumplimiento de las obligaciones tributarias derivadas de las operaciones comerciales del proyecto.

Por otro lado, la Dirección del Trabajo (DT) tendrá un rol relevante en la supervisión y control del cumplimiento de las normativas laborales, garantizando que la empresa respete los derechos y deberes de sus trabajadores conforme a la legislación vigente.

Asimismo, el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) será responsable de evaluar y formalizar el registro de la marca de la empresa. Este proceso involucra una serie de etapas que deben cumplir con los requisitos establecidos en la Ley N.º 19.039 sobre Propiedad Industrial y sus modificaciones, junto con su respectivo reglamento.

En resumen, los organismos clave en el marco regulatorio de la empresa, junto con sus funciones específicas, son los siguientes:

- **Servicio de Impuestos Internos (SII):** Autorización para el inicio de actividades económicas y supervisión del cumplimiento de las obligaciones tributarias derivadas de la operación de la empresa.

- **Dirección del Trabajo (DT):** Fiscalización del cumplimiento de las normativas laborales, garantizando que los derechos de los trabajadores sean respetados y se cumplan las disposiciones legales aplicables.
- **Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI):** Encargado de gestionar y validar el proceso de registro de marca, asegurando la protección legal de la identidad comercial del proyecto.

#### 4.2.2. Políticas de desarrollo industrial

En Chile, existen diversas instituciones públicas orientadas a impulsar y respaldar el emprendimiento, especialmente en el ámbito de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES). Estas entidades suelen ofrecer programas de financiamiento y concursos, donde los proyectos seleccionados reciben aportes económicos directos que permiten cubrir una parte significativa de la inversión inicial necesaria para poner en marcha un negocio.

Entre las organizaciones más relevantes en este ámbito se encuentran la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), ambas reconocidas por su labor en la promoción del desarrollo empresarial y el apoyo financiero a nuevos proyectos.

Además, existen fondos y programas específicos que buscan fomentar directamente el crecimiento de sectores productivos clave, como el Capital Semilla y el Capital Abeja, los cuales proporcionan recursos para cubrir etapas críticas del desarrollo empresarial.

Estas iniciativas de financiamiento público representan una oportunidad clave para emprendedores y empresas emergentes, facilitando el acceso a recursos que de otro modo serían difíciles de obtener, y contribuyendo al éxito y sostenibilidad de nuevos negocios en el país.

#### 4.2.3. Aspectos legales del giro del proyecto

El proyecto en estudio está legalmente constituido como una microempresa dentro del mercado nacional, cumpliendo con las normativas vigentes para su funcionamiento. El giro comercial principal corresponde al Código N.º 360000, el cual se refiere a la captación, tratamiento y distribución de agua. Este código refleja con precisión las actividades clave del proyecto, abarcando desde la recolección y almacenamiento del agua captada hasta su

tratamiento y reutilización eficiente en procesos destinados al riego de cortinas arbóreas en plantas fotovoltaicas.

Esta clasificación garantiza que el proyecto opere bajo un marco regulatorio claro y específico, tal como se detalla en la Figura 4-1, lo que permite una adecuada fiscalización y cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

| SUMINISTRO DE AGUA; EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, GESTIÓN DE DESECHOS Y DESCONTAMINACIÓN |                                               |              |                      |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------|----------------------|---------------------|
| Código                                                                                     | CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA | Afecto a IVA | Categoría Tributaria | Disponible Internet |
| 360000                                                                                     | CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA | SI           | 1                    | SI                  |

Fuente: [https://www.sii.cl/ayudas/ayudas\\_por\\_servicios/1956-codigos-1959.html#19](https://www.sii.cl/ayudas/ayudas_por_servicios/1956-codigos-1959.html#19)

Figura 4-2.3. Códigos de actividad Servicios de Impuestos Internos.

4.2.4. Incentivos

Inicialmente, no se contempla la implementación de incentivos económicos o bonificaciones. Sin embargo, si el desempeño del negocio resulta positivo y supera las expectativas, se evaluará la posibilidad de incorporar un sistema de bonificaciones vinculadas directamente a las ventas obtenidas.

Asimismo, se procurará establecer un mecanismo de reconocimiento formal, orientado a impulsar la motivación y fortalecer el compromiso del equipo, premiando los logros individuales y colectivos alcanzados.

4.2.5. Aspectos laborales

Los trabajadores de la empresa estarán protegidos conforme a lo establecido en el Código del Trabajo, regulado por el DFL N.º 1 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, garantizando el cumplimiento de los derechos y obligaciones laborales vigentes.

Asimismo, todo el personal contratado contará con el Seguro Social Obligatorio contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, regulado por la Ley N.º 16.744, además de un Seguro de Cesantía, establecido en la Ley N.º 20.328.

4.2.6. Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente

Corresponden a los costos de las tramitaciones que debe realizar la empresa para iniciar la actividad propiamente tal, estos son principalmente; el pago de la patente municipal, la constitución de la sociedad mediante Escritura Pública, a través, del método tradicional y los gastos notariales.

|                                       | 1                                 | 2                                              | 3                                | 4        | 5                                                        | 6                                   | 7             |
|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|----------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| PROCESO TRADICIONAL DE FORMALIZACIÓN  | Decidir tipo de Persona y Empresa | Constitución Legal                             | Publicación en el Diario Oficial | Registro | Obtención de RUT<br>Declaración de Inicio de Actividades | Patente Municipal<br>Otros permisos | Pasos finales |
| PROCESO SIMPLIFICADO DE FORMALIZACIÓN | Decidir tipo de Empresa y Persona | Formalización a través de TU EMPRESA EN UN DÍA |                                  |          | Obtención de RUT<br>Declaración de Inicio de Actividades | Patente Municipal<br>Otros permisos | Pasos finales |

Fuente: <https://www.sii.cl/siieduca/aprende-con-nosotros/inicio-de-actividades-y-formalizacion-de-un-negocio>

Figura 4-2.6. Formación de empresa SII.

4.3. SOCIETARIA

En esta fase de análisis del proyecto, resulta fundamental determinar la estructura societaria más apropiada para los inversionistas, así como definir los procedimientos legales necesarios para garantizar el cumplimiento íntegro del marco normativo vigente que rige este tipo de iniciativas.

4.3.1. Relación entre los inversionistas

La Sociedad por Acciones (SpA) se presenta como la estructura societaria ideal para este proyecto, dado su carácter flexible y adaptable a las necesidades de los inversionistas. Este tipo de sociedad permite la incorporación de uno o más accionistas, facilitando la entrada y salida de nuevos inversionistas sin mayores complejidades legales.

En una SpA, la relación entre los inversionistas se rige principalmente por los estatutos sociales, donde se establecen los derechos, deberes y responsabilidades de cada accionista. Cada inversionista participa en la sociedad mediante la adquisición de acciones, lo que les otorga una proporción de la propiedad de la empresa y, en consecuencia, un porcentaje de los beneficios y utilidades generadas.

La gestión administrativa de la sociedad puede ser dirigida por un Gerente General o un Directorio, dependiendo de lo estipulado en los estatutos. Los inversionistas tendrán la facultad de tomar decisiones clave en las juntas de accionistas, donde se definirán temas estratégicos, tales como la distribución de utilidades, ampliación de capital y posibles reinversiones.

La SpA también ofrece ventajas significativas en cuanto a protección patrimonial, ya que la responsabilidad de los inversionistas está limitada al monto de sus aportes y no compromete su patrimonio personal.

#### 4.3.2. Estructura societaria

Considerando que una Sociedad por Acciones se rige por las normas aplicables a una Sociedad Anónima Cerrada, esta será constituida por sus dueños y accionistas y bajo un instrumento privado suscrito por sus otorgantes o por escritura pública, cuyas firmas serán autorizadas y protocolizadas por un notario público.

Con respecto a los estatutos sociales, estos quedaran estipulados en pleno acto de inscripción y se determinarán los derechos y obligaciones de los accionistas, el régimen de su administración y otros pactos que puedan establecerse libremente. La consulta a otros temas legales y normativas vigentes quedará sujeto a lo establecido bajo la Ley N° 20.190 del Ministerio de Hacienda, aplicable a este tipo de sociedades.

#### 4.4. TRIBUTARIA

De acuerdo con lo establecido en el Decreto Ley N.º 824 sobre Impuestos a la Renta, la empresa se clasifica como un contribuyente de primera categoría. Por lo tanto, debe cumplir con las normativas vigentes relacionadas con la presentación detallada de su contabilidad, lo que incluye el pago de impuestos sobre las rentas generadas o percibidas durante el año comercial correspondiente.

En este contexto, la empresa está obligada a realizar declaraciones mensuales y cumplir con los pagos asociados a los siguientes conceptos: Impuesto al Valor Agregado (IVA), Impuesto a la Renta, y otros tributos, como los impuestos municipales, conforme a lo dispuesto por la legislación tributaria vigente.

#### 4.4.1. Sistema tributario

La empresa formará parte de los contribuyentes de primera categoría, por lo que estará obligada a pagar un impuesto del 25%. Para el cálculo de este impuesto, se descuentan a las ventas todos los costos asociados, obteniendo las utilidades, a las cuales se les aplica el respectivo impuesto.

#### 4.4.2. Mecanismo de determinación de gasto en impuesto

De acuerdo con lo detallado en el punto anterior, se establece que la empresa forma parte de los contribuyentes de primera categoría, quedando en la obligación de dar cumplimiento a la normativa vigente en cuanto a la declaración de impuestos, aplicándose el pago de una tasa de impuesto a la rentas devengadas o percibidas por la empresa durante el año comercial, por lo tanto, es la empresa quien deberá declarar y pagar los siguientes elementos:

- **IVA, Impuesto al Valor Agregado:** Corresponde a un recargo sobre el valor del bien o el servicio adquirido. Es pagado por el consumidor final y este tipo de impuesto representa un importante presupuesto con el que el Estado financia sus obligaciones económicas, sociales, culturales, etc.  
Para el vendedor es obligación declarar ante el SII esta venta y su respectivo IVA. Su valor corresponde a un 19% del valor real del producto o servicio comercializado.
- **PPM, pagos Provisionales Mensuales:** Corresponde a los pagos que se tienen que llevar a cabo por los contribuyentes como una provisión contra los impuestos anuales, los cuales, deben pagarse hasta el 30 de abril del año próximo al que se generan las rentas. En resumen, corresponde a un abono provisorio para cubrir el impuesto anual a la renta. El PPM es una obligación fiscal.

Para el régimen Pro-Pyme se fija una tasa para el primer año del 0,25%, y dependiendo de los ingresos un 0,25% o un 0,5%. Si los ingresos brutos anuales del año anterior no exceden de 50.000 UF, es de 0,25%, caso contrario, si los ingresos brutos anuales del año anterior exceden de 50.000 UF, es de 0,50%.

4.5. **FINANCIERA**

En esta sección, se analizarán en detalle las fuentes de financiamiento, inversiones e instituciones crediticias. Llevando a cabo un análisis financiero de las distintas alternativas de financiamiento con las que se puede contar para la ejecución del proyecto, están pueden ser, de financiamiento por medio de créditos brindados por instituciones financieras o bien, por medio de los recursos propios del inversionista.

4.5.1. **Fuentes de financiamiento**

Al analizar las fuentes de financiamiento disponibles para el proyecto, se pueden identificar dos enfoques principales: financiamiento interno, que consiste principalmente en el aporte directo de capital por parte del inversionista, y financiamiento externo, obtenido a través de créditos otorgados por instituciones financieras certificadas.

En este contexto, la evaluación financiera del proyecto se llevará a cabo bajo las siguientes modalidades:

| Escenario                                     | Descripción                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proyecto puro sin financiamiento              | Aporte del 100% de los recursos para la realización del proyecto mediante el inversionista.                                                                    |
| Proyecto con financiamiento externo en un 25% | Aporte del 25% por medio de crédito a través de una institución financiera acreditada y el monto restante realizado por el inversionista con recursos propios. |
| Proyecto con financiamiento externo en un 50% | Aporte del 50% por medio de crédito a través de una institución financiera acreditada y el monto restante realizado por el inversionista con recursos propios. |
| Proyecto con financiamiento externo en un 75% | Aporte del 75% por medio de crédito a través de una institución financiera acreditada y el monto restante realizado por el inversionista con recursos propios. |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-5.1. Evaluación financiera

#### 4.5.2. Inversionistas

Estos serán, según el tipo de caso a evaluar:

- El Inversionista, a través de recursos propios 100%.
- Institución financiera 25%, Inversionista 75%
- Institución financiera 50%, Inversionista 50%.
- Institución financiera 75%, Inversionista 25%.

#### 4.5.3. Instituciones crediticias

Existen diversas alternativas de financiamiento, tanto de carácter público como privado. Dentro de las principales instituciones privadas que ofrecen recursos financieros se encuentran los bancos, cooperativas de ahorro y crédito, así como fundaciones especializadas. Asimismo, hay entidades enfocadas en brindar servicios financieros específicos, como aquellas dedicadas al leasing y/o factoring.

El acceso a financiamiento puede realizarse a través de diferentes herramientas o mecanismos, entre los que destacan los créditos, subsidios, garantías, leasing y factoring, entre otros instrumentos financieros disponibles en el mercado.

En el caso de la empresa en estudio, se tiene previsto solicitar un crédito a una entidad bancaria, donde las condiciones específicas del préstamo, como la tasa de interés y el plazo de pago, estarán determinadas por el monto solicitado y los términos ofrecidos por la institución financiera seleccionada.

#### 4.5.4. Costos de financiamiento

Los costos de financiamiento para cada institución crediticia están dados por la tasa de interés del préstamo o la tasa de descuento del inversionista y se refieren a los costos por el pago de interés de los créditos solicitados para el financiamiento del proyecto durante su horizonte de vida.

Para el proyecto, se ha evaluado con distintas entidades financieras para poder seleccionar la que posea la mejor tasa de interés anual, en el plazo de vida estipulado de 7 años. Este análisis es posible visualizarlo en la Tabla 4-5.4 a continuación.

Tabla 4-5.4. Evaluación de créditos costo de financiamiento

| Banco           | Moneda Crédito | Tipo Tasa | Tasa del Crédito |
|-----------------|----------------|-----------|------------------|
| Banco Falabella | UF             | Fija      | 4,36%            |
| Banco Santander | UF             | Fija      | 6,93%            |

Fuente: Elaboración propia mediante información obtenida en plataforma web de CMF Chile (Comisión para el Mercado Financiero).

Se utilizará como elección la institución financiera Banco Falabella ya que representa de entre las opciones la mejor tasa de interés anual, con un valor de 4,36%.

4.6. AMBIENTAL

Refiere al estudio de la normativa legal vigente en cuanto a lo que respecta de la prevención de la contaminación ambiental y las posibles restricciones que pudiesen incorporarse en el transcurso del proyecto.

4.6.1. Marco legal vigente

En cumplimiento con la normativa ambiental vigente que regula el derecho a un entorno libre de contaminación, la protección de los recursos naturales, la conservación del ecosistema y la gestión responsable de los recursos hídricos, el presente proyecto se encuentra respaldado por diversas leyes ambientales chilenas que garantizan su operación bajo estándares adecuados.

La Ley N.º 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, publicada el 9 de marzo de 1994, establece los fundamentos legales para la protección ambiental en el país, regulando las acciones destinadas a preservar el equilibrio ecológico y minimizar los impactos negativos sobre los ecosistemas.

Posteriormente, la Ley N.º 20.417 del año 2010 introdujo modificaciones relevantes a la Ley N.º 19.300, otorgando al Ministerio del Medio Ambiente la facultad de proponer políticas

públicas, formular normativas y desarrollar planes estratégicos en relación con el manejo de residuos y la conservación de recursos naturales. En particular, su Artículo N.º 70, letra G, establece la obligación de promover la gestión adecuada de residuos y garantizar el acceso a la información ambiental relevante. Asimismo, el Artículo N.º 10, letras I, Ñ y O, exige la realización de evaluaciones ambientales para proyectos vinculados al manejo y tratamiento de residuos.

Por otra parte, la Ley N.º 20.879 del año 2015, promulgada por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, regula y sanciona el transporte y disposición inadecuada de residuos y desechos. Esta normativa prohíbe específicamente el traslado y depósito ilegal de residuos en áreas no autorizadas, tales como vías públicas, terrenos baldíos o vertederos clandestinos, estableciendo sanciones para quienes incumplan estas disposiciones.

Finalmente, la Ley N.º 20.920 del año 2016 establece un marco integral para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje. Esta ley tiene como objetivo reducir la generación de residuos, fomentar su valorización y promover prácticas sostenibles de reciclaje y reutilización. Además, impone a los productores la obligación de hacerse cargo del tratamiento y disposición final de sus productos, incentivando la implementación de estrategias de separación en origen y educación ambiental. También otorga a los municipios la capacidad de establecer convenios con sistemas de gestión autorizados, promover campañas de sensibilización y garantizar que las instalaciones destinadas al almacenamiento y manejo de residuos cumplan con las normativas vigentes.

En el contexto del proyecto de captación y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas, estas leyes son fundamentales para asegurar la sostenibilidad ambiental, garantizando que todas las operaciones se realicen de manera eficiente, segura y en armonía con el entorno natural.

**CÁPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA**

## **5. EVALUACIÓN ECONÓMICA.**

Se presentarán las consideraciones a utilizar como la evaluación del proyecto puro, evaluación en base a financiamientos y evaluación de sensibilizaciones. Con el propósito de recopilar la mayor cantidad de datos financieros posibles que permitan fundamentar una decisión de inversión adecuada, se llevará a cabo un análisis integral. Finalmente, se establecerá si el proyecto es viable para su ejecución, tomando en cuenta el horizonte temporal definido para los inversionistas.

### **5.1. CONSIDERACIONES**

En esta sección se analizarán los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, que incluyen los estudios de prefactibilidad de mercado, técnica, administrativa y financiera. Se considerarán las variables clave que influirán en la evaluación económica, estableciendo sus límites, métodos de aplicación y la presentación de los resultados previos al análisis de los indicadores financieros. Cada uno de estos elementos será expuesto de manera detallada a continuación.

#### **5.1.1 Horizonte del Proyecto**

El proyecto tendrá un horizonte de evaluación de 5 años.

#### **5.1.2. Tasa de Descuento**

La tasa de descuento es un porcentaje utilizado para actualizar los flujos de caja futuros de un proyecto a su valor presente, permitiendo determinar si la inversión propuesta es rentable. Este indicador refleja el costo de oportunidad del capital, es decir, la rentabilidad mínima que los inversionistas esperan obtener al asignar sus recursos a este proyecto en lugar de otras alternativas de inversión con riesgo similar.

Para calcular la tasa de descuento, se calculará a través del modelo de valorización de activos financieros (CAMP), definida por la siguiente fórmula.

|                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| $Rp = Rf + (Rm - Rf) \times \beta$                                                                                                                |  |
| <b>Rp:</b> tasa de descuento                                                                                                                      |  |
| <b>Rf:</b> tasa libre de riesgo                                                                                                                   |  |
| <b>β:</b> constante por tipo de negocio, sensibilidad de un cambio en la rentabilidad de una inversión individual al riesgo de mercado en general |  |
| <b>Rm:</b> tasa media de retorno                                                                                                                  |  |

5.1.2.1. Tasa Libre de Riesgo (Rf)

La tasa libre de riesgo representa, en teoría, un rendimiento garantizado para una unidad monetaria en un plazo específico, donde se asume la ausencia de riesgo crediticio y de reinversión. Esto significa que, al finalizar el período establecido, el inversionista recibirá el capital inicial más los intereses correspondientes sin riesgo de incumplimiento. Un ejemplo común de este tipo de instrumentos son los bonos emitidos por gobiernos, ya que la probabilidad de impago por parte de entidades de esta envergadura es extremadamente baja, acercándose prácticamente a cero.

En este contexto, la tasa libre de riesgo suele medirse a través de los rendimientos de los bonos soberanos. En el caso de Chile, esta tasa se determina a partir del promedio de los intereses generados por los bonos denominados en Unidades de Fomento (UF) a 5 años, utilizando datos proporcionados por el Banco Central de Chile durante los últimos 10 años.

En la Tabla 5-1.2.2 se presenta la Tasa Libre de Riesgo utilizada como referencia para el presente proyecto.

Tabla 5-2.2.1 Tasa Libre de Riesgo

| Periodo    | Tasa de interés, bonos en UF a 10 años |
|------------|----------------------------------------|
| 2020       | -0,5                                   |
| 2021       | 0,4                                    |
| 2022       | 1,85                                   |
| 2023       | 2,87                                   |
| 2024       | 2,43                                   |
| Prom. (Rf) | 1,41                                   |

Fuente: Desarrollo propio a partir de datos recopilados desde la plataforma en línea del Banco Central de Chile

5.1.2.2. Tasa Media de Retorno (Rm)

La Tasa Media de Retorno o Tasa de Rentabilidad de Mercado representa la rentabilidad promedio esperada en el mercado financiero de un país, la cual se determina a partir del desempeño accionario de la bolsa de valores local. En el caso de Chile, esta rentabilidad está vinculada principalmente a los índices IPSA (Índice de Precio Selectivo de Acciones) y IGPA (Índice General de Precios de Acciones).

Su cálculo se basa en un promedio simple de las variaciones diarias de los precios de las acciones que componen estos indicadores. Dado que el horizonte del proyecto es de mediano a largo plazo, resulta necesario considerar un parámetro representativo de largo plazo, por lo que se utilizará el promedio del IGPA de los últimos 7 años.

No obstante, para reflejar una rentabilidad real, este rendimiento debe ser ajustado según la variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC), con el fin de descontar los efectos de la inflación en la economía.

En la Tabla 5-1.2.2, se presenta la variación del IPC durante los últimos 7 años, proporcionando así una referencia clave para determinar la rentabilidad ajustada al contexto inflacionario actual.

Tabla 5-1.2.2. Variación Índice Precios Consumidor (IPC)

| Periodo    | Tasa de interés, bonos en UF a 10 años |
|------------|----------------------------------------|
| 2017       | 2,2%                                   |
| 2018       | 2,43%                                  |
| 2019       | 2,24%                                  |
| 2020       | 3,5%                                   |
| 2021       | 4,5%                                   |
| 2022       | 11,6%                                  |
| 2023       | 7,68%                                  |
| Prom. (Rm) | 4,87%                                  |

Fuente: Elaboración propia mediante información obtenida en plataforma web del Banco Central de Chile.

La variación del IGPA durante el período comprendido entre enero de 2017 y diciembre de 2023 (7 años) alcanzó un 25,75%, según los registros históricos disponibles en la plataforma web de la Bolsa de Comercio de Santiago.

Por lo tanto, para determinar la Tasa Media de Retorno, es necesario ajustar esta variación, restando la inflación acumulada representada por el IPC, tal como se explicó previamente, con el fin de obtener una rentabilidad real y precisa. Con la información obtenida esta Tasa da un valor de **20.88%**, que corresponde a la diferencia entre el retorno nominal y la inflación, es decir, 25.75% menos 4.87%

5.1.2.3. Beta ( $\beta$ )

La constante denominada “Beta” representa la relación entre el riesgo específico del proyecto y el riesgo general del mercado. Su valor es obtenido a partir del análisis de Betas por sector de Damodaran y, según el estudio realizado en enero de 2021, corresponde al índice asociado al sector GREEN ENERGY & RENEWABLE. Este valor se detalla en la Tabla 5-1.2.3.

Tabla 5-1.2.3. Constante según tipo de Negocio (Beta)

| Industry Name            | Number of firms | Beta |
|--------------------------|-----------------|------|
| GREEN ENERGY & RENEWABLE | 17              | 1.11 |

Fuente: Elaboración propia mediante información obtenida en plataforma web por sector Damodaran.

5.1.2.4. Cálculo de Tasa de descuento

Una vez obtenidos los valores podemos utilizar la fórmula para obtener el valor de la tasa de descuento.

**Rf: 1,41 ; Rm: 20,88 ; β: 1,11**

$$Rp = Rf + (Rm - Rf) \times \beta$$

$$Rp = 1.41 + (20,88 - 1.41) \times 1,11$$

$$Rp = 1,41 + (19,47) \times 1,11$$

$$Rp = 1,41 + 21,61$$

**Rp = 23, 02%**

5.1.3 Financiamiento del Proyecto

El financiamiento del proyecto se evaluará considerando dos modalidades principales: la primera, mediante el 100% de capital propio aportado por el inversionista, y la segunda, a través de un financiamiento externo mediante un crédito bancario de mediano a largo plazo. Estas opciones permitirán analizar la viabilidad financiera del proyecto bajo distintos escenarios, considerando una distribución equilibrada de los recursos.

En este contexto, y como se detalla en la sección 4.5.5, se ha seleccionado un crédito empresarial otorgado por el Banco Falabella, con una tasa anual fija del 4,36% y un plazo de 5 años para su pago.

Para la amortización de la deuda, se utilizará el sistema de pago francés, el cual se caracteriza por mantener cuotas fijas e iguales durante toda la vigencia del crédito. Este sistema se basa en el cálculo de interés compuesto, donde la parte correspondiente al capital amortizado aumenta progresivamente, mientras que la porción destinada al pago de intereses disminuye con el tiempo.

La fórmula utilizada para calcular el valor de la cuota bajo el método francés es la siguiente:

$$C = P \left[ \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

Donde:

- C: Cuota periódica de pago
- P: Monto total del crédito solicitado
- i: Tasa de interés
- n: Número total de cuotas o períodos de pago

Esta estructura de financiamiento permite al inversionista proyectar con claridad los flujos de caja destinados al pago de la deuda, garantizando un manejo eficiente de los recursos financieros y una mayor previsibilidad en los compromisos adquiridos.

## 5.2. PROYECTO PURO

El proyecto puro es aquel en el que la inversión total es financiada exclusivamente con recursos propios del inversionista, sin recurrir a fuentes de financiamiento externas. Al no existir deuda, se eliminan los costos asociados a intereses y amortizaciones, lo que simplifica la estructura financiera y reduce el riesgo financiero del proyecto.

### 5.2.1. Flujo de caja sin financiamiento externo

En el flujo de caja sin financiamiento externo, es fundamental considerar tanto la Unidad de Fomento (UF), como indicador de reajuste monetario para mantener el valor real del dinero en el tiempo, como el impuesto de Primera Categoría, establecido por el Servicio de Impuestos Internos (SII).

La UF permite ajustar los flujos de ingresos y egresos para reflejar el impacto de la inflación, asegurando así una evaluación financiera más precisa. Por su parte, el impuesto de Primera Categoría corresponde al gravamen sobre las utilidades obtenidas por la empresa, el cual debe ser calculado y descontado de los ingresos netos proyectados en el flujo de caja.

**Valor UF al día 7 de enero de 2024, \$ 38.434**

**Impuesto de primera categoría fijado por el SII, corresponde al 25%.**

Tabla 5-2.1 Flujo de caja sin financiamiento externo

|                                                       | 0    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ingresos                                              |      | 14206 | 14916 | 15662 | 16445 | 17268 |
| Costos Variables                                      |      | 1310  | 1376  | 1445  | 1518  | 1594  |
| Costos Fijos                                          |      | 2873  | 2930  | 2989  | 3049  | 3110  |
| Utilidad Operacional                                  |      | 10023 | 10610 | 11228 | 11879 | 12564 |
| Depreciación                                          |      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Intereses Crédito Largo Plazo                         |      |       |       |       |       |       |
| Intereses Crédito Corto Plazo                         |      |       |       |       |       |       |
| Pérdida Ejercicio Anterior                            |      |       |       |       |       |       |
| Venta de Activo                                       |      |       |       |       |       |       |
| Valor Libro                                           |      |       |       |       |       | 28    |
| Utilidad Antes de Impuestos                           |      | 10018 | 10605 | 11223 | 11874 | 12531 |
| Impuestos 25 %                                        |      | 2505  | 2651  | 2806  | 2968  | 3133  |
| Utilidad Despues de Impuesto                          |      | 7514  | 7954  | 8417  | 8905  | 9398  |
| Depreciación                                          |      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Pérdida Ejercicio Anterior                            |      |       |       |       |       |       |
| Valor Libro                                           |      |       |       |       |       | 28    |
| Amortización Crédito Largo Plazo                      |      |       |       |       |       |       |
| Amortización Crédito Carto Plazo                      |      |       |       |       |       |       |
| Inversión Activos Fijos                               | 188  |       |       |       |       |       |
| Inv. en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos   | 21   |       |       |       |       |       |
| Inversión en Capital de Trabajo                       | 216  |       |       |       |       |       |
| Recuperación Capital de Trabajo                       |      |       |       |       |       | 216   |
| Valor de Desecho del proyecto                         |      |       |       |       |       |       |
| Flujo Antes de Financiamiento                         | -425 | 7519  | 7959  | 8422  | 8910  | 9647  |
| Crédito Largo Plazo                                   |      |       |       |       |       |       |
| Crédito Corto Plazo                                   |      |       |       |       |       |       |
| Flujo Despues de Financiamiento                       | -425 | 7519  | 7959  | 8422  | 8910  | 9647  |
| Flujo Despues de Financiamiento Actualizado           | -425 | 6538  | 6018  | 5538  | 5095  | 4796  |
| Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado | -425 | 6113  | 12131 | 17669 | 22764 | 27560 |

Del flujo de caja expuesto en la Tabla 5-8 se pueden desprender los siguientes indicadores:

- VAN: UF 27.560; TIR: 18%; PRI: 1 año

De estos resultados es posible indicar que el proyecto en evaluación sin financiamiento externo es rentable.

### 5.3. PROYECTO CON FINANCIAMIENTO EXTERNO

El proyecto con financiamiento externo implica complementar el capital propio del inversionista con recursos obtenidos a través de créditos bancarios. Se consideran dos escenarios de financiamiento:

- 50% externo: La inversión se financia en partes iguales, con un 50% de capital propio y un 50% mediante financiamiento bancario.
- 75% externo: El 75% del capital se obtiene a través de un crédito bancario, mientras que el 25% restante es cubierto con recursos propios.

En cada caso, se deberán considerar los costos asociados a intereses, amortización de deuda y plazos de pago, ajustados a través del sistema de amortización francés. Estos escenarios permiten analizar el impacto del financiamiento externo en la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

#### 5.3.1. Amortización con financiamiento externo del 50%

En Tabla 5-3.1 es posible visualizar la amortización del crédito a una tasa anual del 4,36% y un plazo de 5 años. Para el cálculo del valor de la cuota, se utiliza la formula presentada en la sección 5.1.8., de acuerdo con el método francés.

$$C = P \left[ \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

$$C = 212,5 \left[ \frac{0,0436 (1 + 0,0436)^5}{(1 + 0,0436)^5 - 1} \right]$$

$$C = 212,5 [0,22690]$$

$$C = 48,22$$

Tabla 5-3.1 Amortización financiamiento externo del 50%.

| Monto | 212.50 | Interés anual |              | 4,36% |
|-------|--------|---------------|--------------|-------|
|       | Saldo  | Interés       | Amortización | Cuota |
| año 1 | 173.55 | 9.27          | 38.95        | 48.22 |
| año 2 | 132.90 | 7.57          | 40.65        | 48.22 |
| año 3 | 90.47  | 5.79          | 42.42        | 48.22 |
| año 4 | 46.20  | 3.94          | 44.27        | 48.22 |
| año 5 | 0.00   | 2.01          | 46.20        | 48.22 |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2024, \$ 38.434

5.3.2. Flujo de caja con financiamiento externo del 50%

Esta opción considera el 50% del aporte por parte del inversionista y el 50% por medio de un financiamiento externo En la Tabla 5-10 es posible visualizar el flujo de caja para esta opción. Se deben tener en consideración, los siguientes puntos:

- **Valor de la Unidad de Fomento (UF):** \$ 38.434. Al día enero de 2025
- **Impuesto:** 25% correspondiente al Impuesto de primera categoría fijado por el SII.
- **Tasa de Interés:** 4,36 % Anual.

Tabla 5-3.2. Flujo de caja con financiamiento externo 50%.

|                                                          | 0    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|----------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ingresos                                                 |      | 14206 | 14916 | 15662 | 16445 | 17268 |
| Costos Variables                                         |      | 1310  | 1376  | 1445  | 1518  | 1594  |
| Costos Fijos                                             |      | 2873  | 2930  | 2989  | 3049  | 3110  |
| Utilidad Operacional                                     |      | 10023 | 10610 | 11228 | 11879 | 12564 |
| Depreciación                                             |      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Intereses Crédito Largo Plazo                            |      | 9     | 8     | 6     | 4     | 2     |
| Intereses Crédito Corto Plazo                            |      |       |       |       |       |       |
| Pérdida Ejercicio Anterior                               |      |       |       |       |       |       |
| Venta de Activo                                          |      |       |       |       |       |       |
| Valor Libro                                              |      |       |       |       |       | 28    |
| Utilidad Antes de Impuestos                              |      | 10009 | 10597 | 11217 | 11870 | 12529 |
| Impuestos 27 %                                           |      | 2502  | 2649  | 2804  | 2967  | 3132  |
| Utilidad Despues de Impuesto                             |      | 7507  | 7948  | 8413  | 8902  | 9397  |
| Depreciación                                             |      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Pérdida Ejercicio Anterior                               |      |       |       |       |       |       |
| Valor Libro                                              |      |       |       |       |       | 28    |
| Amortización Crédito Largo Plazo                         |      | 39    | 41    | 42    | 44    | 46    |
| Amortización Crédito Carto Plazo                         |      |       |       |       |       |       |
| Inversión Activos Fijos                                  | 188  |       |       |       |       |       |
| Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos | 21   |       |       |       |       |       |
| Inversión en Capital de Trabajo                          | 216  |       |       |       |       |       |
| Recuperación Capital de Trabajo                          |      |       |       |       |       | 216   |
| Valor de Desecho del proyecto                            |      |       |       |       |       |       |
| Flujo Antes de Financiamiento                            | -425 | 7473  | 7912  | 8376  | 8863  | 9600  |
| Crédito Largo Plazo                                      | 213  |       |       |       |       |       |
| Crédito Corto Plazo                                      |      |       |       |       |       |       |
| Flujo después de Financiamiento                          | -213 | 7473  | 7912  | 8376  | 8863  | 9600  |
| Flujo después de Financiamiento Actualizado              | -213 | 6498  | 5983  | 5507  | 5068  | 4773  |
| Flujo después de Financiamiento Actualizado Acumulado    | -213 | 6286  | 12268 | 17776 | 22843 | 27616 |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2024, \$ 38.434

Del flujo de caja expuesto en la Tabla 5-3.2 se pueden desprender los siguientes indicadores:

- VAN: UF 27616; TIR: 35%; PRI: 1 año

5.3.3. Amortización con financiamiento externo del 75%

En la Tabla 5-3.3 se presenta el detalle de la amortización del crédito, aplicado con una tasa anual del 4,36% y un plazo de 5 años. El cálculo del monto de cada cuota se realizó utilizando la fórmula descrita en la sección 5.1.8.

$$C = P \left[ \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \right]$$
$$C = 318,75 \left[ \frac{0,0436 (1 + 0,0436)^5}{(1 + 0,0436)^5 - 1} \right]$$
$$C = 318,75 [0,22690]$$
$$C = 72,33$$

Tabla 5-3.3. Amortización financiamiento externo del 75%.

| Monto | 318.75 | Interés anual |              | 4%    |
|-------|--------|---------------|--------------|-------|
|       | Saldo  | Interés       | Amortización | Cuota |
| Año 1 | 260.32 | 13.90         | 58.43        | 72.33 |
| Año 2 | 199.35 | 11.35         | 60.98        | 72.33 |
| Año 3 | 135.71 | 8.69          | 63.63        | 72.33 |
| Año 4 | 69.30  | 5.92          | 66.41        | 72.33 |
| Año 5 | 0.00   | 3.02          | 69.30        | 72.33 |

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2025, \$ 38.434.

5.3.4. Flujo de caja con financiamiento externo del 75%

Esta opción considera el 75% por medio de un financiamiento externo En la Tabla 5-3.4 es posible visualizar el flujo de caja para esta opción. Se deben tener en consideración, los siguientes puntos:

- **Valor de la Unidad de Fomento (UF):** \$ 38.260. Al día 01 de diciembre de 2024.
- **Impuesto:** 25% correspondiente al Impuesto de primera categoría fijado por el SII.
- **Tasa de Interés:** 4,20 % Anual

Tabla 5-3.4. Flujo de caja con financiamiento externo 75%.

|                                                          | 0    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|----------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ingresos                                                 |      | 14206 | 14916 | 15662 | 16445 | 17268 |
| Costos Variables                                         |      | 1310  | 1376  | 1445  | 1518  | 1594  |
| Costos Fijos                                             |      | 2873  | 2930  | 2989  | 3049  | 3110  |
| Utilidad Operacional                                     |      | 10023 | 10610 | 11228 | 11879 | 12564 |
| Depreciación                                             |      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Intereses Crédito Largo Plazo                            |      | 14    | 11    | 9     | 6     | 3     |
| Intereses Crédito Corto Plazo                            |      |       |       |       |       |       |
| Pérdida Ejercicio Anterior                               |      |       |       |       |       |       |
| Venta de Activo                                          |      |       |       |       |       |       |
| Valor Libro                                              |      |       |       |       |       | 28    |
| Utilidad Antes de Impuestos                              |      | 10004 | 10594 | 11214 | 11868 | 12528 |
| Impuestos 27 %                                           |      | 2501  | 2649  | 2804  | 2967  | 3132  |
| Utilidad Despues de Impuesto                             |      | 7503  | 7946  | 8411  | 8901  | 9396  |
| Depreciación                                             |      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Pérdida Ejercicio Anterior                               |      |       |       |       |       |       |
| Valor Libro                                              |      |       |       |       |       | 28    |
| Amortización Crédito Largo Plazo                         |      | 58    | 61    | 64    | 66    | 69    |
| Amortización Crédito Carto Plazo                         |      |       |       |       |       |       |
| Inversión Activos Fijos                                  | 188  |       |       |       |       |       |
| Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos | 21   |       |       |       |       |       |
| Inversión en Capital de Trabajo                          | 216  |       |       |       |       |       |
| Recuperación Capital de Trabajo                          |      |       |       |       |       | 216   |
| Valor de Desecho del proyecto                            |      |       |       |       |       |       |
| Flujo Antes de Financiamiento                            | -425 | 7450  | 7890  | 8352  | 8840  | 9576  |
| Crédito Largo Plazo                                      | 319  |       |       |       |       |       |
| Crédito Corto Plazo                                      |      |       |       |       |       |       |
| Flujo Despues de Financiamiento                          | -106 | 7450  | 7890  | 8352  | 8840  | 9576  |
| Flujo Despues de Financiamiento Actualizado              | -106 | 6478  | 5966  | 5491  | 5054  | 4761  |
| Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado    | -106 | 6372  | 12338 | 17829 | 22884 | 27645 |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2025, \$ 38.434.

Del flujo de caja expuesto en la Tabla 5-12 se pueden desprender los siguientes indicadores:

- VAN: UF 27645; TIR: 70%; PRI: 1 año

5.3.5. Resumen de indicadores económicos y rentabilidad

En la Tabla 5-13 se presentan los resultados derivados de las distintas modalidades de inversión analizadas previamente.

Tabla 5-3.5. Resumen rentabilidad del proyecto.

| Tipo de Financiamiento | VAN (UF) | TIR (%) | PRI (Años) |
|------------------------|----------|---------|------------|
| Proyecto Puro          | 27560    | 18%     | 1          |
| Externo 50%            | 27616    | 35%     | 1          |
| Externo 75%            | 27645    | 70%     | 1          |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Valor UF al día 7 de enero de 2025, \$ 38.434

El proyecto con financiamiento externo al 50% entrega el mayor VAN, además de una TIR significativamente superior al proyecto puro, manteniendo el mismo periodo de recuperación. Esta opción representa una excelente relación entre rentabilidad y uso moderado de capital propio.

Por otro lado, el proyecto puro, aunque entrega un VAN levemente inferior, tiene la TIR más baja, debido a que requiere una inversión total con capital propio, lo que reduce la eficiencia del rendimiento financiero.

El financiamiento externo al 75% permite minimizar al máximo la inversión inicial, manteniendo una TIR alta y un VAN muy cercano a las otras alternativas, por lo que resulta una opción muy atractiva si el objetivo es reducir el compromiso de capital propio sin afectar considerablemente la rentabilidad del proyecto.

5.3.6. Resumen de sensibilizaciones.

Corresponde a la evaluación financiera del proyecto, considerando como varía el VAN ante cambios porcentuales en ingresos y egresos. Se utiliza el mejor escenario con el financiamiento del 75%

La matriz evalúa el efecto de distintas combinaciones de las variaciones en ingresos representada en vertical y egresos representados en horizontal, sobre el VAN del proyecto.

Tabla 5-3.6. Matriz de sensibilidad.

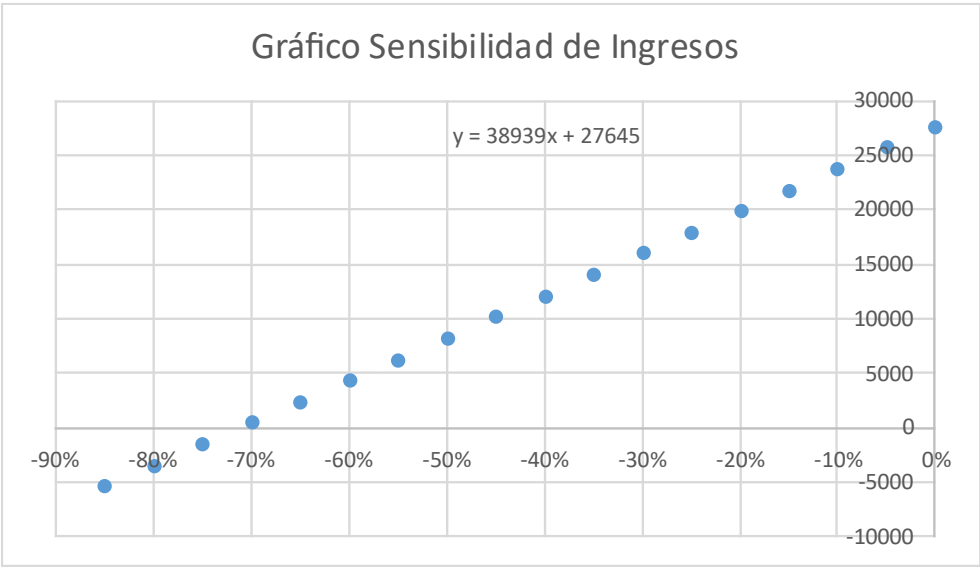
| 27,645 | 0%        | -5%       | -10%      | -15%      | -20%      | -25%      | -30%      | -35%      | -40%      | -45%      | -50%      | -55%      | -60%      | -65%      | -70%      |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0%     | 27644.64  | 25697.706 | 23750.773 | 21803.839 | 19856.905 | 17909.972 | 15963.038 | 14016.105 | 12069.171 | 10122.237 | 8175.3037 | 6228.3701 | 4281.4365 | 2334.5029 | 387.56927 |
| 5%     | 27270.836 | 25323.903 | 23376.969 | 21430.035 | 19483.102 | 17536.168 | 15589.234 | 13642.301 | 11695.367 | 9748.4336 | 7801.4999 | 5854.5663 | 3907.6327 | 1960.6991 | 13.765468 |
| 10%    | 26897.032 | 24950.099 | 23003.165 | 21056.231 | 19109.298 | 17162.364 | 15215.431 | 13268.497 | 11321.563 | 9374.6298 | 7427.6961 | 5480.7625 | 3533.8289 | 1586.8953 | -360.0383 |
| 15%    | 26523.229 | 24576.295 | 22629.361 | 20682.428 | 18735.494 | 16788.56  | 14841.627 | 12894.693 | 10947.76  | 9000.826  | 7053.8923 | 5106.9587 | 3160.0251 | 1213.0915 | -733.8421 |
| 20%    | 26149.425 | 24202.491 | 22255.558 | 20308.624 | 18361.69  | 16414.757 | 14467.823 | 12520.889 | 10573.956 | 8627.0222 | 6680.0885 | 4733.1549 | 2786.2213 | 839.28769 | -1107.646 |
| 25%    | 25775.621 | 23828.687 | 21881.754 | 19934.82  | 17987.886 | 16040.953 | 14094.019 | 12147.086 | 10200.152 | 8253.2184 | 6306.2847 | 4359.3511 | 2412.4175 | 465.48389 | -1481.45  |
| 30%    | 25401.817 | 23454.884 | 21507.95  | 19561.016 | 17614.083 | 15667.149 | 13720.215 | 11773.282 | 9826.3482 | 7879.4146 | 5932.4809 | 3985.5473 | 2038.6137 | 91.680087 | -1855.254 |
| 35%    | 25028.013 | 23081.08  | 21134.146 | 19187.212 | 17240.279 | 15293.345 | 13346.412 | 11399.478 | 9452.5444 | 7505.6108 | 5558.6771 | 3611.7435 | 1664.8099 | -282.1237 | -2229.057 |
| 40%    | 24654.21  | 22707.276 | 20760.342 | 18813.409 | 16866.475 | 14919.541 | 12972.608 | 11025.674 | 9078.7406 | 7131.807  | 5184.8733 | 3237.9397 | 1291.0061 | -655.9275 | -2602.861 |
| 45%    | 24280.406 | 22333.472 | 20386.539 | 18439.605 | 16492.671 | 14545.738 | 12598.804 | 10651.87  | 8704.9368 | 6758.0032 | 4811.0695 | 2864.1359 | 917.20231 | -1029.731 | -2976.665 |
| 50%    | 23906.602 | 21959.668 | 20012.735 | 18065.801 | 16118.867 | 14171.934 | 12225     | 10278.067 | 8331.133  | 6384.1994 | 4437.2657 | 2490.3321 | 543.39851 | -1403.535 | -3350.469 |
| 55%    | 23532.798 | 21585.865 | 19638.931 | 17691.997 | 15745.064 | 13798.13  | 11851.196 | 9904.2628 | 7957.3292 | 6010.3956 | 4063.4619 | 2116.5283 | 169.5947  | -1777.339 | -3724.273 |
| 60%    | 23158.994 | 21212.061 | 19265.127 | 17318.193 | 15371.26  | 13424.326 | 11477.393 | 9530.459  | 7583.5254 | 5636.5918 | 3689.6581 | 1742.7245 | -204.2091 | -2151.143 | -4098.076 |
| 65%    | 22785.191 | 20838.257 | 18891.323 | 16944.39  | 14997.456 | 13050.522 | 11103.589 | 9156.6552 | 7209.7216 | 5262.788  | 3315.8543 | 1368.9207 | -578.0129 | -2524.947 | -4471.88  |
| 70%    | 22411.387 | 20464.453 | 18517.52  | 16570.586 | 14623.652 | 12676.719 | 10729.785 | 8782.8514 | 6835.9178 | 4888.9842 | 2942.0505 | 995.11692 | -951.8167 | -2898.75  | -4845.684 |
| 75%    | 22037.583 | 20090.649 | 18143.716 | 16196.782 | 14249.848 | 12302.915 | 10355.981 | 8409.0476 | 6462.114  | 4515.1804 | 2568.2467 | 621.31312 | -1325.62  | -3272.554 | -5219.488 |
| 80%    | 21663.779 | 19716.846 | 17769.912 | 15822.978 | 13876.045 | 11929.111 | 9982.1774 | 8035.2438 | 6088.3102 | 4141.3766 | 2194.4429 | 247.50932 | -1699.424 | -3646.358 | -5593.292 |
| 85%    | 21289.975 | 19343.042 | 17396.108 | 15449.174 | 13502.241 | 11555.307 | 9608.3736 | 7661.44   | 5714.5064 | 3767.5728 | 1820.6391 | -126.2945 | -2073.228 | -4020.162 | -5967.095 |
| 90%    | 20916.172 | 18969.238 | 17022.304 | 15075.371 | 13128.437 | 11181.503 | 9234.5698 | 7287.6362 | 5340.7026 | 3393.769  | 1446.8353 | -500.0983 | -2447.032 | -4393.966 | -6340.899 |
| 95%    | 20542.368 | 18595.434 | 16648.501 | 14701.567 | 12754.633 | 10807.7   | 8860.766  | 6913.8324 | 4966.8988 | 3019.9652 | 1073.0315 | -873.9021 | -2820.836 | -4767.769 | -6714.703 |
| 100%   | 20168.564 | 18221.63  | 16274.697 | 14327.763 | 12380.829 | 10433.896 | 8486.9622 | 6540.0286 | 4593.095  | 2646.1614 | 699.22774 | -1247.706 | -3194.639 | -5141.573 | -7088.507 |
| 105%   | 19794.76  | 17847.827 | 15900.893 | 13953.959 | 12007.026 | 10060.092 | 8113.1584 | 6166.2248 | 4219.2912 | 2272.3576 | 325.42394 | -1621.51  | -3568.443 | -5515.377 | -7462.311 |
| 110%   | 19420.956 | 17474.023 | 15527.089 | 13580.155 | 11633.222 | 9686.2882 | 7739.3546 | 5792.421  | 3845.4874 | 1898.5538 | -48.37986 | -1995.313 | -3942.247 | -5889.181 | -7836.114 |
| 115%   | 19047.153 | 17100.219 | 15153.285 | 13206.352 | 11259.418 | 9312.4844 | 7365.5508 | 5418.6172 | 3471.6836 | 1524.75   | -422.1837 | -2369.117 | -4316.051 | -6262.985 | -8209.918 |
| 120%   | 18673.349 | 16726.415 | 14779.482 | 12832.548 | 10885.614 | 8938.6806 | 6991.747  | 5044.8134 | 3097.8798 | 1150.9462 | -795.9875 | -2742.921 | -4689.855 | -6636.788 | -8583.722 |
| 125%   | 18299.545 | 16352.611 | 14405.678 | 12458.744 | 10511.81  | 8564.8768 | 6617.9432 | 4671.0096 | 2724.076  | 777.14236 | -1169.791 | -3116.725 | -5063.659 | -7010.592 | -8957.526 |
| 130%   | 17925.741 | 15978.808 | 14031.874 | 12084.94  | 10138.007 | 8191.073  | 6244.1394 | 4297.2058 | 2350.2722 | 403.33856 | -1543.595 | -3490.529 | -5437.462 | -7384.396 | -9331.33  |
| 135%   | 17551.937 | 15605.004 | 13658.07  | 11711.136 | 9764.2029 | 7817.2692 | 5870.3356 | 3923.402  | 1976.4684 | 29.534759 | -1917.399 | -3864.332 | -5811.266 | -7758.2   | -9705.133 |
| 140%   | 17178.134 | 15231.2   | 13284.266 | 11337.333 | 9390.3991 | 7443.4654 | 5496.5318 | 3549.5982 | 1602.6646 | -344.269  | -2291.203 | -4238.136 | -6185.07  | -8132.004 | -10078.94 |
| 145%   | 16804.33  | 14857.396 | 12910.463 | 10963.529 | 9016.5953 | 7069.6616 | 5122.728  | 3175.7944 | 1228.8608 | -718.0728 | -2665.006 | -4611.94  | -6558.874 | -8505.807 | -10452.74 |
| 150%   | 16430.526 | 14483.592 | 12536.659 | 10589.725 | 8642.7915 | 6695.8578 | 4748.9242 | 2801.9906 | 855.05698 | -1091.877 | -3038.81  | -4985.744 | -6932.678 | -8879.611 | -10826.54 |

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto es altamente sensible a las variaciones de ingresos y egresos, pero mayormente a los ingresos, ya que pequeños aumentos en los ingresos logran compensar alzas importantes en costos, la zona marcada en verde indica que el proyecto es robusto ante ciertos escenarios adversos, pero si los ingresos bajan más de un 25% - 30% y los ingresos suben simultáneamente el VAN se vuelve negativo rápidamente.

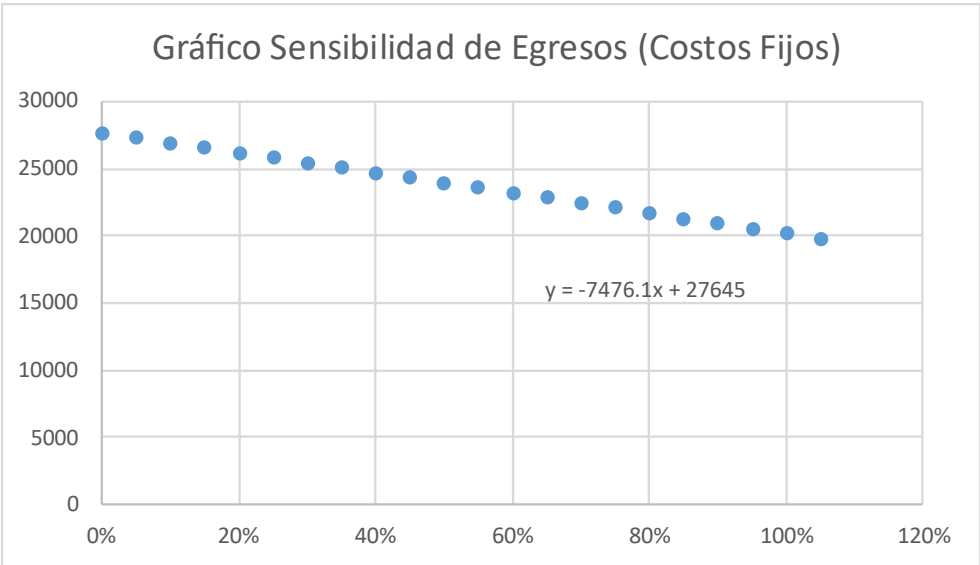
Frente a este escenario es importante controlar los costos y asegurar ingresos estables para mantener la rentabilidad del proyecto.

Gráfico 5-3.6 sensibilidad de ingresos



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5-3.7 sensibilidad de egresos



Fuente: Elaboración propia.

Los puntos de corte son -71% para ingresos y 370% para egresos, que corresponden a los costos fijos, demostrados en los gráficos anteriores.

## **CONCLUSIONES**

Considerando el estudio de prefactibilidad realizado en los capítulos del estudio, el proyecto de implementación de un sistema de recolección y reutilización de agua en plantas fotovoltaicas para el riego de cortinas arbóreas se presenta como una alternativa viable y sustentable. La evaluación técnica y financiera demuestra que el sistema permite reducir costos asociados al consumo de agua, optimizando el uso del recurso hídrico y contribuyendo a la mitigación del impacto ambiental en los parques solares.

Desde un punto de vista económico, la implementación del sistema genera beneficios al disminuir la dependencia de fuentes externas de agua, lo que se traduce en una reducción de costos operativos para la empresa. Además, la posibilidad de adaptar el financiamiento mediante distintas estructuras de inversión permite mejorar la rentabilidad del proyecto, asegurando su sostenibilidad a largo plazo.

En términos técnicos, ambientales y operativos, el proyecto cumple con los requerimientos necesarios para su ejecución, garantizando que el agua recolectada mediante canaletas y almacenada en estanques sea adecuadamente tratada antes de su distribución para riego. La incorporación de filtros y sistemas de impulsión optimiza el proceso, asegurando un suministro eficiente y constante para la vegetación que conforma las cortinas arbóreas.

Como conclusión general, el análisis realizado permite afirmar que el proyecto es factible de implementar, ya que no solo representa una solución innovadora en la gestión del agua en parques fotovoltaicos, sino que también responde a criterios de eficiencia, sustentabilidad y viabilidad económica. Asimismo, su aplicación en el contexto nacional resulta estratégica, considerando las condiciones climáticas de Chile y la creciente necesidad de optimizar el uso del recurso hídrico en sectores industriales y energéticos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Coordinador Eléctrico Nacional. Informes de operación del sistema eléctrico nacional. <https://www.coordinador.cl>
- Ministerio de Energía de Chile. Planes y políticas energéticas nacionales, normativa vigente para generación renovable y distribución eléctrica <https://energia.gob.cl>
- Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). Legislación vigente en materia medioambiental y energética. <https://www.bcn.cl>
- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Normativa y fiscalización ambiental aplicable a proyectos energéticos y de infraestructura <https://sma.gob.cl>
- Dirección Meteorológica de Chile (DMC). Estadísticas de precipitaciones y temperaturas históricas por región. <https://www.meteochile.gob.cl>
- Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE). Herramientas, programas y guías para eficiencia energética y sostenibilidad en proyectos. <https://www.agenciase.org>
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). <http://www.ine.cl>
- Comisión para el Mercado Financiero (CMF). Consulta sobre créditos de consumo en UF para empresas. <http://www.cmfchile.cl>