



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Diseño y Manufactura

Memoria de Título para optar al título profesional de Ingeniero en
Proyectos de Ingeniería y al grado académico de Licenciado en Ingeniería
de Proyectos

Estudio Técnico Económico para la creación de una empresa de Servicios
de instalaciones fotovoltaicas residenciales en la región metropolitana

Trabajo presentado por:	Javier Alejandro Carrasco Núñez
Profesor Guía:	Mario Salinas
Comisión:	Caren Carmona
	Eduardo Vidal
Fecha:	13 de Julio del 2024



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

Título del trabajo: Estudio Técnico Económico para la creación de una empresa de Servicios de instalaciones fotovoltaicas residenciales en la región metropolitana

Nombre del candidato(a): Javier Alejandro Carrasco Núñez

Carrera / Grado: Ingeniería en proyectos de Ingeniería con Licenciatura

Campus: Santiago, San Joaquín

Departamento: Diseño y Manufactura

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Mario Salinas Psijas, en mi calidad de profesor guía del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO**

CONSTANCIA que:

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

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

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

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

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

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

4.- FIRMAS

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

Fecha: 26 de diciembre de 2025

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 26 de diciembre de 2025

Firma:

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la prefactibilidad técnica y económica de una empresa dedicada a la instalación de sistemas fotovoltaicos residenciales en la Región Metropolitana de Santiago. La investigación aborda el diagnóstico del contexto energético nacional, la identificación de la demanda potencial y la proyección de la capacidad operativa necesaria para dar respuesta a un mercado en expansión.

En el Capítulo 1 Antecedentes del proyecto, se presentan el problema y la justificación, los objetivos, el alcance del estudio, el marco teórico y la situación actual del mercado energético. Además, se incluyen los análisis de oferta y demanda, un comparativo de facturación con y sin paneles solares, la estimación de la demanda inicial y los estudios estratégicos (PESTAL, Porter y FODA), que permiten comprender el entorno político, económico y competitivo en el que se inserta la empresa.

En el Capítulo 2 Ingeniería conceptual del proyecto, se desarrolla el diseño operativo y administrativo de la empresa. Se detallan la localización, la estructura organizacional, el layout de las instalaciones, los insumos, herramientas y equipos necesarios, así como la planificación de personal, turnos y perfiles. También se incorporan los costos de instalación, puesta en marcha, inversión en equipos y edificaciones, y se definen los indicadores de gestión que permitirán monitorear el desempeño.

Finalmente, en el Capítulo 3 Evaluación económica y financiera, se proyectan los ingresos y egresos, se calcula la inversión inicial (equipos, edificaciones y capital de trabajo), y se determinan los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR, PRI e IVAN). Los resultados evidencian que el proyecto es técnicamente viable y económicamente rentable, respaldado por un mercado con creciente demanda de soluciones energéticas limpias y un marco normativo favorable.

Índice de contenidos

1. CONTEXTO.....	7
1.1. Antecedentes	7
1.2. Objetivos del proyecto empresarial.....	9
1.3. Antecedentes cualitativos.....	9
1.4. Contexto del desarrollo del proyecto	10
1.5. Tamaño del proyecto.....	11
1.6. Impactos relacionados con el proyecto	12
1.7. Metodología	13
1.8. Análisis de mercado	18
1.9. ANÁLISIS PESTAL.....	22
1.10. ANÁLISIS 5 FUERZAS DE PORTER.....	23
2. ESTUDIO TÉCNICO.....	24
2.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS	24
2.2. Diagrama de flujo.....	25
2.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	25
2.4. Layout de la empresa	27
2.5. DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS.	28
2.6. consumo de energía.....	28
2.7. Programa de trabajo y turno.....	28
2.8. Personal de operaciones, cargos, perfiles y sueldos.....	29
2.9. Inversión en equipos y edificaciones	30
2.10. INVERSIONES Y CAPITAL DE TRABAJO	31
2.11. Costos de instalación y puesta en marcha	31
2.12. Costos imprevistos	32
2.13. PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS	33
2.14. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	35
2.15. MARCO LEGAL VIGENTE NACIONAL E INTERNACIONAL.....	35
2.16. ASPECTOS LEGALES DEL GIRO DEL PROYECTO.....	38
2.17. ASPECTOS LABORALES	38
2.18. FUENTES DE FINANCIAMIENTO	38
3. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONOMICA.....	39
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES	39
3.2. Inversión inicial y capital de trabajo	39
3.3. Tasa de descuento.	40
3.4. Valor de desecho.....	42
3.5. INGRESOS.	42
3.6. EGRESOS	43
3.7. Evaluación económica y financiera del proyecto (sin financiamiento)	43
3.8. Evaluación económica y financiera del proyecto (con financiamiento)	44
3.9. Análisis de sensibilidad.....	46

Índice de Tablas

TABLA 1. PRICIPALES COMPETIDORES EN EL RM.....	19
TABLA 2: PRINCIPALES PROVEEDORES DE EQUIPOS FOTOVOLTAICOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA	20
TABLA 3. COMPARACIÓN DE FACTURACIÓN RESIDENCIAL CON Y SIN PANELES SOLARES EN LA REGIÓN METROPOLITANA.....	20
TABLA 4 DATOS SUPUESTOS PARA CÁLCULO DE ESTUDIO DE MERCADO.	21
TABLA 6. ANÁLISIS PESTAL DE LA EMPRESA DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS EN LA REGIÓN METROPOLITANA.....	22
TABLA 7. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	26
TABLA 8. RESUMEN INSUMOS – PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS.	28
TABLA 9. RESUMEN CONSUMOS DE ENERGÍA.	28
TABLA 10. TURNOS	28
TABLA 11. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS	29
TABLA 12. CARGO Y PERFIL, PERSONAL DE OPERACIONES.....	29
TABLA 13.RESUMEN EQUIPOS Y EDIFICACIONES	30
TABLA 14. COSTOS DE INSTALACIÓN OFICINA	32
TABLA 15. COSTOS DE PUESTA EN MARCHA.....	32
TABLA 16.COSTOS PUESTA EN MARCHA.	32
TABLA 17. COSTOS DE IMPREVISTOS	33
TABLA 18. RESUMEN PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN	33
TABLA 19. CARGOS Y PERFILES DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO	33

Índice DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1: VARIACIÓN RESPECTO A TARIFA VIGENTE (DECRETO 16T/2022)	7
ILUSTRACIÓN 2: DISTRIBUCIÓN DEL MERCADO SOLAR	14
ILUSTRACIÓN 3: ILUSTRACIÓN DEL SISTEMA "ON GRID"	18
ILUSTRACIÓN 4: FUERZAS DE PORTER	23
ILUSTRACIÓN 5: DIAGRAMA DE FLUJO.....	25
ILUSTRACIÓN 6: LAYOUT EMPRESA	27
ILUSTRACIÓN 7: ORGANIGRAMA.....	35

1. CONTEXTO .

El presente capítulo se abordarán los elementos fundamentales que definen el contexto de la región, como el análisis del potencial solar, determinado principalmente por la radiación solar y otros factores climáticos propios de la región. Además, se analizarán aspectos relacionados con la demanda energética local, la disponibilidad de infraestructura adecuada para la instalación de sistemas fotovoltaicos y los costos asociados. Este diagnóstico busca identificar oportunidades y desafíos clave, con el fin de proporcionar una visión clara de la viabilidad del proyecto y sentar las bases para la toma de decisiones estratégicas en etapas posteriores.

1.1. ANTECEDENTES

En la última década, el mundo ha experimentado un fuerte aumento en el consumo energético, intensificando la presión sobre los ecosistemas y acelerando los efectos del cambio climático. El uso indiscriminado de combustibles fósiles, la deforestación y la contaminación han provocado un deterioro progresivo del medio ambiente. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), el consumo mundial de electricidad crecerá cerca de un 4 % anual hasta 2027, posicionándose como una de las tasas más altas registradas en los últimos años.

Chile no escapa a esta tendencia. De acuerdo con la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2022), el consumo eléctrico nacional aumentó de 76,1 TWh en 2002 a 123,1 TWh en 2022, equivalente a un crecimiento del 61,85 % en veinte años y una variación promedio anual del 2,44 %. En el segmento residencial, que concentra la mayoría de los hogares regulados, el crecimiento fue aún mayor, alcanzando un 3,04 % anual. Estos datos reflejan la relevancia de este grupo en la demanda eléctrica del país.

Frente a este escenario, las energías renovables no convencionales se han posicionado como una alternativa estratégica para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y avanzar hacia la sostenibilidad ambiental. En el caso de Chile, la Ley N.º 20.571 sobre generación distribuida y la normativa técnica NCh Elec. 4/2003 establecen un marco regulatorio que facilita la adopción de la energía solar fotovoltaica en los hogares.

Un factor que ha reforzado aún más esta necesidad es el alza sostenida de las tarifas eléctricas. Según el Informe Técnico Definitivo de Fijación de Precios de Nudo Promedio (CNE, 2024), entre julio de 2022 y enero de 2023 las cuentas residenciales aumentaron de manera significativa, especialmente en los hogares de consumo medio y alto.

Ilustración 1: Variación respecto a tarifa vigente (Decreto 16T/2022)

				Comerciales		Industriales	
Decreto	G1 180 kWh	G2 400 kWh	G3 550 kWh	BT3PP 3500 kWh	AT3PP ~16000 kWh	BT4.3 ~4800 kWh	AT4.3 35000 kWh
jul-22	23.970 CLP	56.419 CLP	81.954 CLP	592.497 CLP	2.157.420 CLP	768.669 CLP	4.362.319 CLP
ene-23	25.937 CLP	62.936 CLP	154.423 CLP	1.054.450 CLP	4.183.036 CLP	1.403.722 CLP	8.634.689 CLP
Variación respecto a tarifa vigente (Decreto 16T/2022)							
Decreto	G1 180 kWh	G2 400 kWh	G3 550 kWh	BT3PP 3500 kWh	AT3PP ~16000 kWh	BT4.3 ~4800 kWh	AT4.3 35000 kWh
jul-22	-	-	-	-	-	-	-
ene-23	8,21%	11,55%	88,43%	77,97%	93,89%	82,62%	97,94%

Fuente: Comisión Nacional de Energía (2024). Informe técnico definitivo de fijación de precios de nudo promedio.

Como se observa en la tabla, un hogar tipo con tarifa BT1 y consumo de 400 kWh (G2) pasó de \$56.419 en julio de 2022 a \$62.936 en enero de 2023, con un incremento del 11,55 %. En el caso de consumos mayores, de 550 kWh (G3), la variación fue de 8,48 %, mientras que los hogares de bajo consumo (180 kWh, G1) registraron un alza de 8,21 %.

Estos resultados evidencian la presión económica que enfrentan especialmente los hogares de clase media, quienes no solo han visto incrementarse su carga financiera, sino que además carecen de mecanismos accesibles para acceder a soluciones energéticas alternativas. En este contexto, la energía solar fotovoltaica surge como una alternativa técnica y económicamente viable, capaz de reducir el gasto mensual desde el primer mes de operación. En algunos casos, los sistemas fotovoltaicos pueden incluso generar saldos a favor del usuario, gracias al sistema de compensación de excedentes establecido en la Ley 20.571.

En la Región Metropolitana, donde se concentra la mayor densidad poblacional del país, existen más de dos millones de viviendas particulares y al menos 400 mil con condiciones técnicas adecuadas para la instalación de sistemas solares residenciales (INE, 2024). Este potencial se ha visto reforzado por el alza del 18 % en las tarifas reguladas tras la entrada en vigor de la Ley N.º 21.667 en diciembre de 2024 (Enel Chile, 2024), lo que ha impulsado a numerosas familias a considerar la energía solar como una alternativa concreta y rentable.

Sin embargo, la oferta actual se concentra principalmente en comunas de altos ingresos, como Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea, dejando fuera a gran parte de la clase media urbana que enfrenta barreras técnicas, comerciales y de financiamiento para acceder a esta tecnología.

En síntesis, el contexto nacional y regional evidencia una combinación de alta demanda eléctrica, alza sostenida de tarifas, y creciente interés por soluciones limpias, lo que configura una oportunidad real para el desarrollo de empresas dedicadas a la instalación de sistemas fotovoltaicos residenciales. Este escenario da origen y sustento al presente proyecto.

1.2. Objetivos del proyecto empresarial

Los objetivos de este estudio orientan el desarrollo del proyecto de forma clara y medible, abordando las brechas detectadas en el diagnóstico inicial: financiamiento restrictivo, falta de información técnica confiable y desconfianza hacia las empresas proveedoras del rubro solar.

1.2.1.1. Objetivo general

Evaluar la prefactibilidad técnica y económica para la creación de una empresa dedicada a la instalación de sistemas solares fotovoltaicos residenciales en la Región Metropolitana, incorporando un modelo de negocio enfocado en el diseño técnico personalizado, la asesoría integral al cliente y un esquema de financiamiento flexible de hasta 15 años, con el fin de determinar su viabilidad operativa, económica y comercial.

1.2.1.2. Objetivos específicos

1. Identificar las barreras técnicas, informativas y comerciales que limitan la adopción de sistemas solares fotovoltaicos en la clase media urbana, jerarquizando las causas más relevantes mediante herramientas de análisis de calidad.
2. Diseñar una metodología de dimensionamiento técnico adaptada al consumo real de los hogares, utilizando software especializado y cumpliendo la normativa vigente de la SEC, que permita generar propuestas comerciales claras y trazables desde la cotización inicial hasta la tramitación del TE4.
3. Evaluar un modelo de financiamiento a largo plazo que permita a las familias acceder a sistemas fotovoltaicos sin inversión inicial, mediante la proyección de flujos de caja y el cálculo de indicadores económicos (VAN, TIR, PRI e IVAN), garantizando que la cuota mensual sea igual o inferior al gasto eléctrico promedio del hogar.

1.3. ANTECEDENTES CUALITATIVOS.

Con el objetivo de complementar el diagnóstico cuantitativo, se levantó información primaria mediante una encuesta exploratoria aplicada a 80 hogares de la Región Metropolitana con consumos eléctricos mensuales superiores a \$80.000. Este segmento fue seleccionado por representar a familias de ingresos medios con capacidad de pago, pero que enfrentan barreras de acceso al momento de evaluar la instalación de un sistema fotovoltaico residencial.

Los resultados permitieron identificar tres factores principales que explican la baja adopción de energía solar en este grupo:

- Financiamiento limitado y restrictivo: el 70 % de los encuestados indicó que los plazos de pago actuales (12 a 24 cuotas) resultan insuficientes y generan cuotas mensuales demasiado altas.
- Falta de información técnica clara: un 62 % señaló que no comprende conceptos como potencia instalada, rendimiento del sistema o tramitación ante la SEC, lo que genera incertidumbre y frena la decisión de compra.
- Desconfianza hacia las empresas proveedoras: un 45% declaró haber recibido cotizaciones poco claras o haber tenido experiencias negativas relacionadas con incumplimientos y ausencia de postventa.

Estos antecedentes evidencian que la baja adopción de la energía solar residencial no se debe a la falta de interés, sino a la existencia de barreras estructurales que limitan la decisión de inversión por parte de la clase media urbana.

En consecuencia, la propuesta de este proyecto se fundamenta en tres pilares estratégicos orientados a superar dichas barreras:

1. Financiamiento flexible a largo plazo, que permita reducir la inversión inicial y adaptar la cuota mensual al gasto eléctrico promedio del hogar.
2. Acompañamiento técnico y humano durante todo el proceso, desde la evaluación inicial hasta la puesta en marcha, asegurando confianza y comprensión por parte del cliente.
3. Propuesta comercial clara y transparente, con información comprensible, respaldo técnico y garantía certificada de instalación y postventa.

De esta forma, los antecedentes cualitativos confirman la oportunidad detectada: existe un interés real por parte de las familias de clase media en adoptar soluciones solares fotovoltaicas, pero el mercado actual no ha entregado respuestas adecuadas en materia de financiamiento, información y confianza. El proyecto propuesto busca precisamente abordar estas brechas, ofreciendo una alternativa técnica y económicamente viable

1.4. CONTEXTO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo de una empresa dedicada a la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en la Región Metropolitana no puede analizarse de manera aislada. Su factibilidad depende de un conjunto de factores externos que configuran tanto oportunidades como amenazas del entorno. A continuación, se presentan los aspectos más relevantes en los ámbitos político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal.

a) Político

Chile ha consolidado una política energética orientada a las energías renovables. La Ley N.º 20.571 permite a los usuarios inyectar excedentes de energía a la red bajo el sistema de netbilling, y el país ha asumido compromisos internacionales en el marco de la Agenda 2030 y la carbono neutralidad 2050. A nivel institucional, el Ministerio de Energía y la Comisión Nacional de Energía (CNE) mantienen programas de incentivo a la generación distribuida, lo que crea un entorno político favorable para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos.

b) Económico

El escenario económico nacional presenta oportunidades y desafíos. Por una parte, los costos de instalación de sistemas fotovoltaicos han disminuido considerablemente, desde valores cercanos a 1,6 millones de CLP/kWp en 2020 hasta rangos entre 900.000 y 1,4 millones CLP/kWp en 2025, según datos de mercado. En paralelo, las tarifas eléctricas han registrado incrementos sostenidos: entre 2022 y 2023, los hogares BT1 presentaron alzas de hasta 8,5 % en sus cuentas de electricidad, especialmente en consumos sobre los 400 kWh mensuales. Este contexto refuerza el atractivo de soluciones solares que reduzcan el gasto energético familiar.

c) Social

La Región Metropolitana concentra más de dos millones de viviendas particulares, de las cuales al menos 400 mil presentan condiciones técnicas adecuadas para la instalación de sistemas fotovoltaicos (INE, 2024). No obstante, la mayoría de las instalaciones actuales se concentran en comunas de altos ingresos como Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea, lo que deja fuera a una amplia franja de la clase media urbana.

Los resultados de la encuesta exploratoria aplicada en este estudio confirman que las principales barreras percibidas por los usuarios son el financiamiento inflexible, la falta de información técnica clara y la desconfianza hacia las empresas proveedoras. Esto evidencia que la adopción solar no depende del interés económico, sino de la existencia de información accesible, acompañamiento comercial y garantías en la relación con los usuarios.

d) Tecnológico

El avance tecnológico en la industria fotovoltaica ha reducido costos y mejorado la eficiencia de los equipos. Actualmente existen paneles monocristalinos con rendimientos superiores al 21 %, inversores híbridos con almacenamiento en baterías y software de diseño como PVsol y AutoCAD, que facilitan la simulación técnica. Estas innovaciones han hecho posible ofrecer soluciones más seguras, estandarizadas y con mejor rendimiento energético.

e) Ambiental

La instalación de sistemas solares contribuye significativamente a mitigar el cambio climático. Según la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA, 2023), cada sistema residencial de 6 kWp puede generar alrededor de 8 MWh/año, evitando la emisión de aproximadamente 3 toneladas de CO₂ anuales. Este tipo de proyectos, además de reducir la dependencia de combustibles fósiles, aportan a los compromisos ambientales del país y fortalecen la matriz energética sostenible.

f) Legal

El marco regulatorio chileno establece condiciones claras para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos residenciales. Además de la Ley N.º 20.571, que regula la generación distribuida, destaca la Norma Técnica NCh Elec. 4/2003, que define los requisitos eléctricos para instalaciones, y las normas de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), que exigen la certificación TE4 de los instaladores autorizados. A esto se suma la Ley N.º 21.667, que ajustó las tarifas eléctricas y reforzó la competitividad de las energías renovables frente a la electricidad convencional, fortaleciendo el marco jurídico del sector.

1.5. TAMAÑO DEL PROYECTO

El tamaño del proyecto se define a partir de la magnitud de los recursos físicos, humanos y financieros necesarios para iniciar la operación de la empresa instaladora, así como de la capacidad proyectada para atender la demanda durante su primer año de funcionamiento.

a) Infraestructura.

La empresa considera una oficina administrativa de 100 m², destinada a la gestión comercial, coordinación de proyectos y atención a clientes. Complementariamente, se dispondrá de una bodega de 120 m² para la recepción, almacenamiento y preparación de equipos fotovoltaicos antes de su envío a terreno.

Además, se proyecta un área de taller técnico destinada al ensamblaje previo y prueba de componentes menores, como estructuras, protecciones eléctricas y tableros fotovoltaicos, con el fin de optimizar tiempos de montaje y asegurar la calidad de las instalaciones.

b) Recursos Humanos

La dotación operativa estará compuesta por cuatro cuadrillas de instalación, integradas por cuatro personas cada una (jefe de cuadrilla, instalador eléctrico, instalador mecánico y ayudante), totalizando 16 trabajadores en terreno.

A este equipo se sumarán seis funcionarios administrativos y técnicos, distribuidos en las áreas de ingeniería, logística, finanzas, postventa y gestión comercial. En total, la empresa iniciará sus operaciones con 22 colaboradores directos, estructura coherente con proyectos de similar envergadura en el sector fotovoltaico residencial

El plan de personal contempla crecimiento gradual según la demanda y la expansión hacia nuevas comunas, priorizando la capacitación técnica continua y la certificación SEC (TE4) para todo el personal involucrado en las labores de instalación.

c) Segmento Objetivo y geográfico

El proyecto se enfocará en los hogares de clase media urbana de la Región Metropolitana, con consumos eléctricos superiores a 350 kWh/mes y boletas eléctricas promedio sobre \$80.000.

El segmento objetivo incluye comunas con alta densidad poblacional y techumbres aptas para instalaciones solares, tales como Maipú, Puente Alto, La Florida, Ñuñoa, Providencia y Santiago Centro, permitiendo focalizar recursos en zonas con mayor concentración de clientes potenciales.

Posteriormente, se proyecta una expansión gradual hacia comunas periféricas y, en una segunda etapa, hacia las regiones de Valparaíso y O'Higgins, según la evolución del negocio.

Con esta estructura inicial, la empresa podrá operar con una organización eficiente y una capacidad técnica suficiente para asegurar la viabilidad técnica, económica y comercial del proyecto, adaptándose a las condiciones reales del mercado fotovoltaico nacional.

1.6. IMPACTOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO

La implementación de una empresa dedicada a la instalación de sistemas solares fotovoltaicos residenciales en la Región Metropolitana genera impactos positivos en las dimensiones económica, social, ambiental y laboral. Estos efectos contribuyen tanto al desarrollo sostenible del país como al fortalecimiento del mercado solar nacional.

a) Impacto económico.

El beneficio principal para los hogares se traduce en la reducción significativa del gasto eléctrico mensual, alcanzando ahorros anuales estimados entre \$700.000 y \$900.000 por sistema residencial de 5 kWp, según el consumo y la tarifa vigente. Para la empresa, el modelo de negocio proyecta ingresos sostenibles, generando valor agregado en la cadena del sector energético y aportando dinamismo al mercado fotovoltaico local.

b) Impacto social.

El proyecto democratiza el acceso a la energía solar, históricamente concentrado en sectores de mayores ingresos. Mediante planes de financiamiento de hasta 15 años y asesorías técnicas personalizadas, se eliminan barreras que limitan la adopción en la clase media urbana. Además, se

promueve la confianza hacia las empresas del rubro, fomentando una cultura de transparencia y uso responsable de energías renovables.

c) Impacto ambiental.

El Cada sistema residencial de 5 kWp evita la emisión de aproximadamente 3 toneladas de CO₂ al año, contribuyendo directamente a los objetivos de carbono neutralidad al 2050 y al cumplimiento de la Agenda 2030. La expansión de la energía solar en el sector residencial fortalece la matriz eléctrica nacional y reduce la dependencia de combustibles fósiles.

d) Impacto laboral

La creación de la empresa implicará la generación de 22 empleos directos en su etapa inicial y un número adicional de empleos indirectos asociados a transporte, servicios eléctricos y proveedores técnicos. Asimismo, se fomentará la capacitación continua de instaladores y técnicos eléctricos, impulsando el desarrollo de capital humano especializado en energías renovables.

Los impactos asociados al proyecto confirman su contribución integral al desarrollo sostenible. Económicamente viable, socialmente inclusivo, ambientalmente responsable y generador de empleo, el proyecto se alinea con las políticas públicas nacionales y con la visión de transición energética justa que impulsa el país.

1.7. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este estudio se basa en el enfoque tradicional de la ingeniería de proyectos, estructurado en fases sucesivas que van desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación económica y financiera del emprendimiento propuesto. Su objetivo es garantizar que los resultados obtenidos sean verificables, consistentes y representen un aporte real al análisis de factibilidad técnica y económica para la creación de una empresa de instalaciones solares residenciales en la Región Metropolitana.

Este enfoque permite analizar la situación actual del mercado, definir la propuesta de valor, estimar los beneficios y costos del proyecto y establecer indicadores de gestión que faciliten el seguimiento del desempeño. Todo el proceso se sustenta en información cuantitativa y cualitativa recopilada a partir de fuentes primarias y secundarias.

1.7.1.1. Definición de situación base sin proyecto

El mercado de instalaciones solares en la Región Metropolitana presenta una estructura fragmentada, con 17 empresas activas: un 47 % enfocadas en la provisión de equipos, un 29 % que combinan provisión e instalación, y un 24 % dedicadas exclusivamente a la instalación.

Distribución Estratégica del Mercado Solar

Análisis detallado de 17 empresas del sector solar metropolitano revela patrones claros de especialización empresarial:

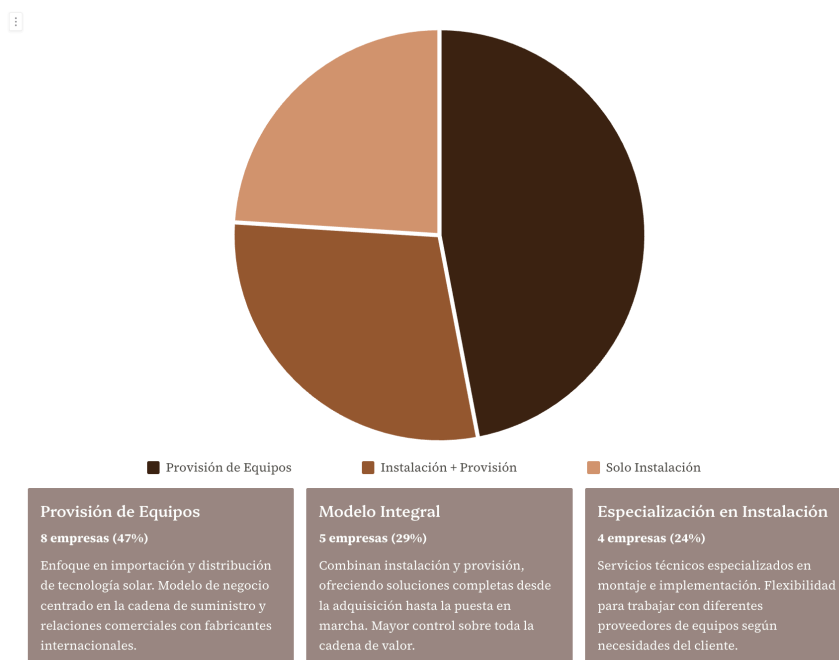


Ilustración 2: Distribución del mercado solar

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

Este escenario refleja un mercado fragmentado, donde predominan los proveedores de equipos sobre las empresas instaladoras. La falta de integración vertical entre diseño, instalación y servicio postventa genera brechas de calidad y de confianza hacia el cliente final, especialmente en el segmento residencial.

La sostenida alza en los costos de electricidad desde 2019 responde a factores económicos y geopolíticos, entre ellos la contención tarifaria durante el estallido social, el impacto de la guerra en Ucrania y la reciente Ley N.º 21.667 de Estabilización de Tarifas Eléctricas. Estos factores, combinados con el endeudamiento estatal por subsidios energéticos, han incrementado las tarifas para los hogares regulados.

En este contexto, la energía solar fotovoltaica se ha consolidado como una alternativa eficiente y competitiva frente a la electricidad convencional, impulsada por políticas públicas que promueven la transición energética y por el creciente interés de los hogares por generar su propia energía.

1.7.1.2. Propuesta de Valor

La empresa propuesta se posiciona como un actor estratégico en la transición energética de la Región Metropolitana, ofreciendo soluciones solares personalizadas según las condiciones técnicas y económicas de cada cliente.

Su modelo de negocio se basa en tres pilares fundamentales:

1. **Financiamiento flexible:** alianzas con entidades especializadas que permiten a los clientes acceder a sistemas solares con plazos de hasta 15 años y cuotas equivalentes al gasto eléctrico promedio mensual.

2. Acompañamiento técnico integral: servicio completo que abarca ingeniería de diseño, instalación, tramitación SEC y mantenimiento preventivo, con monitoreo remoto del rendimiento.
3. Transparencia comercial: presupuestos claros, información comprensible y garantías extendidas, eliminando la incertidumbre que hoy afecta a los consumidores del segmento residencial.

Este modelo busca posicionar a la empresa como una opción confiable, accesible y de alto estándar técnico, capaz de responder a la creciente demanda de energía limpia en los hogares urbanos.

1.7.1.3. Impacto en el Mercado y la Comunidad

El entorno actual, marcado por la inestabilidad energética y el alza sostenida de tarifas, genera un escenario favorable para el crecimiento del sector solar residencial. En este contexto, la empresa propuesta democratizará el acceso a la energía renovable, fomentando la educación energética y fortaleciendo la confianza de los usuarios en tecnologías limpias.

Su operación permitirá atender principalmente la demanda urbana, generando empleo local calificado, reduciendo emisiones y fortaleciendo la cadena de proveedores asociados al sector. En una segunda etapa, se proyecta expansión hacia las regiones de Valparaíso y O'Higgins, consolidando así su contribución al desarrollo energético nacional.

1.7.1.4. Clientes Potenciales

El público objetivo corresponde al sector residencial medio-alto de la Región Metropolitana, principalmente propietarios de viviendas con techumbres aptas para instalación y con capacidad de pago suficiente para acceder a soluciones solares.

El enfoque inicial se centra en comunas de alta densidad y radiación solar como Maipú, Puente Alto, La Florida, Ñuñoa, Providencia y Santiago Centro, donde existe una masa crítica de hogares con motivación económica y ambiental para adoptar esta tecnología.

1.7.1.5. Proyecciones de Ventas

- Primer año: alrededor de 140 instalaciones residenciales, equivalentes a 1 MWp de potencia total instalada.
- Tercer año: incremento proyectado a 176 instalaciones en el mismo periodo.
- Expansión: hacia regiones de alto potencial solar (Valparaíso y O'Higgins).
- Metas de negocio: margen neto de 15 % en los primeros dos años y posicionamiento entre los tres principales actores del mercado en un plazo de 8 años.

1.7.1.6. método para la medición de Beneficios y costos

La medición de beneficios considera los ingresos derivados de la instalación y mantención de sistemas fotovoltaicos. Los costos se agrupan en:

- Equipos y materiales: módulos, inversores y componentes eléctricos.
- Logística y transporte: traslado de equipos e insumos.
- Permisos y certificaciones: licencias SEC y permisos municipales.
- Recursos humanos: remuneraciones del personal técnico y administrativo.
- Herramientas y mantenimiento: equipos e instrumentos de trabajo.
- Gastos administrativos y operativos: servicios básicos, seguros y arriendo.

1.7.1.7. Criterios de evaluación económica

La viabilidad económica del proyecto se analizará mediante los indicadores clásicos de evaluación de inversiones aplicados en ingeniería y finanzas:

- VAN (Valor Actual Neto): determina la rentabilidad del proyecto en valor presente. Un VAN positivo indica que la inversión genera valor.
- TIR (Tasa Interna de Retorno): mide la rentabilidad porcentual del proyecto. Se considera aceptable cuando la TIR supera la tasa mínima exigida por los inversionistas.
- PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión): tiempo necesario para recuperar el capital inicial mediante los flujos netos de caja.
- IVAN (Índice de Valor Actual Neto): relaciona el VAN con la inversión inicial, reflejando la eficiencia económica del proyecto.

1.7.1.8. Indicadores de gestión.

El desempeño del negocio se medirá mediante indicadores clave de desempeño (KPI) que evalúan las áreas de ventas, operaciones, sostenibilidad y recursos humanos.

Área	KPI	Fórmula	Descripción
Ventas	Costo de adquisición de cliente (CAC)	$(\text{Gastos de marketing} + \text{Gastos de ventas}) / \text{Número de nuevos clientes adquiridos}$	Evalúa cuánto cuesta atraer a cada nuevo cliente.
	Satisfacción del cliente (CSAT)	$(\text{Clientes satisfechos} / \text{Total de encuestas enviadas}) \times 100$	Mide la percepción del cliente sobre la calidad del servicio.
Operaciones	Tasa de instalaciones completadas a tiempo (TICT)	$(\text{Instalaciones completadas a tiempo} / \text{Total de instalaciones}) \times 100$	Evalúa la eficiencia en el cumplimiento de plazos.
	Tasa de fallos de instalación (TFI)	$(\text{Nº de instalaciones fallidas} / \text{Total de instalaciones}) \times 100$	Indica la calidad técnica y posibles errores.
	Tiempo promedio de instalación (TPI)	$(\text{Suma de tiempo de instalación de cada proyecto} / \text{Total de instalaciones})$	Mide la rapidez promedio de ejecución de proyectos.

Área	KPI	Fórmula	Descripción
Sostenibilidad	Reducción de emisiones de CO ₂ (RECO2)	$\text{Energía generada (MWh)} \times \text{Factor de emisión CO}_2$	Mide el impacto ambiental positivo del proyecto.
Recursos Humanos	Tasa de retención de empleados (TRE)	$(\text{N}^\circ \text{ empleados retenidos} / \text{Total empleados al inicio del periodo}) \times 100$	Evalúa la capacidad de mantener al personal.
Tasa de rotación de personal (TRP)	Tasa de rotación de personal (TRP)	$(\text{N}^\circ \text{ empleados que dejaron la empresa} / \text{Promedio empleados en el periodo}) \times 100$	Mide la estabilidad laboral.
Económicos	Indicadores financieros (VAN, TIR, PRI, IVAN)	Reflejados en el flujo de caja	Evalúan la viabilidad financiera global del proyecto.

KPI	Meta	Frecuencia	Responsable	Herramienta
Costo de adquisición de cliente (CAC)	Reducir CAC por debajo de 10% anual	Mensual	Ventas	CRM y gestión de clientes
Satisfacción del cliente (CSAT)	Mantener $\geq 85\%$ de satisfacción	Mensual	Ventas	Encuestas
TICT	Mantener $\geq 95\%$ de instalaciones a tiempo	Mensual	Operaciones	Software de gestión de proyectos
TFI	Mantener tasa de fallos $< 5\%$	Mensual	Operaciones	Software de gestión de proyectos
TPI	Reducir tiempo promedio a 3 días	Mensual	Operaciones	Software de gestión de proyectos
RECO2	Reducir ≥ 50 toneladas de CO ₂ anuales	Anual	Operaciones	Sistema de monitoreo energético
TRE	Mantener tasa de retención $\geq 90\%$	Anual	Recursos Humanos	Software de RRHH
TRP	Mantener tasa de rotación $< 10\%$	Anual	Recursos Humanos	Software de RRHH
VAN	Mantener VAN > 0	Anual	Gerente Financiero	Flujo de caja y proyecciones
TIR	Mantener TIR $> 15\%$	Anual	Gerente Financiero	Software financiero
PRI	Mantener PRI < 5 años	Anual	Gerente Financiero	Reporte de inversiones
IVAN	Mantener IVAN > 1	Anual	Gerente Financiero	Flujo de caja y proyecciones

Estas métricas permitirán controlar la eficiencia operativa, la rentabilidad y la calidad del servicio, garantizando un proceso de mejora continua durante la etapa de implementación.

1.8. ANÁLISIS DE MERCADO

El mercado de la energía solar fotovoltaica en Chile, y en particular en la Región Metropolitana, se encuentra en una fase de expansión acelerada. Impulsado por el alza sostenida de las tarifas eléctricas, la creciente conciencia ambiental y un marco regulatorio favorable, este escenario presenta un alto potencial de crecimiento para empresas especializadas en la instalación de sistemas solares residenciales.

1.8.1.1. Definición de producto

El sistema On-Grid permite que las instalaciones solares conectadas a la red de distribución generen y consuman energía solar, con respaldo de la red en caso de que el consumo supere la generación propia. Además, cuando existe un excedente, este se inyecta a la red según lo establecido en la Ley N.º 20.571 (Ley de Generación Ciudadana o Netbilling), que garantiza una compensación monetaria por cada kWh adicional.

La Ilustración 5, “Sistema On-Grid”, muestra de forma esquemática cómo la energía solar se transforma en electricidad y se gestiona entre el autoconsumo y la red de distribución.

Ilustración de un Sistema On Grid

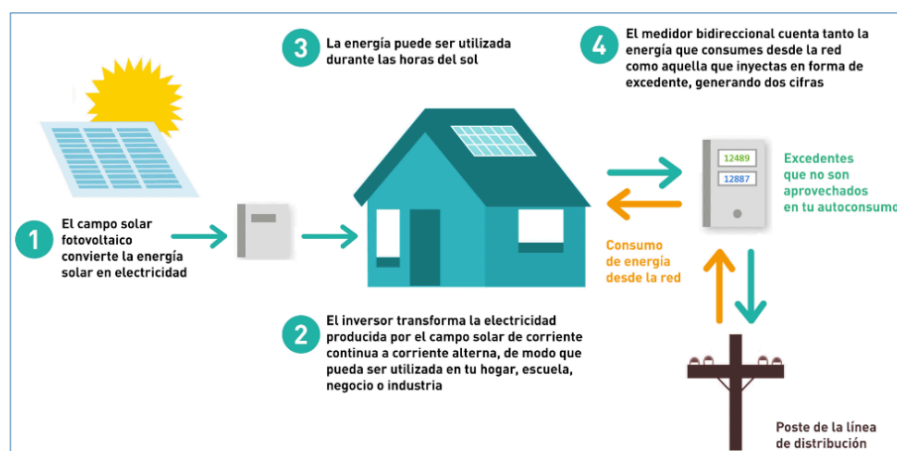


Ilustración 3: Ilustración del sistema "ON GRID"

1.8.1.2. Análisis de la demanda

El análisis de la demanda permite comprender el comportamiento y las necesidades del mercado objetivo en la Región Metropolitana, identificando los factores que determinan la adopción de energía solar residencial.

Actualmente, la región concentra más de dos millones de viviendas particulares, de las cuales cerca de 400.000 presentan condiciones técnicas adecuadas para instalar paneles solares (INE, 2024). Sin embargo, las instalaciones se concentran en comunas de mayores ingresos (Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea), lo que evidencia una brecha de acceso en la clase media urbana.

El interés por alternativas renovables se ha reforzado con la entrada en vigencia de la Ley N.º 21.667 sobre estabilización de tarifas eléctricas, que ha impulsado a numerosos hogares a considerar la energía solar como herramienta para reducir su gasto mensual (Enel Chile, 2024).

A futuro, se estima que el mercado solar nacional crecerá desde 8,4 GWp en 2024 a 21,6 GWp en 2029, con una tasa compuesta anual de 20,8 % (Mordor Intelligence, 2024). Este crecimiento será liderado por el sector residencial, especialmente en la Región Metropolitana, que concentra el 40 % de la población nacional.

Principales factores que influyen en la demanda:

- Reducción del precio de los equipos fotovoltaicos.
- Continuidad de incentivos gubernamentales (Ley REP, programas de eficiencia).
- Acceso a financiamiento solar flexible (bancos, leasing, crédito verde).

1.8.1.3. Análisis de la oferta

La Región Metropolitana cuenta con una oferta diversa de empresas instaladoras solares, que va desde grandes distribuidoras (Ciudad Luz, Flux Solar) hasta firmas medianas especializadas (Enerlife, Sunwise, Alken) y emprendedores independientes certificados SEC.

- Grandes empresas: alto respaldo financiero y marcas reconocidas, pero menor flexibilidad en condiciones comerciales.
- Medianas: precios competitivos, trato directo al cliente y asesoría personalizada.
- Independientes: bajo costo, mayor adaptabilidad, pero limitada garantía postventa.

Factores que afectan la oferta:

- Fluctuación del dólar y costo de importación de equipos.
- Escasez de instaladores TE4 certificados.
- Cambios en normativas SEC y procedimientos de conexión Netbilling.

1.8.1.4. Análisis de la competencia

El mercado de instaladores solares en la Región Metropolitana es altamente competitivo, con diversidad de actores que compiten en precio, financiamiento y servicio técnico.

La Tabla 1 resume los principales competidores agrupados según su perfil operativo.

Tabla 1. PRICIPALES COMPETIDORES EN EL RM

Tipo de competidor	Fortalezas	Debilidades
Grandes empresas (ej. Copec Voltex, RUUF,	Respaldo financiero; marcas reconocidas; garantías sólidas.	Precios elevados; poca flexibilidad en financiamiento; trato impersonal.
Empresas medianas (ej. Enerlife, Sunwise)	Experiencia técnica; precios más competitivos; cercanía con el cliente.	Financiamiento limitado; capacidad de ejecución menor que grandes firmas.
Instaladores independientes	Costos bajos; alta flexibilidad en negociación.	Riesgo en calidad de instalación; falta de garantías; postventa débil.

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

La Tabla 2 presenta los proveedores más relevantes de equipos fotovoltaicos en la región, los cuales abastecen módulos, inversores y baterías a las empresas instaladoras.

**Tabla 2: Principales proveedores de equipos fotovoltaicos en la Región Metropolitana
Análisis Detallado del Ecosistema de Proveedores**

Andes Solar	Paneles Jinko, Trina Solar, Canadian Solar	Líder en importación con cobertura nacional y entregas rápidas. Referente para proyectos de gran escala.
COPEC FLUX	Inversores Huawei, Solis; Baterías Pylontech	Especialista en soluciones residenciales e híbridas. Proveedor preferido para instalaciones de autoconsumo.
EMAT	Paneles Q CELLS, Inversores Fronius	Dominan el segmento comercial y residencial premium. Garantizan confiabilidad para proyectos complejos.
Suministros Fotovoltaicos Chile	Paneles LONGi, Estructuras Vulcometal	Pioneros en kits solares preensamblados. Su enfoque en eficiencia reduce tiempos de montaje.
Energysystem	Baterías BYD, Inversores Sungrow, Paneles JA Solar	Referente en almacenamiento energético. Socio ideal para proyectos que requieren independencia total.
Solar Chile Distribución	Inversores Growatt, Paneles JA Solar, Accesorios AC/DC	Ofrecen soluciones accesibles sin comprometer calidad para PyMEs y residenciales. Democratizan la energía solar.

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

1.8.1.5. Análisis comparativo de facturación con paneles v/s sin paneles solares

El análisis comparativo de la Tabla 3 permite dimensionar el impacto económico de la instalación solar en un hogar tipo con boleta promedio de \$80.000 CLP.

Un sistema de 5 kWp reduce el gasto anual de \$960.000 a \$192.000, generando un ahorro de \$768.000 CLP/año, equivalente a una disminución del 80 % en la facturación eléctrica.

TABLA 3. COMPARACIÓN DE FACTURACIÓN RESIDENCIAL CON Y SIN PANELES SOLARES EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Concepto	Sin paneles solares (CLP/año)	Con paneles solares (CLP/año)	Ahorro anual (CLP)	Reducción (%)
Facturación promedio residencial	\$960.000	\$192.000	\$768.000	80 %

Este ahorro no solo mejora la economía familiar, sino que también fortalece la autonomía energética y promueve la sostenibilidad ambiental, consolidando al sistema fotovoltaico como una solución viable, rentable y alineada a las necesidades reales del segmento medio-alto.

1.8.1.6. Estimación de la demanda para el primer año

La Tabla 4 presenta los parámetros utilizados para estimar la demanda anual de la empresa, considerando su capacidad técnica, número de cuadrillas y rendimiento mensual.

Tabla 4 Datos supuestos para cálculo de Estudio de mercado.

Parámetro	Valor de referencia	Comentario
Viviendas particulares aptas (RM)	400.000	Estimación basada en estudios de viviendas técnicamente viables para FV.
Segmento objetivo año 1	0,25 % del universo apto	Enfoque en clase media urbana y comunas priorizadas.
Capacidad operativa por cuadrilla	4–5 instalaciones/mes	Cada cuadrilla integrada por 4 personas.
Número de cuadrillas iniciales	4	Total equipo disponible en el inicio de operaciones.
Capacidad total de la empresa	16–20 instalaciones/mes	Según dimensionamiento técnico de 1.5.
Meses efectivos de operación año 1	10	Los 2 primeros meses se destinan a instalación administrativa y ramp-up.
Objetivo operativo año 1	140 instalaciones	Equivalente a 14 instalaciones mensuales en 10 meses.
Objetivo operativo desde año 2	163 instalaciones/año	Plena capacidad de ejecución, con estacionalidad controlada.

En Se proyecta alcanzar 140 instalaciones el primer año, con una capacidad de crecimiento a 163 proyectos anuales desde el segundo año, equivalente a un promedio de 14 instalaciones mensuales.

Este escenario refleja un equilibrio entre la curva de aprendizaje operativa y el crecimiento sostenido del mercado.

1.8.1.7. Localización de la empresa

La empresa se establecerá en un espacio arrendado de 124 m² en la comuna de Quilicura, zona estratégica por su cercanía a autopistas urbanas y áreas residenciales de alta demanda.

El arriendo mensual estimado es de \$2,5 millones, valor consistente con predios industriales del rubro eléctrico y solar (Portal Inmobiliario, 2024).

El recinto contará con bodega, estacionamiento y oficinas técnicas, asegurando cumplimiento de normativas de seguridad laboral (SEC y DS 594).

Esta ubicación garantiza eficiencia logística y una distribución ágil de materiales hacia distintos puntos de la Región Metropolitana.

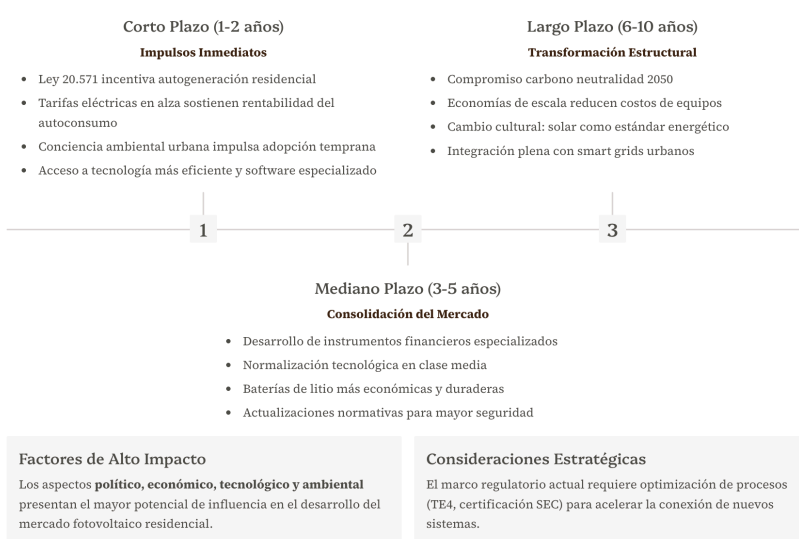
1.9. ANÁLISIS PESTAL

El análisis PESTAL permite identificar las oportunidades y amenazas del entorno político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal que influyen directamente en la viabilidad del proyecto.

Esta herramienta estratégica resulta clave para anticipar riesgos, aprovechar oportunidades y orientar la planificación de la empresa instaladora de sistemas fotovoltaicos residenciales en la Región Metropolitana.

Tabla 5. ANÁLISIS PESTAL DE LA EMPRESA DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Factores Clave de Desarrollo por Horizonte Temporal



Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

El análisis PESTAL evidencia un entorno ampliamente favorable para el desarrollo del proyecto. En el corto plazo (1–2 años), destacan los incentivos gubernamentales, la estabilidad regulatoria y la creciente conciencia ambiental.

A mediano plazo (3–5 años), se consolida el mercado con tecnologías más eficientes, formalización de actores y mayor profesionalización técnica.

Finalmente, a largo plazo (6–10 años), la integración plena de la energía solar a la red y los avances hacia el carbono neutralidad consolidan la viabilidad estructural del sector.

No obstante, el proyecto deberá monitorear con atención los factores económicos y tecnológicos, especialmente la variación del tipo de cambio, el costo de importación de equipos y la disponibilidad de técnicos certificados, para garantizar su sostenibilidad y rentabilidad en el tiempo.

1.10. ANÁLISIS 5 FUERZAS DE PORTER

El modelo de las 5 Fuerzas de Porter permite evaluar la intensidad competitiva y la rentabilidad potencial del mercado solar residencial.

En la Región Metropolitana, el sector presenta una competencia elevada y un cliente altamente informado, lo que obliga a las empresas a diferenciarse mediante financiamiento flexible, transparencia comercial y acompañamiento postventa.

5 Fuerzas de Porter					
Fuerza	Factores Clave	Importancia	Impacto	Puntaje Total	Comentarios
Competidores actuales	Empresas como Ruuf, Copec Flux y Enerlife. Modelos estandarizados, presencia fuerte en comunas de alto ingreso.	5	4	20	Alta presión. Se requiere automatización y diferenciación para no quedar atrás. Este proyecto se diferencia con personalización y financiamiento.
Nuevos entrantes	Barreras normativas, certificaciones (SEC, TE4), experiencia técnica y relación con financieras.	3	2	6	Pocas nuevas empresas logran sostenerse. La experiencia técnica y modelo humano-financiero actúan como ventaja competitiva.
Sustitutos	Opciones como eficiencia energética, baterías, o contratar energía limpia con empresas como Ciudad Luz (sin instalación directa del cliente).	3	3	9	No eliminan la demanda solar, pero pueden postergarla. Ofrecer ahorro inmediato y autonomía es clave.
Proveedores	Alta dependencia de componentes importados (paneles, inversores). Tipo de cambio afecta directamente.	4	4	16	Puede afectar costos. Alianzas con proveedores confiables y estandarización mitigan el riesgo.
Clientes	Alta exigencia en claridad, confianza, rapidez y financiamiento accesible. Comparan ofertas sin conocimientos técnicos.	5	5	25	Fuerza dominante. Si no se responde con propuestas claras, personalizadas y accesibles, se pierde la venta. El enfoque humanizado es clave.

Ilustración 4: Fuerzas de Porter

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

El mercado fotovoltaico residencial en Santiago está caracterizado por:

- Alta rivalidad entre competidores, impulsada por la presencia de empresas consolidadas y nuevas startups técnicas que compiten por precio, servicio y rapidez de ejecución.
- Amenaza moderada de nuevos entrantes, limitada por los requisitos de certificación SEC (TE4) y la necesidad de capital inicial en equipamiento.
- Poder medio-bajo de los proveedores, debido a la creciente disponibilidad de distribuidores locales que reducen la dependencia de importaciones directas.
- Poder alto de los clientes, quienes comparan precios, financiamiento y garantías mediante plataformas digitales, forzando la competitividad del sector.
- Amenaza media de sustitutos, representada por otras fuentes renovables (biomasa, eólica, geotermia) y por las mejoras en eficiencia energética en edificios urbanos.

En conjunto, el análisis muestra que la industria solar residencial mantiene una rentabilidad atractiva, aunque requiere diferenciación técnica y servicio confiable como principales factores de ventaja.

El escenario competitivo favorece a las empresas que integren procesos certificados, comunicación transparente y un enfoque centrado en la experiencia del cliente.

2. ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico tiene como objetivo evaluar los recursos, procesos y requerimientos necesarios para la correcta implementación del proyecto, garantizando una ejecución eficiente, segura y conforme a la normativa vigente.

A través de este análisis se busca optimizar los procedimientos operativos, minimizar riesgos y asegurar la rentabilidad del proyecto a largo plazo.

Este capítulo describe las fases operativas que conforman el proceso de instalación de sistemas solares fotovoltaicos, considerando los recursos humanos, materiales y técnicos asociados a cada etapa. Asimismo, se detallan los procedimientos que permiten mantener la calidad del servicio y la trazabilidad de cada instalación dentro del marco regulatorio de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

2.1. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESOS

El proceso de instalación de sistemas fotovoltaicos se estructura en una serie de etapas sucesivas que garantizan la evaluación, diseño, montaje, puesta en marcha y posterior mantenimiento del sistema solar.

Cada fase se desarrolla bajo criterios de eficiencia, seguridad eléctrica y cumplimiento normativo, asegurando la trazabilidad completa del proyecto desde su planificación hasta el soporte postventa.

El desarrollo de un proyecto fotovoltaico residencial en la Región Metropolitana contempla la siguiente secuencia metodológica:

1. Evaluación del sitio
 - Análisis de las características del techo o terreno: orientación, inclinación, sombras y capacidad estructural.
 - Recolección de información del cliente: historial de consumo, artefactos eléctricos y presupuesto disponible.
2. Diseño del sistema
 - Dimensionamiento de la potencia necesaria en base al consumo del cliente.
 - Selección de los componentes adecuados (paneles, inversores, estructuras de soporte y protecciones).
3. Trámites y permisos
 - Solicitud de conexión a la red eléctrica ante la empresa distribuidora.
 - Tramitación de certificaciones: TE1 (instalaciones eléctricas) y TE4 (generación fotovoltaica).
4. Instalación de estructura de soporte
 - Montaje de la estructura metálica en el techo o terreno, cumpliendo normativa estructural y de seguridad.
5. Montaje de los paneles solares
 - Fijación de los módulos a la estructura con grapas y rieles certificados.
6. Conexión eléctrica
 - Cableado de los paneles hacia el inversor y conexión posterior a la red eléctrica.
 - Instalación de protecciones, puesta a tierra y canalizaciones según normativa SEC.
7. Puesta en marcha
 - Configuración del inversor y pruebas de funcionamiento.
 - Verificación de generación en tiempo real y chequeo de seguridad.

8. Servicio de postventa
 - Soporte técnico en línea y telefónico.
 - Atención de problemas menores y consultas del cliente.
9. Servicios opcionales
 - Mantenimiento preventivo: limpieza de paneles, revisión de conexiones y actualización de software.

2.2. DIAGRAMA DE FLUJO

La Figura, “Diagrama de flujo”, representa el proceso integral para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica, asegurando eficiencia y cumplimiento de la normativa vigente en cada etapa.

Este flujo se estructura en pasos secuenciales que abarcan desde la evaluación inicial del sitio hasta el servicio postventa y las acciones de mantenimiento preventivo y monitoreo remoto.

El diagrama permite visualizar la trazabilidad completa del proceso operativo, facilitando la comprensión de las etapas críticas, la toma de decisiones y los puntos de control técnico que garantizan la calidad final de cada instalación.

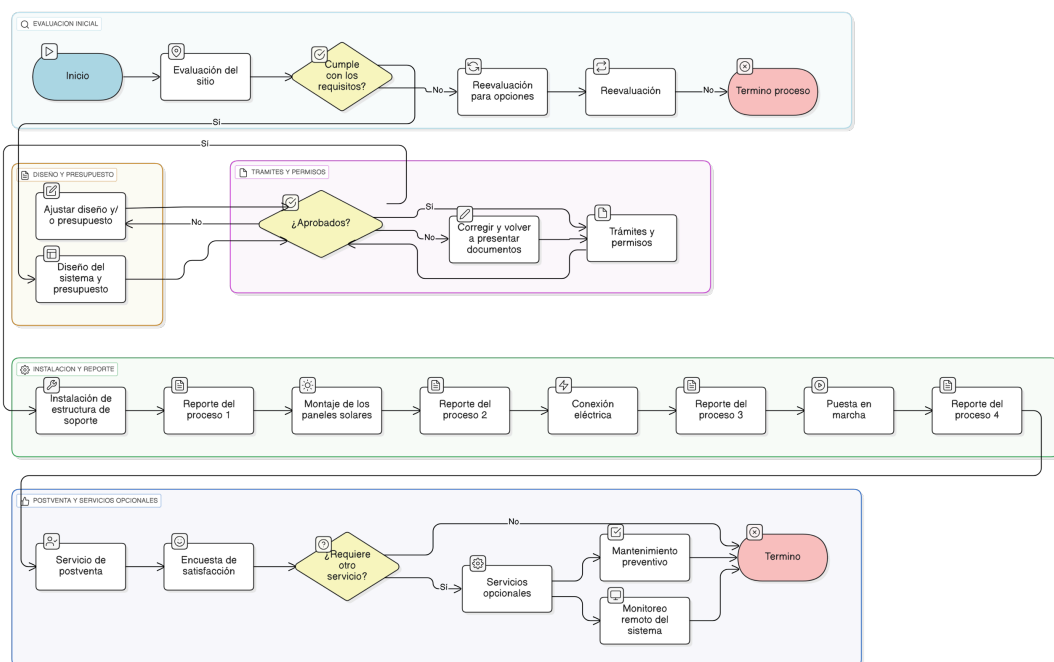


Ilustración 5: Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de las instalaciones fotovoltaicas, la empresa requiere un conjunto de equipos y herramientas que aseguren un trabajo seguro, eficiente y conforme a la normativa vigente.

Estos recursos se dividen en tres categorías principales: herramientas básicas, herramientas específicas para sistemas fotovoltaicos y vehículos de transporte.

Las herramientas básicas corresponden a los implementos utilizados en labores mecánicas y eléctricas, tales como taladros, llaves inglesas, martillos, niveles, cintas métricas y andamios.

Estos elementos son fundamentales para el montaje estructural, la perforación de techumbres y la fijación de módulos solares.

Por su parte, las herramientas específicas para instalaciones fotovoltaicas incluyen instrumentos de medición y control especializados, como la pinza amperimétrica MCA, el medidor de radiación solar, la llave dinamométrica y el comprobador de puesta a tierra.

Estos dispositivos permiten verificar parámetros eléctricos críticos, garantizar la seguridad de las conexiones y cumplir con las normas exigidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Finalmente, los vehículos de transporte, principalmente camionetas tipo pick-up y furgones cerrados, son indispensables para el traslado de materiales, equipos y personal hacia los distintos sitios de instalación, asegurando eficiencia logística y continuidad operativa.

A continuación, la Tabla 6 presenta el detalle de los equipos, cantidades y marcas seleccionadas para las operaciones de la empresa, incluyendo los valores de adquisición estimados.

Tabla 6. Equipos y herramientas

Categoría	Herramienta/Equipo	Cantidad	Marca/Referencia	Valor unitario (CLP)	Valor total (CLP)
Herramientas básicas	Taladro percutor	6	Black & Decker	\$85.000	\$510.000
	Llave inglesa	6	Stanley	\$15.000	\$90.000
	Martillo	6	Truper	\$10.000	\$60.000
	Nivel	6	Irwin	\$18.000	\$108.000
	Cinta métrica	6	Truper	\$5.000	\$30.000
	Andamios	3	Starkee	\$250.000	\$750.000
Cuchillo cortante	6	Stanley	\$5.000	\$30.000	
Herramientas específicas FV	Pinza crimpadora MC4	3	Truper	\$45.000	\$135.000
	Medidor de radiación solar	3	Sonel IRM-1	\$650.000	\$1.950.000
	Llave dinamométrica	3	Bosch	\$80.000	\$240.000
	Pelacables	3	Klein Tools	\$25.000	\$75.000
	Alicates de corte	3	Stanley	\$20.000	\$60.000
	Multímetro digital	3	Fluke	\$200.000	\$600.000
	Máquina de soldar	3	Bauker	\$180.000	\$540.000

Categoría	Herramienta/Equipo	Cantidad	Marca/Referencia	Valor unitario (CLP)	Valor total (CLP)
	Comprobador de puesta a tierra	3	Ideal	\$120.000	\$360.000
EPP	Cascos de seguridad	12	MSA/3M	\$25.000	\$300.000
	Arnés con doble línea de vida	12	Petzl/Truper	\$95.000	\$1.140.000
	Guantes dieléctricos	12 pares	Ansell	\$18.000	\$216.000
	Zapatos de seguridad dieléctricos	12 pares	Caterpillar	\$75.000	\$900.000
	Lentes y protectores auditivos	12	3M	\$12.000	\$144.000
Vehículos	Camión ¾	3	KYC 1,6	\$12.000.000	\$36.000.000
Vehículo utilitario	Np300	1	nissan	\$28.000.000	\$28.000.000
Total estimado	—	—	—	—	\$72.268.000

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.4. LAYOUT DE LA EMPRESA

El Layout de la empresa fue diseñado para optimizar el flujo de trabajo, mejorar la eficiencia operativa y garantizar la seguridad en las instalaciones. La distribución contempla áreas específicas para recepción y almacenamiento de materiales, taller de preparación técnica, oficinas administrativas, sala de reuniones, servicios generales y patio de carga de vehículos.

De esta forma, se asegura una operación ordenada, reduciendo tiempos de traslado y facilitando la coordinación entre las distintas funciones. La Figura 2.2, “Layout de la Empresa”, muestra la disposición general de los espacios.

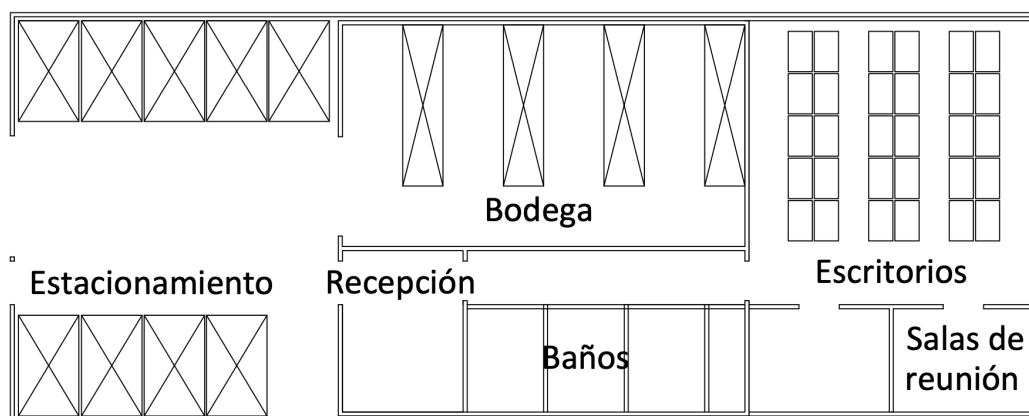


Ilustración 6: Layout empresa

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.5. DETERMINACIÓN DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS.

La operación de la empresa considera como insumos principales los vehículos, equipos y herramientas, elementos de protección personal (EPP) y materiales de oficina. Estos permiten asegurar un desarrollo eficiente de las labores en terreno y una gestión administrativa adecuada.

Tabla 7. Resumen Insumos – productos y subproductos.

Descripción	Costo (CLP) Unit.	Costo (UF)
Insumos de 3 vehículos	\$3.800.000	102,0
Insumos de equipos y herramientas	\$2.100.000	56,1
Insumos EPP – Elementos de protección personal	\$520.000	13,9
Insumos de oficina	\$580.000	15,5
Costo total	\$7.000.000	187,5

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada (valor de referencia: 1 UF = \$37.300 CLP, Banco Central de Chile, 2025).

2.6. CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo de energía de la empresa es un aspecto clave a considerar, dado que afecta directamente los costos operativos y la sostenibilidad del proyecto. La tabla 2.3 ilustra los distintos componentes que contribuyen al consumo energético en las instalaciones.

Tabla 8. Resumen consumos de energía.

Descripción	Consumo (lt)	Costo Mes (CLP)	Costo Anual (CLP)	Costo Anual (UF)
Kit On-Grid Huawei 5 kW	0	\$0	\$4.541.385	121
Consumo de agua	800	\$84.112	\$1.009.344	27
Total	—	—	\$5.550.729	148

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada (valor de referencia: 1 UF = \$39.300 CLP, Banco Central de Chile, 2025).

2.7. PROGRAMA DE TRABAJO Y TURNO

La jornada laboral de la empresa se ajustará a lo establecido en la Ley N.º 21.561, que reduce la jornada ordinaria a 40 horas semanales. Esta distribución aplica tanto al personal de operaciones como al administrativo, garantizando un equilibrio entre productividad y bienestar laboral.

La Tabla presenta la distribución de turnos y horarios considerados:

Tabla 9. Turnos

Turno	Días de trabajo	Desde	Hasta	Horas de colación	Horas semanales
General – Único	Lunes a viernes	08:30 hrs	17:30 hrs	1	40
Especial	Sábado	08:30 hrs	17:30 hrs	1	8

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.8. PERSONAL DE OPERACIONES, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS

El proyecto requiere un equipo humano especializado que garantice la correcta ejecución de las instalaciones fotovoltaicas y el soporte administrativo necesario. La estructura considera tanto personal técnico en terreno como apoyo administrativo y de gestión.

La Tabla presenta los cargos definidos, el número de trabajadores por cada función, su perfil profesional, sueldo promedio mensual y el costo anual expresado en pesos chilenos (CLP) y en unidades de fomento (UF).

Tabla 10. Personal de operaciones, cargos, perfiles y sueldos

Cargo	Cantidad	Perfil	Sueldo mensual (CLP)	Costo anual (CLP)	Costo anual (UF)
Ingeniero de proyectos	1	Profesional con experiencia en diseño y ejecución de sistemas FV.	\$1.800.000	\$21.600.000	579
Supervisor eléctrico	1	Técnico eléctrico con certificación SEC clase A.	\$1.200.000	\$14.400.000	386
Instaladores fotovoltaicos	4	Técnicos eléctricos/mecánicos con experiencia en montaje de paneles.	\$800.000	\$38.400.000	1.030
Maestro ayudante	2	Apoyo en montaje, estructura y logística.	\$600.000	\$14.400.000	386
Administrativo contable	1	Técnico en administración o contabilidad.	\$750.000	\$9.000.000	241
Secretaria/Asistente	1	Apoyo administrativo y atención al cliente.	\$650.000	\$7.800.000	209
Total	10	—	—	\$105.600.000	2.831

(Cálculo en UF realizado con valor de referencia 1 UF = \$39.300 CLP, Banco Central de Chile, 2025).

Tabla 11. Cargo y perfil, Personal de operaciones

Cargo	Funciones principales	Competencias requeridas
Ingeniero de proyectos	Diseñar sistemas FV residenciales, coordinar proyectos, supervisar instalación y asegurar cumplimiento normativo.	Título en Ingeniería Eléctrica/Energías Renovables; manejo de softwares de simulación (PV*SOL, Helioscope); liderazgo y gestión de equipos.

Cargo	Funciones principales	Competencias requeridas
Supervisor eléctrico	Supervisar instalaciones en terreno, garantizar cumplimiento de normativa SEC, realizar pruebas y certificaciones.	Técnico Eléctrico con certificación SEC clase A; conocimientos en normativa RIC; capacidad de gestión de riesgos eléctricos.
Instaladores fotovoltaicos	Montar paneles, estructuras y canalizaciones; ejecutar conexión de inversores y protecciones.	Formación técnica en electricidad/mecánica; experiencia en montaje FV; habilidades manuales y trabajo en altura.
Maestro ayudante	Apoyo en montaje de estructuras y logística; traslado de materiales y asistencia a instaladores.	Experiencia en construcción o montaje industrial; responsabilidad y disposición para trabajo en equipo.
Administrativo contable	Manejar presupuestos, facturación, pagos y control de costos del proyecto.	Técnico en administración o contabilidad; conocimientos en ERP u Office; orden y precisión en manejo financiero.
Secretaria/Asistente	Apoyo administrativo, gestión documental, coordinación de reuniones y atención de clientes.	Técnico en secretariado o administración; competencias en comunicación, organización y manejo de oficina.

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.9. INVERSIÓN EN EQUIPOS Y EDIFICACIONES

La inversión en equipos y edificaciones es necesaria para asegurar que la empresa disponga de infraestructura, vehículos y herramientas que permitan ejecutar las instalaciones fotovoltaicas de manera segura y eficiente.

Tabla 12. Resumen Equipos y edificaciones

Categoría	Herramienta/Descripción	Cantidad	Marca/Referencia	Precio total (CLP)	Precio total (UF)
Herramientas básicas	Atornillador eléctrico	6	DeWalt	\$300.000	8
Llave ajustable	6	Bahco	\$50.000	1	
Mazo de goma	6	Pretul	\$35.000	1	
Nivel láser	6	Stanley	\$40.000	1	
Flexómetro	6	Milwaukee	\$25.000	1	
Torre de andamios	3	Redline	\$350.000	9	
Cúter profesional	6	Olfa	\$18.000	1	

Categoría	Herramienta/Descripción	Cantidad	Marca/Referencia	Precio total (CLP)	Precio total (UF)
Herramientas específicas FV	Pinza terminaladora MC4	3	Truper	\$75.000	2
Solar irradiance meter	2	Kimo SL-200	\$1.200.000	32	
Llave dinamométrica digital	3	Wera	\$200.000	5	
Pelacables automático	3	Jokari	\$45.000	1	
Alicates universales	3	Knipex	\$35.000	1	
Multímetro digital	3	UNI-T	\$180.000	5	
Soldadora inverter	2	Bauker	\$280.000	8	
Tester de puesta a tierra	2	Megger	\$150.000	4	
Vehículos	Camión ¾	2	JAC ¾	\$22.000.000	590
Furgón utilitario	1	Foton View	\$12.000.000	322	
Subtotal equipos y vehículos	—	—	—	\$37.428.000	997
Edificaciones	Arriendo de oficina (anual)	1	—	\$7.500.000	201
Total	—	—	—	\$44.928.000	1.198

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.10. INVERSIONES Y CAPITAL DE TRABAJO

Para el Capital de Trabajo, se empleó el método del déficit acumulado máximo, el cual calcula los flujos de ingresos y egresos proyectados mensuales y determina el capital necesario como el equivalente al déficit acumulado máximo. Se presenta el cálculo detallado, que resulta en un total de 1989 UF, monto requerido para cubrir el capital de trabajo del proyecto y asegurar la operatividad financiera en sus primeras etapas.

2.11. COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Los costos de instalación de oficina abarcan todos los desembolsos necesarios para habilitar y poner en funcionamiento el espacio administrativo de la empresa. Dentro de este ítem se incluyen los equipos tecnológicos, mobiliario básico y complementario, así como sistemas de respaldo,

climatización y elementos de uso diario que permiten disponer de un entorno de trabajo seguro, eficiente y en conformidad con la normativa vigente

Tabla 13. Costos de Instalación Oficina

Sección	Cantidad	Costo total (CLP)	Costo UF
Notebooks	10	\$3.200.000	86
Impresora	2	\$180.000	5
Celulares	10	\$1.200.000	32
Hervidor	1	\$25.000	1
Refrigerador	1	\$250.000	7
Microondas	1	\$65.000	2
Mueblería	1	\$118.750	3
Total	—	\$5.038.750	136

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

En cuanto a los costos de puesta en marcha, estos consideran los gastos indispensables para iniciar formalmente las operaciones de la empresa de instalación de paneles solares. Incluyen trámites legales, registros, patentes, marketing inicial y garantías, asegurando que la organización comience sus actividades de manera ordenada, con respaldo normativo y plenamente operativa.

Tabla 14. Costos de puesta en marcha

Descripción	Costo CLP	Costo UF
Patente de propiedad intelectual	\$150.000	4
Constitución de la sociedad total	\$200.000	5
* Inscripción en Conservador de Bienes Raíces	\$7.453.387	196
* Inscripción en SII	\$1.500	0,04
* Publicación en Diario Oficial	\$63.452	2
Patente Municipal	\$186.197	5
Mes de garantía arriendo	\$3.750.000	98
Marketing inicial (diseño web + redes sociales)	\$3.903.250	105
Total	\$15.707.786	415

Tabla 15. Costos puesta en marcha.

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.12. COSTOS IMPREVISTOS

Para fortalecer la viabilidad del proyecto frente a posibles contingencias, se ha destinado un 10% de los costos estimados en las principales áreas de inversión como fondo de imprevistos. Este porcentaje busca cubrir eventuales aumentos en el valor de los insumos, variaciones en el tipo de cambio, demoras en la cadena de suministro o requerimientos adicionales derivados de normativas técnicas.

La Tabla presenta la distribución de estos costos adicionales en las categorías clave, reflejando una mayor seguridad financiera y operativa para la empresa.

Tabla 16. Costos de imprevistos

Descripción	Costo CLP	Costo UF
Costos de instalación	\$803.676	21
Puesta en marcha	\$1.229.453	32
Inversión de capital de trabajo	\$5.896.515	155
Inversión en equipos	\$3.485.937	92
Edificaciones	\$3.000.000	78
Total imprevistos	\$14.415.580	378

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.13. PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN, CARGOS, PERFILES Y SUELDOS

El área administrativa constituye un pilar clave para el funcionamiento de la empresa, ya que asegura la correcta gestión de recursos humanos, financieros y comerciales. Para este proyecto, se definieron los cargos, la cantidad de personas requeridas y el costo anual de cada puesto, expresados en pesos chilenos (CLP) y en unidades de fomento (UF).

La Tabla muestra el detalle de los cargos administrativos considerados, junto con su remuneración total anual.

Tabla 17. Resumen personal de administración

Categoría	Personal Administrativo	Cantidad	Costo Anual CLP (Total Haberes)	Costo Anual UF (Total Haberes)
Administración	Gerente General	1	\$33.600.000	883
	Vendedor	2	\$19.249.992	506
	Logística	1	\$17.784.996	467
	Recursos Humanos	1	\$17.784.996	467
	Recepcionista	1	\$9.624.996	253
	Contador	1	\$17.784.996	467
Total	—	7	\$115.829.976	3.044

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

Posteriormente, la Tabla describe las funciones, objetivos y requisitos de cada cargo, lo que permite comprender con mayor precisión el rol de cada integrante dentro de la organización administrativa.

Tabla 18. Cargos y perfiles del personal administrativo

Puesto	Objetivo	Línea de reporte	Funciones	Requerimientos
Gerente General	Liderar la empresa y supervisar cálculos de proyectos técnico-comerciales.	Junta Directiva/Socios	Validar dimensionamientos, dirigir estrategias de crecimiento, coordinar áreas y representar a la empresa.	Ing. Civil Eléctrico, 3 años exp. En proyectos eléctricos/fotovoltaicos, normas SEC.
Vendedor	Promocionar y comercializar sistemas FV, asegurando satisfacción del cliente.	Gerente General	Captar clientes, elaborar propuestas, asesorar sobre beneficios técnicos y económicos, gestionar postventa.	Técnico/profesional en ventas, 2 años exp. Comercial, nociones de energía FV.
Logística	Gestionar la planificación y control de materiales y herramientas.	Gerente General	Coordinar transporte, gestionar inventario, optimizar tiempos de entrega, supervisar cumplimiento normativo.	Técnico/profesional en logística, 2 años exp. En inventarios y transporte.
Recursos Humanos	Administrar procesos de selección y bienestar del personal.	Gerente General	Coordinar reclutamiento, gestionar nóminas, capacitar y velar por cumplimiento de normativa laboral.	Técnico/profesional en RRHH, 2 años exp. En gestión de personal y legislación laboral.
Recepcionista	Brindar atención al cliente y soporte administrativo.	Recursos Humanos	Atender llamadas, coordinar agendas, gestionar documentación y apoyar en labores administrativas.	Enseñanza media completa, 1 año exp. Atención cliente, habilidades ofimáticas.

Puesto	Objetivo	Línea de reporte	Funciones	Requerimientos
Contador	Supervisar aspectos contables y financieros de la empresa.	Gerente General	Registrar transacciones, elaborar informes, gestionar obligaciones tributarias y supervisar flujo de caja.	Contador titulado, 2 años exp. En contabilidad, manejo de software contable.

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.14. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La empresa adoptará una estructura funcional, uno de los modelos más comunes en organizaciones modernas. Este enfoque se caracteriza por dividir la compañía en departamentos especializados, cada uno responsable de una función específica: finanzas, marketing, recursos humanos, logística, producción y administración general.

Este tipo de organización permite una mayor eficiencia y especialización, ya que cada área trabaja en base a sus competencias técnicas, favoreciendo la coordinación y el cumplimiento de objetivos estratégicos.

La Figura muestra en detalle cómo se distribuyen las funciones dentro de la empresa y la relación jerárquica entre los diferentes cargos.

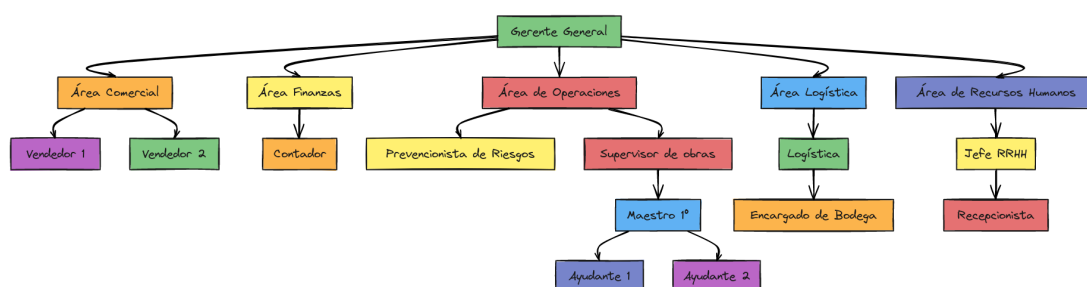


Ilustración 7: Organigrama

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

2.15. MARCO LEGAL VIGENTE NACIONAL E INTERNACIONAL

El marco normativo y técnico constituye un componente esencial dentro del estudio de prefactibilidad, ya que permite identificar y comprender el conjunto de normas, regulaciones y requerimientos técnicos que afectan directa o indirectamente la creación y futura operación de la empresa de Servicios de instalaciones fotovoltaicas residenciales en la región metropolitana.

Inicialmente conviene citar la Ley General de Servicios Eléctricos (DFL N° 1/82), que regula la distribución de energía y las concesiones para la generación, transmisión y distribución, además de otros aspectos relevantes. Esta ley fue promulgada en el año 1982 como parte del proceso de liberalización del sistema eléctrico del país entre los aspectos claves más relevantes se encuentran:

Concesiones:

Define los requisitos y procedimientos para obtener concesiones de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

- Servicio Público:

Establece los deberes y obligaciones de las empresas concesionarias en relación al servicio público eléctrico, incluyendo la obligación de interconexión y coordinación de las instalaciones.

- Tarifas:

Regula la determinación y fijación de las tarifas de energía eléctrica, estableciendo mecanismos para su revisión y ajuste.

- Obligaciones de Servicio Público y Universal:

Define las obligaciones de las empresas concesionarias en relación al suministro de energía eléctrica a los usuarios, especialmente en áreas rurales y de bajos ingresos.

- Protección al Consumidor:

Establece mecanismos de protección al consumidor, como la obligación de informar sobre las tarifas y la posibilidad de presentar reclamaciones.

- Normas Técnicas:

Establece las normas técnicas y de seguridad para la generación, transmisión, distribución y uso de la energía eléctrica.

- Incentivos a la Generación Descentralizada:

Promueve la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales, incentivando a los usuarios a producir su propia energía.

En este sentido se encuentra la Ley N.º 20.571 sobre generación distribuida, que establece el marco legal para la autogeneración de energía eléctrica a través de fuentes renovables no convencionales (ERNC) por parte de clientes regulados entre los aspectos más relevantes se encuentran:

- Autoconsumo y Excedentes:

Permite que clientes regulados con instalaciones de generación propia (paneles solares, etc.) autoabastezcan su consumo eléctrico y, si generan más energía de la que consumen, inyecten los excedentes a la red.

- Compensación de Excedentes:

Los excedentes inyectados a la red son valorizados por la empresa distribuidora al mismo precio de la energía que cobra por el consumo.

- Reducción de Costos:

El uso de la generación distribuida puede significar un ahorro en la cuenta de la luz, puesto que los excedentes inyectados se compensan con el consumo.

- Fomento de ERNC:

La Ley 20.571 promueve el uso de energías renovables no convencionales, contribuyendo a la transición energética y a la reducción de emisiones.

- Equipamiento de Generación:

El equipamiento de generación debe cumplir con las especificaciones técnicas y de seguridad establecidas en el reglamento de la ley.

- Contrato de Conexión:

El contrato de conexión a la red debe estar firmado por el propietario del inmueble donde se instaló el equipamiento de generación o su representante legal.

- Beneficios para Usuarios:

La Ley 20.571 otorga a los usuarios el derecho a inyectar excedentes de energía a la red y a ser compensados por ellos, lo que incentiva la autogeneración y el ahorro de energía.

Seguidamente se encuentra la normativa técnica NCh Elec. 4/2003 que tiene por objeto fijar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas de consumo en Baja Tensión, con el fin de salvaguardar a las personas que las operan o hacen uso de ellas y preservar el medio ambiente en que han sido construidas.

- Es así como se encuentran los alcances de la misma:

Se aplica a instalaciones eléctricas de consumo en baja tensión, incluyendo viviendas, edificios comerciales, industriales y otros.

- Objetivos:

- Garantizar la seguridad de las personas que operan o utilizan las instalaciones eléctricas.
- Preservar el medio ambiente en que se construyen las instalaciones.
- Establecer condiciones mínimas de seguridad.

- Seguridad:

La norma se centra en la protección de los trabajadores contra los riesgos eléctricos, estableciendo requisitos para la capacitación, el mantenimiento y la inspección de las instalaciones.

- Mantenimiento:

Establece los requisitos para el mantenimiento de las instalaciones eléctricas, incluyendo la inspección periódica y la reparación de fallas.

- Supervisión:

La instalación o modificación de una instalación eléctrica debe ser supervisada por un instalador eléctrico autorizado, que debe asegurar el cumplimiento de la norma.

Importancia de la norma:

- Seguridad:

La norma es fundamental para garantizar la seguridad de las personas que utilizan las instalaciones eléctricas, evitando riesgos como descargas eléctricas o incendios.

- Protección del medio ambiente:

La norma contribuye a preservar el medio ambiente, estableciendo requisitos para la instalación y el funcionamiento de los sistemas eléctricos.

- Cumplimiento legal:

El cumplimiento de la NCh Elec. 4/2003 es obligatorio en Chile para todas las instalaciones eléctricas de baja tensión.

También se deben considerar las normativas relacionadas con las cooperativas y financieras del Estado, entre la normativa legal que rige a las cooperativas financieras en Chile se encuentra principalmente:

Ley General de Cooperativas (Ley N° 19.832)

Así como también las normas complementarias del Banco Central de Chile, especialmente para las cooperativas de ahorro y crédito. Estas normas establecen los requisitos para su constitución, funcionamiento, fiscalización y disolución, así como las obligaciones y derechos de sus socios y administradores.

- Reglamento de la Ley General de Cooperativas:

Complementa la ley con detalles sobre la organización interna, los órganos de administración, las sanciones a socios, y otros aspectos operativos.

- Normativa del Banco Central de Chile:

El Banco Central, a través de su Compendio de Normas Financieras, establece regulaciones específicas para las cooperativas de ahorro y crédito, especialmente en relación con sus operaciones, encaje, márgenes de crédito y gestión de riesgos financieros.

2.16.ASPECTOS LEGALES DEL GIRO DEL PROYECTO

A figura jurídica seleccionada para la empresa es la Sociedad por Acciones (SpA), por ser la más adecuada para un proyecto de instalación de sistemas fotovoltaicos residenciales. Este tipo societario ofrece flexibilidad en la incorporación de nuevos socios, ya que no requiere modificar el pacto social para ampliar la base accionaria, y limita la responsabilidad de los accionistas exclusivamente al monto de sus aportes.

Estas características entregan mayor seguridad financiera y operativa, al mismo tiempo que facilitan la atracción de capital externo, condición relevante en un sector como el de las energías renovables, donde el crecimiento y la innovación requieren inversiones constantes.

2.17.ASPECTOS LABORALES

La empresa debe cumplir con el Código del Trabajo chileno, garantizando contratación, remuneración, jornadas y seguridad laborales. Según la Ley N°16.744, debe implementar medidas preventivas, proporcionar EPP, capacitar en seguridad y adoptar protocolos de emergencia para proteger a los trabajadores y cumplir con los estándares del sector.

2.18. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Para los clientes que desean adquirir sistemas fotovoltaicos en Chile, existen diversas alternativas de financiamiento que buscan reducir la barrera de inversión inicial y facilitar el acceso a la energía solar. Estas opciones, tanto públicas como privadas, permiten que los hogares y pequeñas empresas accedan a soluciones energéticas sostenibles en condiciones favorables.

- Créditos verdes (Banco Estado y otros bancos): Banco Estado y distintas entidades financieras han desarrollado líneas de crédito verde destinadas a financiar proyectos de energías renovables residenciales. Estos créditos suelen ofrecer tasas de interés preferenciales y plazos flexibles, permitiendo a las familias cubrir el costo de los sistemas solares mediante cuotas accesibles.
- Programa Casa Solar (Ministerio de Energía y Agencia de Sostenibilidad Energética): Esta iniciativa estatal fomenta la adquisición de sistemas fotovoltaicos mediante compras colectivas a menor precio, lo que reduce la inversión inicial. Además, incluye apoyo financiero mediante convenios con bancos para que los beneficiarios puedan pagar en cuotas.
- Leasing solar (Banco Santander y otras instituciones): A través de esta modalidad, el cliente utiliza el sistema solar pagando cuotas mensuales sin necesidad de comprarlo al contado. Al término del contrato, existe la opción de adquirir el sistema por un valor residual reducido.
- Créditos de consumo ecológicos (Scotiabank, Banco BICE, entre otros): Son préstamos especialmente diseñados para proyectos sustentables, con condiciones más blandas que los créditos tradicionales, orientados a la adquisición de paneles solares y otros equipos de eficiencia energética.

3. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONOMICA

En este capítulo tiene como objetivo analizar la viabilidad económica y financiera del proyecto mediante la estimación de la inversión inicial, que incluye el capital de trabajo, la proyección de flujos de caja, el cálculo de la tasa de descuento a partir del modelo CAPM, la determinación del valor de desecho y la obtención de los principales indicadores de rentabilidad (VAN, TIR, PRI e IVAN).

Además, se incorpora un análisis de sensibilidad para evaluar la solidez de los resultados frente a variaciones en las variables críticas del modelo. La estructura y el tono mantienen el formato académico y descriptivo establecido por la Universidad Técnica Federico Santa María, privilegiando una redacción clara, objetiva y con ejemplos representativos que faciliten la comprensión del caso estudiado.

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El estudio económico y financiero cuantifica, en términos monetarios, la conveniencia de ejecutar el proyecto. Para ello se identifican y valoran los desembolsos iniciales, los costos y gastos operacionales, los ingresos esperados y los efectos tributarios, con el propósito de construir flujos de caja anuales a precio corriente.

A partir de estos flujos se calculan los indicadores de evaluación (VAN, TIR, PRI e IVAN) bajo una tasa de descuento coherente con el nivel de riesgo del proyecto, estimada mediante el modelo CAPM. La inclusión del capital de trabajo y del valor de desecho permite que el horizonte de evaluación refleje de manera adecuada el ciclo operativo y el cierre de la empresa, evitando sesgos en la medición de la rentabilidad.

3.2. INVERSIÓN INICIAL Y CAPITAL DE TRABAJO

La inversión inicial corresponde al conjunto de activos tangibles e intangibles necesarios para el inicio de operaciones de la empresa. Esta incluye la adquisición de herramientas, equipos fotovoltaicos, elementos de protección personal (EPP), equipamiento de oficina y vehículos destinados al transporte del personal y materiales hacia los sitios de instalación.

La Tabla 22 presenta el detalle de la inversión en capital fijo, expresada en pesos chilenos (CLP) y unidades de fomento (UF), considerando el valor de referencia de 1 UF = \$37.200 CLP

Tabla 22. Inversión inicial.

Categoría	Valor CLP	Valor UF
Herramientas básicas	CLP 1.578.000	40
Herramientas FV	CLP 3.645.000	93
EPP	CLP 2.700.000	69
Equipamiento de oficina	CLP 5.038.750	128
Vehículos	CLP 56.000.000	1425
Capital Fijo	CLP 68.961.750	1755

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

El capital fijo total asciende a 1.854 UF, monto destinado a infraestructura, herramientas y vehículos requeridos para las operaciones iniciales de la empresa.

Por su parte, el capital de trabajo se calculó mediante el método del déficit acumulado máximo, considerando los egresos mensuales durante el primer año de operación sin ingresos por ventas. En la Tabla 23 se resumen los principales componentes y el déficit acumulado al cierre del mes 12.

Tabla 23. Capital de trabajo.

Ítem	Sueldos	Arriendo Oficina	Energía y Agua	Insumos	Total mensual
Egreso mensual promedio	\$ 18.452.499	\$ 625.000	\$ 426.561	\$ 48.333	\$ 19.552.393

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

El déficit acumulado máximo al mes 12 alcanza \$254.181.107, equivalente a 6.484 UF, calculado con el valor actualizado de la UF. Este monto representa la necesidad total de capital líquido para sostener la operación durante el primer año, hasta alcanzar el punto de equilibrio financiero.

De este modo, la inversión inicial total del proyecto se compone de:

- Capital fijo: 1.755 UF
- Capital de trabajo: 6.484 UF
- Total inversión inicial: 8.239 UF

3.3. TASA DE DESCUENTO.

La tasa de descuento representa el costo de oportunidad del capital y se utiliza para actualizar los flujos de caja futuros del proyecto, considerando el nivel de riesgo asociado a la inversión. En

este estudio se aplica el modelo Capital Asset Pricing Model (CAPM), ampliamente utilizado para determinar la rentabilidad mínima exigida por los inversionistas en función del riesgo sistemático del mercado.

El modelo CAPM se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$K_e = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

Donde:

- K_e : tasa de rentabilidad exigida o tasa de descuento
- R_f : tasa libre de riesgo
- $R_m - R_f$: prima de riesgo del mercado
- β : coeficiente de riesgo sistemático del sector

3.3.1.1. Tasa libre de riesgo

Se adopta como tasa libre de riesgo la rentabilidad de los bonos en pesos del Banco Central de Chile (BCP, BTP) a 5 años, correspondiente al 16 de octubre de 2025, cuyo valor fue de 5,4 % anual aproximadamente.

Este instrumento se considera libre de riesgo por su carácter soberano y su alta liquidez en el mercado financiero nacional.

3.3.1.2. Prima de riesgo del mercado ($R_m - R_f$)

La prima de riesgo del mercado refleja la rentabilidad adicional exigida por los inversionistas al asumir riesgos por sobre los instrumentos libres de riesgo.

Según un estudio de la Fundación Diniat, dependiente de la Universidad de La Rioja (España), el premio de riesgo del mercado accionario chileno se ubica en un rango entre 1,91 % y 10,28 %, con un promedio de 5,3 %, obtenido a partir de distintas metodologías de estimación aplicadas al período 1993–2020.

3.3.1.3. Coeficiente Beta (β)

El coeficiente β mide la sensibilidad de un activo o sector frente a los movimientos del mercado. Para este estudio se consideran los valores de β apalancados de empresas chilenas del sector energético (Colbún, Enel, CGE, Engie Energía y Copec), cuyos resultados se resumen a continuación:

Tabla 23. Coeficiente Beta, empresas del sector energético.

Categoría	Valor UF
Colbún	-0,07
Enel	0,50
CGE	1,34
Engie Energía Chile	0,14

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada de empresas del sector energético.

El promedio simple de estos valores corresponde a $\beta = 0,47$, sin aplicar ajustes adicionales, dado que el presente proyecto se enmarca en el sector energético nacional, pero con una orientación tecnológica y comercial estable.

3.3.1.4. Cálculo CAPM

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$K_e = 5,35\% + 0,47(5,3\%) = 7,84\%$$

Si bien el resultado teórico del modelo arroja una tasa de 7,84 %, para efectos de este estudio se ha decidido utilizar una tasa de descuento del 12 % anual, con el objetivo de representar un escenario más exigente y atractivo para los inversionistas, considerando las particularidades del mercado fotovoltaico y los riesgos operativos inherentes al inicio de actividades.

Por tanto, la tasa de descuento aplicada al proyecto será del 12 % anual, la cual se empleará para actualizar los flujos de caja y determinar los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR, PRI e IVAN).

3.4. VALOR DE DESECHO.

El valor de desecho recoge el efecto económico al finalizar el horizonte de evaluación e incorpora dos componentes principales: a) la recuperación del capital de trabajo y b) la realización o venta de los activos remanentes al término de la vida útil del proyecto.

En este caso, se considera que los activos principales, como herramientas, vehículos y equipamiento de oficina, mantienen un valor residual equivalente al 10 % del capital fijo total, estimado según su vida útil contable y condiciones de depreciación establecidas por el Servicio de Impuestos Internos (SII). Dicho valor se incorpora como flujo positivo en el último año de la evaluación.

Asimismo, la recuperación del capital de trabajo corresponde a la reversión de las partidas operativas (cuentas por cobrar, inventarios y caja mínima) netas de pasivos circulantes, registrándose también como un flujo positivo en el último año por el monto total vigente del capital de trabajo.

De esta forma, el valor de desecho total del proyecto se compone de:

- Recuperación del capital de trabajo: 6.484 UF
- Valor residual de activos fijos (10 % de 1.760 UF): 176 UF
- Valor de desecho total: 6.660 UF

Este valor refleja la recuperación económica final del proyecto y permite completar la estimación de los flujos netos de caja utilizados para el cálculo de los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR, PRI e IVAN).

3.5. INGRESOS.

Los ingresos del proyecto corresponden a la facturación derivada de la venta e instalación de sistemas solares fotovoltaicos residenciales en la Región Metropolitana. Su estimación se basa en la capacidad técnica definida en el Capítulo 2, considerando el número de instalaciones anuales, la potencia promedio por sistema y el precio de venta por kilovatio instalado.

El precio de venta promedio se fijó en \$1.200.000 por kWp instalado, valor coherente con el rango de mercado vigente para sistemas residenciales de entre 5 y 15 kWp en Chile. Cada instalación tipo se estima en 7,5 kWp, lo que representa un ingreso promedio de \$9.000.000 por proyecto.

La capacidad operativa anual considera la ejecución de 140 instalaciones durante el primer año, equivalente a 1.050 kWp instalados. A partir del segundo año se proyecta un crecimiento de 15 % anual en el número de proyectos, asociado a la consolidación comercial de la empresa, su posicionamiento en el mercado y el incremento sostenido de la demanda por soluciones fotovoltaicas residenciales.

Tabla 24. Ingresos anuales proyectados.

Año	2026	2027	2028	2029	2030
Numero de instalaciones	140	161	185	213	245
Precio promedio	CLP 9.000.000	CLP 9.000.000	CLP 9.000.000	CLP 9.000.000	CLP 9.000.000
Ingreso anual	CLP 1.260.000.000	CLP 1.449.000.000	CLP 1.666.350.000	CLP 1.916.302.500	CLP 2.203.747.875
Ingreso anual UF	32.061	36.870	42.401	48.761	56.075

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

Estos ingresos constituyen la base del flujo de caja proyectado y permiten determinar la rentabilidad esperada del negocio a partir de los indicadores financieros (VAN, TIR, PRI e IVAN). La tendencia positiva en los ingresos refleja la expansión progresiva del mercado fotovoltaico residencial, la estabilidad de precios en UF y la consolidación operativa de la empresa durante el horizonte de evaluación.

3.6. EGRESOS

Los egresos del proyecto corresponden a todos los desembolsos necesarios para mantener la operación de la empresa y ejecutar los proyectos fotovoltaicos durante el horizonte de evaluación. Estos se dividen en egresos fijos y egresos variables, en función de su comportamiento respecto al volumen de ventas.

Los egresos fijos incluyen los costos que no dependen directamente del número de proyectos ejecutados, tales como remuneraciones del personal administrativo, arriendo de oficina, servicios básicos, licencias de software y gastos generales de operación. Estos se mantienen constantes durante los primeros cinco años de operación, con un valor anual de 5.981 UF.

Los egresos variables, en cambio, están directamente relacionados con la ejecución de cada instalación fotovoltaica. Consideran la adquisición de equipos, materiales eléctricos, estructuras de montaje, transporte, mano de obra técnica y gastos de certificación.

El margen operacional de cada proyecto se estimó en 30 %, por lo que el costo directo de cada instalación corresponde al 70 % de los ingresos generados. Este porcentaje se mantiene constante durante el horizonte de evaluación, reflejando la estructura de costos típica del sector y las condiciones competitivas del mercado.

La Tabla 25 resume la evolución de los egresos anuales expresados en UF.

Tabla 25. Egresos anuales proyectados.

Año	2026	2027	2028	2029	2030
Egresos fijos	5.981	5.981	5.981	5.981	5.981
Egresos Variables	24.662	28.362	32.616	37.508	43.135
Suma de egresos anual (UF)	30.644	34.343	38.597	43.490	49.116

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

Los egresos variables aumentan proporcionalmente con el número de instalaciones ejecutadas, mientras que los egresos fijos se mantienen constantes durante la primera etapa del proyecto. Esta estructura permite sostener la rentabilidad operativa y alcanzar economías de escala a medida que crece el volumen de ventas, mejorando progresivamente los márgenes netos del negocio.

3.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO (SIN FINANCIAMIENTO)

El flujo de caja económico se elaboró considerando la inversión inicial, los ingresos y egresos proyectados, la depreciación anual, el impuesto a la renta y el valor de desecho.

Se utilizó una tasa de descuento del 12 % anual, determinada mediante el modelo CAPM, y todos los valores se expresan en UF constantes.

Tabla 26. Flujo de caja económico sin financiamiento

Periodo	0	1	2	3	4	5
AÑO	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos		32.061	36.870	42.401	48.761	56.075
Egresos		-30.644	-34.343	-38.597	-43.490	-49.116
Margen Operacional	0	1.418	2.527	3.804	5.271	6.959
Depreciación		-280	-280	-280	-280	-280
Valor libro						0
Pérdida ejercicio anterior			0	0	0	0
Interés Largo Plazo		0	0	0	0	0
Interés Corto Plazo			0			
Utilidad antes del impuesto	0	1.138	2.248	3.524	4.992	6.679
Impuesto (27%)		-307	-607	-951	-1.348	-1.803
Utilidad después del impuesto	0	831	1.641	2.572	3.644	4.876
Pérdida ejercicio anterior			0	0	0	0
Amortización Largo Plazo		0	0	0	0	0
Amortización Corto Plazo			0			
Depreciación		280	280	280	280	280
Capital Fijo	-1.755					
Gastos puesta en marcha	-297					
Imprevistos	-852	-852	-852	-852	-852	-852
Capital de trabajo	-6.468					6.468
Flujo de caja antes financiamiento	-9.371	258	1.069	2.000	3.072	10.772
Crédito largo plazo	0					
Crédito corto plazo		0	0	0	0	0
Flujo de caja neto	-9.371	258	1.069	2.000	3.072	10.772
Flujo de caja actualizado	-9.371	231	852	1.424	1.952	6.112
Flujo de caja actualizado acumulado	-9.371	-9.141	-8.289	-6.865	-4.913	1.199

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

Tabla 27. Indicadores financieros flujo de caja sin financiamiento.

VAN	1.199
TIR	15%
PRI	4
IVAN	12,79%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

Los resultados evidencian que el proyecto es económicamente viable, con una TIR del 15 %, superior a la tasa de descuento del 12 %, y un VAN positivo de 1.199 UF, lo que confirma su rentabilidad bajo un escenario sin financiamiento externo.

El periodo de recuperación de 4 años se encuentra dentro de los márgenes esperados para empresas del rubro fotovoltaico, mientras que el IVAN de 12,79 % demuestra un uso eficiente del capital invertido.

En conjunto, los indicadores reflejan un negocio rentable y sostenible, con proyecciones favorables de crecimiento en el mercado solar residencial de la Región Metropolitana.

3.8. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO (CON FINANCIAMIENTO)

Con el propósito de analizar el efecto del apalancamiento financiero en la rentabilidad del proyecto, se evaluaron tres escenarios alternativos incorporando distintos niveles de financiamiento bancario sobre la inversión inicial: 25 %, 50 % y 75 %.

En todos los casos se mantuvo una tasa de interés anual del 8 %, un plazo de amortización de 5 años y una tasa de descuento del 12 %, determinada mediante el modelo CAPM.

Los valores se expresan en UF constantes, y los flujos incluyen intereses, amortizaciones, depreciaciones e impuestos, junto con el valor de desecho al finalizar el horizonte de evaluación.

3.8.1.1. Escenario con 25% de financiamiento

Tabla 28. Indicadores financieros flujo de caja con financiamiento 25%.

VAN	1.674
TIR	17%
PRI	4
IVAN	23,82%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

La inclusión de financiamiento moderado genera una mejora visible en la rentabilidad del proyecto.

El VAN aumenta a 1.674 UF y la TIR sube a 17 %, superando la tasa de descuento del 12 %.

Este escenario mantiene un equilibrio adecuado entre rentabilidad y riesgo, ya que la deuda no compromete la liquidez operativa

3.8.1.2. Escenario con 50% de financiamiento

Tabla 29. Indicadores financieros flujo de caja con financiamiento 50%.

VAN	2.838
TIR	24%
PRI	4
IVAN	60,56%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

El apalancamiento financiero intermedio produce un aumento significativo en los indicadores del proyecto.

El VAN se incrementa en más de un 60 % respecto al escenario anterior, y la TIR alcanza el 24 %, evidenciando un uso más eficiente del capital propio.

Este nivel de endeudamiento se considera óptimo y sostenible, ya que potencia la rentabilidad sin comprometer la capacidad de pago.

3.8.1.3. Escenario con 75% de financiamiento

Tabla 30. Indicadores financieros flujo de caja con financiamiento 75%.

VAN	4.198
TIR	39%
PRI	4
IVAN	179,18%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

El alto nivel de apalancamiento genera una rentabilidad muy superior sobre el capital invertido, con una TIR de 39 % y un VAN de 4.198 UF.

El IVAN de 179 % demuestra un uso extremadamente eficiente del capital propio, aunque implica una mayor exposición al riesgo financiero debido al peso del endeudamiento.

Si bien el retorno es más atractivo, este escenario requiere una gestión financiera rigurosa para garantizar la estabilidad ante variaciones en las tasas de interés o en los plazos de cobro.

3.8.1.4. Comparación de escenarios.

Tabla 31. Comparación de escenarios.

% Financiamiento	VAN	TIR	PRI	IVAN
0%	1.199	15%	5	13%
25%	1.674	17%	5	24%
50%	2.838	24%	5	61%
75%	4.198	39%	5	179%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

3.8.1.5. Análisis comparativo

El análisis muestra una relación directamente proporcional entre el nivel de financiamiento y la rentabilidad del capital propio.

A medida que aumenta la proporción de deuda, los indicadores financieros mejoran gracias al efecto positivo del apalancamiento.

No obstante, este incremento también eleva el riesgo financiero y la dependencia del flujo de caja para cubrir los compromisos crediticios.

Por lo tanto, el escenario con 50 % de financiamiento se considera el más equilibrado, al combinar un alto retorno (TIR 24 %, VAN 2.838 UF) con una exposición controlada al riesgo y una estructura de capital sostenible.

Este resultado confirma que el proyecto es financieramente viable bajo distintas estructuras de financiamiento, y que la estrategia óptima consiste en aprovechar el apalancamiento en forma moderada para maximizar la rentabilidad sin comprometer la solvencia del negocio.

3.9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad permite evaluar cómo responde la rentabilidad del proyecto frente a variaciones en sus principales variables, manteniendo constante la estructura de costos y condiciones de financiamiento.

En este caso, se analiza el efecto de variaciones en la cantidad de proyectos ejecutados anualmente, variable que refleja directamente la capacidad comercial y operativa de la empresa.

El escenario base corresponde al flujo con 50 % de financiamiento, tasa de descuento del 12 % anual y proyección de 140 instalaciones el primer año, con un crecimiento del 15 % anual en la demanda. Se simuló variaciones de -30 %, -15 %, +15 % y +30 % sobre la cantidad base de proyectos.

Tabla 32. Análisis de sensibilidad.

Variación	VAN	TIR	PRI	IVAN
-30%	-561	9%	-	-12%
-15%	566	15%	5	12%
Base	2.838	24%	5	61%
15%	5.937	36%	5	127%
30%	9.753	51%	4	208%

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada.

El proyecto muestra una alta sensibilidad ante variaciones en el volumen de proyectos ejecutados.

Una disminución del 15 % en las ventas anuales reduce el VAN a 566 UF y la TIR a 15 %, manteniendo la viabilidad mínima exigida por el modelo CAPM.

Sin embargo, una caída del 30 % en la cantidad de proyectos ejecutados vuelve el VAN negativo (-561 UF) y reduce la TIR a 9 %, situando al proyecto en un nivel de rentabilidad insuficiente.

En sentido contrario, el incremento del número de instalaciones tiene un impacto muy positivo sobre la rentabilidad:

un aumento del 15 % en la demanda eleva el VAN a 5.937 UF, mientras que un crecimiento del 30 % duplica la TIR hasta 51 %, con un IVAN superior al 200 %.

Esto demuestra que la viabilidad económica del proyecto depende fuertemente de la eficiencia comercial y de la continuidad en la ejecución de proyectos mensuales, siendo la variable de volumen de ventas la más determinante en la generación de valor.

- Comisión Nacional de Energía. (diciembre de 2022). cne.cl. Obtenido de <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2022/12/Informe-Preliminar-Prevision-de-Demanda-2022-2042.pdf>
- Comisión Nacional de Energía. (2023). Estadísticas del mercado eléctrico chileno. <https://www.cne.cl>
- Copec Flux. (2024). Servicios. <https://copecflux.cl>
- Eficiencia energética. (13 de diciembre de 2016). factorenergia.com. Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-son-energias-alternativas/>
- Enel Chile. (2024). Variación de tarifas 2024: Clientes regulados. <https://www.enel.cl>
- Enerlife. (2024). Inicio. <https://enerlife.cl>
- Ferrovial. (s.f.). ferrovial.com. Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/energias-alternativas/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%20energ%C3%ADas%20alternativas,respetuosas%20con%20el%20medio%20ambiente.>
- Foro Nuclear. (8 de abril de 2025). foronuclear. Obtenido de [https://www.foronuclear.org/actualidad/noticias/aumento-de-la-demanda-mundial-de-electricidad-por-el-crecimiento-de-industrias-intensivas-en-energia/#:~:text=El%20consumo%20mundial%20de%20electricidad%20aumentar%C3%A1%20cerca,Energ%C3%ADa%20\(IEA%2C%20por%20](https://www.foronuclear.org/actualidad/noticias/aumento-de-la-demanda-mundial-de-electricidad-por-el-crecimiento-de-industrias-intensivas-en-energia/#:~:text=El%20consumo%20mundial%20de%20electricidad%20aumentar%C3%A1%20cerca,Energ%C3%ADa%20(IEA%2C%20por%20)
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2024). Censo 2024: Primeros resultados oficiales. <https://www.ine.gob.cl>
- INN. Ruuf. (2024). Preguntas frecuentes. <https://ruuf.cl>
- Ministerio de Energía. (2023). Reporte generación distribuida residencial. <https://energia.gob.cl>
- Mintzberg, H. (1998). La estructuración de las organizaciones. Ariel.
- Porter, M. E. (2008). The Five Competitive Forces That Shape Strategy. Harvard Business Review.
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles. (2003). NCh Elec. 4/2003: Instalaciones eléctricas en baja tensión*.