

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

PROYECTO ELÉTRICO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO ON GRID EN PARCELA

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en ELECTRICIDAD.

Alumno:

Héctor Nicolas Ahumada Castro

Profesor Guía:

Ingeniero Denis Riquelme Sandoval

Profesor Correferente:

Ingeniero Cristian Pávez Barrios

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: Proyecto eléctrico de sistema fotovoltaico ON GRID en parcela del sector rural las vegas, Llay-llay.

Nombre del candidato(a): Héctor Nicolás Ahumada Castro

Carrera / Grado: Técnico Universitario en Electricidad.

Campus: Sede Viña del Mar.

Departamento: Departamento de Electrotecnia e Informática.

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

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

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

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

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

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

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

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

4.- FIRMAS

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

Fecha: 16/01/2026.

Firma:



Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 16/01/2026.

Firma:



2025

DEDICATORIA

El presente trabajo de título lo dedico, en primer lugar, a mi niño Dios de las palmas de olmue, ya que sin su guía y bendición no habría sido posible concluir esta importante etapa de mi formación. Gracias por darme salud, fortaleza y vida para perseverar hasta el final.

A mis padres, quienes siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional, sus consejos y valores, fundamentales para formarme no solo como profesional, sino también como persona.

A mis hermanas, por insistir y motivarme constantemente a finalizar mi carrera como técnico, confiando siempre en mis capacidades.

A mi pareja, cuyo amor, paciencia y aliento me acompañaron en cada paso de este proceso. Gracias por creer en mí y en mis sueños, incluso en los momentos más difíciles.

Agradezco sinceramente al profesor Denis Riquelme, por su invaluable orientación, disposición y apoyo durante el desarrollo de este trabajo de título, el cual representa un logro muy significativo en mi vida académica.

A la Universidad Técnica Federico Santa María, por brindarme un espacio de aprendizaje y crecimiento profesional, y a su personal no docente, por su amabilidad y colaboración constante, haciendo cada trámite más sencillo. Su compromiso es parte fundamental de la excelencia académica de esta casa de estudios.

Finalmente, a mis compañeros Ricardo Zúñiga y Víctor Concha, con quienes compartí incontables horas de estudio. Gracias por cada debate, cada aprendizaje y cada duda resuelta en conjunto. El apoyo mutuo fue clave para llegar hasta este logro.

RESUMEN

KEYWORD: Sistema fotovoltaico On Grid, Energía solar, Instalación fotovoltaica.

El presente trabajo de título consiste en diseñar una instalación eléctrica fotovoltaica ON GRID, para una parcela ubicada en el sector rural Las Vegas, Llay-Llay. Considerando las exigencias emitidas por el SEC mediante la nueva norma chilena vigente RIC-2021, RGR-01-2020-V3-1 y RGR-02-2020-V5-1.

La parcela destinada al proyecto cuenta con una vivienda de un piso con una superficie aproximada de 150 m² y un quincho de 80m² , desplazados en un terreno de 1.000 m². La instalación eléctrica proyectada contempla circuitos de enchufes, iluminación interior, integrados a un sistema fotovoltaico ON GRID que permitirá el abastecimiento de energía eléctrica de manera eficiente y sostenible.

Para el desarrollo del diseño se emplearán herramientas de apoyo computacional, entre ellas AutoCAD, utilizado para la elaboración de planos eléctricos que representen la distribución de los circuitos de enchufes e iluminación en los distintos sectores de la parcela.

La selección de materiales y equipos eléctricos se realizará en base a catálogos técnicos y especificaciones de fabricantes certificados, considerando las características eléctricas de cada elemento. Con los datos obtenidos en los cálculos de diseño se determinarán adecuadamente los conductores, protecciones, inversor y paneles solares, asegurando el cumplimiento de las exigencias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN PROYECTO ELÉCTRICO FOTOVOLTO.....	3
1.1. Descripción Actual El Lugar Del Proyecto Eléctrico.....	4
1.1.2. Condiciones del sector.....	5
1.1.2.1. Circuito Enchufes Casa.....	6
1.1.2.2. Circuito De Iluminación Casa.....	7
1.1.3. Condiciones Ambientales.....	8
1.1.3.1 Curva De Radiación	9
1.2. Curva De Consumo.....	10
1.3. Implementación De Instalación Eléctrica.....	11
1.3.1. Instalación Eléctrica Quincho.....	11
1.4. Aspectos Generales.....	12
1.4.1. Componentes para sistema fotovoltaico On Grid.....	13,14
1.4.2. Ventajas y Desventajas Del Sistema Fotovoltaico ON GRID.....	15,16
CAPÍTULO 2: FACTIBILIDAD DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO.....	17
2.1. Factibilidad Técnica.	18
2.1.1. Evaluación De La Techumbre.....	18
2.2. Factibilidad Eléctrica.....	19
2.3. Factibilidad Energética.....	20
2.3.1. Análisis De Radiación Anual.....	20
2.3.2. Análisis De Radiación Mensual.....	21
2.3.3. Análisis De Radiación Promedio Diario.....	22
2.4. Conclusión De Los Análisis De Radiación.....	23
2.4.1 Anexo Protecciones	25
2.4.1. Anexo Módulos Solares.....	26

2.4.2. Conexionado De Módulos Solares en serie	24
2.5. Factibilidad Económica.....	25
2.5.1. Costo De Implementación.....	25.26.27
2.5.2. Costo De Implementación En Estructura.....	27.28.29
2.5.3. Costo De Implementación En Cableado.....	30
2.5.4. Costo De Implementación En Canalización Exterior.	31.32.33
2.5.5. Costo De Implementación En Canalización Interior.....	34
2.6. Costo De Implementación En Materiales Del Sistema Fotovoltaico ON GRID	35.36
2.6.1. Costo De Implementación En Mano De Obra.....	37
2.6.2. Costo Total Proyecto Fotovoltaico ON GRID	37
2.7. Anexo.....	38
2.7.1. Anexo Evaluacion Techumbre.....	38
2.7.2. Anexo Protecciones	39
2.7.3. Anexo Modulos Solares.....	40
2.7. Conclusión	41
2.8. Bibliografía	42

ÍDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación de la parcela

Figura 1-2: Diagrama unilineal

Figura 1-3: Circuitos enchufe

Figura 1-4: Diagrama unilineal

Figura 1-5: Circuitos iluminación quincho

Figura 1-6: variación anual de la radiación

Figura 1-7: variación anual consumo

Figura 1-8: Circuito iluminación quincho

Figura 1-9: Circuito enchufe quincho

Figura 1-10: Sistema solar on grid

Figura 1-11: Curva de radiación anual

Figura 1-12: Curva de radiación mensual

Figura 1-13: Curva de radiación diaria

Figura 1-14: Panel solar

Figura 1-15: Inversor Solis 3000W

Figura 1-16: Medidor Bidireccional

Figura 1-17: Riel aluminio estructura

Figura 1-18: Unión riel aluminio estructura

Figura 1-19: L-feet

Figura 1-20: End clamp

Figura 1-21: Mid clamp

Figura 1-22: Grounding clip

Figura 1-23: Grounding lug

Figura 1-24: Clip sujetador

Figura 1-25: Conector MC4

Figura 1-26: Cable solar h1z2z2-k

Figura 1-27: Cable Tierra

Figura 1-28: Conduit PVC

Figura 1-29: Curva Conduit PVC

Figura 1-30: Salida caja Conduit PVC

Figura 1-31: Abrazadera Conduit PVC

Figura 1-32: Caja estanca

Figura 1-33: Flexible metálico

Figura 1-34: Caja metálica

Figura 1-35: Conector recto

Figura 1-36: Tornillo autoperforante

ÍDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Costo de implementación materiales FV

Tabla 1-2. Costo de implementación mano de obra

Tabla 1-3. Costo Total Proyecto FV

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

RIC-2021: Pliegos Técnicos Normativos.

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustible.

TDA: Tablero de Distribución de Alumbrado.

RGR: Reglamento General de Redes.

ABREVIACIONES, DEFINICIONES Y SIMBOLOGÍAS

V: Tensión o Voltaje eléctrico (Volt).

A: Corriente eléctrica o intensidad (Amper).

W: Potencia eléctrica (Watt).

kW: Potencia eléctrica en kilovoltios.

kWh: Energía eléctrica consumida o generada (kilovoltio-hora).

Ω : Resistencia eléctrica (Ohm).

Hz: Frecuencia eléctrica (Hertz).

mm²: Sección transversal de conductor.

m: Longitud en metros.

P: Potencia total instalada.

PF: Factor potencia.

E: Energía generada o consumida.

T: Temperatura ambiente.

DC: Corriente continua.

CC: Corriente alterna.

INV: Inversor fotovoltaico.

PV: Panel o Modulo fotovoltaico.

ITM: Interruptor Termo magnético.

Cu: Conductor de cobre.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de título tiene por objetivo el diseño de una instalación eléctrica fotovoltaica conectada a la red (ON GRID) para una parcela ubicada en el sector rural Las Vegas, comuna de Llay-Llay, Región de Valparaíso. El proyecto se desarrolla conforme a los pliegos técnicos establecidos por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), así como a los reglamentos RGR-01-2020-V3-1 y RGR-02-2020-V5-1, los cuales regulan las condiciones técnicas y operativas de las redes de distribución eléctrica y la conexión de instalaciones de generación distribuida.

El cumplimiento de estos pliegos técnicos y reglamentos permite establecer criterios adecuados de diseño, selección de equipos, protecciones eléctricas, sistemas de medición y condiciones de puesta en servicio, asegurando una operación segura, eficiente y compatible con la red de distribución. De esta manera, el sistema fotovoltaico ON GRID propuesto cumple con los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad exigidos por la normativa vigente en el territorio nacional.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general busca Diseñar un sistema fotovoltaico conectado a la red (ON GRID) para una parcela ubicada en la comuna de Llay-Llay, sector las vegas con el propósito de optimizar el abastecimiento de energía eléctrica mediante una fuente renovable, promoviendo la eficiencia energética y la reducción de costos asociados al consumo eléctrico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar planos y memorias técnicas que describan el proyecto eléctrico, sus componentes y características principales.
2. Analizar y dimensionar el sistema fotovoltaico ON GRID, definiendo potencia, número de módulos, inversor y energía generada.
3. Cubicar y seleccionar materiales eléctricos y fotovoltaicos, especificando cantidades, costos y cumplimiento normativo según RIC-2021 y reglamentos RGR vigentes.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN PROYECTO ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO

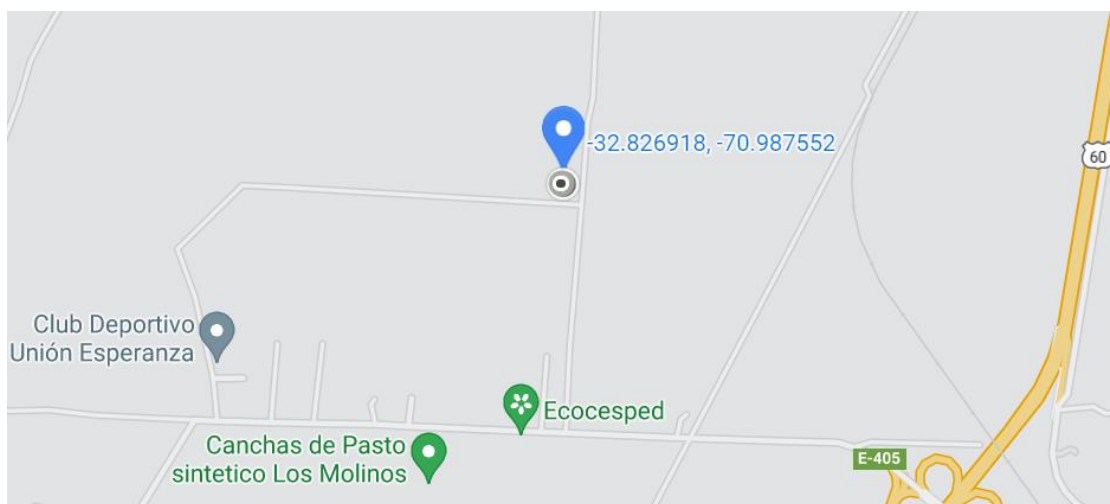
1. DESCRIPCIÓN PROYECTO ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO

1.1. DESCRIPCIÓN SECTOR DEL PROYECTO ELÉCTRICO

La parcela se encuentra ubicada en el sector rural Las Vegas, comuna de Llay-Llay, perteneciente a la región de Valparaíso.

El predio cuenta con una vía de acceso que se encuentra por el camino del Club Deportivo Unión Esperanza, continuando luego hacia la medialuna Lupercio Cabrera este acceso se sitúan en el sector denominado Camino Los Molinos.

La propiedad posee una superficie total de 1.000 m², en la cual se encuentra la vivienda de un piso con una superficie construida de 200 m² y además de un quincho 120 m².



Fuente: <https://www.google.cl/maps/place/Llay+Llay,+Llayllay,+Valpara%C3%ADso>

Figura 1-1. Ubicación de parcela

1.1.2. Condiciones Del Sector.

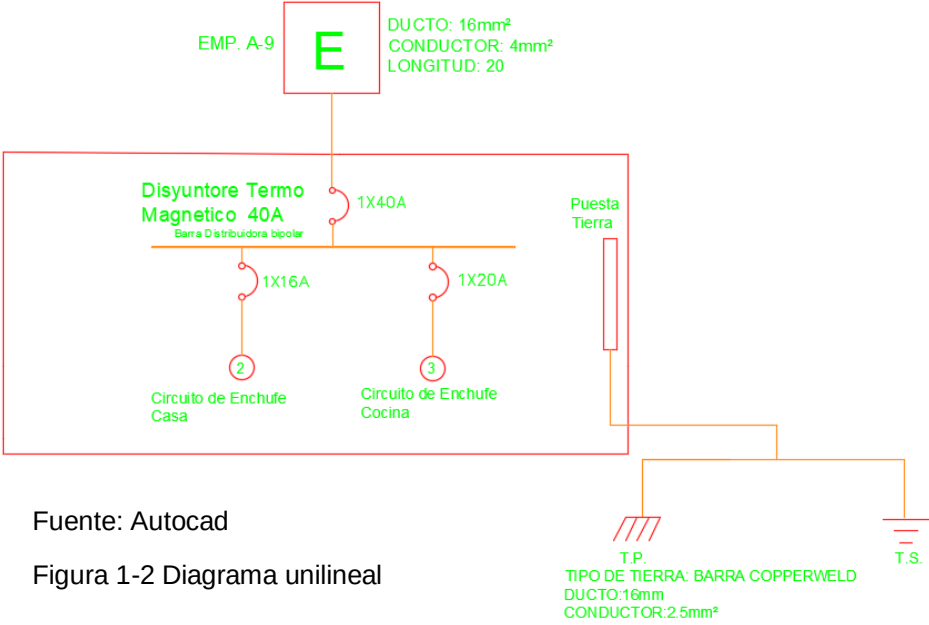
La parcela cuenta actualmente con una tarifa eléctrica contratada tipo BT1. El inmueble consta de circuitos eléctricos de enchufe e iluminación instalados únicamente en la vivienda.

El sistema eléctrico considera un circuito destinado a la iluminación de la casa, mientras que los demás circuitos corresponden a los puntos de enchufe distribuidos en la vivienda. Adicionalmente, se incluye un tercer circuito independiente destinado específicamente al área de la cocina, Por otra parte, el sector del quincho cuenta con su propio circuito de iluminación, diseñado para proporcionar un nivel de luz adecuado en toda el área, y un circuito de enchufes destinado a la conexión de artefactos eléctricos de uso general, tales como parrillas eléctricas, refrigeradores o equipos de sonido. Ambos circuitos del quincho se proyectan con protecciones independientes en el tablero principal, garantizando la seguridad, funcionalidad y eficiencia del sistema eléctrico en toda la instalación.

1.1.2.1 Circuito Enchufes

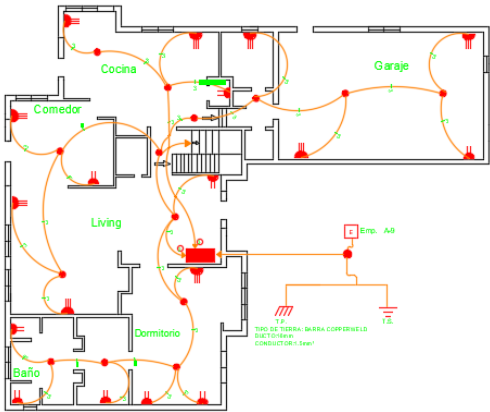
La vivienda cuenta de dos circuitos independientes destinados al suministro de energía para enchufes. El primero corresponde al circuito general que alimenta los distintos puntos de conexión eléctrica distribuidos en la casa, mientras que el segundo se encuentra dedicado específicamente al sector de la cocina, con el fin de soportar la demanda de los artefactos eléctricos de mayor consumo.

Diagrama Unilineal Enchufes Casa y Cocina



Fuente: Autocad

Figura 1-2 Diagrama unilineal

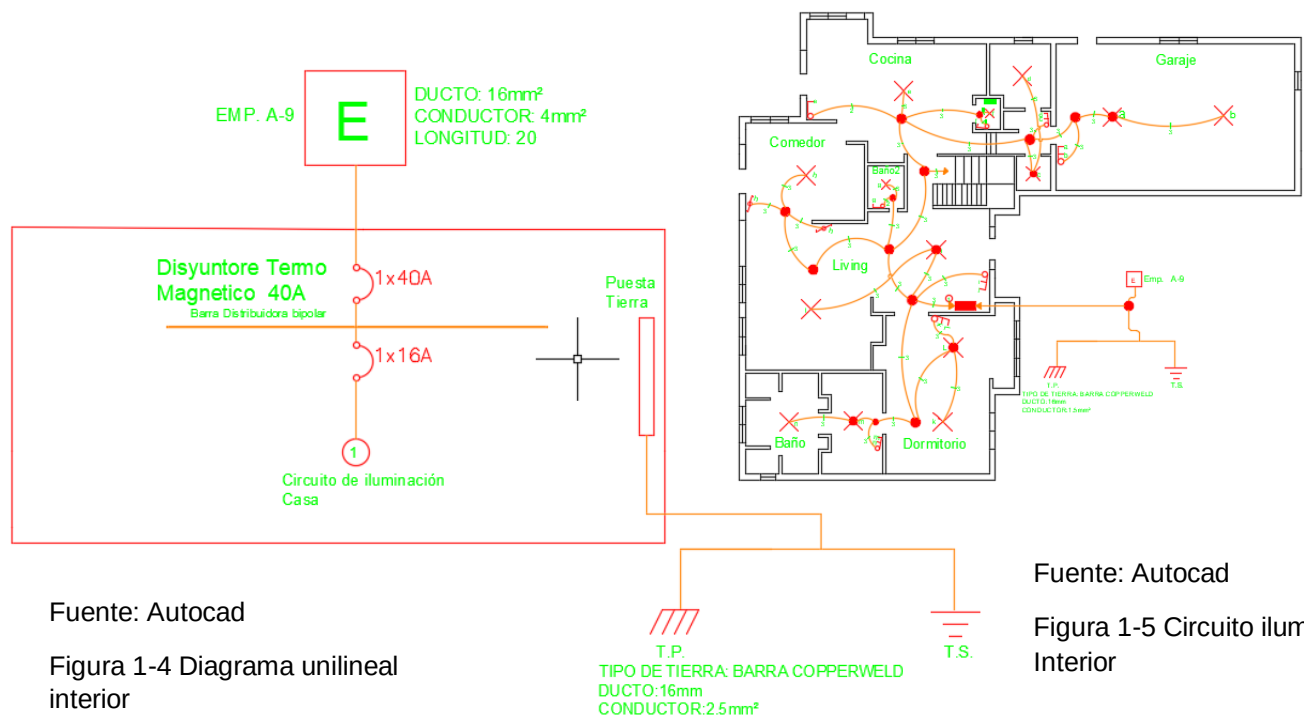


Fuente: Autocad

Figura 1-3 Circuito enchufe

1.1.2.2. Circuito De Iluminación Interior.

El plano corresponde a la instalación eléctrica de iluminación de la vivienda donde se aprecia un solo circuito destinado a alimentar los distintos puntos de luz de la casa. La instalación se distribuye desde el tablero principal hacia los diferentes recintos, incluyendo cocina, comedor, living, dormitorios, baños y garaje. En cada dependencia se observan luminarias identificadas con la letra "X", las cuales están conectadas a sus respectivos



1.1.3. Condiciones Ambientales.

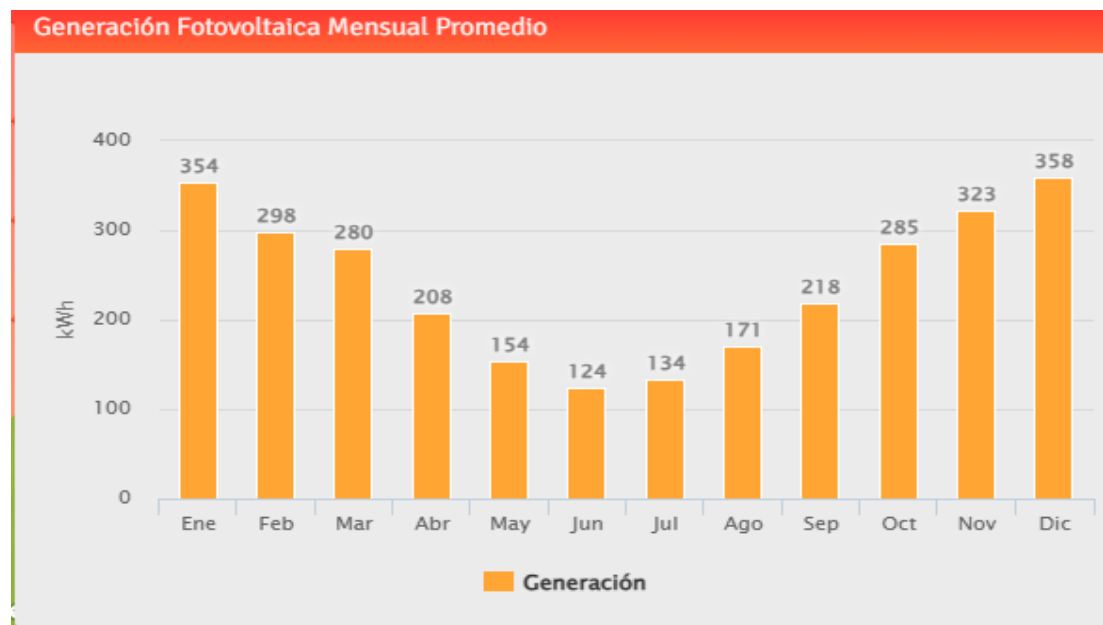
La comuna de Llay-Llay presenta un clima cálido templado, caracterizado por veranos secos y calurosos, e inviernos con presencia de lluvias y ocasionales heladas. En la zona se distinguen claramente las cuatro estaciones del año, registrándose temperaturas elevadas durante el verano y más bajas en invierno.

Estas condiciones climáticas hacen de Llay-Llay sea un lugar favorable para la instalación de sistemas fotovoltaicos, debido a su alta disponibilidad de radiación solar alcanzando valores promedio a 5.5kWh/ m²/día. Además, la baja nubosidad y la escasa contaminación atmosférica permiten una mayor captación de energía solar, optimizando la producción eléctrica a lo largo del año.

Adicionalmente la presencia de corrientes de viento moderadas alcanza velocidades promedio de 2,5 y 4 m/s, contribuye a mantener una temperatura estable en los módulos fotovoltaicos, así favoreciendo el rendimiento operativo del sistema y prolongando su vida útil.

1.1.3.1 Curva de Radiación

Esta es la variación anual de la radiación solar que se encuentra en el sector.



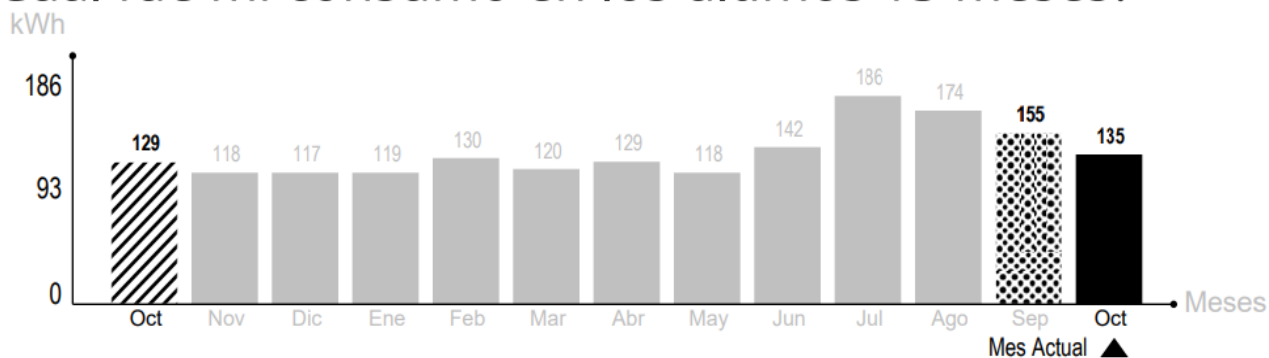
Fuente: <http://solar.minenergia.cl/exploracion>

Figura 1-6 Variación anual de la radiación

1.2. Curva De Consumo.

A continuación, se presenta una imagen que muestra los registros de consumo de energía eléctrica correspondientes a la vivienda durante un período anual. En el gráfico se observa la variación mensual del consumo, destacando el mes de julio como el periodo de mayor demanda energética.

¿Cuál fue mi consumo en los últimos 13 meses?



Fuente: Chilquinta

Figura 1-7 Variación anual de consumo

Con la implementación del sistema fotovoltaico se busca ahorrar el consumo de electricidad anual.

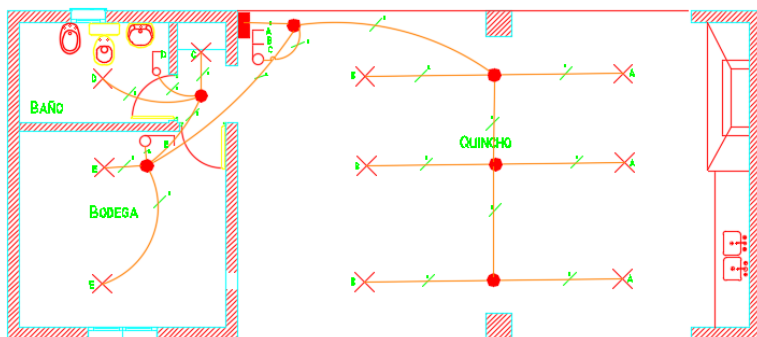
1.3. Implementación De Instalación Eléctrica

En este proyecto se busca organizar la distribución de los distintos circuitos que hay en la parcela.

Desde el TDA de la casa se distribuirá la electricidad mediante una instalación subterránea hacia el quincho.

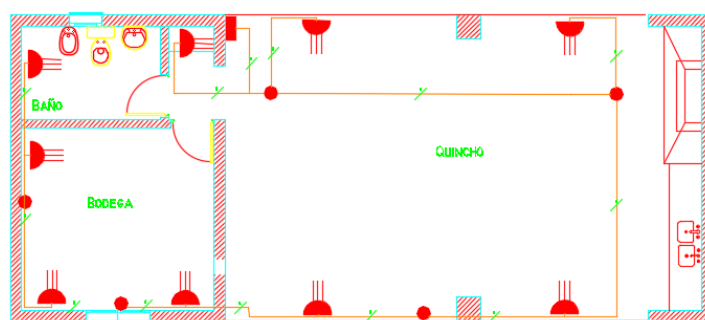
1.3.1. Instalación eléctrica Quincho

La instalación eléctrica del quincho contempla distintos artefactos distribuidos en tres zonas principales: quincho, baño y bodega. En el área del quincho se dispone de un sistema de iluminación general, compuesto por luminarias de techo distribuidas de manera uniforme para asegurar una correcta iluminación del espacio, junto con puntos de enchufe ubicados estratégicamente para conectar electrodomésticos o herramientas de uso ocasional. En el baño, la instalación incluye una luminaria principal en el cielo, un punto de enchufe próximo al lavamanos para artefactos de baja potencia (como afeitadoras o secadores), y una conexión de alimentación para los equipos sanitarios eléctricos si fueran necesarios. En la bodega, se incorpora una luminaria central, además de tomacorrientes de servicio para herramientas o equipos de mantenimiento. Todos los artefactos están conectados mediante canalizaciones embutidas, con sus respectivos interruptores y protecciones diferenciadas, garantizando la seguridad.



Fuente: Autocad

Figura 1-8 Circuito Iluminacion Quincho



Fuente: Autocad

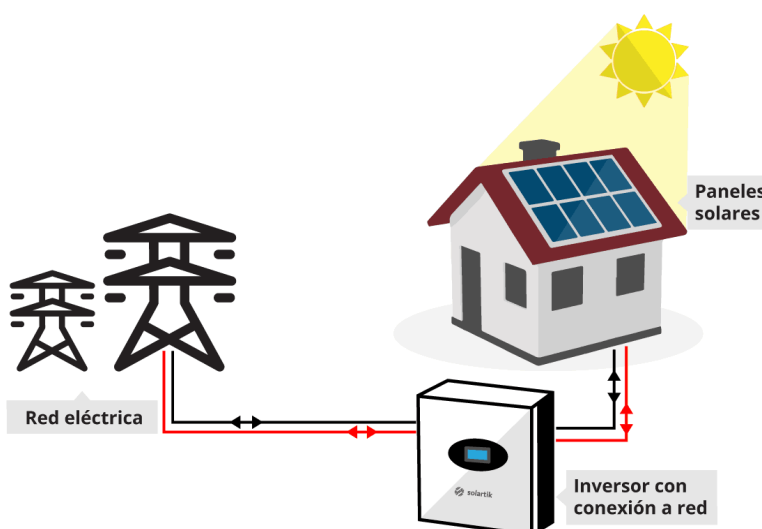
Figura 1-9 Circuito Enchufe Quincho

1.4 ASPECTOS GENERALES

1.4.1 Sistema Fotovoltaico On Grid

Un sistema fotovoltaico On Grid, o conectado a la red, está constituido por paneles solares, estructuras de soporte, cableado, inversor, protecciones eléctricas y un medidor bidireccional. Su función principal es transformar la radiación solar captada por los paneles en energía eléctrica con las mismas características que la red de distribución, permitiendo inyectar los excedentes de generación al sistema eléctrico público. Este tipo de instalación optimiza el aprovechamiento de la energía solar y contribuye a la reducción del consumo de energía proveniente de fuentes no renovables.

A diferencia de los sistemas off grid (aislados), los sistemas on grid no requieren baterías, ya que están sincronizados con la red de distribución eléctrica. Esto permite que, durante los períodos de baja radiación solar o alta demanda, la vivienda consuma energía directamente desde la red. Por otro lado, cuando la producción solar es superior al consumo, el excedente se inyecta a la red, generando un crédito energético que puede descontarse en la facturación eléctrica, conforme a la Ley de Generación Distribuida (Net Billing, Ley N°20.571).



Fuente: <https://solartik.com.ar>

Figura 1-10 Sistema solar On Grid

1.4.2. Componentes Para Sistema Fotovoltaico On Grid

Un sistema fotovoltaico on grid está compuesto por distintos elementos eléctricos y estructurales que trabajan en conjunto para transformar la energía solar en energía eléctrica utilizable. Cada componente cumple una función específica que garantiza la eficiencia, seguridad y continuidad del sistema. A continuación, se describen los principales elementos que lo conforman:

Paneles solares fotovoltaicos:

Son los encargados de captar la radiación solar y convertirla en corriente continua (CC) mediante el efecto fotoeléctrico. Están formados por celdas de silicio interconectadas, las cuales generan electricidad al ser expuestas a la luz solar. La cantidad y potencia de los paneles determinan la capacidad total del sistema.

Estructuras de soporte:

Son los elementos mecánicos que permiten la fijación de los paneles solares, ya sea sobre techos inclinados, terrazas o estructuras metálicas en suelo. Estas estructuras aseguran la orientación y el ángulo de inclinación óptimos para maximizar la captación solar, además de resistir condiciones climáticas adversas.

Inversor o convertidor de corriente:

Es el componente electrónico que transforma la corriente continua (CC) generada por los paneles en corriente alterna (CA), compatible con la red eléctrica domiciliaria y con los equipos de consumo. En los sistemas on grid, el inversor sincroniza la energía producida con la frecuencia y voltaje de la red pública.

Protecciones eléctricas:

Incluyen interruptores automáticos, fusibles, protecciones diferenciales y descargadores de sobretensión. Su función es resguardar los equipos y a los usuarios ante fallas eléctricas, cortocircuitos o sobrecargas. Estas protecciones se instalan tanto en el lado de corriente continua como en el de corriente alterna.

Cableado y canalizaciones:

Conectan los distintos componentes del sistema y permiten la transmisión de la energía eléctrica desde los paneles hasta el inversor, y posteriormente hacia el tablero de distribución o medidor bidireccional. El cableado debe dimensionarse según la normativa vigente (NCh Elec. 4/2003) para evitar pérdidas energéticas y garantizar la seguridad del circuito.

Medidor bidireccional:

Este dispositivo registra tanto la energía consumida desde la red eléctrica como la energía inyectada a ella. Permite contabilizar los excedentes de generación solar para acogerse al sistema de Net Billing, contribuyendo así a la eficiencia económica del proyecto.

Sistema de puesta a tierra:

Garantiza la protección de las personas y los equipos frente a posibles descargas eléctricas o fallas de aislamiento. Conecta las partes metálicas de la instalación con el terreno, asegurando una vía de descarga segura.

1.4.3. Ventajas y Desventajas Del Sistema Fotovoltaico On Grid

La implementación de un sistema fotovoltaico on grid presenta una serie de ventajas técnicas, económicas y ambientales que lo convierten en una alternativa altamente eficiente para la generación de energía en el sector residencial. Sin embargo, también existen ciertos aspectos que deben considerarse al momento de su diseño y ejecución.

Ventajas:

Ahorro económico: al generar parte o la totalidad de la energía eléctrica consumida, el usuario reduce considerablemente su factura mensual de electricidad. Además, el sistema permite inyectar excedentes a la red, los cuales se descuentan en la facturación gracias al sistema de Net Billing.

Bajo mantenimiento: los sistemas on grid requieren un mantenimiento mínimo, limitado principalmente a la limpieza periódica de los paneles solares y la revisión del inversor, garantizando una vida útil superior a 20 años.

Funcionamiento automático: el sistema opera de manera autónoma, gestionando de forma inteligente el intercambio de energía entre la vivienda y la red eléctrica.

Contribución ambiental: al utilizar energía solar, se reduce la dependencia de fuentes fósiles y se disminuye la huella de carbono, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y a la mitigación del cambio climático.

Integración con la red eléctrica existente: no requiere sistemas de almacenamiento (baterías), lo que reduce el costo inicial y simplifica la instalación.

Desventajas:

Dependencia de la red eléctrica: el sistema on grid no puede operar durante un corte de energía, ya que, por seguridad, se desconecta automáticamente de la red para evitar la retroalimentación eléctrica.

Variabilidad de la producción: la generación depende directamente de la radiación solar, por lo que la producción energética disminuye durante días nublados o en horas sin sol.

Costo inicial elevado: aunque la inversión se amortiza con el tiempo, la instalación de paneles, inversor y protecciones eléctricas representa un costo inicial significativo.

Espacio y orientación: los paneles requieren una superficie adecuada y bien orientada hacia el norte (en el hemisferio sur) para maximizar la captación solar, lo que puede limitar su instalación en ciertos tipos de techumbres.

En conclusión, los sistemas fotovoltaicos on grid constituyen una solución eficiente, sustentable y económicamente viable para la generación de energía eléctrica en viviendas, siempre que se realice un correcto estudio de radiación solar, demanda energética y factibilidad técnica del sitio de instalación.

CAPÍTULO 2: FACTIBILIDAD DEL PROYECTO ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO ON
GRID EN PARCELA

CAPÍTULO 2: FACTIBILIDAD DEL PROYECTO ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO ON GRID.

2.1 Factibilidad Técnica:

- En este punto corresponde a la evaluación de todos los aspectos constructivos y operativos necesarios para garantizar que el sistema fotovoltaico on grid puede instalarse y funcionar correctamente.

2.1.1 Evaluación de la techumbre:

Como parte del proceso de diagnóstico técnico de la instalación fotovoltaica propuesta, se realizó una inspección en sitio en la vivienda ubicada en la comuna de Llay-Llay, con el objetivo de evaluar la factibilidad física y operativa para la implementación de un sistema solar fotovoltaico conectado a la red (On-Grid).

Durante la inspección se analizaron las condiciones estructurales, orientación, inclinación y disponibilidad de superficie útil en la techumbre de la vivienda, con el fin de determinar la capacidad real para la instalación de módulos fotovoltaicos. El levantamiento permitió identificar que la techumbre presenta una superficie adecuada para la captación solar, sin presencia significativa de sombras proyectadas por árboles, muros u otros elementos obstructivos durante la mayor parte del día.

A partir del área disponible, se estimó que aproximadamente el 90 % puede ser utilizado de forma efectiva para la instalación, considerando un factor de seguridad que incorpora las restricciones estructurales, espacios de separación entre filas de módulos, áreas de acceso para mantenimiento.

Este análisis inicial confirma que la vivienda dispone de las condiciones necesarias para el montaje del sistema fotovoltaico, garantizando la viabilidad técnica del proyecto y permitiendo avanzar hacia el dimensionamiento del sistema según el consumo mensual medido (186 kWh/mes) y la demanda energética proyectada.

2.2. Factibilidad Eléctrica

Capacidad del tablero y espacio físico: Se comprobó existencia de espacio físico en el tablero para incorporar el interruptor automático (protección AC del inversor), un interruptor diferencial (D/F) además de disponer de al menos un hueco libre o posibilidad de ampliación para las protecciones adicionales.

Puesta a tierra: Se verificó que la vivienda dispone de puesta a tierra operativa, la puesta a tierra debe tener resistencia adecuada (ideal $< 10 \Omega$; y un conductor de protección hacia el tablero con sección no menor a 6 mm^2 Cu según condiciones locales. La puesta a tierra es obligatoria para el correcto funcionamiento de las protecciones y descargadores de sobretensión.

En relación con la red de distribución, se verificó que el transformador asociado al suministro cuenta con disponibilidad suficiente para admitir generación distribuida residencial. Esto permite asegurar que el sistema fotovoltaico puede inyectar excedentes sin comprometer la estabilidad de la red, cumpliendo con los requerimientos técnicos establecidos por la empresa distribuidora.

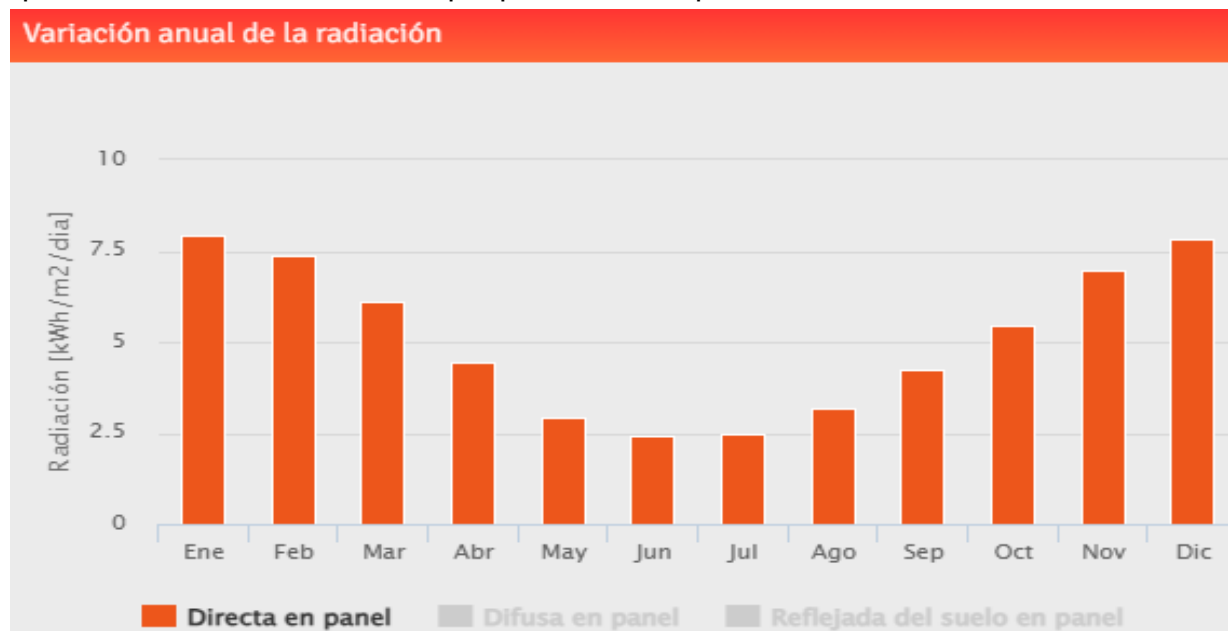
2.3 Factibilidad Energética:

La factibilidad energética se determina mediante el análisis de la radiación solar disponible:

2.3.1 Análisis de radiación anual:

La gráfica de variación anual de la radiación solar evidencia el comportamiento de la irradiancia diaria incidente sobre los paneles fotovoltaicos en la vivienda. Se observa que los meses de verano presentan los valores más altos de radiación, alcanzando aproximadamente entre 7,5 y 8 kWh/m²/día en enero y diciembre, lo que indica una mayor disponibilidad energética durante esta época. Por el contrario, los meses de invierno, especialmente mayo, junio y julio, muestran una disminución significativa, con valores que descienden hasta alrededor de 2,5 a 3 kWh/m²/día, representando el periodo de menor aporte solar.

En los meses de transición, como marzo, abril, septiembre y octubre, la radiación presenta niveles intermedios que permiten una producción estable.



Fuente: Explorador Solar

Figura 1-11 curva de radiación anual

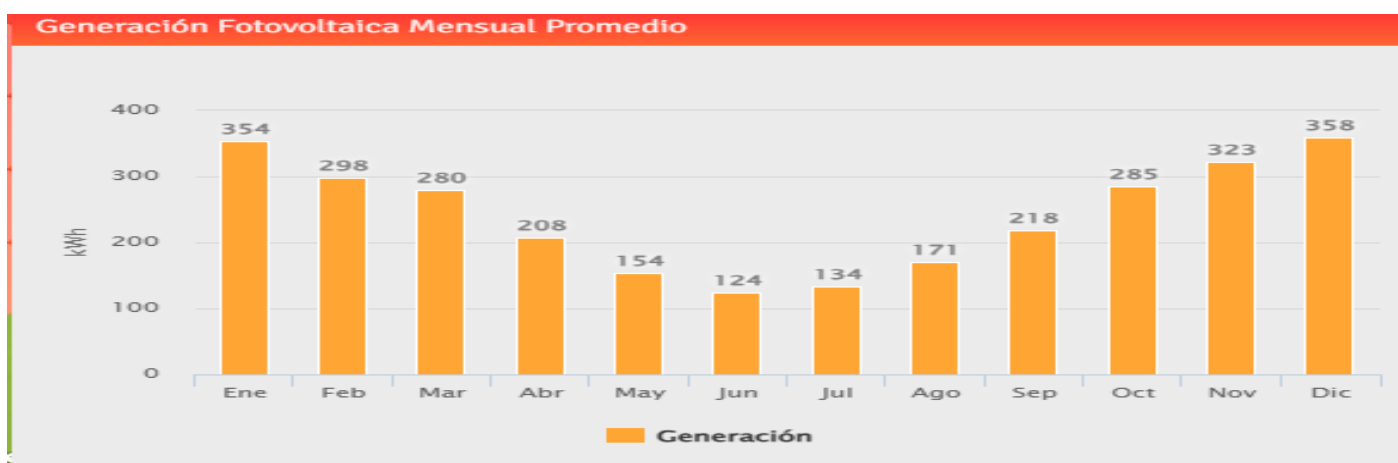
2.3.2 Análisis de Radiación Promedio Mensual:

El gráfico presentado muestra la generación fotovoltaica mensual promedio estimada para el sistema solar On Grid instalado en la vivienda del proyecto. Se observa una marcada variación estacional en la producción energética, directamente relacionada con la disponibilidad de radiación solar a lo largo del año.

Durante los meses de verano, especialmente enero (354 kWh) y diciembre (358 kWh), se alcanzan los valores más altos de generación, evidenciando el periodo de máxima eficiencia del sistema fotovoltaico. En estos meses la irradiancia es mayor, lo que permite que los paneles operen con un rendimiento óptimo y produzcan excedentes de energía que pueden inyectarse a la red eléctrica.

A medida que avanza el año hacia el otoño, la generación comienza a disminuir, alcanzando valores intermedios en marzo (280 kWh) y abril (208 kWh). Posteriormente, durante el invierno, se presenta el mínimo nivel de producción, destacando junio (124 kWh) y julio (134 kWh) como los meses de menor aporte solar. Esta reducción es consecuencia de la menor radiación disponible y de las condiciones climáticas propias de la estación.

Finalmente, en los meses de primavera se observa una recuperación progresiva de la generación, alcanzando (218 kWh) en septiembre, (285 kWh) en octubre, y llegando nuevamente a niveles altos en noviembre y diciembre.



Fuente: Explorador Solar

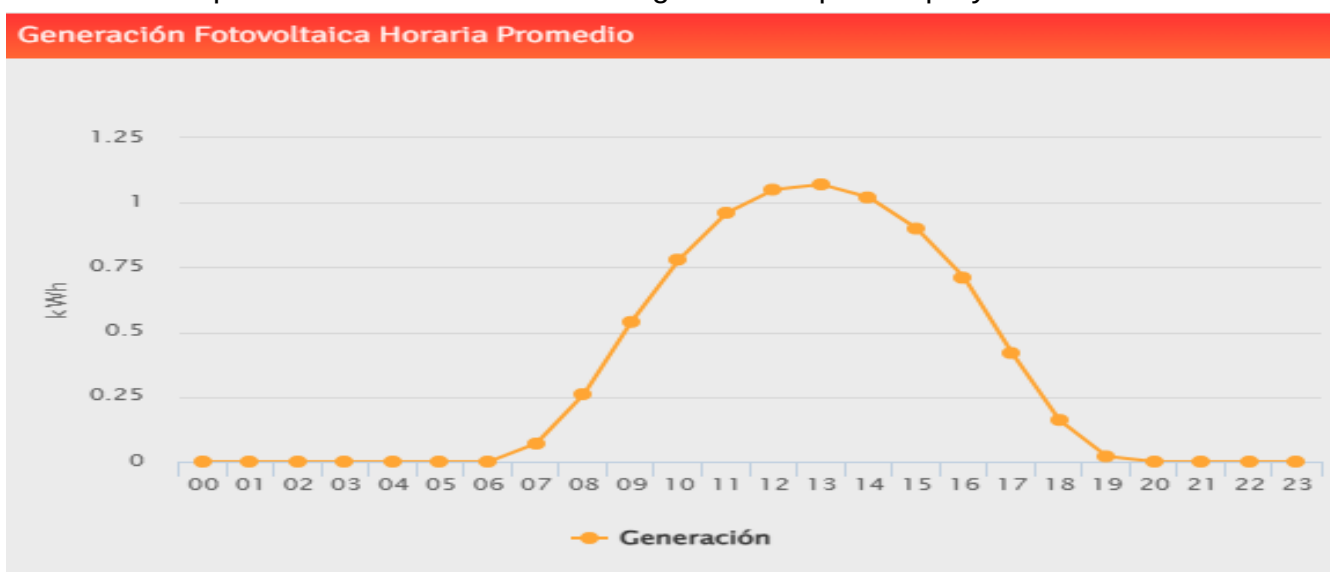
Figura 1-12 curva de radiación mensual

2.3.3 Análisis de radiación Promedio diario:

El gráfico muestra la generación fotovoltaica horaria promedio a lo largo de un día típico, evidenciando cómo varía la producción de energía en función del movimiento solar. Durante las primeras horas de la madrugada, entre las 00:00 y las 06:00, la generación es nula, lo que corresponde a la ausencia total de radiación solar. A partir de las 07:00, comienza un incremento gradual de la producción, reflejando la entrada progresiva de luz solar.

El sistema alcanza su zona de generación efectiva entre las 09:00 y las 11:00, donde la curva comienza a elevarse de manera más pronunciada. El máximo de producción se registra entre las 12:00 y las 14:00, alcanzando valores cercanos a 1,0–1,1 kWh, lo que coincide con el periodo de máxima radiación solar diaria (mediodía solar). Posteriormente, la generación disminuye de forma progresiva entre las 15:00 y las 18:00, debido al descenso del ángulo solar.

Finalmente, después de las 19:00, la curva cae nuevamente a valores cercanos a cero, permaneciendo así durante la noche. Esta forma de “campana” es característica de los sistemas fotovoltaicos y representa la disponibilidad real de radiación solar durante el día, permitiendo comprender la ventana efectiva de generación para el proyecto On Grid.



Fuente: Explorador Solar

Figura 1-13 curva de radiación diaria

2.4 Conclusión de los análisis de radiación:

A partir del análisis de radiación solar obtenida para la comuna de Llay-Llay y del registro de consumo energético mensual de la vivienda, se estimó la capacidad de generación y la factibilidad del sistema fotovoltaico on-grid a implementar. El consumo energético promedio de la vivienda es de 186 kWh/mes, lo que corresponde a un consumo anual aproximado de 2.232 kWh/año, considerando la tarifa residencial BT1.

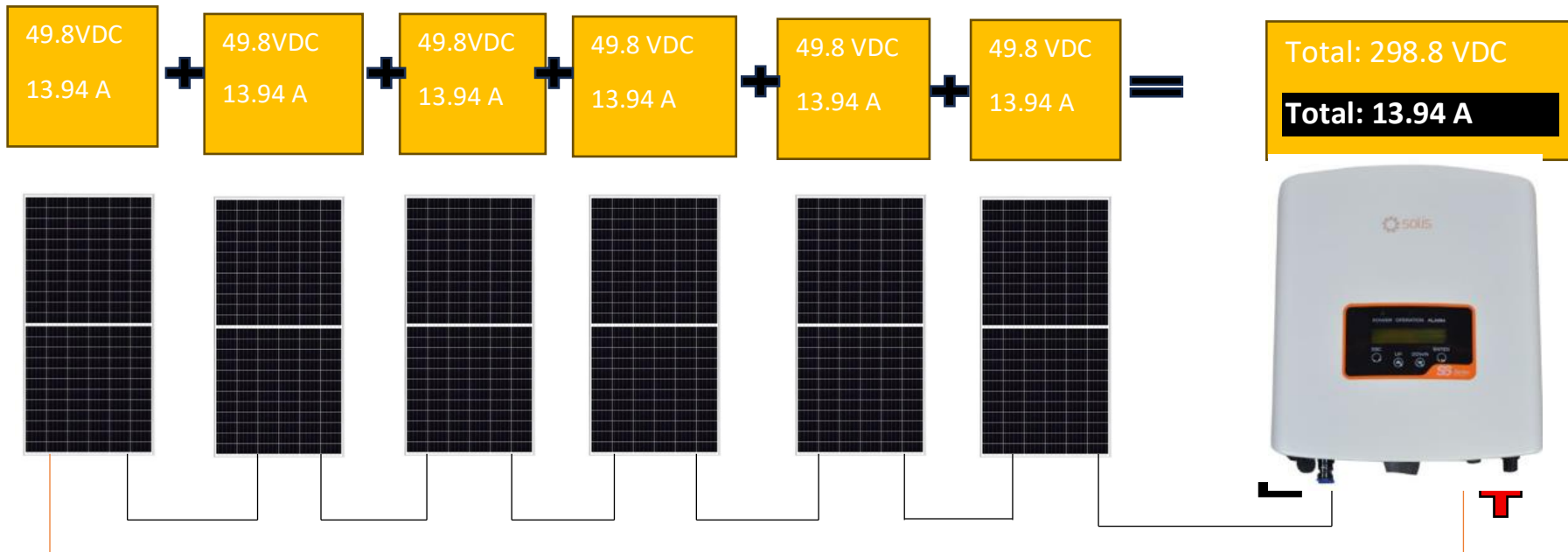
En relación con la red de distribución, se verificó que el transformador asociado al suministro cuenta con disponibilidad suficiente para admitir generación distribuida residencial. Esto permite asegurar que el sistema fotovoltaico puede inyectar excedentes sin comprometer la estabilidad de la red, cumpliendo con los requerimientos técnicos establecidos por la empresa distribuidora.

De acuerdo con la irradiación promedio mensual y anual disponible en la zona, se determinó que una instalación fotovoltaica de 3 kW podría entregar una generación estimada de:

- 3.800 – 4.100 kWh/año (dependiendo de variaciones climáticas),
- lo que corresponde a un promedio aproximado de 320–340 kWh mensuales.

ESTA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA RESULTA SUFICIENTE PARA CUBRIR LA TOTALIDAD DEL CONSUMO MENSUAL DE LA VIVIENDA EN LOS MESES DE MAYOR RADIACIÓN, Y PERMITE GENERAR EXCEDENTES EN VERANO QUE PUEDEN SER INYECTADOS A LA RED. EN LOS MESES DE INVIERNO, SI BIEN LA PRODUCCIÓN DISMINUYE, EL SISTEMA CONTINÚA APORTANDO UNA FRACCIÓN SIGNIFICATIVA DEL CONSUMO, REDUCIENDO NOTABLEMENTE EL GASTO ENERGÉTICO ANUAL.

2.4.3 Conexión de módulos solares en serie.



POTENCIA EN PANELES

$$550 \text{ W} \times 6 = 3300 \text{ W}$$

VOLTAJE NOMINAL: 330 VDC

RANGO DE VOLTAJE MPPT: 80 a 550 VDC

CORRIENTE MAXIMA DE SALIDA INVERSOR: 15.7 A

POTENCIA MAXIMA DE ENTRADA: 4.5 KW

POTENCIA MAXIMA DE SALIDA: 33 KVA

Voltaje Nominal	330 VDC
Rango de voltaje MPPT	80 a 550 VDC
Comunicación	RS485, WIFI OPCIONAL, GPRS
Potencia Máxima de Salida	3.3 kVA
Frecuencia	50/60 Hz
Corriente Máxima de Salida	15.7 A
Dimensiones	310x373x160mm
Temperatura de Operación	-25 a 60°C
Índice de Protección	IP 66

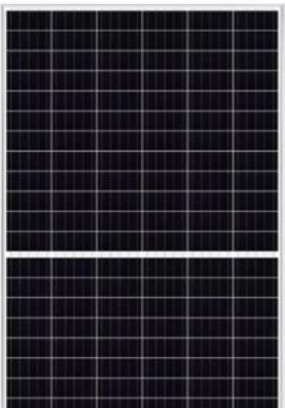
2.5 Factibilidad Económica:

Factibilidad económica evalúa si el proyecto resulta conveniente desde el punto de vista financiero.

2.5.1 Costo de implementación:

Paneles: Para este proyecto se utilizarán 6 módulos de Panel Solar Monocristalino RISEN de 550Wp modelo RSM 144-9-550m, Este Panel Solar está diseñado para maximizar la conversión de la luz teniendo una eficiencia de 21,3%.

Fabricado con celdas solares monocristalinas de alta calidad, Consta de 144 celdas configuradas en dos grupos de 6x12, optimizadas para captar la máxima cantidad de luz solar. La estructura robusta del panel, enmarcada en aleación de aluminio anodizado plateado, no solo le confiere una estética moderna y atractiva, sino que también proporciona una resistencia adicional contra los elementos, asegurando que el panel pueda soportar condiciones climáticas adversas desde -40 hasta 85°C. El Panel Solar de RISEN ofrece un voltaje de circuito abierto (Voc) de 49.8 VDC y una corriente de cortocircuito (Isc) de 13.94 A, lo que demuestra su capacidad para operar con alta eficacia incluso en días nublados o con luz solar indirecta. El voltaje de potencia máxima (Vmpp) de 42.2 VDC y la corriente de potencia máxima (Impp) de 13.04 A resaltan la capacidad del panel para convertir eficientemente la radiación solar en electricidad utilizable, maximizando así la producción de energía durante las horas de máxima luz solar.



Descripción y Certificaciones		Ficha Técnica	
Tipo de Venta		Venta por Unidad	
Modelo		RSM 144-9-550m	
Voltaje de Circuito Abierto		49.8 VDC	
voltaje_de_potencia_max		42.2 VDC	
Eficiencia		21.3%	
Configuración de Celda		144 Celdas (6x12 + 6x12)	
Marco Panel Solar		Aleación de aluminio anodizado, color plateado.	
Voltaje Máximo de Sistema		1500 VDC	
Dimensiones		2279x1134x35mm	
Marca		RISEN	
potencia_nominal		550 Wp	
Corriente de Cortocircuito (Icc)		13.94 VDC	
corriente_de_potencia_max		13.04 A	
Tipo de Celda Solar		Monocristalino	
Peso		27.8 Kg	
Temperatura de Operación		-40 a 85°C	
Celdas de Certificación		IEC 61215: 2016 // IEC61730-1 ,2	

Fuente: enertik.com/paneles-solares/panel-solar-restarsolar-560w

Figura 1-14 Panel solar

Inversor: También se tomó en cuenta El Inversor Solar modelo S6-GR1P3K-M de Solis, Diseñado para manejar una potencia máxima de entrada de 4.5 kW con una salida nominal de 3 kW, este Inversor Solar está equipado para maximizar la conversión de energía solar en electricidad utilizable, optimizando así el rendimiento general del sistema solar.

Este Inversor Solar es capaz de operar bajo un rango de voltaje MPPT de 80 a 500 VDC, adecuada para uso residencial y comercial. La incorporación de tecnologías de comunicación como RS485 y opciones de WIFI y GPRS, permitiendo a los usuarios monitorear y gestionar su sistema de forma remota, asegurando así un control óptimo y una adaptabilidad sin precedentes a diferentes condiciones operativas.

Con un factor de potencia superior a 0.99, el Inversor Solar Solis no solo garantiza una eficiencia energética casi perfecta, sino que también contribuye a la estabilidad de la red eléctrica al minimizar las pérdidas de energía durante la conversión de corriente continua a corriente alterna.

El diseño compacto del inversor, con dimensiones de 310x373x160mm y un peso de 7.7 Kg, facilita su instalación y mantenimiento, mientras que su estética moderna y su construcción robusta lo hacen una adición valiosa y discreta a cualquier instalación solar. La capacidad de manejar una corriente máxima de salida de 15.7 A y una corriente máxima de entrada de 14 A refleja su aptitud para manejar altas cargas, asegurando que el sistema solar entregue el máximo rendimiento durante las horas pico de generación.



Descripción y Certificaciones		Ficha Técnica	
Tipo de Venta		Venta por Unidad	
Modelo		S6-GR1P3K-M	
Potencia Máxima de Entrada Utilizable		4.5 kW	
Voltaje Nominal		330 VDC	
Rango de voltaje MPPT		80 a 500 VDC	
Comunicación		RS485, WIFI OPCIONAL, GPRS	
Potencia Máxima de Salida		3.3 kVA	
Frecuencia		50/60 Hz	
Corriente Máxima de Salida		15.7 A	
Dimensiones		310x373x160mm	
Temperatura de Operación		-25 a 60°C	
Índice de Protección		IP 66	

Fuente: <https://www.solisinverters.com/>

Figura 1-15 Inversor Solis 3000W

Medidor Bidireccional Monofásico : es una solución precisa y eficiente para monitoreo energético en instalaciones monofásicas. Este medidor bidireccional de clase 1 permite el registro de energía activa en ambas direcciones, ofreciendo alta confiabilidad y visibilidad gracias a su pantalla LCD. Diseñado para operar a 220VAC y hasta 60 A, es ideal para sistemas residenciales o comerciales. Su construcción robusta garantiza protección IP54 y cumplimiento normativo internacional.



Fuente: <https://vitelenergia.com/es/medidor-bidireccional-monofasico>

2.5.2 Costo de implementación en estructura:

Riel para Estructura FV 4800 mm Aluminio:

Fabricado completamente en aluminio, ofreciendo una alta resistencia a la corrosión.

Producto ecológico, 100% reciclable y sin contaminantes.

Color: aluminio anodizado natural, que proporciona una estética moderna y resistente.

Diseñado para formar parte de un kit estructural compatible con hasta 4 paneles solares.

Uso y Aplicaciones:

Ideal para instalaciones solares sobre techos.

Excelente opción para ambientes húmedos debido a su extraordinaria resistencia a la corrosión.

Garantiza fiabilidad y durabilidad prolongadas, incluso en condiciones adversas.

Dimensiones del Riel: 4800 x 47 x 27 mm.



Fuente: <https://vitelenergia.com/es/riel-para-estructura-fotovoltaica-aluminio>

Figura 1-16 Medidor Bidireccional

Unión riel de aluminio : Unión de rieles de aluminio anodizado, diseñada para la conexión de rieles de aluminio, cuando se requiere extender las instalaciones de varios rieles específicamente para instalaciones a techumbre.



Fuente: <https://rhona.cl/producto/10704/union-riel-aluminio>

Figura 1-17 Riel Aluminio Estructura

Figura 1-18 Unión Riel Aluminio Estructura

Pieza de Anclaje Para Paneles Solares - L Feet Sw: Los "L Feet" son componentes utilizados en sistemas de montaje para paneles solares, Los L Feet generalmente se atornillan o se fijan a la superficie de montaje siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante. Deben estar firmemente sujetos y asegurados.



Fuente: <https://sunwenergy.com/es/pieza-de-anclaje-para-paneles-solares-l-feet>

Figura 1-19 L-Feet

Fijación final (End Clamp): La End Clamp 30mm EPR-EC01 es un tipo de abrazadera diseñada específicamente para asegurar paneles solares fotovoltaicos en los extremos de los sistemas de montaje. Fabricada con materiales duraderos como aluminio o acero inoxidable, esta abrazadera proporciona una sujeción segura y resistente para los paneles solares.



Fuente: <https://electrificadoracapital.com/producto/end-clamp-30mm-epr-ec01>

Figura 1-20 End Clamp

Mid Clamp – Soporte Entre Paneles: El Mid Clamp – Soporte Entre Paneles es una solución esencial para garantizar la estabilidad y alineación precisa de tus paneles solares en un sistema fotovoltaico. Diseñado para sujetar firmemente los paneles entre sí, este soporte asegura un montaje seguro y confiable, maximizando la eficiencia de tu sistema solar.

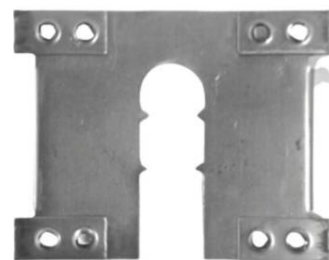


Fuente: <https://electrificadoracapital.com/producto/mid-clamp-35mm-epr-mc01>

Figura 1-21 Mid Clamp

Grounding clip: Placa metálica para protección a tierra de los paneles solares

Fabricado en Acero Inoxidable tipo SUS304
Sección 50x30mm.



Fuente: <https://tecno-solar.cl/producto/ground-clip/>

Figura 1-22 Grounding Clip

Grounding Lug: Una grounding

lug (abrazadera de puesta a

tierra o conector de tierra) es un dispositivo

metálico utilizado para conectar de manera segura un

conductor de tierra (como un cable de cobre desnudo o alambre con aislamiento verde) a una estructura metálica, caja eléctrica, chasis de equipo o sistema de puesta a tierra.



Fuente: <https://www.sproenergy.cl/grounding-lug>

Figura 1-23 Grounding Lug

Clip sujetador de cable CC1: El Clip Fijador

es una solución práctica y eficiente para

asegurar cables a paneles solares.

Diseñado con alta calidad, garantiza una sujeción segura y confiable. Su fácil instalación y versatilidad lo convierten en la opción ideal para mantener los cables organizados y protegidos en instalaciones solares. Asegure y mantenga sus cables en su lugar con el Clip Fijador.



Fuente: <https://www.solartex.cl/tienda/producto/clip-fijador-1-2-cable-a-panel-uisolar/>

Figura 1-24 Clip Sujetador

Conectores MC4: los conectores MC4

incluyen un voltaje máximo de 1000-1500V,

una corriente máxima de 30A, un grado de

protección IP67 o IP68, y un rango de temperatura de -40 a 90°C. Están hechos de termoplástico con contactos de cobre estañado y se usan para conectar paneles solares,

Generalmente para cables de 2,5 a 6mm², Diseñados para uso en exteriores y para una vida útil de aproximadamente 25 años.



Fuente: <https://ematchile.com/producto/conector-mc4-1500v/>

Figura 1-25 Conector MC4

2.5.3 Costo en implementación en Cableado:

Cable Solar H1Z2Z2-K 4mm² Rojo y Negro ELEXOR:

El conductor fotovoltaico de 4 mm² está diseñado para instalaciones solares que requieren seguridad, durabilidad y máxima eficiencia. Con un diámetro total de 40058,5 mm, ofrece un excelente desempeño en sistemas fotovoltaicos residenciales, comerciales e industriales.

Está compuesto por un conductor de cobre clase 5 estañado con aislación de poliolefina especial entrecruzada, libre de halógenos, lo que asegura mayor resistencia, seguridad eléctrica y sostenibilidad ambiental.

El cable solar Elexor soporta condiciones ambientales extremas como rayos UV, ozono, agua y temperaturas entre -40 °C y +90 °C. Su alta resistencia al fuego, baja emisión de humo y propiedades no tóxicas lo convierten en una opción segura frente a incendios.

Su vida útil estimada es de 25 años, garantizando una larga durabilidad aún en condiciones exigentes. Además, cuenta con gran resistencia a los rayos UV.



Fuente: <https://vitelenergia.com/es/cable-solarflex-x-h1z2z2-k-4mm2-negro-libre-de-halogeno>

Figura 1-26 Cable solar H1Z2Z2-K

Cable Libre de Halogeno 4.0mm² Verde

H07Z1-K: El Cable Libre de Halógeno ECO-REVI H07Z1-K de 4.0mm² Verde en Rollos es un cable monopolar de cobre flexible que cuenta con una aislación de compuesto termoplástico libre de halógenos. Este cable es especialmente recomendado para instalaciones interiores o en ductos en locales de gran



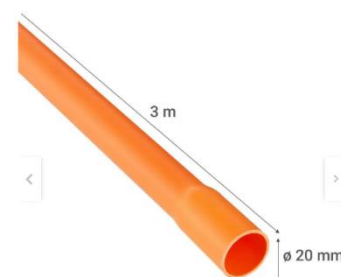
Fuente: <https://vitelenergia.com/es/cable-eco-revi-l-h-4-mm-h07z1-k-verde>

Figura 1-27 Cable Tierra 4mm

2.5.4 Costo de implementación en Canalización:

Canalización exterior:

Conduit de 20 mm: material PVC, Este tubo conduit está fabricado en PVC de alta calidad, lo que lo hace resistente a la humedad y la corrosión. Su color naranja permite una fácil identificación del cableado, facilitando futuras mantenciones o reparaciones. La certificación Cesmec garantiza que cumple con los más altos estándares de seguridad, brindándote tranquilidad y confianza en tu instalación. El tubo tiene un largo de 3 metros y un diámetro de 20 mm.



Fuente: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/articulo/110384106/Tubo-conduit-20mm-x-3mt>

Figura 1-28 Conduit PVC

Curvas de 20mm: material PVC, las curvas de PVC de 20 mm incluyen que son para canalización eléctrica, resistentes a la corrosión, con un rango de temperatura de operación entre -5°C y 90°C y se fabrican generalmente en PVC. Pueden ser rígidas de 90° y se utilizan para conexiones en canalizaciones interiores o subterráneas, tanto en obras nuevas como en remodelaciones.



Fuente: <https://vitelenergia.com/es/curva-pvc-p-cond-20mm>

Figura 1-29 Curva Conduit PVC

Salidas de Conduit 20mm: Salida de caja Conduit PVC de 20 mm para fijar la caja de derivación con el tubo conduit. Fabricada en PVC, es resistente a la corrosión y los ácidos del suelo. Destinada a unir canalizaciones conduit en zonas residenciales, comerciales o industriales.



Fuente: <https://vitelenergia.com/es/salidas-conduit-pvc-20mm>

Figura 1-30 Salida Caja Conduit PVC

Abrazaderas de PVC 20mm: las abrazaderas de PVC permiten realizar fijaciones de tubos a distintos tipos de muros y superficies, ofreciendo una solución rápida para la canalización de tubos de una sola vía. Su material de PVC las hace resistentes y duraderas, asegurando una fijación segura y confiable para tus instalaciones eléctricas. La marca Venemetal te garantiza calidad y eficiencia en cada abrazadera.



Fuente: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/articulo/110230079/Set-de-abrazaderas-20-mm>

Figura 1-31 Abrazadera Conduit PVC

Caja estanca PVC 1500x1500x70mm: Las cajas estancas son cajas eléctricas de derivación o registro que se ponen en superficie, no empotradas. Estas cajas están fabricadas en material termoplástico muy resistente y están especialmente indicadas para las conexiones en el exterior de las viviendas, aunque también se pueden emplear en el interior.



Fuente: <https://www.mercadolibre.cl/caja-estanca-150x150x70mm>

Figura 1-32 Caja Estanca

Tubo Extra Flexible Metálico PVC 20mm Gris: fabricado por la renombrada marca POWER DUCT, es un componente vital para diversos proyectos. Su flexibilidad adicional y durabilidad lo convierten en una opción destacada. Lo que distingue a este tubo es su naturaleza Extra Flexible Metálica. Esta característica permite una manipulación más sencilla y una mayor capacidad de adaptación a diferentes situaciones y entornos.



Fuente: <https://vitelenergia.com/es/productpagepdf/product>

Figura 1-33 Flexible Metálico

Caja pre galvanizada 100x100x65mm: es una caja eléctrica diseñada para proteger y organizar tus instalaciones eléctricas. Esta caja es universal, lo que significa que se adapta a cualquier tipo de instalación, ya sea en hogares, oficinas, edificios o comercios. Su diseño universal permite que se adapte a diferentes tipos de instalaciones eléctricas, siendo una opción versátil y práctica para los profesionales del sector.



Fuente: <https://vitelenergia.com/es/caja-pre-galvanizado-universal>

Figura 1-34 Caja Metálica

Conector recto 20mm: es un accesorio indispensable en la industria de la construcción y la ingeniería eléctrica. Específicamente diseñado para su uso con tubos metálicos flexibles, este conector combina robustez con funcionalidad, ofreciendo una solución integral para la unión y conexión de conductos.



Fuente: <https://vitelenergia.com/es/conector-recto-iec-20mm>

Figura 1-35 Conector Recto

Tornillo Hexagonal Autoperforante 10x2: es la solución ideal para tus proyectos de construcción y reparación. Con un diámetro de 10 mm y una longitud de 66 mm, este tornillo está diseñado específicamente para fijaciones en techos con superficies de planchas zinc. Su forma de cabeza hexagonal permite un fácil manejo y un apriete seguro, garantizando una instalación eficiente.

Fabricado en acero de alta calidad, este tornillo autoperforante cuenta con una punta espada que facilita la penetración en materiales resistentes. La rosca trapecial asegura un agarre firme, lo que lo convierte en una opción confiable para aplicaciones en techos. Su diseño optimizado lo hace perfecto para trabajos que requieren durabilidad y resistencia.



Fuente: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/articulo/110310547/Tornillo-Autoperforante>

Figura 1-36 Tornillo Autoperforante

2.5.5 Costo de implementación en Canalización interior:

Canalización interior:

Canaleta PVC blanca 100x50x2mts: es un producto esencial para mantener una instalación eléctrica ordenada y segura en cualquier entorno, ya sea residencial, comercial o industrial. Fabricada con materiales de alta calidad, esta canaleta es duradera y resistente, garantizando una solución efectiva y confiable para la gestión de cables a lo largo del tiempo, además de ofrecer una apariencia estética y limpia, ideal para su uso en espacios donde la apariencia es importante, como oficinas, viviendas o áreas comerciales. Además, su color blanco permite una fácil integración con diferentes estilos de decoración y ambientes, mientras que el tamaño de 100x50 mm proporciona suficiente espacio para alojar y organizar múltiples cables.



Fuente: <https://www.dartel.cl/bandeja-pvc-blanca-100x50mm-c-tapa--x-tira-2mt>

Figura 1-37 Bandeja Conductora

Tablero sobrepuesto 12 puesto: una solución eléctrica de alta calidad diseñada para satisfacer tus necesidades energéticas. Con una capacidad de 125A, este tablero es ideal para instalaciones que requieren un manejo eficiente de la energía. Su tapa de color humo no solo ofrece un diseño estético, sino que también aporta protección adicional. Fabricado en material termoplástico PP, este producto es libre de halógeno, garantizando así un uso seguro en entornos diversos. Su resistencia autoextinguible proporciona tranquilidad y seguridad, minimizando riesgos en caso de sobrecalentamiento.



Fuente: <https://www.mercadolibre.cl/tablero-sobrepuesto-12-puestos-lexo>

Figura 1-48 Tablero Sobrepuesto

2.6 Costos de implementación en materiales del sistema fotovoltaico ON GRID.

N°	ITEM	Medidas	Unidades	\$ Precio C/U	Total Precio
1	Panel Solar Monocristalino RISIN 550W	Unidad	6	\$158.545	\$951.270
2	Inversor SOLIS on grid 3000W	Unidad	1	\$993.843	\$993.843
3	Riel aluminio RR-01 4800x47x3 metros	Unidad	4	\$45.372	\$181.488
4	Union Riel conector	Unidad	2	\$2.752	\$5.504
5	Base tipo L foot +perno/goma	Unidad	16	\$2.500	\$40.000
6	End Clamp 35mm	Unidad	4	\$577	\$2.308
7	Meed Clamp 35mm	Unidad	10	\$1.573	\$15.730
8	Grouding Clip conexión tierra	Unidad	10	\$237	\$2.370
9	Grouding Lug	Unidad	4	\$790	\$3.160
10	Conector MC4 4mm macho + hembra	Unidad	2	\$3.135	\$6.270
11	Clip sujetador de cable cc	Unidad	10	\$428	\$4.280
12	Conduit 20mm PVC x 3 metros	Unidad	4	\$680	\$6.800
13	Curvas 20mm PVC	Unidad	10	\$265	\$2.650
14	Salida Caja 20mm PVC	Unidad	20	\$87	\$1.740
15	Abrazadera 20mm PVC	Unidad	10	\$130	\$1.300

16	Caja Estanca 1500x1500x70mm	Unidad	2	\$2.990	\$5.980
17	Abrazadera para flexible 20mm	Unidad	10	\$250	\$2.500
18	Canaleta blanca PVC 100X50X2metros	Unidad	1	\$15.916	\$15.916
19	Tablero sobrepuesto Iexo IP41	Unidad	1	\$10.590	\$10.590
20	Caja Pregalvanizado 100x100x65mm	Unidad	1	\$1.672	\$1.672
21	Conector Recto 20mm	Unidad	2	\$1.208	\$2.416
22	Tornillo Hexagonal Autoperforante 10x2 1/2	Unidad	100	\$70	\$7.000
23	Cable solar NEGRO H1Z2Z2-K 4mm	Metros	10	\$1.109	\$11.090
24	Cable solar ROJO H1Z2Z2-K 4mm	Metros	10	\$1.109	\$11.090
25	Cable tierra VERDE H07Z1-K 4mm	Metros	10	\$690	\$6.990
26	Flexible Metalico gris rollo	Metros	25	\$840	\$21.000
TOTAL					\$2.314.957

2.6.1 Costo en implementación en mano de obra

N° de trabajadores	Días Trabajados	cantidad de Horas Trabajadas/día	Total horas trabajadas x día	Valor x día (\$)	Total valor x /día
Maestro Primera (M1)	3 días	8 horas	24 horas	\$40.000	\$120.000
Maestro Segunda (M2)	3 días	8 horas	24 horas	\$30.000	\$90.000
TOTAL					\$210.000

2.6.2. Costo total proyecto fotovoltaico On Grid

Total Costo De Materiales	\$2.314.957
Total Costo De Mano De obra	\$210.000
TOTAL Proyecto	\$2.524.957

ANEXO

2.7.1 Anexo Evaluación techumbre

Para desarrollo del presente proyecto eléctrico fotovoltaico, se consideran y aplicaran los requisitos establecidos la INSTRUCCIÓN TECNICA RGR N°02/2020 “DISEÑO Y EJECUCION DE LAS INTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A RED DE DISTRIBUCION. De la SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLE (SEC).

6.2 Para la instalación, limpieza y mantenimiento del sistema fotovoltaico en techumbres, se deberá contar con el espacio físico para poder colocar o apoyar una escalera que permita un acceso seguro. Se debe considerar que los paneles fotovoltaicos y su estructura en ningún caso deberán sobresal del perímetro del techo, con el fin de evitar el efecto vela.

7.3 La estructura de soporte de la unidad de generación fotovoltaica debe ajustarse a la superficie de la instalación, ya sea horizontal o inclinada, y el método de anclaje deberá soportar las cargas de tracción y corte, mantener la estructura firme y evitar posibles volcamientos por la acción de sismo, viento o nieve.

8.9 Se deberán minimizar las pérdidas de rendimiento del sistema fotovoltaico condicionadas por las sombras sobre los paneles fotovoltaicos.

2.7.2 Anexo protecciones

INSTRUCCIÓN TÉCNICA RGR N°02/2020 “DISEÑO Y EJECUCION DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A RED DE DISTRIBUCION. De la SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLE (SEC).

La normativa eléctrica chilena establece exigencias mínimas para la instalación de protecciones en sistemas fotovoltaicos conectados a la red de distribución. El sistema diseñado para la vivienda en Llay-Llay cumple con estas disposiciones. Estas son algunas de las exigencias de ella.

14.1 Las instalaciones de un sistema fotovoltaico aislado estarán equipadas con un sistema de protección que garantice su desconexión en caso de una falla interna de la unidad de generación, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de la instalación de consumo a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

14.2 Los dispositivos de sobre corriente en el lado CC, serán dimensionados para conducir una corriente no inferior a la corriente máxima del tramo de CC respectivos y no deberá exceder la corriente de transporte del conductor.

14.3 Para la conexión en el lado de CC de los diferentes elementos que forman parte de la instalación fotovoltaica aislada (paneles, controlador de carga, banco de baterías e inversor), deberán emplearse fusibles o disyuntores de CC de acuerdo con las exigencias técnicas descritas en el instructivo técnico de almacenamiento que dicte la Superintendencia. Los dispositivos de protección y aislamiento de CC deberán cumplir con los puntos 14.4, 14.5 y 14.6 de este Instructivo Técnico.

14.10 Las instalaciones fotovoltaicas, en el lado de corriente alterna, deberán contar con una protección diferencial, e interruptor general magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con una corriente de cortocircuito adecuada a la potencia de salida del o los inversores.

14.14 La protección diferencial del lado de corriente alterna, indicada en el punto 14.10, que se instale en un sistema fotovoltaico aislado deberá ser del tipo A. Se podrán eximir de esta exigencia aquellas instalaciones fotovoltaicas aisladas que tengan una potencia igual o menor a 3 kW (potencia nominal del inversor), en cuyo caso deberán considerar un diferencial del tipo AC. También se eximirán de esta exigencia aquellas instalaciones en las cuales el inversor no puede, por construcción, inyectar corrientes continuas de falla en la instalación eléctrica independiente de la potencia nominal de dicho inversor.

2.7.3 Anexo Módulos Solares.

INSTRUCCIÓN TECNICA RGR N°02/2020 “DISEÑO Y EJECUCION DE LAS INTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A RED DE DISTRIBUCION. De la SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLE (SEC).

8.1 Todos los módulos fotovoltaicos que formen parte de una unidad de generación deberán cumplir con las normas IEC 61730, e IEC 61215 o IEC 61646, según corresponda y deberán ser autorizados por la Superintendencia para tales efectos.

8.2 Las autorizaciones emitidas para los módulos fotovoltaicos que se acojan a la ley 21.118 serán suficientes para cumplir con el punto anterior.

8.3 Los cables o terminales de módulos fotovoltaicos deberán tener marcados su polaridad.

8.5 Todos los módulos fotovoltaicos deberán incluir diodos de derivación o bypass para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

8.6 En los casos que los módulos fotovoltaicos utilicen marcos laterales, éstos serán de aluminio, acero inoxidable, acero galvanizado u otro material resistente a agentes agresivos del ambiente y/o corrosivos.

8.10 Se deberán minimizar las pérdidas de rendimiento del sistema fotovoltaico condicionadas por las sombras sobre los paneles fotovoltaicos. No se permiten las sombras directas sobre la UGF.

8.11 Los módulos fotovoltaicos deberán instalarse de modo de asegurar una correcta ventilación, que garantice la disipación adecuada de calor de radiación solar local máxima.

8.12 Se deberá considerar en el montaje de los módulos fotovoltaicos la separación necesaria para permitir la expansión y/o contracción máxima del módulo bajo las condiciones de temperatura de operación, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

8.13 No se podrán instalar módulos fotovoltaicos que presenten defectos producto de la fabricación o del traslado de estos, como roturas o fisuras.

2.8 Conclusión:

El presente proyecto de título consistió en el diseño y evaluación de un sistema fotovoltaico on-grid de 3000 W, instalado en la techumbre y conectado a la red de distribución, aplicando los lineamientos técnicos, estructurales y normativos establecidos por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) en la Instrucción Técnica RGR N°02/2020. A lo largo del desarrollo del proyecto se analizaron las condiciones del emplazamiento, la orientación de la techumbre, las posibles sombras y los requerimientos de montaje, demostrando la factibilidad y eficiencia de implementar generación solar en el lugar estudiado.

Se definieron e incorporaron las protecciones eléctricas necesarias, tales como seccionamiento, protección contra sobre corrientes, dispositivos de protección diferencial y protecciones específicas para sistemas fotovoltaicos, asegurando una operación segura y conforme a la normativa vigente. Asimismo, se verificó que la estructura de soporte se ajusta adecuadamente a la techumbre, garantizando resistencia frente a cargas de viento y tracción, evitando sobresalir del perímetro del techo y reduciendo riesgos asociados al “efecto vela”.

El análisis energético permitió confirmar que un sistema de 3000 W aporta una reducción significativa en el consumo eléctrico, mejorando el rendimiento energético general de la instalación. Además, la correcta gestión del sombreado y la selección adecuada de equipos, tales como módulos, inversor y protecciones, permiten asegurar un funcionamiento estable y eficiente a lo largo del tiempo.

En conclusión, este proyecto demuestra que la implementación de un sistema fotovoltaico de 3 kW es técnica y normativamente viable, aportando beneficios energéticos y económicos para el usuario final. El proceso permitió aplicar conocimientos de instalaciones eléctricas, normativa SEC, energías renovables y diseño técnico, consolidando competencias fundamentales para el ejercicio profesional en el área de la electricidad y la energía solar. De esta manera, el trabajo no solo cumple con los objetivos propuestos, sino que también aporta valor real en términos de eficiencia, seguridad y sustentabilidad energética.

BIBLIOGRAFIA

- Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). (2020). Instrucción Técnica RGR N°02/2020: Diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Gobierno de Chile.
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). (2021). Pliegos Técnicos Normativos RIC-2021. Gobierno de Chile.
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). (2020). Reglamento General de Redes RGR-01-2020-V3-1. Gobierno de Chile.
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). (2020). Reglamento General de Redes RGR-02-2020-V5-1. Gobierno de Chile.
- Ministerio de Energía de Chile. (s.f.). Explorador Solar.
<https://solar.minenergia.cl/exploracion>
- Chilquinta Energía S.A. (s.f.). Historial de consumo eléctrico residencial.
- Solis Invertersa . <https://www.solisinverters.com>
- Risen Energy Co., Ltd. (s.f.). <https://www.enertik.com>
- Vitel Energía. (s.f.). <https://vitelenergia.com>
- Rhona S.A. (s.f.). <https://www.rhona.cl>
- Solartex Chile. (s.f.). <https://www.solartex.cl>