



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**“ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE GENERACIÓN
FOTOVOLTAICA EN PARCELA 16”**

AUTOR (ES): VICTOR MANUEL PUENTES PARRA

MIGUEL ANGEL RAIN VEGA

SEMINARIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN ELECTRICIDAD

CONCEPCIÓN – CHILE

2016



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**“ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE GENERACIÓN
FOTOVOLTAICA EN PARCELA 16”**

AUTOR (ES):

VICTOR MANUEL PUENTES PARRA
MIGUEL ANGEL RAIN VEGA

DOCENTE PATROCINANTE:

FABRICIO SALGADO DIAZ

DOCENTE ADJUNTO O CORRECTOR:

JAVIER RIEDEMANN AROS
JUAN DELGADO NAVARRO

Dedicatoria:

Agradecer antes que todo a los cronistas detrás de todo, mi madre y mi padre. Los cuales me apoyaron en los momentos de difíciles, dándome los mejores consejos y palabra de aliento cuando más lo necesite. Agradecer a mis hermanos, los cuales son un pilar fundamental en mi crecimiento del día a día, enseñándome que todavía existe gente de buen corazón. Por último, Agradecer a los amigos y compañeros, que me apoyaron y nunca dudaron de este loco aventurero que vive el día a día. Madre, siéntete orgullosa desde los cielos que tu nieto es ingeniero, pero sobre todo una buena persona.

Este proyecto de tesis está dedicado a todas las personas que me han apoyado desde el comienzo de mi camino, para poder llegar a convertirme en una mejor persona.

Con cariño dedico esta tesis a Dios, a mis padres, hermanos, mi prima Marta María que ha sabido aconsejarme en los pasos que he realizado y amigos que siempre han estado incondicionalmente.

RESUMEN

El presente seminario de título tiene como principal objetivo la independencia o disminución del consumo de energía eléctrica de la red, en la parcela de Don Héctor Julián Puentes Figueroa, en el sector de Huaqui, región del Bio Bio.

Para esto se realiza un estudio de factibilidad técnica y económica de energía renovable no convencional (ERNC). Especificándose en energía fotovoltaica.

El estudio se llevara a cabo a través de un dimensionamiento fotovoltaico que sea capaz de entregar la energía necesaria para alimentar el consumo que requiere el hogar.

Para esto se estudiaran y dimensionaran los sistemas fotovoltaicos (sistema ON-GRID y sistema OFF-GRID), los cuales se compararan.

Por lo tanto, se empleara un sistema de seguidores solares con el fin de obtener un mejor rendimiento de los paneles para ambos casos, con su requerido análisis económico

Finalmente se pondrán a comparar los cuatro casos fotovoltaicos (sistema ON-GRID y OFF-GRID con seguidores solares y sin seguidores.)

Estos estudios y dimensionamientos permitirán conocer si es rentable la implementación de un sistema fotovoltaico y en caso que sea factible, analizar cuál de los casos es más rentable a instalar en el proyecto.

Índice

INTRODUCCIÓN	9
Capítulo I: Energía solar	11
I.1 El Sol	11
I.2 Energía solar	11
I.3 Intensidad de radiación solar (I_S)	12
1.4 Radiación solar (G_S)	12
I.5 Radiación en el plano terrestre	12
I.6 Movimiento terrestre.	12
I.7 Posición del Sol relativa a nuestra ubicación	13
I.9 Radiación en la superficie terrestre	16
I.10 Recurso solar	18
I.11 Formato de datos	19
I.12 Aplicación real	19
1.13 Radiación en superficies inclinadas	20
I.14 Radiación en superficies no orientadas directamente al norte	22
I.15 Condiciones climáticas	22
Capitulo II: Sistemas de montaje	24
II.1 Superficie Plana	24
II.2 Materiales utilizados para realizar la estructura.	25
II.4 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	27
2.5 Materiales para instalación de puesta tierra.	28
Capitulo III: Seguidor solar	29
III.1 ¿Que son los seguidores solares?	29
III.2 ¿Cómo funciona un seguidor solar?	29
III.3 Rentabilidad del seguidor solar.	31
III.4 Datos técnicos seguidores.	33
III.5 Cotización	34
Capitulo IV: Ley 20571	34
IV.2 Riesgos asociados	38
IV.3 Marco legal referencial y marco técnico normativo	39

IV.4 Proceso de inscripción de un sistema fotovoltaico -----	40
Capítulo V: Descripción del proyecto y demanda energética -----	49
V.1 Descripción del proyecto-----	49
V.2 Demanda energética diaria del hogar-----	51
V.3 Potencia máxima o potencia peak-----	52
V.4.1 Simulación 1 -----	56
V.4.2 Simulación 2 -----	57
V.4.3 Simulación 3 -----	57
V.5 Comparación entre las simulaciones -----	58
V.6 Estudio de nubosidad y temperatura. -----	59
V.7 Selección y cálculo de los paneles solares -----	60
Capítulo VI: Sistema off-grid -----	64
VI.1 Inversor -----	64
VI.2 Regulador de carga -----	67
VI.3 Baterías -----	71
VI.4 Cableado-----	74
VI.5 Protecciones-----	86
Capítulo VII: Sistema on-grid -----	89
VII.1 Dimensionamiento-----	89
VII.2 Posición fija -----	89
VII.3 Con seguimiento solar-----	91
VII.4 Configuración de los paneles -----	92
VII.4.1 Posición fija-----	92
VII.4.2 Con seguimiento solar-----	93
VII.5 Cableado-----	94
VII.5.2 Posición fija-----	94
VII.5.2 Con seguimiento solar-----	97
VII.6 Protecciones -----	99
VII.6.1 Posición fija-----	100
VII.6.2 Con seguimiento solar -----	102
VII.7 Medidor-----	104
VII.8 Estudio de costos y viabilidad del proyecto. -----	105

Capítulo VIII: Estudio de costos del proyecto.	111
VIII.1 Evaluación Económica Privada	115
Capítulo IX: análisis y conclusiones.	119
Bibliografía	120

OBJETIVO

Estudio técnico y económico de energía renovable no convencional (ERNC), para el sector de Huaqui en la VII región, especificándose en energía fotovoltaica

El sector del proyecto se encuentra un tanto alejado de la ciudad y la parcela consta de una vivienda y un sembradío.

El objetivo es disminuir los costos en la compra de energía eléctrica que consume el hogar, mediante la instalación de un sistema fotovoltaico.

Se analizan dos tipos de sistemas: sistemas fotovoltaicos On-Grid y Off-Grid, y a cada uno de estos se incorporará un sistema de seguidores solares. Se analizarán las ventajas de los cuatro casos (sistemas con y sin seguidores). Desde el punto de vista económico, escogiendo el que sea más rentable.

INTRODUCCIÓN

En la historia la energía fotovoltaica se ha desarrollado de manera pausada. El efecto fotovoltaico fue reconocido por primera vez por el francés Alexandre Edmond Becquerel en 1839 al realizar un experimento en el laboratorio de su padre, creando la primera celda fotovoltaica.

Posteriormente, aparecieron una gran cantidad de descubrimientos y cada uno de estos ha ido impulsando el desarrollo de la energía fotovoltaica.

En la actualidad las principales fuentes de generación de energía eléctrica son a través de combustibles convencionales o de intervenciones en el medio ambiente (embalses, centrales de agua fluente.), esto mismo a gatillado el aumento por el interés de la energía renovable no convencional (ERNC). Apoyado en una conciencia medioambiental creciente.

En el transcurso del tiempo, en nuestro país ha ido aumentando el consumo de electricidad, por lo tanto, se han querido instalar centrales termoeléctricas e hidroeléctricas, pero han sido rechazadas por el gran impacto en el medio ambiente. Esto es lo que hace atractiva a la energía fotovoltaica debido que tiene mucho menos impacto en el medio ambiente.

Actualmente la energía fotovoltaica está inmersa en la sociedad y su adquisición se ha vuelto más accesible a los consumidores.

El presente seminario se puede dividir en tres partes básicas. La primera es teoría la cual es mencionada en el capítulo (capítulo 1) en donde se verán conceptos generales. La segunda parte se basa en normas, montaje, diseño de varios sistemas de suministro fotovoltaico (capítulos 2, 3, 4, 5, 6 y 7). Y para finalizar, una tercera parte, de análisis económicos (capítulo 8) en el cual se podrán obtener la información necesaria para tomar las conclusiones.

El contenido de cada capítulo se desglosa de la siguiente manera:

- Capítulo 1: "ENERGÍA SOLAR". En este capítulo se explican conceptos generales sobre la energía solar, como entender el comportamiento de la posición del sol, ángulos de captación de energía solar, el efecto de la orientación.
- Capítulo 2: "MONTAJE DE PANELES". Abarca lo que la instalación de la estructura donde irán ubicados paneles fotovoltaicos (materiales, piezas.)
- Capítulo 3: "SEGUIDORES SOLARES". Se centra en un tipo de metodología que tiene el fin de mejorar el rendimiento de los paneles, se expondrá los tipos que existen y ventajas.
- Capítulo 4: "LEY 20.571". explica el área legal en cuanto a la generación distribuida, se da a conocer la ley 20.571, sus procedimientos adecuados, habla del rol que juega la superintendencia de electricidad y combustibles respecto a esta ley, para finalizar con el proceso de inscripción de los sistemas fotovoltaicos.
- Capítulo 5: "DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DEMANDA ENERGÉTICA". Se enfoca en la descripción del proyecto, potencia requerida por el hogar y el estudio de radiación solar.
- Capítulo 6: "SISTEMA OFF-GRID". Muestra el cálculo y diseño de la instalación fotovoltaica aislada para alimentar los consumos ya analizados en los capítulos anteriores.
- Capítulo 7: "SISTEMA ON-GRID". Se explica el cálculo y diseño de la instalación fotovoltaica con aporte de la red, para alimentar los consumos ya analizados anteriormente.
- Capítulo 8: "ESTUDIO DE COSTOS DEL PROYECTO". Se analiza el área económica del proyecto para cada uno de los casos, enfatiza un análisis de cálculos usando factores económicos para determinar la rentabilidad de cada proyecto logrando así poder determinar el mejor tipo de suministro.
- Capítulo 9: "COMENTARIOS Y CONCLUSIONES". Es el análisis de lo que se ha trabajado, se hacen comentarios y conclusiones.

Capítulo I: Energía solar

I.1 El Sol

Es la principal fuente de vida y energía del planeta. La energía que trasmite y es recibida por la tierra, permite que la vida en nuestro planeta exista y es el que genera distintos procesos:

- Los fenómenos climáticos (Figura I.1).
- Las corrientes marinas.
- Diferentes ciclos de compuestos (C, N, H₂O.).



Figura I.1 Fenómenos climáticos.

I.2 Energía solar

La energía solar que llega a nuestro planeta depende de una gran variedad de factores que determinan la irradiancia que finalmente incide sobre la superficie terrestre (Figura I.2). Uno de los principales factores que repercute en la cantidad de energía recibida es la atmósfera, ya que ella actúa como un filtro al flujo energético incidente.

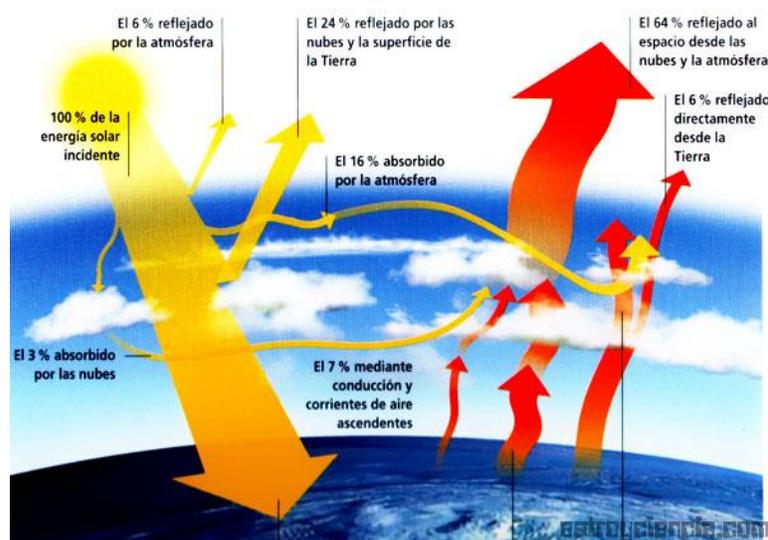


Figura I.2 Irradiación solar.

De esta energía entre un 11 y 30% es absorbida por las distintas capas de la atmósfera.

I.3 Intensidad de radiación solar (I_s)

Es la potencia de radiación que llega a una superficie determinada. Esta, se expresa en $\frac{W}{m^2}$.

La irradiación (I) que llega al borde exterior de la atmósfera terrestre se llama constante solar y se describe como la intensidad de radiación solar en $Watt/m^2$. Su valor es de

$$I_0 = 1353 \frac{Watt}{m^2}$$

1.4 Radiación solar (G_s)

Es la cantidad de irradiancia recibida en un lapso de tiempo. La radiación global es la suma de todos los valores de intensidad multiplicado por el tiempo. Por lo general se considera la radiación durante todo el día.

$$G_s = \frac{Watt \times hora}{m^2} = \frac{Wh}{m^2}$$

I.5 Radiación en el plano terrestre

La energía solar que llega a la superficie terrestre depende de factores geográficos y a su vez varía durante el día y a través del año. El principal de estos factores es el movimiento terrestre.

I.6 Movimiento terrestre.

-Rotación: Gira sobre sí misma, alrededor de su eje. Origina el día y la noche, y tiene una duración de 24 horas.

-Traslación: Describe una órbita alrededor del sol, lo que determina la duración del año (Figura I.3). El plano que contiene la órbita de la tierra alrededor del sol, se denomina plano orbital.

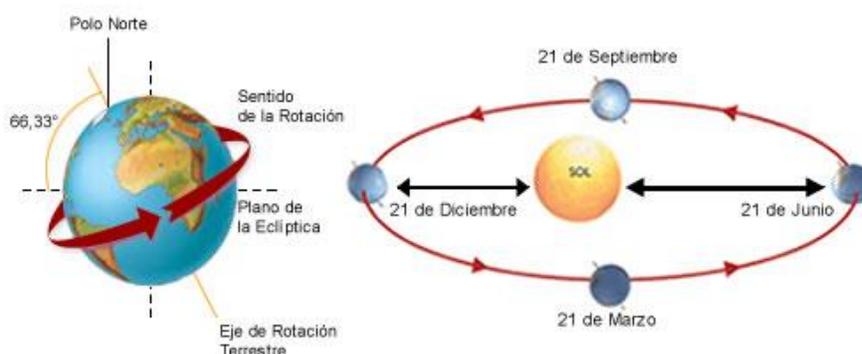


Figura I.3 Movimiento terrestre.

Estos movimientos se traducen en diferentes recorridos del Sol en el día. Los puntos del horizonte por donde sale y se pone el Sol varían en el transcurso del año. En consecuencia, la altura del Sol a medio día y la energía solar que recibe el panel, varía durante los meses del año (Figura I.4). El 21 de diciembre es el día más largo en el hemisferio sur. El Sol alcanza su máxima altura. El 21 de junio es el día más corto en el hemisferio sur, con la altura mínima del Sol.

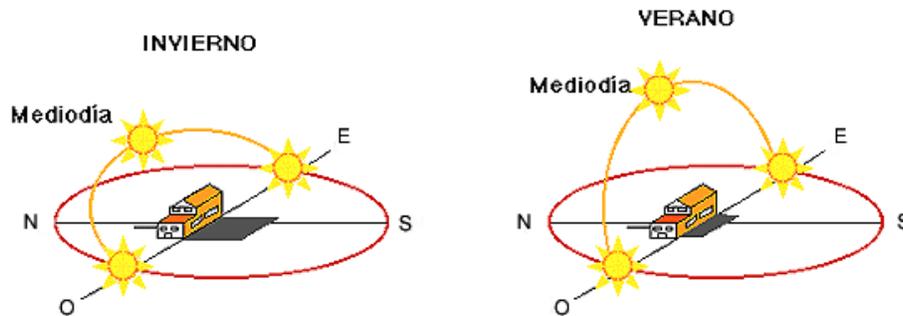


Figura I.4 Recorrido del sol.

Esta es el principal factor que afecta a la energía que recibe el panel fotovoltaico, pero también es el que de mejor manera se puede predecir. Puesto que el movimiento terrestre ha sido estudiado desde tiempos ancestrales y existen ecuaciones que lo describen es predecible su posición respecto de nuestra ubicación, que a su vez dependen de la Latitud geográfica en donde nos encontremos.

-Latitud (Lat.): Ángulo entre cualquier punto de la superficie terrestre y el ecuador.

I.7 Posición del Sol relativa a nuestra ubicación

La posición del sol en relación a nuestro punto de referencia se puede describir de manera trigonométrica.

Dos datos que podemos conocer con esto es el Ángulo Cenital (θ_z), Altura Solar (α) y el Azimut Solar (ψ).

-Ángulo Cenital (θ_z): Es el ángulo subtendido entre la línea cenit y la línea de vista del sol.

-Altura Solar (α): La altura solar es el ángulo formado por el sol respecto del plano horizontal. Cambia a lo largo del día y tiene su altura máxima al medio día (Figura I.5). Esta altura máxima varía a lo largo del año entre el solsticio de invierno y el solsticio de verano.

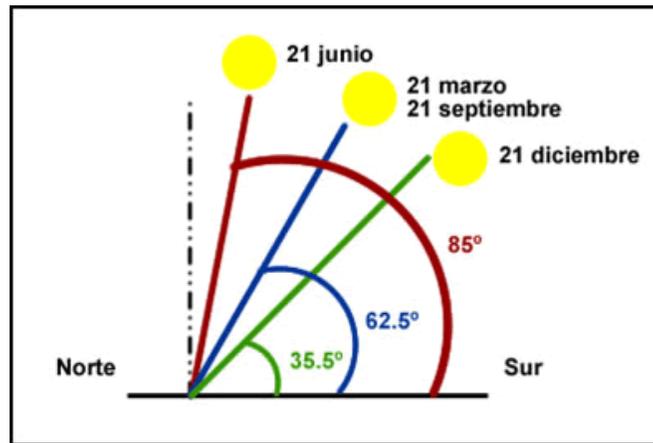


Figura I.5 Altura solar.

- Azimut Solar (ψ):

-Corresponde al ángulo medido sobre el horizonte que forman el punto cardinal Norte y la proyección vertical del Sol sobre el horizonte (Figura I.6).

-Toma el valor 0° cuando el sol esta exactamente en el norte geográfico, y va cambiando a lo largo del día.

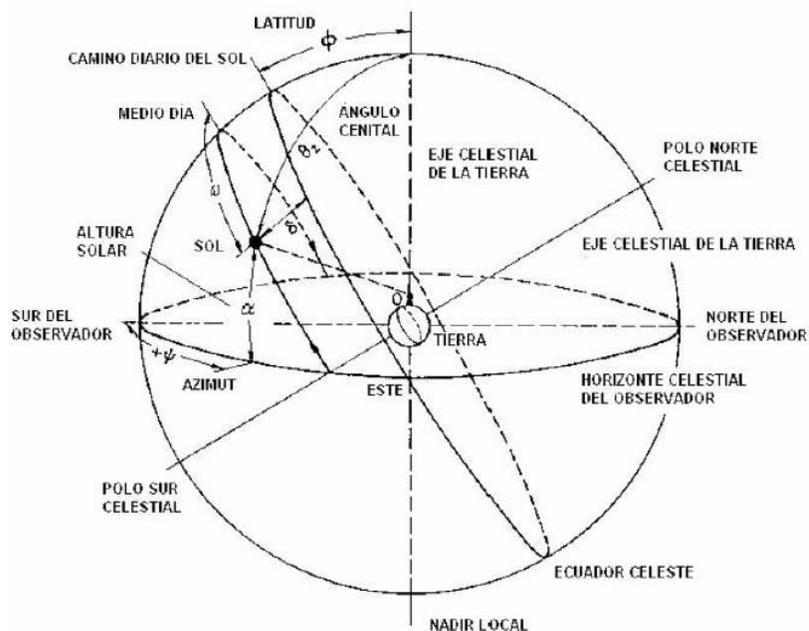


Figura I.6 Ángulo medido sobre el horizonte.

Las ecuaciones que definen la posición es la siguiente:

-Angulo Cenital (θ_z):

$$\cos \theta_z = \sin \theta \cdot \sin \phi + \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos \omega = \sin \alpha$$

-Azimut solar (ψ):

$$\cos \psi = \frac{\sin \alpha \cdot \sin \phi + \sin \delta}{\cos \alpha \cdot \cos \phi}$$

Otro antecedente necesario a conocer es la declinación solar.

-Declinación solar (δ): Es la posición angular del sol a mediodía con respecto al plano del Ecuador. Se determina con la siguiente ecuación

$$\delta = 23,45 \cdot \sin \left(360 \cdot \frac{284 + n}{365} \right)$$

Donde “n” es el número del día del año al momento de la medición (se cuenta desde el primero de enero).

1.8 Interpretación grafica

La información obtenida se puede resumir en cartas de radiación solar (Figura I.7).

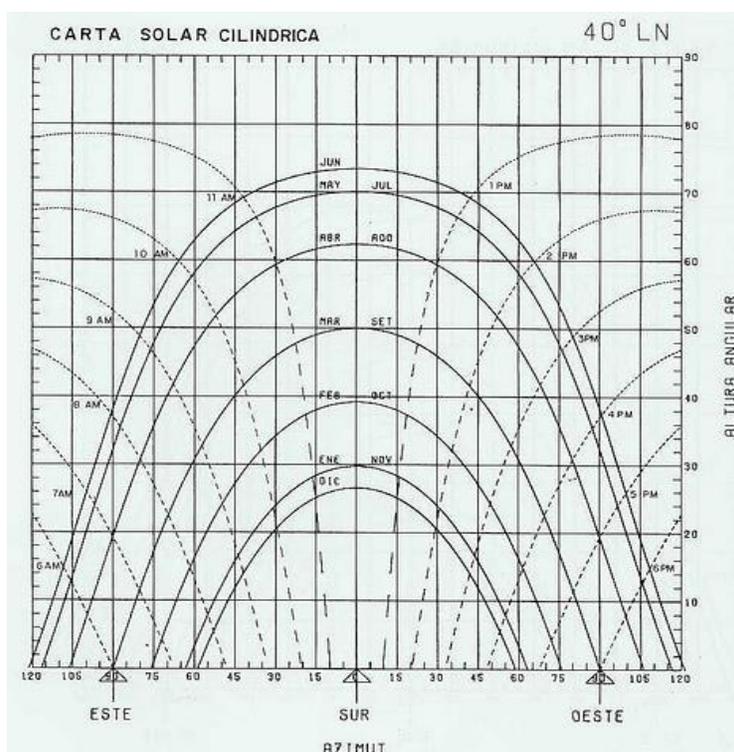


Figura I.7 Carta de radiación solar.

Para el diseño de sistemas fotovoltaicos esto será de utilidad, en casos que alrededor del emplazamiento de la instalación existan objetos que entorpezcan la llegada de radiación solar.

I.9 Radiación en la superficie terrestre

Conociendo lo anterior se estima de buena manera la radiación en determinada zona geográfica del país. Esto se puede hacer a través de modelos matemáticos, entre los modelos que existen para esto están:

-Perrin de Brichambaut.

-Burridge & Gadd.

-Ashrae.

-Spokas & Forcella.

O a través de mediciones directas con instrumentos especializados, como por ejemplo:

Pirómetro:

El pirómetro es un instrumento que permite medir la radiación solar global recibida desde todo el hemisferio celeste sobre una superficie horizontal terrestre.

Su principio de funcionamiento es a través de termocuplas, las cuales al calentarse producto de la radiación del sol, emiten una pequeña f.e.m. que es medida por otro instrumento. El valor indicado por el instrumento es proporcional a la radiación solar medida, por lo que para obtener la irradiancia en $[W/m^2]$.

Pirheliómetro:

El pirheliómetro se utiliza para medir la radiación solar directa expresada en unidades de $[W/m^2]$, siendo necesario que esté constantemente orientado hacia el Sol, por lo que este debe tener un mecanismo de seguimiento de la trayectoria del Sol.

Incidencia de la radiación en la superficie terrestre.

Lo mencionado hasta ahora se conjuga para obtener información relevante para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos. La radiación que llega a la superficie terrestre, o aquella que recibe un panel solar y posee 3 componentes (Figura I.8).

-La radiación directa (G_D) corresponde a los rayos solares que provienen directamente del Sol. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

-La radiación difusa (G_F) es la parte de la radiación solar que pierde su dirección original, a consecuencia de los procesos de absorción, reflexión y refracción en la atmosfera, como por ejemplo en nubes y viene desde todas las direcciones.

-La radiación reflejada (G_R) es aquella reflejada por la superficie terrestre, también es conocida como albedo.

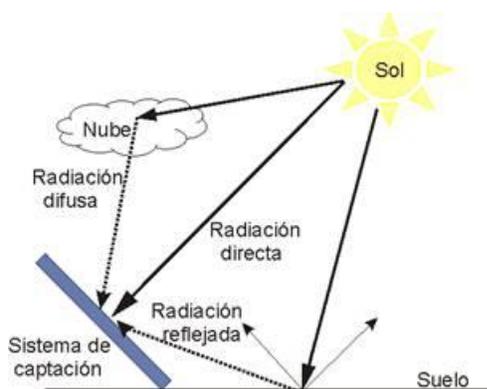


Figura I.8 Radiación en la superficie terrestre.

-La Radiación Global (G_G) corresponde simplemente a la suma de las tres radiaciones anteriores dada por:

$$G_G = G_D + G_F + G_R$$

Dónde:

G_G : La Radiación Global

G_R : La radiación reflejada

G_F : La radiación difusa

G_D : La radiación directa

La gran mayoría de los paneles fotovoltaicos aprovechan la radiación directa, difusa y reflejada; al contrario de aplicaciones que concentran los rayos solares como por ejemplo cocinas del tipo parabólicas o plantas de concentración que solo trabajan con la radiación directa.

I.10 Recurso solar

Mencionado todo lo anterior se entenderá que la radiación solar es una de las principales variables para el correcto diseño de un sistema fotovoltaico. De entre las múltiples herramientas que existen para la adquisición de datos de radiación en las diferentes zonas del planeta, existen algunas especialmente diseñadas para nuestro país y entregan información detallada para todas nuestras latitudes.

La primera es el Explorador Solar de la Universidad de Chile (Figura I.9). Es una aplicación web, en el cual se indica un punto en el mapa y este entrega datos de radiación para cada mes del año.

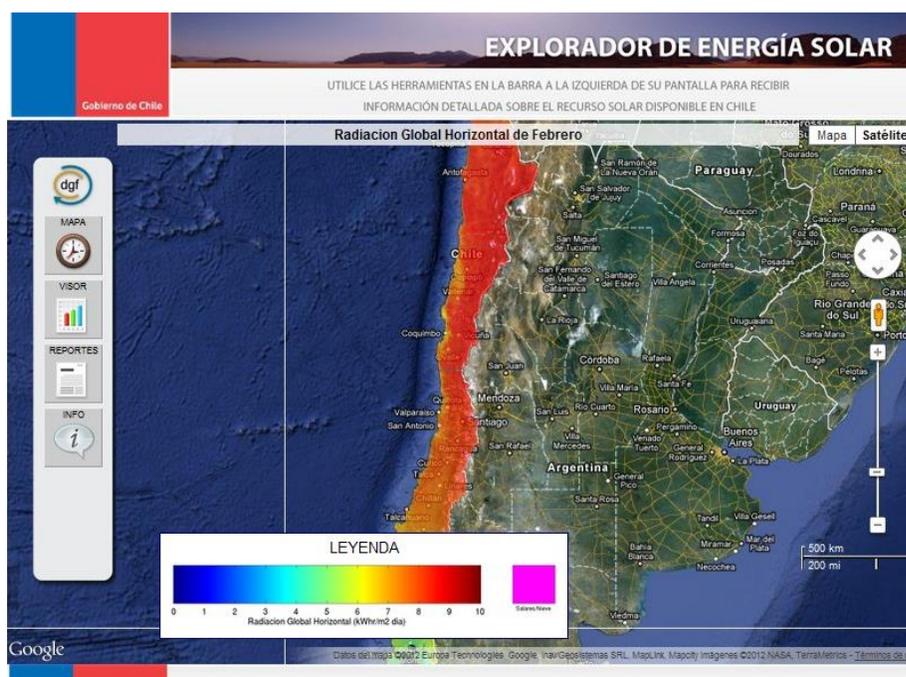


Figura I.9 Explorador de energía solar.

Otra herramienta es el Registro Solarimétrico de la Universidad Técnica Federico Santa María. Este es un compendio de datos de radiación para diferentes ciudades del país. La principal característica de este compendio es que entrega datos para diferentes ángulos de inclinación y azimut.

La Red Inía cuenta con más de 90 estaciones meteorológicas a lo largo de todo Chile, el instituto de investigación agropecuaria tiene una aplicación web en la cual se puede consultar datos de todas estas estaciones. Además de conocer datos de radiación, entrega valores de temperatura y precipitaciones acumuladas.

I.11 Formato de datos

Por lo general, estos sistemas entregan datos de radiación global horizontal (GHI). Esta es la radiación que llega en una superficie paralela a la superficie terrestre (Figura I.10).

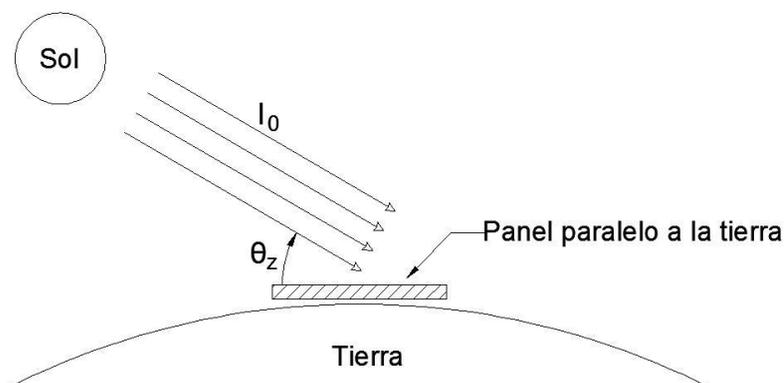


Figura I.10 Radiación en superficie paralela a la tierra.

Al llega la radiación de esta forma, el panel no es capaz de captar de la mejor forma posible la radiación directa.

$$I_D = I_0 \times \cos \theta_z$$

Para una misma locación tenemos los siguientes datos de Radiación global horizontal (GHI).

Tabla I.1 Radiación en un lugar específico.

Radiación [kWh/m2/dia]	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio anual
Componente directa	6,7	5,7	4,32	2,7	1,24	0,84	1,1	1,56	2,8	4,5	5,85	6,8	3,69
Componente difusa	1,3	1,1	1,03	0,8	0,74	0,61	0,6	0,84	1,06	1,3	1,37	1,3	1,03
Total	8,0	6,9	5,35	3,5	1,98	1,45	1,8	2,4	3,86	5,8	7,22	8,1	4,72

I.12 Aplicación real

Tenemos los datos de radiación global horizontal (GHI), pero en aplicaciones reales no es la condición más eficiente.

El sol cambia su posición relativa en el horizonte en latitudes distintas al ecuador (meses), y El sol cambia su posición relativa en el horizonte durante el día (horas).

En consecuencia, como ya se ha mencionado, la intensidad de radiación solar también varía en el día y en las diferentes estaciones del año.

Es por esto, que para obtener un buen funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos es necesario la elección de un ángulo de inclinación que maximice la eficiencia de captación de energía, en función de las características de uso que se busque.

Un ejemplo de esto es una casa de campo, que busca abastecer su demanda energética durante todo el año y el sistema fotovoltaico debe ser diseñado para aprovechar al máximo la energía solar.

También hay casos en los cuales se deben considerar las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento. Por ejemplo, en lugares cercanos a la costa amanece generalmente nublado, despejándose en horas cercanas al medio día, en ocasiones como estas es conveniente una orientación de los paneles en la dirección que aprovechen de mejor manera la radiación disponible.

1.13 Radiación en superficies inclinadas

Una superficie inclinada correctamente recibe los rayos solares de mejor forma, esto significa una mayor captación de energía solar(Figura I.11).

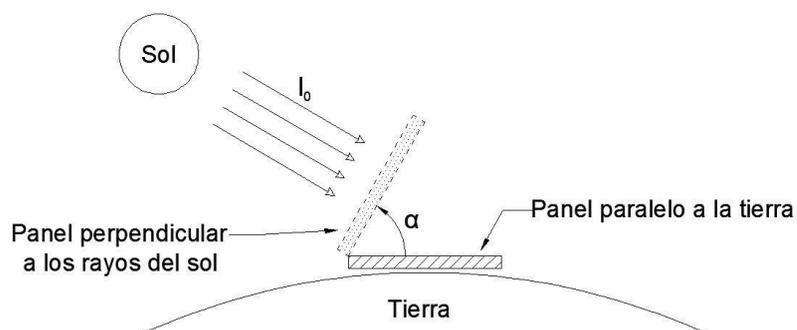


Figura I.11 Radiación en superficie inclinada.

Como los datos obtenidos desde los distintos sitios corresponden a la Radiación Global Horizontal (GHI), ósea la que llega al panel paralelo a la tierra, lo que debemos hacer es aplicar el factor de corrección “K” para conocer la radiación que llega al panel perpendicular a los rayos del sol. Este factor tiene dos componentes; un factor de corrección para la radiación directa y un

factor para la radiación difusa. El factor de corrección difusa depende principalmente del ángulo de inclinación del panel.

El factor de corrección directa depende de los siguientes parámetros:

- Latitud geográfica del lugar.
- El mes del año.
- El ángulo de inclinación.

Una vez determinado este factor de corrección, se calcula la radiación global en la superficie inclinada, utilizando los datos de medición de la superficie horizontal:

Tabla 1.2 Factor de corrección K, para latitud 37°.

Lat 37°		Factor de corrección K											
		Mes											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	dic
Inclinación	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	10	1,13	1,1	1,08	1,05	1,02	1,01	1,02	1,05	1,09	1,13	1,16	1,15
	30	1,3	1,23	1,14	1,05	0,98	0,96	0,98	1,06	1,17	1,3	1,38	1,37
	50	1,35	1,24	1,09	0,94	0,84	0,8	0,84	0,95	1,13	1,33	1,47	1,46
	60	1,33	1,19	1,02	0,85	0,73	0,68	0,73	0,86	1,06	1,3	1,45	1,44
	75	1,23	1,07	0,87	0,67	0,53	0,48	0,53	0,68	0,91	1,17	1,36	1,36
	90	1,07	0,89	0,67	0,46	0,3	0,25	0,3	0,45	0,7	0,98	1,19	1,2

Como ejemplo, aplicaremos el factor de corrección K, para los datos obtenidos inicialmente. Elegiremos un ángulo de inclinación de 30°.

Original:

Tabla 1.3 Radiación en un lugar específico en latitud 37°.

Radiación [kWh/m2/día]	En	Fe	Ma	Abr	Ma	Jun	Jul	Ag	Se	Oct	No	Dic	Prome
	e	b	r		y			o	p		v		dio
													anual
Componente directa	7,1	6,0	4,4	2,7	1,4	1,0	1,2	1,8	3,2	4,3	5,8	6,7	3,84
Componente difusa	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8	1,0	1,3	1,4	1,3	1,03
total	8,3	7,1	5,4	3,5	2,2	1,6	1,9	2,6	4,3	5,7	7,3	8,0	4,87

Corregida:

Tabla 1.4 Radiación en un lugar específico, con factor de corrección K.

Radiación [kWh/m ² /día]	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	Promedio anual
Componente directa	9,96	8,5	6,6	4,1	2,3	1,6	1,9	2,7	4,8	6,2	8,2	9,2	5,54
Componente difusa	1,11	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,3	1,2	0,94
Componente Suelo	0,16	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Total	11,2	9,76	7,61	4,96	3,0	2,27	2,6	3,6	5,86	7,58	9,66	10,7	6,57

I.14 Radiación en superficies no orientadas directamente al norte

Otro factor importante a la hora de estimar nuestros niveles de generación es el ángulo en el cual se desvía del norte geográfico (Figura I.12).

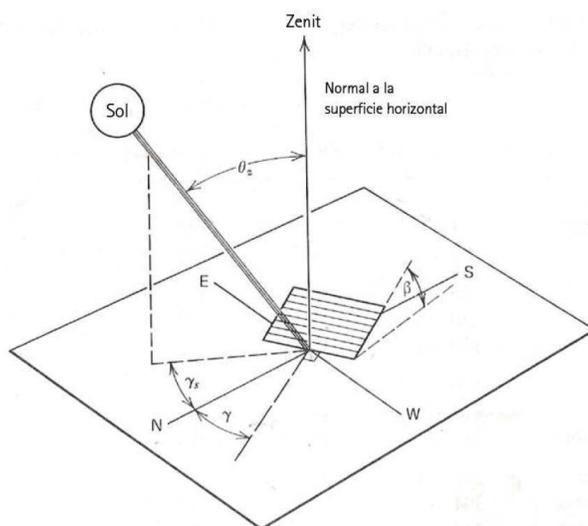


Figura I.12 Radiación en figura no orientada directamente al norte

I.15 Condiciones climáticas

En un día despejado, con cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado casi no existe radiación directa y casi la totalidad de la radiación que incide es difusa (Figura I.13).

La radiación solar varía mucho más por factores atmosféricos que por factores geográficos. Cuando nos adentremos en el tema de dimensionamiento, principalmente de sistemas aislados, veremos que es necesario tener en consideración la interacción del clima con nuestro sistema fotovoltaico, puesto que podría darse el caso en que una sucesión de días nublados se traduce en poca energía acumulada.

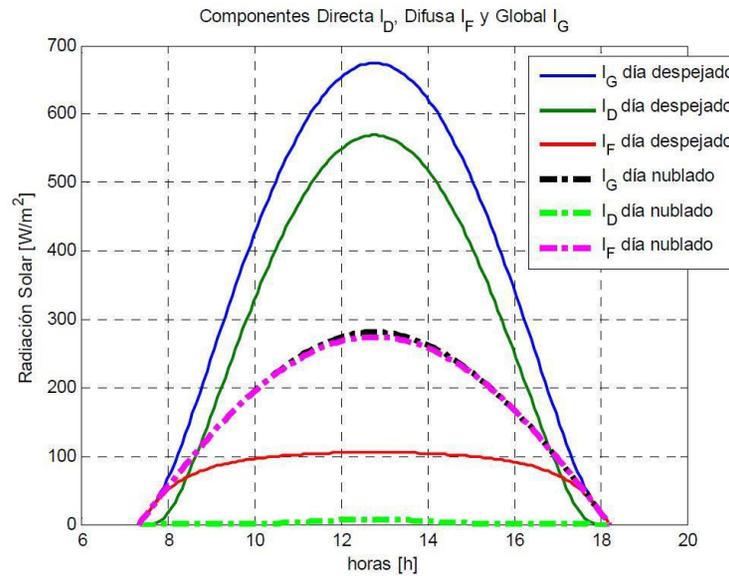


Figura I.13 Componentes de Radiación Solar, cielo despejado y cubierto.

Capítulo II: Sistemas de montaje

Un componente, no menos importante, es el sistema de montaje. Existen de 2 tipos (superficie plana y superficie inclinada). Pero trabajaremos con solo el inclinado, con una inclinación de 30°. Además, de un sistema nuevo que se está utilizando, el seguidor solar.

II.1 Superficie Plana

Para superficies planas o con muy poco gradiente de inclinación existe una estructura de anclaje que le otorga a los paneles la inclinación necesaria para maximizar la captación de energía. Las estructuras de montaje para este tipo de techos son bastante simples (Figura II.2). Básicamente corresponden a una escuadra de aluminio, los cuales vienen con diferentes ángulos de inclinación (Figura II.1).

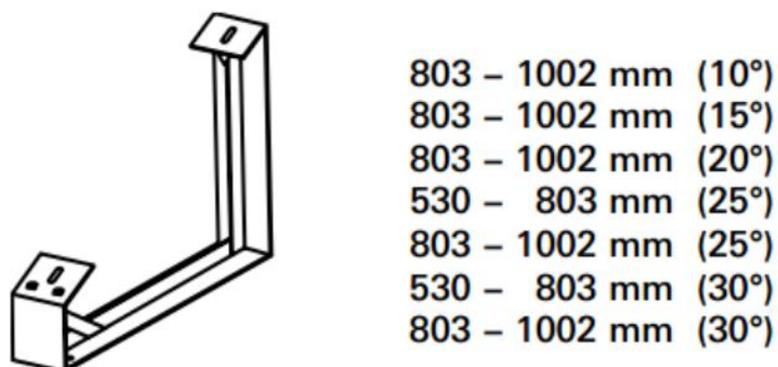


Figura II.1 Escuadra de aluminio con diferentes ángulos de inclinación.

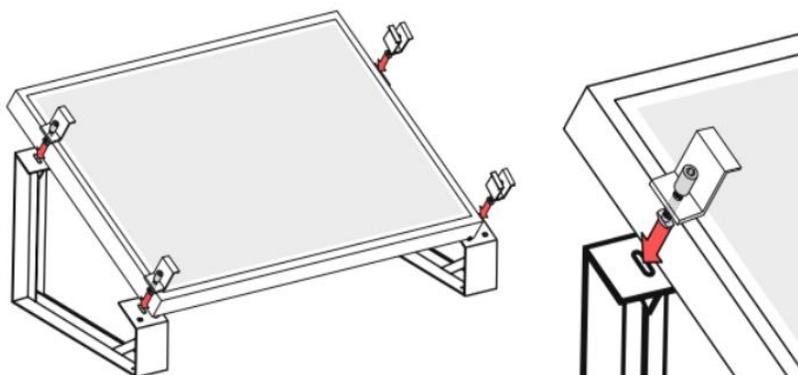


Figura II.2 Sistema de montaje, superficie inclinada.

II.2 Materiales utilizados para realizar la estructura.

Riel Galvanizado Metálico 3,2 mts. (Figura II.3) Perforado Instalación Paneles Solares, con las siguientes características:

Marca: Chisol

Tipo: Riel Galvanizado Perforado.

Clase: Instalación Paneles Solares.

Material: Acero Galvanizado.

Largo: 3200 mm.

Ancho: 42 mm.

Alto: 40 mm.

Espesor: 0.5 mm.

Aplicación: Montaje Solar.



Figura II.3 Riel Galvanizado Metálico.

- Clip Fijación Inicial Fila Paneles Solares fotovoltaico 25 a 50 mm (Figura II.4).

Aplicación.

-Fijación Inicial o Final para paneles solares fotovoltaico de 25 a 50 mm, con las siguientes características:

-Middle Clips Solar FV.

Sus ventajas.

-Fácil instalación.

-Fijación segura.

-Incluye perno de acero inoxidable

antirrobo y tuerca rápida de carril

galvanizada en caliente (HDG).



Figura II.4 Clip Fijación Inicial Fila Paneles.

- Clip Fijación Intermedia Paneles Solares fotovoltaico 25 a 50 mm, con las siguientes características:
 - Fijación Inicial (Figura II.5) o Final para paneles solares fotovoltaico de 25 a 50 mm, con las siguientes características:
 - Middle Clips Solar FV.

Sus ventajas.

- Fácil instalación.
- Fijación segura.
- Incluye perno de acero inoxidable antirrobo y tuerca rápida de carril galvanizada en caliente (HDG).



Figura II.5 Clip Fijación Inicial Fila Paneles.

II.3 Instalación

El sistema de montaje de superficie plana se utilizara en caso de que la superficie donde se instalaran no tenga ningún tipo de relieve (Figura II.6).

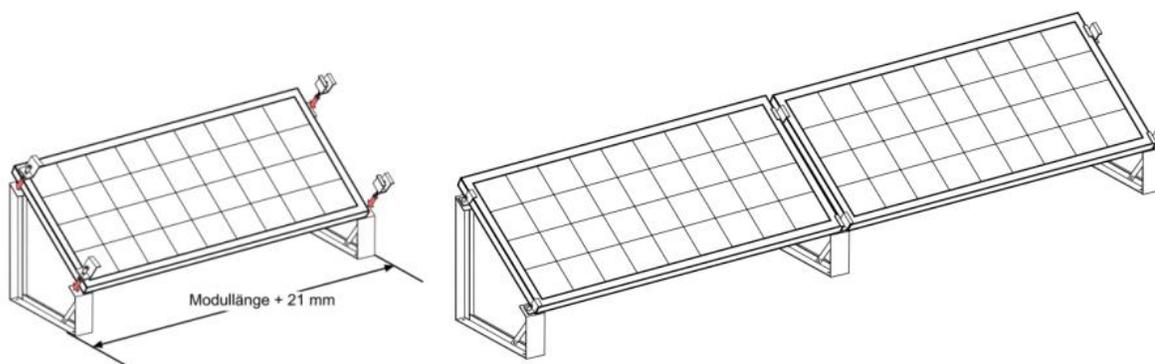


Figura II.6 Sistema de montaje, superficie plana.

Si, la superficie tiene demasiadas curvaturas se pueden utilizar travesaños para ajustar la instalación (Figura II.7).

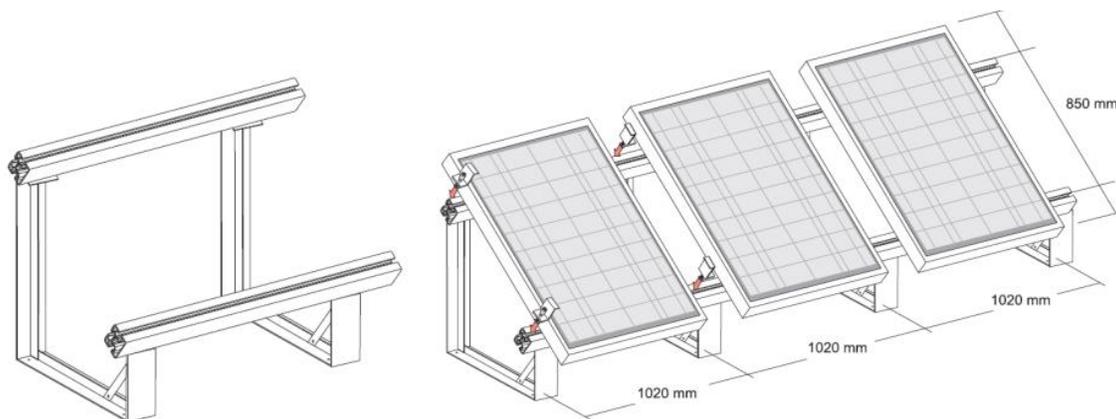


Figura II.7 Sistema de montaje ajustado, superficie con curvatura.

II.4 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Una buena conexión con la tierra de la instalación protege a la gente y a los dispositivos electrónicos contra corrientes de fuga (Imagen II.8). Todas las partes metálicas de la estructura de soporte, incluyendo aquellas en las que no hay contacto directo por estar separadas mediante materiales no conductores, deben estar interconectadas y puestas a tierra. Esto se requiere para proteger a las personas contra descargas eléctricas en caso de fallas o tormentas eléctricas.

Deberán conectarse todas las partes metálicas de la instalación a la tierra de protección. Esto incluye las estructuras de soporte y las carcasas de los equipos.

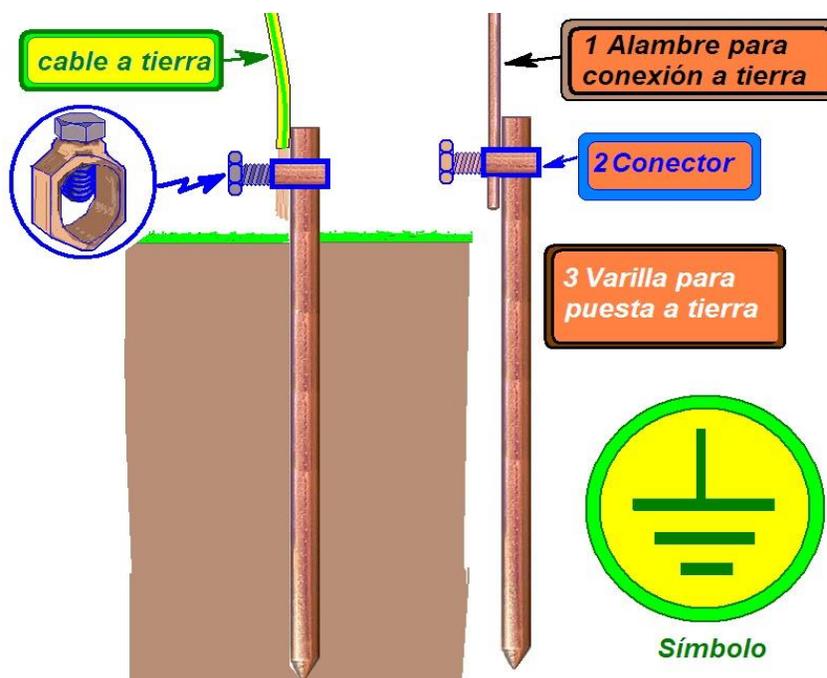


Imagen II.8 instalación de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra utilizado deberá cumplir con requerimientos de seguridad establecidas en la norma NCh Elec. 4/2003.

La medición de la resistencia de puesta a tierra, deberá realizarse en conformidad a los procedimientos descritos en la norma IEEE Std. 81 o la IEC 61936-1.

2.5 Materiales para instalación de puesta tierra.

-Aditivo Puesta a Tierra (Figura II.8), su descripción:

Contenido neto: 11Kg.

Marca: EKOLINE.



Figura II.8 Aditivo Puesta a Tierra.

-Barra Cobrizadas 5/8" x 3 MTS (Figura II.9). Su descripción:

Material: Cobre.

Medida: 1/2" x 1.5MTS.



Figura II.9 Barra Cobrizadas.

-Conector Bronce TT 5/8" (Figura II.10), su descripción:

Material: bronce

Medida: 5/8"



Figura II.10 Barra Cobrizadas.

Capítulo III: Seguidor solar

III.1 ¿Que son los seguidores solares?

Son sistemas mecánicos capaces de guiar los paneles solares de manera que estos se mantengan perpendicularmente a los rayos del sol siguiendo al sol, desde el amanecer hasta el oeste en la puesta. Por lo tanto los seguidores solares logran que los paneles actúen como un girasol, haciendo que vayan girando durante el día, así obteniendo una mayor cantidad de luz solar. Con esto los paneles estarían trabajando al 100% de su capacidad a lo largo de todo el día.

Al incorporar los seguidores solares en el proyecto, aumentaría entre un 30 y un 40% más de energía que con el anclaje fijo. Con esto puede que se necesiten menos paneles para poder cubrir las necesidades energéticas requeridas.

III.2 ¿Cómo funciona un seguidor solar?

Consiste en un dispositivo mecánico el cual sostiene el panel solar en el alto. Con esto la placa tiene lugar para girar y rotar sobre uno o varios ejes.

Contiene dos fotoreceptores en cada extremo, los cuales miden la cantidad de luz y son muy sensibles, ya que deben identificar diferencias minúsculas de radiación. Al tener la diferencia de luz logra calcular el eje perpendicular al sol al instante. Posteriormente realiza el giro.

Existen de varios tipos:

-En dos ejes: la superficie se mantiene siempre perpendicular al sol (Figura III.1). Existen de dos tipos:

- a. *Monoposte:* un único apoyo central.
- b. *Carrousel:* varios apoyos distribuidos a lo largo de una superficie circular.

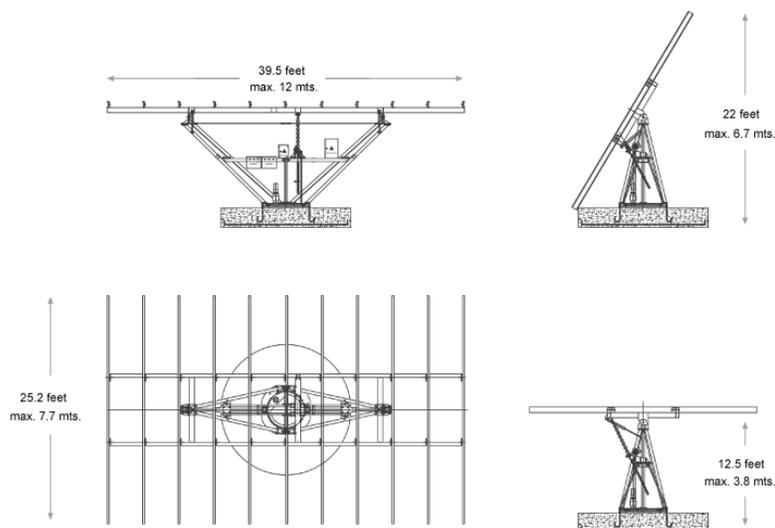


Figura III.1 Seguidor dos ejes

-En un eje polar: la superficie gira sobre un eje orientado al sur e inclinado un ángulo igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano terrestre que contiene al Sol. La velocidad de giro es de 15° por hora, como la del reloj (Figura III.2).

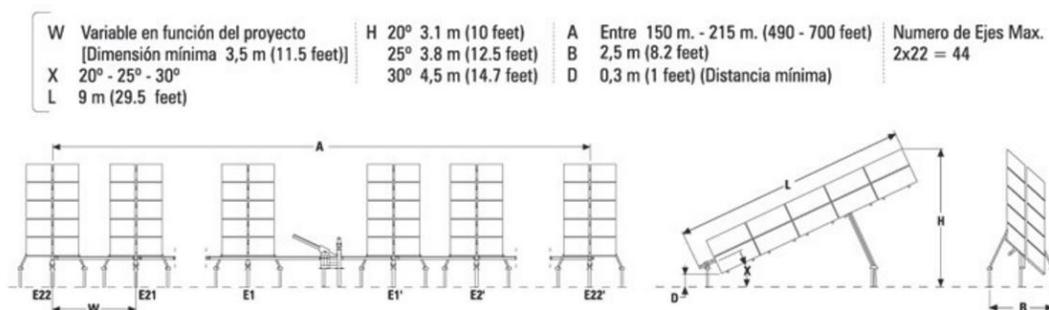


Figura III.2 Seguidor un eje polar

-En un eje azimutal: la superficie gira sobre un eje vertical, el ángulo de la superficie es constante e igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano local que contiene al Sol. La velocidad de giro es variable a lo largo del día

-En un eje horizontal: la superficie gira en un eje horizontal y orientado en dirección norte-sur. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano terrestre que contiene al Sol (Figura III.3).

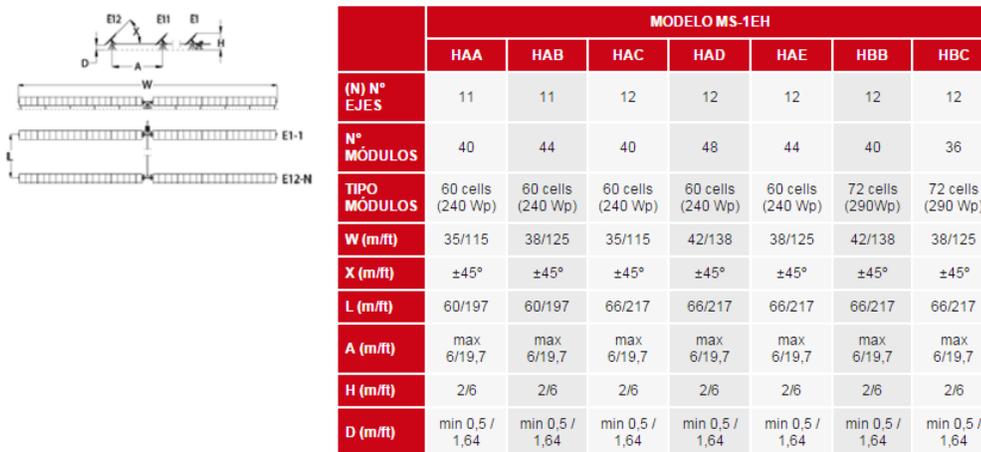


Figura III.3 Seguidor de un eje horizontal

III.3 Rentabilidad del seguidor solar.

El costo y la energía generada dependerán del tipo de seguidor.

Por lo general se suele admitir que el seguimiento azimutal obtiene entre un 10 a un 20% que una estructura fija.

Los seguidores azimutales pueden alcanzar hasta el 25% de eficiencia.

Entre los seguidores a dos ejes varían entre el 30% y el 45% más que una instalación fija, así como variaciones importantes en el costo de los equipos y de los cimientos.

Los parámetros más importantes para comparar los seguidores solares son:

- 1) Incremento de producción de energía
- 2) Coste del equipo e instalación del mismo
- 3) Resistencia al viento
- 4) Disponibilidad
- 5) Mantenibilidad

En proyecto escogeremos el seguidor de un eje horizontal por los siguientes motivos:

-MONTAJE SENCILLO Y MODULAR

El diseño de una estructura modular y de baja altura implica un montaje sencillo sin necesidad de grúas o equipos de elevación, permitiendo un ahorro de tiempo en la instalación del parque fotovoltaico.

-SIN TRABAJOS DE SOLDADURA EN CAMPO

No necesita soldadura en campo, las piezas son ensambladas mediante tornillería, lo que reduce coste y agiliza la instalación.

-ESTRUCTURA ROBUSTA Y DE LARGA DURABILIDAD

La estructura de acero galvanizado en caliente y la tornillería en Dacromet, aseguran un comportamiento excelente en ambientes agresivos.

-VARIABILIDAD EN LA CIMENTACIÓN

Permite la utilización de distintos tipos de cimentaciones con o sin hormigón. La permisibilidad de utilizar un sistema de cimentación de tornillo tipo mecascrew implica una reducción de tiempos de montaje y de acondicionamiento del terreno.

-UNIVERSAL y ADAPTABLE

El diseño sencillo y modular de los ejes, permite una perfecta adaptabilidad del sistema a las dimensiones y geometría del terreno (e incluso terrenos irregulares) y a los distintos módulos fotovoltaicos existentes en el mercado.

-SISTEMA CON BAJO MANTENIMIENTO Y REDUCIDO CONSUMO

Sistema casi exento de mantenimiento con lo que se reducen los costes de mantenimiento y las paradas de producción. La limpieza de los módulos fotovoltaicos es sencilla debida a la baja altura del seguidor.

-MÍNIMO IMPACTO AMBIENTAL y MINIMA OBRA CIVIL

Tiene una altura baja, lo que implica un menor impacto ambiental. La obra civil es mínima debido a la sección reducida de los pilares. No es necesario realizar grandes explanaciones, muchas veces no autorizadas por el medio ambiente, con el consiguiente ahorro en Obra Civil y sin afecciones mínimas al terreno.

-MÁXIMA PRECISIÓN

La reducida cantidad de elementos móviles unido al software de seguimiento, permiten un seguimiento preciso del sol.

-MAYOR DISPONIBILIDAD.

Es el único tipo de seguidor que logramos encontrar para poder adquirir desde nuestro país y que estuviera a un costo más accesible.

III.4 Datos técnicos seguidores.

Modelo : etatrack 1500 – lorentz (Figura III.4).

Numero de ejes : un eje .

Potencia por año : 1,5 kWh.

Angulo de elevación : 0 a 45°

Angulo este – oeste : 90° activo



Figura III.4 Seguidor solar etatrack 1500.

Modelo : etatrack active 400 (Figura III.5).

Numero de ejes : un eje

Potencia por año : 1,25 kWh.

Angulo de elevación : 0 a 45°

Angulo este – oeste : 90° activ



Figura III.5 Seguidor solar etatrack active 400

III.5 Cotización

Tabla III.1 Cotización del seguidor solar.

Seguidor solar	Precio en pesos
Seguidor solar de 1 eje 15 m ² – etatrack 1500 – lorentz	\$1.935.807
Seguidor solar de 1 eje etatrack active 400 (4m ²)	\$530.646

El seguidor que se escogerá en el proyecto, será el seguidor etatrack 1500 (ANEXO A6), debido a que nos permite instalar la cantidad de paneles requeridos para lograr la energía eléctrica requerida por el hogar. Además nos deja espacio para la instalación de otros módulos en el caso que se requiera.

Capítulo IV: Ley 20571

IV.1 Objetivo ley 20571

El objetivo de la Ley es Otorgar a los clientes de las empresas distribuidoras el derecho a generar su propia energía eléctrica, auto consumirla y vender sus excedentes energéticos a las empresas distribuidoras (Figura IV). Esta ley entró en vigencia el 22 de octubre del 2014 con el nombre de ley de generación distribuida, ley de facturación neta, ley de net-billing y ley net-metering.

Se pueden utilizar sistemas basados en ERNC o de cogeneración eficiente, de hasta 100 KW (por ejemplo, sistema FV).

Solo se pueden utilizar paneles solares autorizados por la superintendencia de electricidad y combustible (SEC). Lo mismo aplica para los inversores que se utilizan en los sistemas fotovoltaicos.

Los equipos autorizados, que se encuentran en la página del SEC (Electricidad SEC > Energías Renovables No Convencionales > Ley de Generación Distribuida > Equipamiento Autorizado), además deben cumplir con otros requerimientos adicionales que exige la norma técnica (que se encuentra en la página del SEC, electricidad SEC – energía renovable no convencionales- ley de generación distribuidora- norma técnica e instructivos SEC).

La empresa distribuidora no puede rechazar una solicitud de conexión, pero si puede pedir correcciones en caso que exista algún error o el sistema no cumpla con los requisitos que exige la ley.



Figura IV.1 Ley de generación distribuida.

Para poder poner en marcha el proceso de conexión, se debe realizar a través de un instalador eléctrico calificado y autorizado (Figura IV.2).

Existen diferentes costos de conexión asociados como:

- Costo de tramitación y conexión
- Eventuales costos de obras adicionales en la red de distribuciones
- Procedimiento de conexión

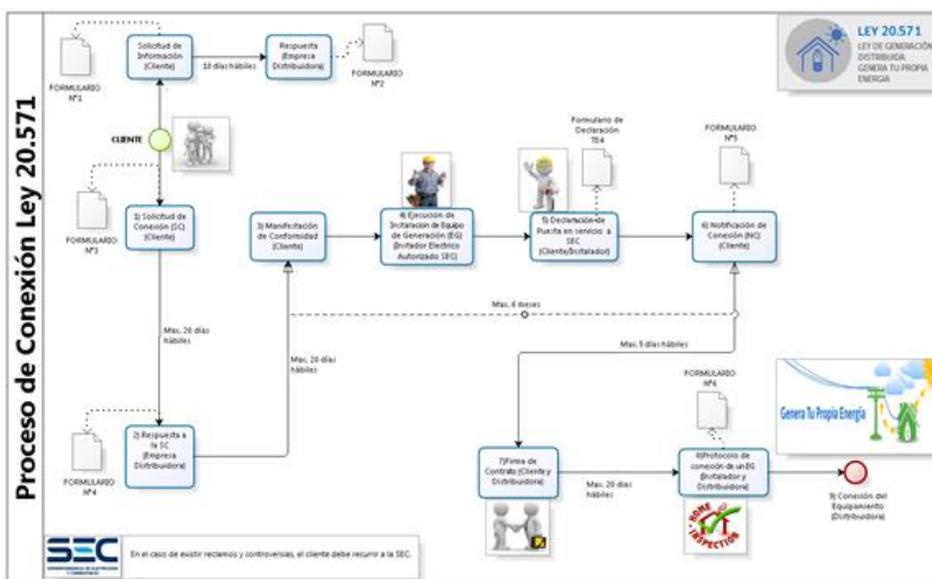


Figura IV.2 Proceso de conexión ley 20.571

Tabla IV.1 Tarifas de servicios no regulados asociados a la distribución eléctrica.

Atención domiciliaria BT Aérea.	\$15.000 pesos.
Respuesta a Solicitud Formulario 1.	0.6 UF
Cambio de Medidor (a medidor bidireccional).	1.2 UF
Supervisión puesta en servicio Equipo Generador.	0.8 UF

La conexión tiene un valor de 85 mil pesos aproximadamente en Laja. Aunque este valor no incluye el costo del medidor bidireccional, ni el cambio de otras piezas o componentes del empalme o de la caja del medidor como por ejemplo:

Cambio de caja del medidor, montaje de caja del medidor, cambio de acometida a la caja del medidor, cambio de acometida interior a caja del medidor, cambio de transformadores de corriente y voltaje.

Los valores pueden ser distintos para otras zonas del país.

Se debe realizar un cambio de medidor, ya que, se requiere que registre los consumos y las inyecciones de energía (medidor bidireccional).

La energía que se le inyecta a la red se valoriza al mismo precio que la energía consumida. En el caso de tarifas residenciales (BT1), no se debe confundir el cargo por energía con el precio de la energía.

Net-Metering:

Significa medición neta. Se calcula restando la energía consumida con la energía inyectada, en kWh.

Net-Billing:

- Significa factura neta. Se calcula restando la valorización de la energía consumida y la inyectada, en pesos.
- Para todas las tarifas distintas a BT1, la valorización de la energía consumida e inyectada es la misma. En tales casos: “Net-Metering” y “Net-Billing” son equivalentes.

Tarifas BT1

- Todas las tarifas distintas a la BT1 pagan en función de los consumos de energía y potencia, principalmente.
- En la tarifa BT1, parte del cargo por energía es lo que en otras tarifas se asocia el pago por potencia.
- El pago por potencia está destinado principalmente a financiar la infraestructura para la distribución de energía.

Para la instalación se debe aplicar documentos regulatorios a la ley 20.571(Figura IV.5) los cuales son:

- Ley 20.571
- Reglamento decreto N°71
- Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión (Figura IV.6).
- Resolución SEC N° 5308: Autorización de Equipamiento.
- Instrucción Técnica SEC N° 02/2014: Diseño y Ejecución de las Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a Red.
- Procedimiento de Comunicación de Puesta en Servicio de Generadoras Residenciales.
- Otros.

En caso de algún conflicto, se debe acudir a la superintendencia de electricidad y combustible o contactar a proveedores de sistemas de generación y/o a empresas distribuidoras.

Para más información se puede orientar en los siguientes sitios web:

- <http://www.minenergia.cl/ley20571/>
- <http://www.sec.cl> => Ley 20.571
- <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar/>

El SEC en este caso cumple el rol de fiscalizar el cumplimiento por parte de los actores que participan en el mercado en cuanto a sus obligaciones (Distribuidoras, Instaladores y Clientes finales). Con el objetivo que las operaciones y el uso de los recursos energéticos no constituyan peligro para las personas y cosas (Figura IV.3).

Resguardar los derechos de todos los actores, con acento en la protección de los derechos de los usuarios (reducción de asimetrías) (Figura IV.4).

Contribuir al desarrollo del sector desde la seguridad y calidad de los energéticos.

Resolver fundadamente reclamos y controversias entre usuarios finales y distribuidoras. Controversias en la tramitación de SC, en observaciones al momento de conectar, modificaciones no aceptadas.

IV.2 Riesgos asociados

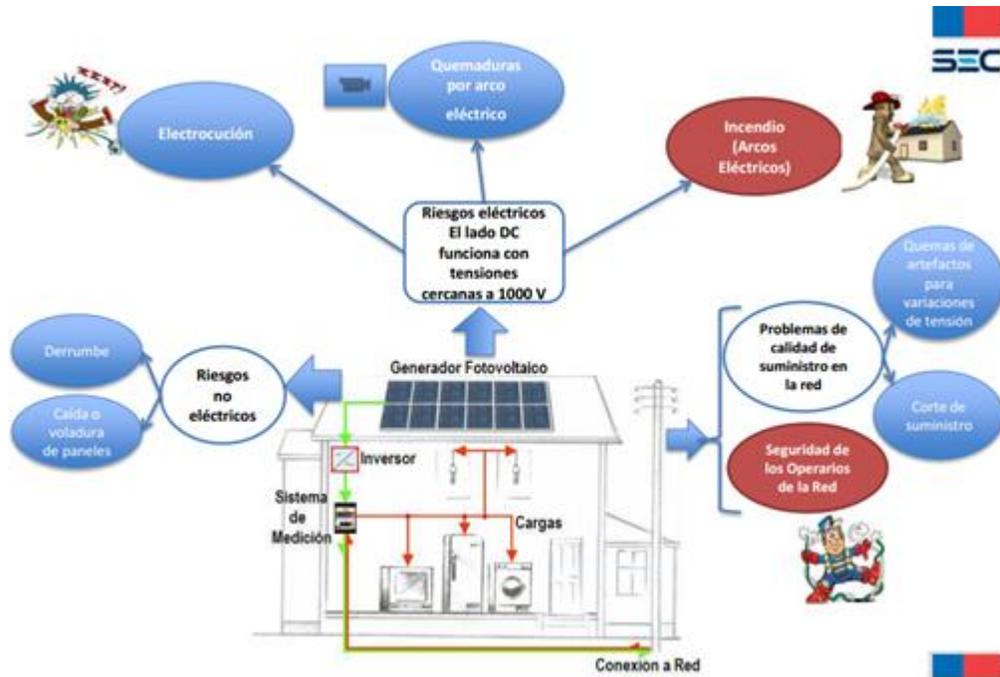


Figura IV.3 Riesgos asociados a instalaciones fotovoltaicas.



Figura IV.4 Daños en una instalación fotovoltaica.

IV.3 Marco legal referencial y marco técnico normativo



Figura IV.5 Marco legal referencial ley 20.571.

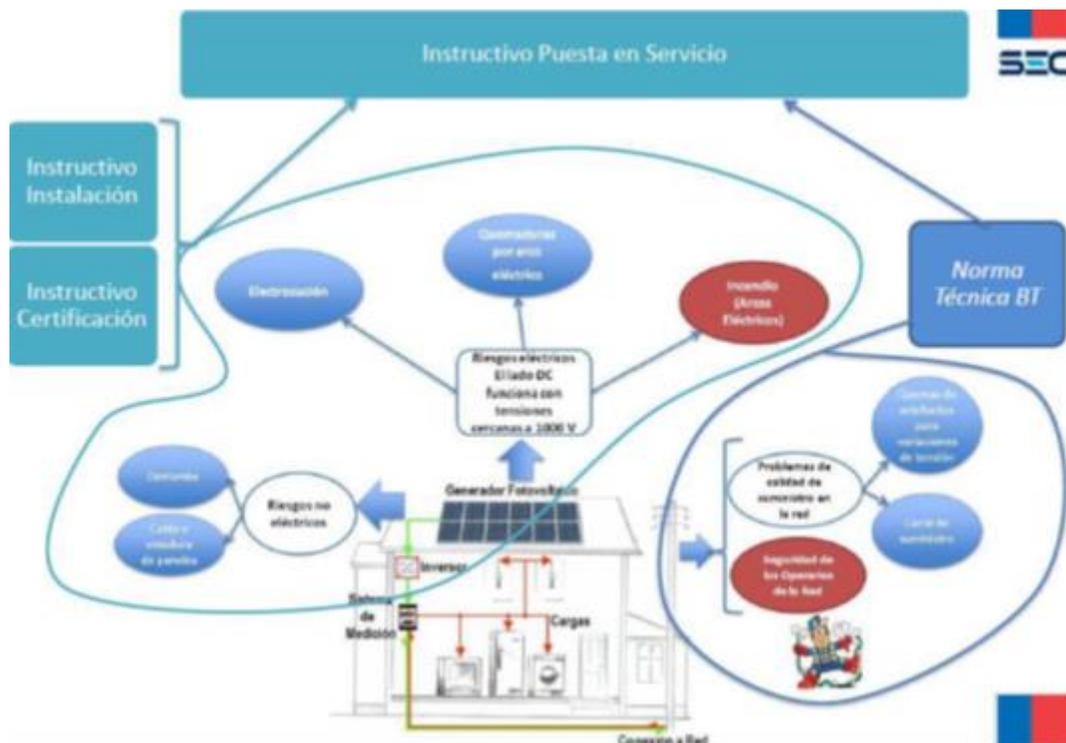


Figura IV.6 Marco técnico normativo ley 20.571.

IV.4 Proceso de inscripción de un sistema fotovoltaico

El proceso se inicia con la presentación de la Figura IV.7. Solicitud de información.

Un Cliente o Usuario Final interesado en conectarse al sistema de distribución eléctrico, puede realizar una Solicitud de Información a la Empresa Distribuidora en referencia al transformador de distribución o alimentador que corresponda, para el diseño adecuado e instalación del Equipo Generador.

Datos del Dueño del Inmueble

Persona natural o representante legal	Nombre completo	Héctor Julián Puentes Figueroa
	R.U.N.	8.285.037-7
Persona jurídica (si corresponde)	Razón Social	
	R.U.T.	

Datos del Solicitante

Persona natural o representante legal	Nombre completo	Miguel Angel Rain Vega
	R.U.N.	18.414.863-3
Persona jurídica (si corresponde)	Razón Social	
	R.U.T.	
Datos del Cliente	Número de Cliente ¹	22666
Datos de Contacto	Nombre completo	Miguel Angel Rain Vega
	Teléfono y/o e-mail	mirain@alumnos.ubiobio.cl

Datos del Lugar de Instalación

Dirección de la instalación	Calle, número	PARCELA 16 PICUL
	Comuna, Ciudad	LAJA
	Lugar de instalación	LAJA

Características del Equipamiento de Generación

Tecnología del EG:	<input type="checkbox"/> A. Sistemas fotovoltaicos sin capacidad de inyectar energía a la red a partir de algún sistema de almacenamiento de energía <input type="checkbox"/> B. Sistemas basado en inversores, excluyendo el anterior <input type="checkbox"/> C. Sistemas basados en máquinas sincrónicas <input type="checkbox"/> D. Sistemas basados en máquinas asincrónicas
<hr/> Lugar y fecha	<hr/> Firma del Solicitante

Figura IV.7 Solicitud de información

1. El número de cliente corresponde al número de identificación del servicio asociado al inmueble donde se instalará el EG, normalmente especificado en las boletas o facturas emitidas por la empresa distribuidora.
2. Lugar de instalación se refiere, al lugar físico donde se instalará el (los) EG(s), como el techo de la casa.

Continúa con la Figura IV.8, respuesta a la solicitud de información.

La empresa distribuidora tiene un plazo de 10 días hábiles para responder con el Figura IV.8

Identificación de la solicitud de información	Número de Solicitud:	
	Número de Cliente:	
	Fecha de la solicitud:	
	Fecha de la respuesta:	
Datos del Solicitante		
Persona natural o representante legal de persona jurídica	Nombre completo	Miguel Angel Rain Vega
	R.U.N.	18.414.863-3
Persona jurídica	Razón Social	
	R.U.T.	
Información Técnica		
Conexión	Propiedad empalme	Cliente <input type="checkbox"/> Empresa Distribuidora <input type="checkbox"/>
	Capacidad del empalme	_____ [kVA]
	Tipo de empalme	<input type="checkbox"/> monofásico <input type="checkbox"/> trifásico
	Opción tarifaria del cliente	
	Identificación Transformador de Distribución Asociado:	ID: Tensiones:___/___[kV]; Potencia:___[kVA]
	Listado de Usuarios o Clientes Finales ya conectados o con SC aprobada para el transformador de distribución asociado	Tecnología ¹
1. A, B, C o D. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		_____ [kW] _____ [kW]
Datos de la red:	Tipo de red BT:	3φ <input type="checkbox"/> 2 φ <input type="checkbox"/> 1 φ <input type="checkbox"/>
	Potencias de Cortocircuito para diseño:	S _{CC trafo} ² : _____ [kVA]
		S _{CC trafo} ³ : _____ [kVA]
		S _{CC red FA} ⁴ : _____ [kVA]
Demanda Mínima:	En horas con sol: _____ [kW] En horas sin sol: _____ [kW] Zona geográfica: 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	
Capacidad Instalada Permitida:	_____ [kW], para sistemas tipo ¹ : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	
En caso de dudas contactar a:		
Nombre:	Teléfono:	_____
E-mail:	Nombre, cargo y firma del responsable de la información	

Figura IV.8 Respuesta a la solicitud de información.

1. A, B, C o D: A. Sistemas fotovoltaicos sin capacidad de inyectar energía a la red a partir de algún sistema de almacenamiento de energía; B. Sistemas basado en inversores, excluyendo el anterior; C. Sistemas basados en máquinas sincrónicas; D. Sistemas basados en máquinas asincrónicas
2. $S_{CC\text{Trafo}}^2$: Nivel de cortocircuito en el lado de baja tensión del transformador de distribución evaluado.
3. $S_{CC\text{Trafo}}^3$: Nivel de cortocircuito en el punto de conexión.
4. $S_{CC\text{redFA}}^4$: Potencia de cortocircuito en un punto ubicado al final del alimentador de BT al cual se desde conectar un Cliente, expresada en kVA.

El desarrollador o consultor interesado, recién en este punto tendrá certeza de la potencia máxima que podrá solicitar a conectar. Esta información hace referencia a la potencia máxima sin adecuaciones, significando esto que en ese nivel de potencia no se requerirían obras adicionales o adecuaciones en la red.

Solicitud de conexión

Para solicitar la conexión de un EG, el Usuario o Cliente Final debe presentar una solicitud de Conexión. La Empresa Distribuidora contestará a dicha solicitud en conformidad con lo establecido en la normativa vigente y según lo requerido en la Figura IV.10 Respuesta a Solicitud de conexión.

Datos del Dueño del Inmueble

Persona natural o representante legal	Nombre completo	
	R.U.N.	
Persona jurídica (si corresponde)	Razón Social	
	R.U.T.	

Datos del Solicitante

Persona natural o representante legal	Nombre completo	
	R.U.N.	
Persona jurídica (si corresponde)	Razón Social	
	R.U.T.	
Datos del Cliente	Número de Cliente ¹	
Datos de Contacto	Nombre completo	
	Teléfono y/o e-mail	

Datos del Lugar de Instalación

Dirección de la instalación	Calle, número	
	Comuna, Ciudad	
	Lugar de instalación	

Características del Equipamiento de Generación

Capacidad Instalada del EG:	_____ [kW]		
¿El EG es capaz de modificar su $\cos\phi$?	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	¿Cuál es el rango?	$\cos\phi = \pm 0, _ _$
Tecnología del EG:	<input type="checkbox"/> A. Sistemas fotovoltaicos sin capacidad de inyectar energía a la red a partir de algún sistema de almacenamiento de energía <input type="checkbox"/> B. Sistemas basado en inversores, excluyendo el anterior <input type="checkbox"/> C. Sistemas basados en máquinas sincrónicas <input type="checkbox"/> D. Sistemas basados en máquinas asincrónicas		
Fuente(s) Energética(s) Primaria(s):	<input type="checkbox"/> solar <input type="checkbox"/> hidráulica <input type="checkbox"/> eólica <input type="checkbox"/> cogeneración <input type="checkbox"/> con sistema de almacenamiento de energía <input type="checkbox"/> otro: _____		
Combustible:	(Sólo para cogeneración) <input type="checkbox"/> biogas <input type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/> gas natural <input type="checkbox"/> petróleo		

Documentos Adjuntos:

Certificado de Dominio Vigente del inmueble del EG, con vigencia no anterior a 3 meses	<input type="checkbox"/>
Se adjunta fotocopia de cédula de identidad de persona natural o jurídica	<input type="checkbox"/>
Se adjunta documento que acredita personería con vigencia no anterior a 30 días de esta solicitud (cuando solicitante es persona jurídica)	<input type="checkbox"/>
Se adjunta mandato autorizado ante notario para la instalación del EG en el inmueble para el solicitante (cuando el solicitante no es dueño del inmueble del EG)	<input type="checkbox"/>
_____	_____
Lugar y fecha	Firma del Solicitante

Figura IV.9 Solicitud de información.

1. El número de cliente corresponde al número de identificación del servicio asociado al inmueble donde se instalará el EG, normalmente especificado en las boletas o facturas emitidas por la empresa distribuidora.
2. Lugar de instalación se refiere, al lugar físico donde se instalará el (los) EG(s), como el techo de la casa.

Documentos que deben adjuntarse a la solicitud:

1. Si el solicitante persona natural: Copia de cédula de identidad.
2. Si el dueño del inmueble es persona jurídica: Documento que acredita personería con vigencia no anterior a 30 días.
3. Si el solicitante no es el propietario del inmueble: Autorización mandato notarial del propietario, con vigencia no anterior a 30 días.
4. Certificado de dominio vigente del inmueble donde se emplazará el Equipamiento de Generación, del Conservador de Bienes Raíces correspondiente, con una vigencia no anterior a 3 meses.

Identificación de la Solicitud de Conexión:	Número de Solicitud:	
	Número de Cliente:	
	Fecha de la solicitud:	
	Fecha de la respuesta:	

Datos del Solicitante

Persona natural o representante legal de persona jurídica	Nombre completo	
	R.U.N.	
Persona jurídica	Razón Social	
	R.U.T.	

Respuesta a la Solicitud de Conexión

Conexión	Ubicación geográfica del punto de conexión:	
	Propiedad empalme:	Cliente <input type="checkbox"/> Empresa Distribuidora <input type="checkbox"/>
	Capacidad del empalme:	_____ [kW]
	Tipo de empalme:	<input type="checkbox"/> monofásico <input type="checkbox"/> trifásico
	Opción tarifaria:	

Respuesta a la Solicitud de Conexión:

Capacidad Instalada Permitida		_____ [kW]
Factor de potencia con el que deberá operar		
Costo de las actividades de conexión:		\$ _____
Obras Adicionales	¿Se requieren Obras Adicionales?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
	¿Se requiere modificación del empalme?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
En caso de requerirse de Obras Adicionales y/o Adecuaciones	Descripción resumida de las Obras Adicionales y/o Adecuaciones:	
	Valorización:	
	Plazo de ejecución:	
	Modalidad de pago:	
_____		_____
Lugar y fecha		Nombre, cargo y firma del responsable de la información

Figura IV.10 Respuesta a la solicitud de conexión.

Documentos Adjuntos:

1. Modelo de Contrato en caso de requerirse en obras adicionales y/o adecuaciones.
2. Descripción de las partidas principales de las Obras Adicionales y/o Adecuaciones, junto a su valorización, plazo de ejecución, modalidad de pago, entre otros.

Emitido el Figura IV.10, el beneficiario tiene un periodo de 20 días hábiles para realizar una manifestación de conformidad. Con lo cual se obtiene un plazo máximo de 6 meses para realizar la construcción del proyecto.

Quizá en este punto pueda generarse un conflicto en relación a la latencia que ocurre entre la presentación del proyecto y la aprobación de este por parte de la comisión.

Capítulo V: Descripción del proyecto y demanda energética

V.1 Descripción del proyecto

Al vivir apartado de la ciudad se tiene grandes beneficios para la salud ya que se puede vivir más tranquilo que en la ciudad, pero al tener tan pequeña densidad de población por metro cuadrado se consta con un limitado stock de víveres y suministros.

Para el transporte a la ciudad o pueblo más cercano se debe de tomar una locomoción pública en el paradero a unos 200 metros de la puerta principal del campo, en caso de tener vehículo o bicicleta por la ruta Q-34. Son aproximadamente 11 kilómetros hasta la ciudad de Laja y el pueblo más cercano Millantu a 4 kilómetros, aproximadamente 5 minutos en vehículo (Figura V.1).



Figura V.1 Ubicación geográfica del campo y ubicación de los paneles solares.

Lo bueno de este terreno es que consta de una tierra fértil y apta para cultivar, aportando a esto el clima que se tiene en la zona y lo más importante que se tiene una gran fuente hídrica, llamado río Huaqui. Donde se puede aprovechar el recurso natural para disfrutar los días de verano y para el riego de plantaciones (Figura V.2).

Para mejorar la calidad de vida y aprovechar los recursos que se tienen, se siembra en todo el año y varios tipos de semillas como por ejemplo los porotos, arvejas, habas, sandías, melones, zapallos, maíz y hasta flores. Teniendo en la mesa siempre verduras y frutas frescas, también se congelan algunos de estos alimentos para tenerlos a disposición todo el año.



Figura V.2 Fotografía de las plantaciones.

El hogar también consta con un equipo de emergencia (Figura V.3) para cuando hay interrupción en la red.

Capacidad estanque combustible: 25 lts.

Modelo: GG6300.

Aceite: SAE 10W30.

Tipo de motor: Bencinero 4 tiempos 389 cc

Marca: Bauker.

Velocidad: 3000 RPM.

Potencia: 5200 W.

Refrigeración Por aire.

Autonomía: 10 hrs.

Dimensiones: 63.5 x 75.8 x 66 cm (Alto x Largo x Ancho).



Figura V.3 generador bencinero GG6300, bauker.

5.2 Demanda energética diaria del hogar

Para poder calcular la cantidad de paneles solares, se necesita previamente conocer cuanta energía se requiere para poder alimentar los consumos eléctricos del hogar. Esta estimación se hace por medio de las boletas eléctricas emitidas por la empresa COOPELAN, las cuales se dan por en kWh mensual entre los meses de agosto hasta agosto entre los años 2015 y 2016.

Tabla V.1 Datos del cliente

Nombre: Héctor Julián Puentes Figueroa
Rut:8.285.037-7
N° de cliente: 22666

Tabla V.2 Datos del suministro

Dirección: PARCELA 16 PICUL, LAJA
Tipo de tarifa contratada: BT1
Potencia conectada: 5 KW
Subestación: los Ángeles
Fecha termino de tarifa: indefinida
Sector tarifario: Coopelan5

Tabla V.3 Consumo eléctrico mensual (kWh/mes).

meses	ago	sep	oct	Nov	Dic	Ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
kWh	76	127	134	141	209	655	482	193	169	185	171	129	172

Por lo tanto, dividiendo por el número de días que tiene el mes, el consumo energético diario del hogar será:

Tabla V.4 Consumo eléctrico diario (kWh/día).

meses	ago	sept	oct	Nov	dic	ene	feb	mar	abr	May	Jun	jul	ago
kWh	2,45	4,23	4,32	4,7	6,79	21,12	17,4	6,22	5,63	5,96	5,7	4,1	5,5

Se puede apreciar el alto consumo de electricidad en los meses de enero y febrero, gracias a las motobombas que sirven para el riego. Estos meses se ven afectados por las altas temperaturas por lo cual se debe mantener más constante el riego para obtener una buena producción.

V.3 Potencia máxima o potencia peak

Además de visualizar el consumo eléctrico del hogar, se debe tener en cuenta un buen dimensionamiento de la potencia máxima en el sistema. Este se lleva a cabo conociendo el funcionamiento del hogar, número de habitantes en el hogar y artefactos eléctricos instalados.

Los artefactos eléctricos más importantes instalados son:

-Electrobomba (Figura V.4):

Marca: Shimge Marlino.

Modelo: JET80L.

Potencia: 0,75 (Hp).

Voltaje: 220 (V).

Velocidad: 2850 r.p.m.

Corriente de entrada: 3,9 (A).

Caudal máximo: 42 (L/min).

Diámetro: 1×1".



Figura V.4 Electrobomba MARLINO

-Refrigerador (Figura V.5):

Marca: Samsung.

Modelo: RL34EGIH.

Voltaje: 220 (V).

Frecuencia: 50 (Hz)

Capacidad: 283 (Lts).

Eficiencia energética: A+.

Peso: 77 (kg).

Consumo mensual: 28,69(kWh/mes).



Figura V.5 Refrigerador/congelador Samsung.

-Congelador (Figura V.6):

Marca: Fensa.

Modelo: FFV 4765 INOX.

Voltaje: 220 (V).

Frecuencia: 50 (Hz)

Capacidad: 165 (Lts).

Eficiencia energética: A+.

Peso: 60 (kg).

Consumo mensual: 20,4(kWh/mes).



Figura V.6 Congelador Fensa

-Lavadora (Figura V.7):

Marca: Fensa.

Modelo: Intelligent Ultra 9890 BG.

Voltaje: 220 (V).

Frecuencia: 50 (Hz)

Capacidad de lavado: 8,5 (kg).

Peso: 32 (kg).



Figura V.7 lavadora Fensa.

-Focos LED (Figura V.8):

Marca: Cronos.

Voltaje: 220 (V).

Frecuencia: 50 (Hz)

LED: Episar.

Lúmenes: 2700 (Lm).

Potencia: 30 (W).



Figura V.8 Foco LED cronos.

-Ampolletas de alta eficiencia (Figura V.9):

Marca: Elfa.

Voltaje: 220 (V).

Frecuencia: 50 (Hz)

Materia base: E27.

Lúmenes: 1220 (Lm).

Potencia: 20 (W).



Figura V.9 Ampolleta Elfa

Tabla V.5 Potencia peak estimada para el hogar

Artefacto	Potencia (W)	Cantidad	Sub total(W)
Motobomba marlino	550	1	550
Ampolletas de alta eficiencia	20	20	400
Reflectores led	30	4	120
televisores	90	4	360
refrigerador	300	1	300
Congelador	300	1	300
hervidor	1500	1	1500
lavadora	300	1	300
computador	200	1	200
Otros artefactos	10% del total	1	403
total(W)			4433

V.4 Estudio de la radiación solar

Para obtener los datos de radiación solar en distintas zonas del planeta, existen múltiples herramientas en la web, algunas especialmente diseñadas para nuestro país, entregando una información detallada para todas nuestras latitudes. El explorador solar de la universidad de Chile es uno de los más conocidos y fácil de utilizar, y será el usado para guiar nuestro estudio. Así podremos ver entre las opciones que tenemos en el mercado comparando su costo monetario y su eficiencia.

V.4.1 Simulación 1

Esta primera simulación se hace con un panel instalado en una posición fija horizontal (paralela a la superficie).

Tabla V.6 Ubicación geográfica de los paneles y tipo de panel

Latitud: -37,3643°	Altura: 59 msnm	inclinación: 0°
Longitud:-72,6432	acimut: 0°	Tipo de Panel: Horizontal

Esta aplicación entrega información de la radiación horizontal para cada mes del año en nuestra ubicación geográfica.

Tabla V.7 Radiación incidente en el plano horizontal (kWh/m²/dia).

	Prom. Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa	3,84	7,13	6,01	4,4	2,7	1,48	1,0	1,2	1,84	3,2	4,3	5,87	6,7
Difusa	1,03	1,21	1,16	0,9	0,8	0,72	0,6	0,6	0,84	1,0	1,3	1,43	1,38
Global	4,87	8,34	7,17	5,4	3,5	2,2	1,6	1,9	2,68	4,3	5,7	7,3	8,07

Tabla V.8 Radiación incidente en el panel en (kWh/m²/dia).

	Prom. Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa	3,84	7,13	6,01	4,48	2,73	1,48	1,04	1,23	1,84	3,25	4,34	5,87	6,7
Difusa	1,03	1,21	1,16	0,99	0,87	0,72	0,64	0,68	0,84	1,07	1,37	1,43	1,38
Suelo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Global	4,87	8,34	7,17	5,47	3,59	2,2	1,67	1,91	2,68	4,33	5,71	7,3	8,07

V.4.2 Simulación 2

Para la siguiente simulación el panel fotovoltaico es instalado en una posición fija con una cierta inclinación, respecto del plano horizontal y el eje central de este plano se orienta con un cierto azimut respecto del norte. Gracias, a la función "optimizar ángulos de instalación", se calculan los ángulos que maximizan el rendimiento del panel para la localidad seleccionada, dando los siguientes resultados.

Tabla V.9 Ubicación geográfica de los paneles y tipo de panel

Latitud: -37,3643°	Altura: 59 msnm	inclinación: 30°
Longitud:-72,6432	acimut: -7°	Tipo de Panel: Orientación Fija

Entregando la información, de la radiación corregida a la inclinación de 30° para cada mes del año en nuestra ubicación geográfica.

Tabla V.10 Radiación incidente en el panel, en kWh/m²/día.

	Prom. Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa	4,38	6,61	6,23	5,44	3,99	2,58	2,01	2,24	2,86	4,21	4,73	5,61	6,02
Difusa	0,96	1,13	1,08	0,93	0,81	0,67	0,59	0,64	0,78	1,0	1,28	1,34	1,28
Suelo	0,08	0,13	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04	0,07	0,09	0,12	0,13
Global	5,42	7,88	7,43	6,45	4,86	3,28	2,63	2,91	3,69	5,27	6,1	7,07	7,43

V.4.3 Simulación 3

En esta simulación el panel fotovoltaico está instalado de forma solidaria a un eje horizontal orientado de norte a sur. Este eje rota de modo que el panel mira hacia el este cuando sale el sol y se va moviendo a lo largo del día para quedar mirando hacia el oeste a la hora de la puesta de sol.

Tabla V.11 Ubicación geográfica de los paneles y tipo de panel

Latitud: -37,3643°	Altura: 59 msnm	inclinación: 0°
Longitud:-72,6432	acimut: 0°	Tipo de Panel: Seguimiento HSAT

Tabla V.13 Radiación incidente en el panel, en kWh/m²/día.

	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa	5,54	9,96	8,57	6,6	4,11	2,3	1,66	1,94	2,79	4,8	6,22	8,21	9,29
Difusa	0,94	1,11	1,06	0,9	0,78	0,65	0,57	0,62	0,76	0,97	1,25	1,31	1,26
Suelo	0,1	0,16	0,14	0,11	0,07	0,05	0,04	0,04	0,06	0,09	0,11	0,14	0,15
Global	6,57	11,22	9,76	7,61	4,96	3,0	2,27	2,6	3,6	5,86	7,58	9,66	10,7

V.5 Comparación entre las simulaciones

Gracias a la simulación hecha se tabulo los resultados y gráfico. comenzando con la radiación global incidente en el panel solar, observando que en la figura V.10 el seguimiento HSAT aprovecha mejor las horas de sol gracias a su sistema de seguimiento de la radiación solar, superando al sistema de orientación fija optima, con creces entre meses octubre y marzo, como también al tipo de sistema horizontal. Comparando entre las otras dos opciones más económicas, la orientación fija óptima aprovecha mejor el movimiento del sol gracias a la elevación que tiene y la orientación.

Tabla V.14 radiación global incidente en el panel solar en kWh/m²/día.

Tipo de panel	Horizontal	posición fija optima			Seguimiento HSAT		
tipo de radiación	Global	Directa	Difusa	total	Directa	Difusa	total
Promedio Anual	4,87	4,38	0,96	5,34	5,54	0,94	6,48
Ene	8,34	6,61	1,13	7,74	9,96	1,11	11,07
Feb	7,17	6,23	1,08	7,31	8,57	1,06	9,63
Mar	5,47	5,44	0,93	6,37	6,6	0,9	7,5
Abr	3,59	3,99	0,81	4,8	4,11	0,78	4,89
May	2,2	2,58	0,67	3,25	2,3	0,65	2,95
Jun	1,67	2,01	0,59	2,6	1,66	0,57	2,23
Jul	1,91	2,24	0,64	2,88	1,94	0,62	2,56
Ago	2,68	2,86	0,78	3,64	2,79	0,76	3,55
Sep	4,33	4,21	1	5,21	4,8	0,97	5,77
Oct	5,71	4,73	1,28	6,01	6,22	1,25	7,47
Nov	7,3	5,61	1,34	6,95	8,21	1,31	9,52
Dic	8,07	6,02	1,28	7,3	9,29	1,26	10,55

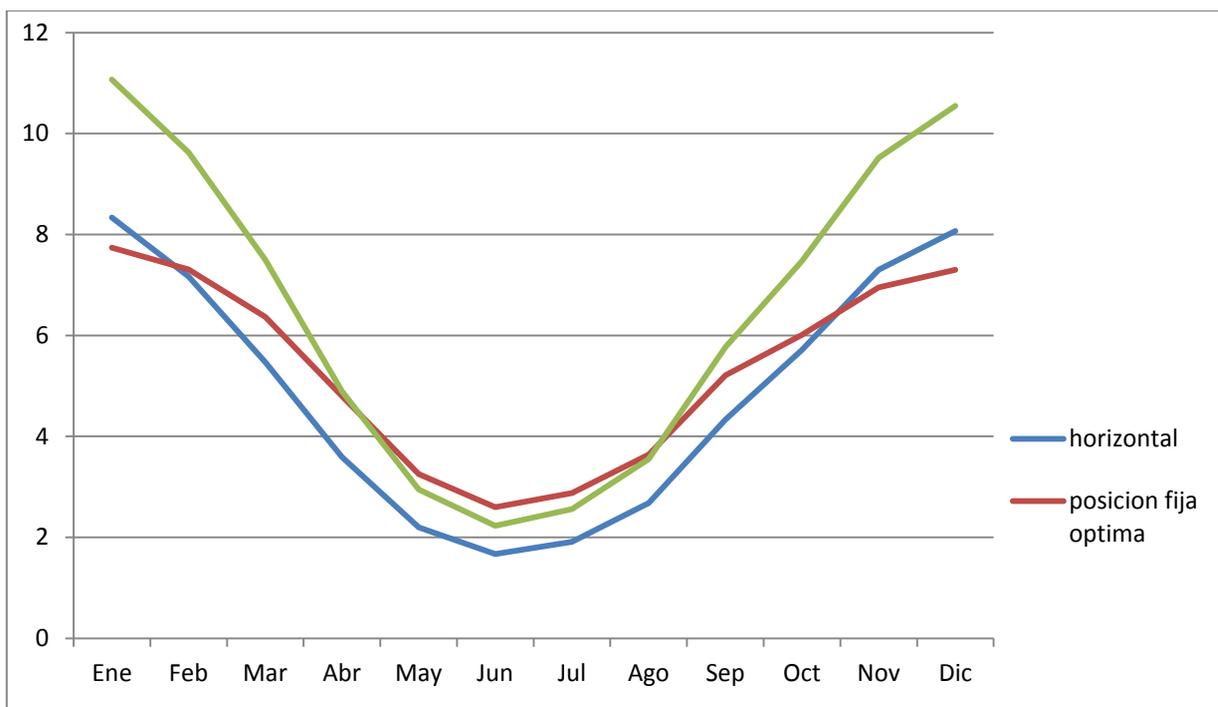


Figura V.10 comparación de la radiación global incidente en el panel solar,

V.6 Estudio de nubosidad y temperatura.

Este estudio nos sirve para ver, como incidirán las nubes en los paneles solares, además de cómo va afectar la temperatura ambiental en nuestros equipos.

Tabla V.15 Ciclo Anual de Frecuencia de Nubes, en %.

mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
%	7,9	9,2	11,2	16	19,9	20,8	2,5	22,2	18,9	20,1	16,5	13,1	16,4

Tabla V.16 Ciclo Anual de Temperatura Ambiental, en °C.

meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
°C	15.7	15.9	15.3	12.9	10.4	9.8	7.8	7.9	9.2	11.0	12.9	14.	11.9

Se puede observar que las temperaturas no superan los 16°C, lo que es bueno para los elementos que utilizaremos, ya que si las temperaturas son muy extremas, los equipos se ven afectados en su rendimiento y sus funciones. También se puede apreciar que en el invierno es donde más se concentran las nubes, siendo estos meses donde hay menos radiación solar.

V.7 Selección y cálculo de los paneles solares

La elección de los paneles solares no depende de las marcas o países de procedencia, depende del precio, características constructiva y años de garantía. En donde las marcas más fiables en el mercado mundial se rigen por la garantía que estas puedan entregar al cliente.

Por lo general, el fabricante nos entrega una garantía de 20 años, pero no se tiene certeza de que el fabricante siga existiendo dentro de los próximos 20 años a menos que sea una marca "bancable".

Las marcas denominadas "bancables", son aquellas a las cuales los bancos entregan financiamiento, en donde, los bancos analizan principalmente que la marca desarrolle un producto de alta calidad, sean responsables en los tiempos de entrega, tengan proyectos ya realizados, además de una estabilidad financiera y capacidad de producción.

Para este proyecto se seleccionó el panel solar marca JA solar de 310 Watts con las siguientes características extraídas del manual:

Tabla V.17 Parámetros eléctricos del panel solar.

Parámetros eléctricos	
Tipo	JAM6 72-310/SI
Potencia nominal máxima bajo condiciones estándar (Watts)	310
Voltaje en circuito abierto (Voc/volt)	45,57
Tensión de alimentación máxima (Vmp/volt)	37,04
corriente de cortocircuito(Isc/amperes)	8,85
corriente de alimentación máxima(Imp/amperes)	8,37
eficiencia del módulo[%]	15,99

Tabla V.18 parámetros mecánicos del panel solar.

parametros mecánicos	
Celda(mm)	Mono 156x156
Peso(kg)	22,5(aprox.)
Dimensiones(LxAXA)(mm)	1956x991x45
Tamaño de la sección transversal del cable(mm2)	4
N° de celdas y conexión	72(6x12)
Caja de conexiones	IP67, 3 diodos
Conector	MC4 Compatible

Una forma rápida de calcular la producción de energía en un panel solar es el producto entre la superficie del panel, eficiencia del panel y radiación. Por las características eléctricas que posee el panel (Tabla V.17), la eficiencia es de un 15,99 % y la superficie del panel se debe de calcular por producto entre el largo 1956 mm (Tabla V.18) y el ancho 911 mm. (Tabla V.18).

$$S_{panel} = L_{panel} \cdot A_{panel}$$

$$S_{panel} = 1,956 (m) \cdot 0,991(m)$$

$$S_{panel} = 1,938 m^2$$

Donde:

S_{panel} : Superficie del panel, en metros cuadrados.

L_{panel} : Largo del panel, en metros.

A_{panel} : Ancho del panel, en metros.

$$E_{panel} = S_{panel} \cdot Ef_{panel} \cdot R$$

Dónde:

E_{panel} : Energía producida por un panel, en kWh/día.

S_{panel} : Superficie del panel, en metros cuadrados.

R : Radiación incidente en el panel solar, en kWh/m².

Por lo tanto, la energía producida por un panel solar con los distintos tipos de posicionamiento, será:

Tabla V.19 Energía producida por un panel solar (kWh/día).

Tipo de posicionamiento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Seguimiento HSAT	3,43	2,98	2,31	1,51	0,91	0,68	0,78	1,09	1,78	2,31	2,95	3,26
posicion fija optima	2,38	2,25	1,96	1,47	1,01	0,79	0,89	1,12	1,61	1,86	2,15	2,25

Comparando la energía producida por distintos números de panel solares en distintos tipos de posicionamiento y el consumo eléctrico diario se tiene la figura V.20:

$$E_{N^\circ \text{ paneles}} = E_{\text{panel}} \cdot N^\circ$$

Dónde:

E_{panel} : Energía producida por un panel, en kWh/día.

$E_{N^\circ \text{ paneles}}$: Energía producida por N° panel, en kWh/día.

N° : número de paneles solares.

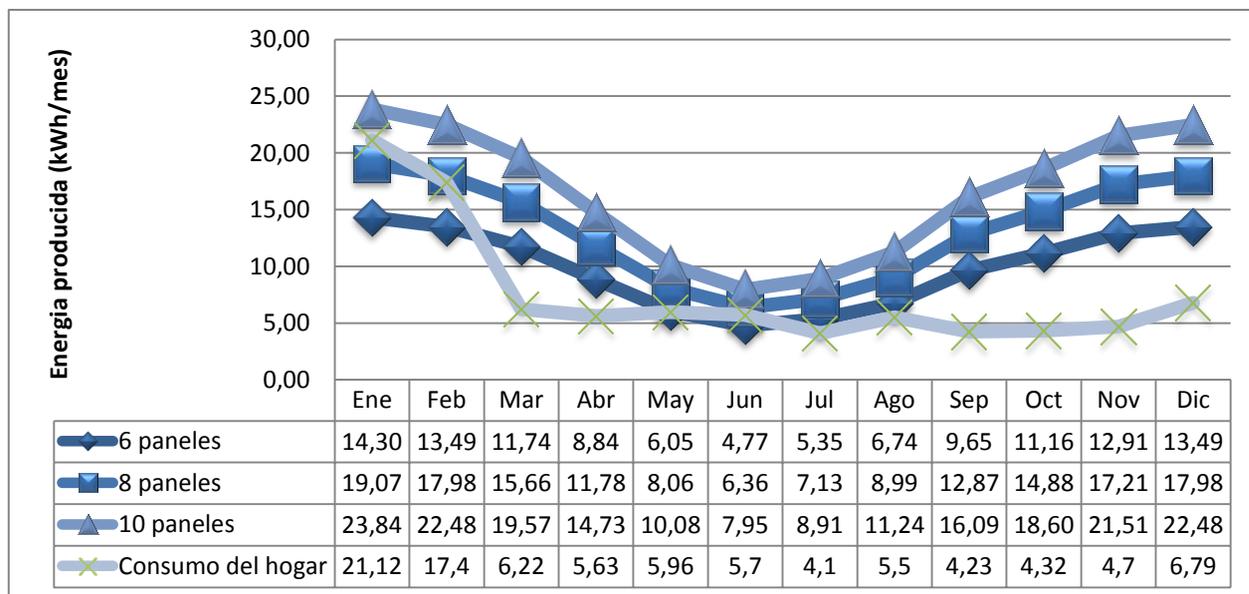


Figura V.20 Gráfico de la potencia generada por distinta cantidad de paneles solares respecto al consumo del hogar, en posición fija óptima.

Para que el usuario tenga una independencia del sistema y no ocupar un generador de emergencia se debe de utilizar 10 paneles solares, ya que con 8 paneles solares hay meses del año en el cual el consumo sobrepasa la generación de energía.

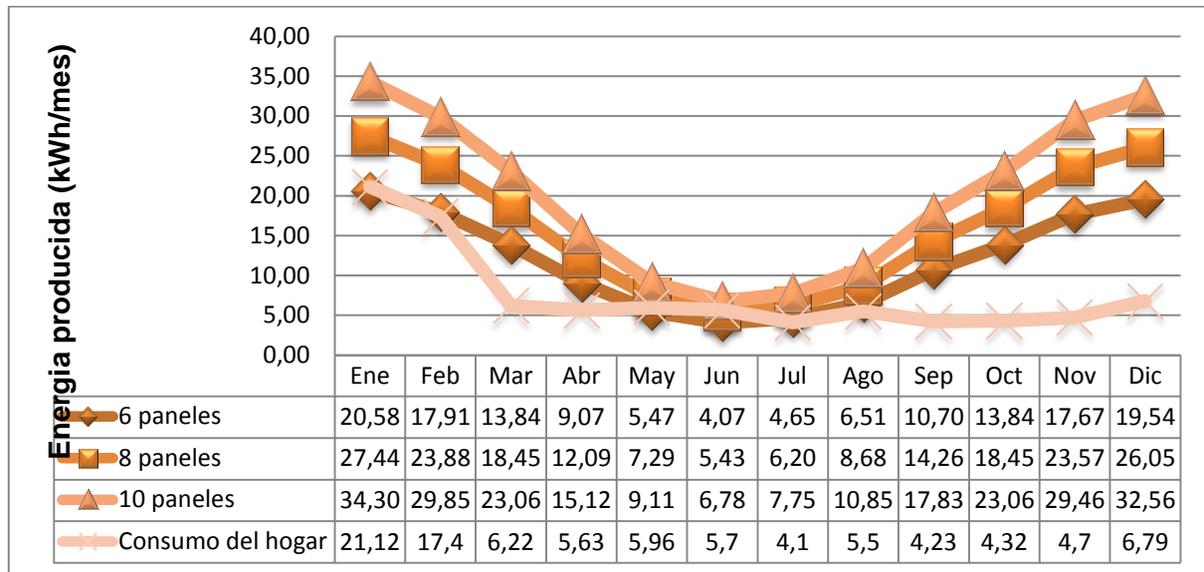


Figura V.21 Gráfico de la potencia generada por distinta cantidad de panel solar respecto al consumo del hogar, con sistema de seguimiento del sol.

En este caso se puede utilizar 8 paneles solares, generando varios meses exceso de energía pero minimiza el uso de grupos de electrógenos de apoyo, disminuyendo por consiguiente gastos de combustible y traslado del mismo. También, pensando que en una futura ampliación no se utilizara 6 paneles.

Capítulo VI: Sistema off-grid

Este sistema independiente del sistema el cual consta de un inversor, el cual hace el trabajo de regular la sobrecarga y descarga completa de las baterías, entre otras de sus funciones (Figura VI.1). Además, debe de ir acompañado de un regulador de carga el cual está encargado de manejar el voltaje generado por los paneles solares, así evitando una tensión menor a la de las baterías.

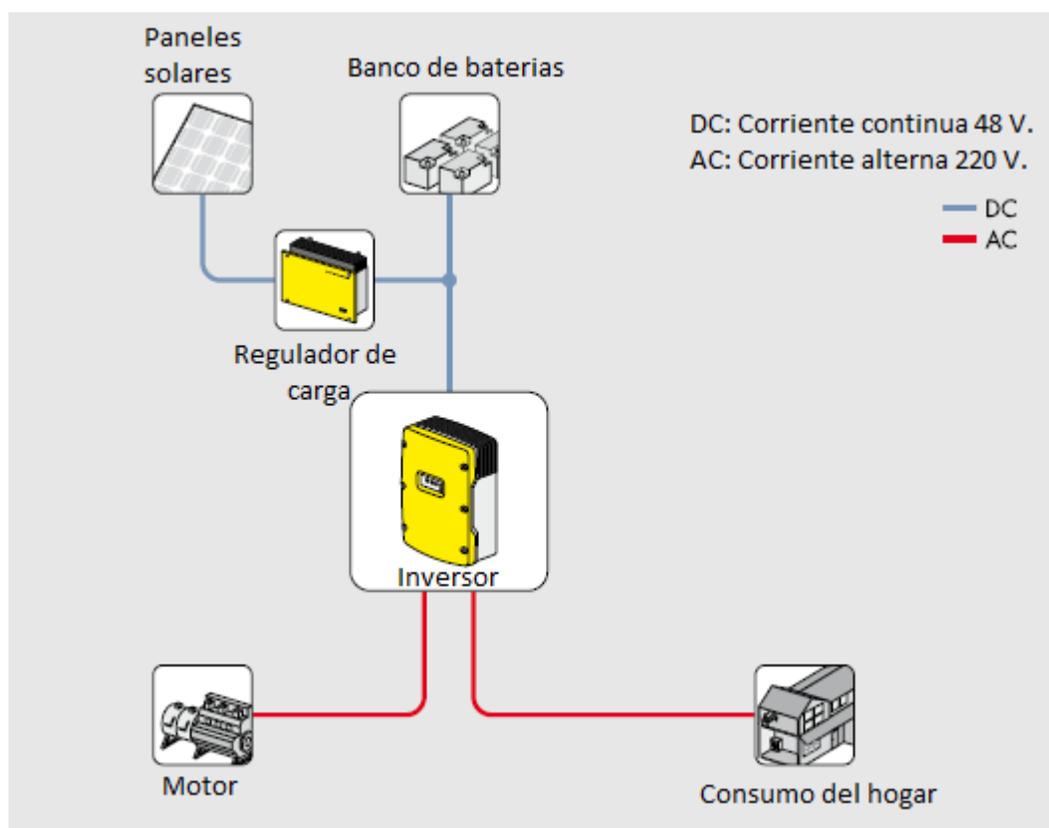


Figura VI.1 Esquema del sistema off-grid.

VI.1 Inversor

Para el dimensionamiento del inversor se debe de tener en cuenta, la radiación incidente en el panel solar (Tabla V.14), comparándolo con el consumo eléctrico del hogar (Tabla V.4). También se debe de considerar la potencia máxima para el sistema (Tabla V.5).

De acuerdo a los resultados, se utilizara el inversor SMA 6.0H Sunny Island porque trabaja a una potencia constante de 4600 Watts, además tiene las siguientes características:

-Gestión de batería: Consiste en determinar el estado de la carga, evitando así una sobre carga o descarga de las baterías. Además, gracias a su avanzada forma automática estrategia de carga más adecuada al tipo de batería y situación, permite realizar cargas completas de manera periódica.

-Gestión de carga: En el caso de que no exista ningún generador de emergencia o la energía no es suficiente, la gestión de carga desconecta los equipos consumidores por medio de un deslastre de carga.

-En caso de deslastre de carga de nivel uno, se desconectara todo el sistema. En caso de deslastre de nivel dos, actuara un contactor desconectando los consumos que no son críticos. Solo cuando vuelve el estado de carga a disminuir, se desconectarán los otros equipos restantes.

-Gestión de generador: esta gestión controla al generador por medio de una señal de inicio y finalización, permitiendo conectar y desconectar el generador sin interrupción.

Tabla VI.1 Ficha técnica del inversor sunny island 6.0H.

Tabla de datos	
Salida de CA (equipo consumidor / red aislada)	
Tensión asignada de red / rango de tensión de CA	230 V / 202 V ... 253 V
Frecuencia nominal / rango de frecuencia (ajustable)	50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz
Potencia asignada (a $U_{nom}, f_{nom} / 25\text{ °C} / \cos \phi = 1$)	4 600 W
Potencia de CA a 25 °C durante 30 min / 5 min / 3 s	6000 W / 6800 W / 11000 W
Intensidad asignada / corriente de salida máxima (pico)	20 A / 120 A
Coefficiente de distorsión no lineal de tensión de salida / factor de potencia para la potencia	< 4 % / -1 ... +1
Entrada de CA (generador, red o MC-Box)	
Tensión asignada de entrada / rango de la tensión de entrada de CA	230 V / 172,5 V ... 264,5 V
Frecuencia asignada de entrada / rango de frecuencia de entrada permitida	50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz
Corriente máxima de entrada de CA	50 A
Potencia máxima de entrada de CA	11500 W
Batería de entrada de CC	
Tensión asignada de entrada / rango de tensión de CC	48 V / 41 V ... 63 V
Corriente de carga máxima de la batería / corriente de carga asignada	110 A / 100 A
Tipo de batería / capacidad de la batería (rango)	FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah
Regulación de carga	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas
Rendimiento / consumo característico	
Rendimiento máximo	95%
Consumo característico sin carga / en espera	< 26 W / < 4 W
Dispositivo de protección (equipo)	
Cortocircuito / sobrecarga de CA	● / ●
Protección contra polarización inversa de CC / fusible de CC	— / —
Sobrecalentamiento / descarga total de la batería	● / ●
Categoría de sobretensión según IEC 60664-1	III
Datos generales	
Dimensiones (anchura x altura x profundidad)	467 mm x 612 mm x 242 mm
Peso	63 kg
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C
Clase de protección según IEC 62103	I
Clase climática según IEC 60721	3K6
Clase de protección según IEC 60529	IP54
Características / función	
Manejo y pantalla / relé multifunción	Externo mediante SRC-20 / 2
Sistemas trifásicos / conexión en paralelo	● / ●
Desviación integrada / funcionamiento multiclúster	— / ●
Cálculo del nivel de carga / carga completa / carga de compensación	● / ● / ●
Arranque suave integrado / asistencia de generador	● / ●
Sensor de temperatura de la batería / cables de comunicación	● / ●
Certificados y autorizaciones	www.SMA-Solar.com
Garantía (5 / 10 / 15 / 20 / 25 años)	● / ○ / ○ / ○ / ○
Accesorios	
Cables de la batería / fusibles de la batería	○ / ○
Interfaz SI-COMSMA (RS485) / SI-SYSCAN (multiclúster)	○ / ○
Arranque avanzado del generador "GenMan"	○
Relé de deslastre de carga / medición externa de la corriente de la batería	○ / ○
Modelo comercial	SI6.0H-10
● Equipamiento de serie ○ Opcional — No disponible	

VI.2 Regulador de carga

El regulador de carga es un convertidor que baja el voltaje generado por los paneles fotovoltaicos al nivel de voltaje de las baterías, para así poder cargarlas. Durante el funcionamiento, el voltaje de los paneles solares no deberá ser menor a 5 volt y no superar la tensión de las baterías.

Para este caso se utilizara el regulador de carga SMA Sunny charger 50, ajustando la cantidad de paneles en una configuración óptima. Se debe ajustar la configuración de los paneles en función de las condiciones del regulador de carga, haciéndose necesario saber el voltaje de circuito abierto del panel y la corriente nominal, de los paneles. Las características del regulador de carga, son las siguientes:

Tabla VI.2 Ficha técnica del regulador de carga SMA Sunny Charger 50.

Datos técnicos			
	12 V	24 V	48 V
Entrada (generador fotovoltaico)			
Potencia fotovoltaica máx.	630 W	1.250 W	2.400 W
Tensión máx. de CC	140 V CC	140 V CC	140 V CC
Rango óptimo de tensión MPPT	25 V – 60 V	40 V – 80 V	70 V – 100 V
Número de seguidores del punto de máxima potencia (MPP) 1 1 1			
Corriente fotovoltaica máx.	40 A	40 A	40 A
Salida (batería)			
Potencia nominal de CC hasta 40 °C	600 W	1.200 W	2.400 W
Tensión nominal de la batería	12 V	24 V	48 V
Rango de tensión CC (ajustable)	8 V – 15,6 V	16 V – 31,5 V	36 V – 65 V
Tipo de batería Baterías de plomo selladas y cerradas			
Corriente de carga máx. / corriente de carga constante	50 A / 50 A	50 A / 50 A	50 A / 50 A
Regulación de carga	IUoU	IUoU	IUoU
Rendimiento			
Rendimiento máx.	98%	98%	98%
Rendimiento europeo	97,30%	97,30%	97,30%
Protección del equipo			
Polarización inversa de CC	•	•	•
Resistencia al cortocircuito	•	•	•
Protección contra sobrecargas	•	•	•
Protección contra sobretensión y subtensión	•	•	•
Protección contra temperatura excesiva o insuficiente	•	•	•
Datos generales			
Dimensiones (ancho / alto / fondo) en mm	421 / 310 / 143	421 / 310 / 143	421 / 310 / 143
Peso	10 kg	10 kg	10 kg
Clase de protección (según CEI 60529)	IP65	IP65	IP65
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Humedad del aire	0 % – 100 %	0 % – 100 %	0 % – 100 %
Consumo característico diurno	< 5 W	< 5 W	< 5 W
Consumo característico nocturno	< 3 W	< 3 W	< 3 W
Características y funciones			
Indicación	LED de varios colores	LED de varios colores	LED de varios colores
Parametrización	Plug and Play en combinación con interruptor DIL SI 5048, SI 2224, SI 2012 (se requiere Sync Bus Piggy-Back) para aplicaciones independientes		
Funcionamiento en paralelo	Hasta 4 equipos	Hasta 4 equipos	Hasta 4 equipos
Interfaz: Sync Bus Piggy-Back	○	○	○
Sensor de temperatura externo (tipo KTY)	○	○	○
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Certificados y autorizaciones	CE	CE	CE
Designación de tipo	SIC50-MPT	SIC50-MPT	SIC50-MPT
● De serie ○ opcional — no disponible			

Seleccionado el regulador de carga, la ficha técnica nos indica que tiene un voltaje máximo de 140 volts y una corriente de entrada de 40 A. además, nuestra ficha técnica de los paneles solares (TABLA V.17 y V.18) indica que el voltaje de circuito abierto para este caso es 45,57 Volts y una corriente nominal de 8,37 Amperes, por lo tanto.

Tabla VI.3 Conexión de los paneles solares con sus respectivos voltajes y corrientes.

Conexión de los paneles	Serie							Paralelo		
	1	2	3	4	6	8	10	2	3	4
Resultado	45,57	91,14	136,71	182,28	273,4	364,56	455,7	16,74	25,11	33,48
Unidad de medida	Volts							Amperes		

Concluyendo que se es necesario utilizar dos reguladores de carga, conectados en paralelo (Figura VI.2). Ya que la potencia máxima fotovoltaica, conectada a un banco de baterías de 48 volts, es de 2400 watts, limitándonos a un máximo de 7 paneles solares por regulador. Para el sistema fijo óptimo se utilizara 6 paneles (Figura VI.3) en uno de los reguladores y los otros 4 paneles (Figura VI.4) en el otro regulador. Mientras que en el sistema de seguimiento solar, se conectarán 4 paneles en uno de los reguladores y 4 en el otro regulador. Siendo este nuestro nuevo esquema.

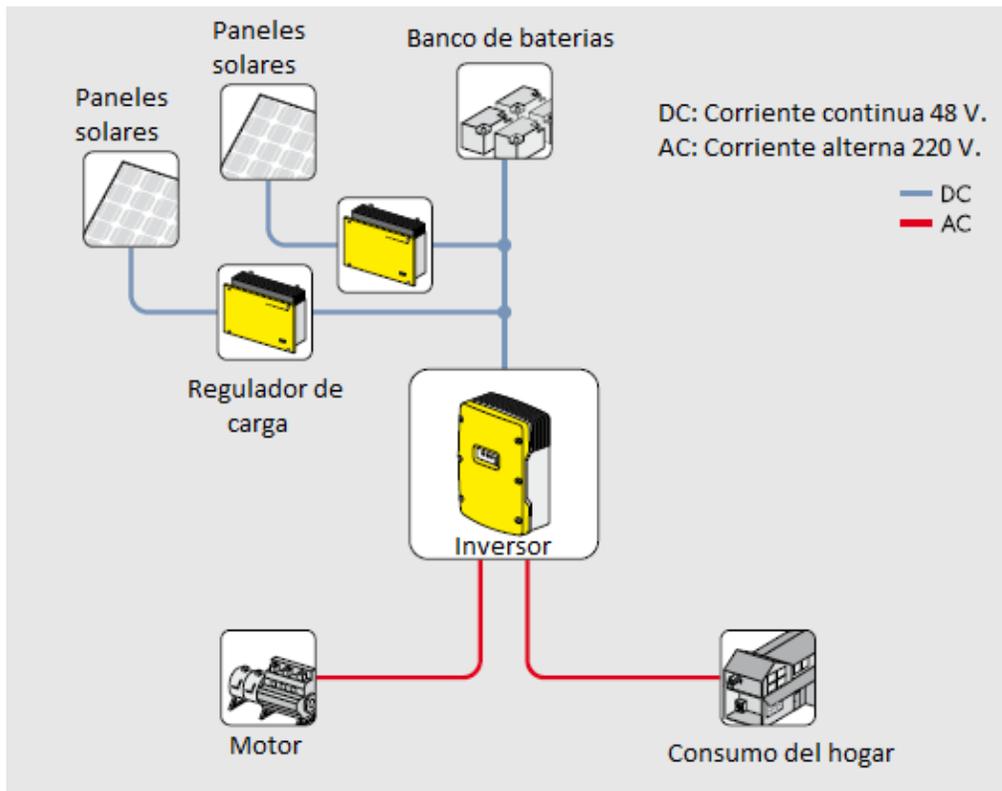


Figura VI.2 Esquema del sistema off-grid con dos reguladores de carga

Por consiguiente, la distribución de los paneles sera:

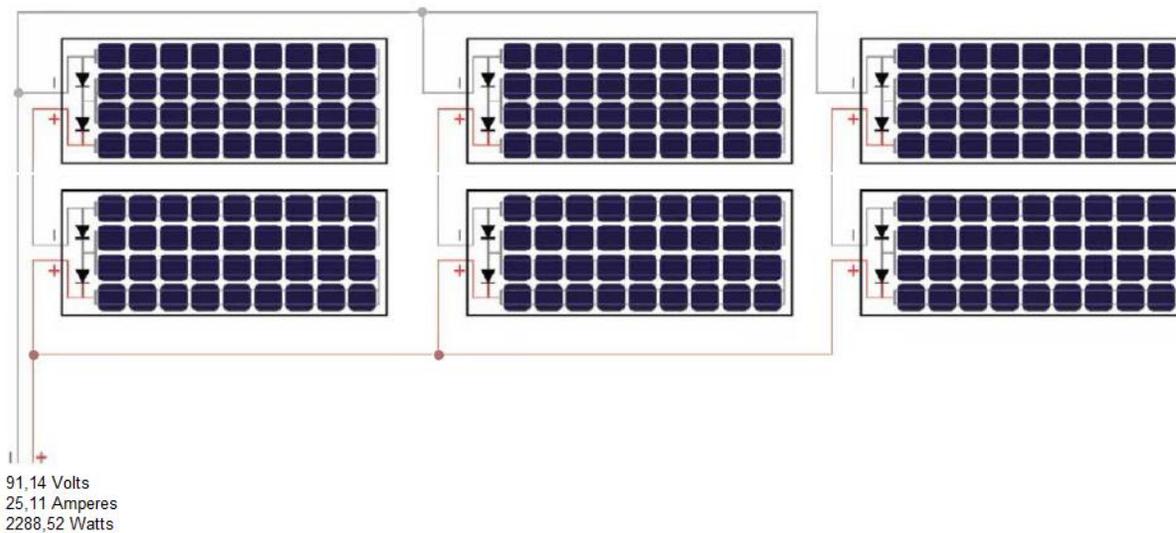


Figura VI.3 distribución de 6 paneles solares, conexión mixta.

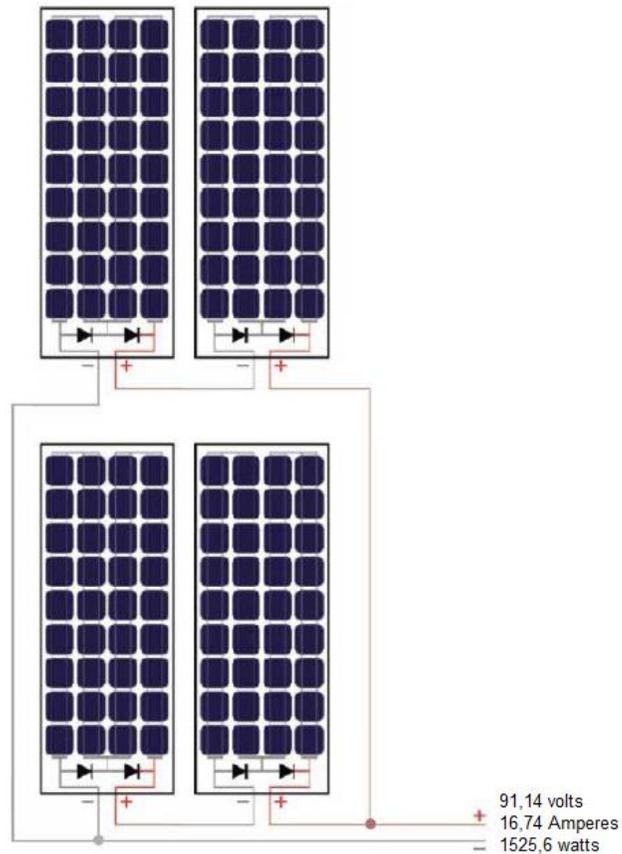


Figura VI.4 distribución de 4 paneles solares, conexión mixta.

VI.3 Baterías

Las baterías son el elemento más frágil de un sistema fotovoltaico, es necesario cuidar de la energía que se es sacada de esta de manera tal que se prolongue su vida útil.

Para sistemas fotovoltaicos y eólicos es recomendable el uso de baterías de ciclo profundo.

Una batería de ciclo profundo no es igual a una batería automotriz. Ambas baterías parten de que son plomo - ácido y que usan precisamente la misma química de operación. La diferencia radica en la forma que ambas optimizan su diseño.

Una batería de ciclo profundo es diseñada para proveer una cantidad constante de corriente durante un período de tiempo largo. Se pueden descargar más profundamente de manera consecutiva y sus placas son de mayor grosor. Con un buen mantenimiento suelen durar de 4 a 5 años. Para una vida útil larga no se debería descargar las baterías más que 20% - 30% de la capacidad total (tratar de mantener siempre 70% - 80% de la carga).

La batería (Figura VI.5) por la que se optó tiene las siguientes características:

Tipo: Batería de plomo, tipo VRLA-AGM.

Voltaje: 12 V

Capacidad: 100 Ah (20 Hr)

Terminal: T19

Medidas: 325 x 217 x 167 mm (alto-largo-

Ancho)

Alto total: 233 mm (Considerando los

conectores)

Peso: 25,1 Kg.



Figura VI.5 batería chisol 6-FM-100, AGM Ciclo Profundo.

Cantidad de baterías.

De los consumos eléctricos diarios (Tabla VI.4), se tiene que la energía máxima requerida es de 21,12 kWh/día aproximándola a un 22 kWh/día. Definiendo también como nuestra profundidad máxima de descarga en un 70%.

Por lo tanto, una batería estándar de 100Ah y 12 volts, es capaz de acumular un total de:

$$E_{Bat} = C \cdot V = 100 (Ah) \cdot 12 (V) = 1,2 (kWh)$$

Dónde:

E_{Bat} : Energía capaz de acumular en su 100%, en kilo watts hora.

C: Capacidad de la batería, en Amperes hora.

V: Voltaje de la batería, en Volts.

Como se definió una carga máxima de un 70%, la energía útil real de la batería estaría dado por:

$$E_{util} = E_{Bat} \cdot D = 1,2 (kWh) \cdot 70\% = 0,84 (kWh)$$

Dónde:

E_{util} : Es la energía útil real de la batería, en kilo watts hora.

E_{Bat} : Energía capaz de acumular en su 100%, en kilo watts hora.

D: Descarga máxima, en por ciento.

Como anteriormente se había definido se necesitan almacenar 22 kWh, por lo tanto las baterías necesarias son:

$$C_{bat} = \frac{D_{m\acute{a}x}}{E_{util}} = \frac{22 (kWh)}{0,84 (kWh)} = 26,1 \text{ baterias}$$

Dónde:

C_{bat} : Cantidad de bateras necesarias.

E_{util} : Es la energía útil real de la batería, en kilo watts hora.

$D_{m\acute{a}x}$: Demanda máxima, en kilo watts hora.

Considerando que el banco de baterías debe estar hecho en 48 volts, es decir, 4 baterías en serie, por lo que se debe de seleccionar múltiplos de 4. Seleccionando un banco de baterías que está compuesto por 28 baterías de ciclo profundo.

Para el almacenaje de estas se utilizara una estantería industrial (Figura VI.6), para tener un acceso libre a ellas y una ventilación más óptima. Con las siguientes características:

Marca : Chisol.

Tipo: Estanterías – Rack.

Dimensiones: 1500 x 500 x 2000 mm.

Aplicación Solar - Industrial - Mercadería

Niveles : 4.

Posiciones: 16.

Estructura: Reforzada Metálica Pintada.

Sistema Fijación y Seguridad: Enganche.

Tipo de Pilar: Ananalado Ranurado.

Tipo de Base: Metálica con Refuerzo Inferior.

Soporta por Nivel: 300 Kilos.

Peso Neto: 33 kilos.

Cantidad: 5 Unidades.



Figura VI.6 Estantería rack industrial.

Al caducar el tiempo de vida útil de las baterías, se venderán con el fin de reciclar y recuperar un resto del dinero invertido en ellas.

VI.4 Cableado

Se debe de diferenciar entre el cableado de corriente alterna y el de corriente continua, siendo la principal característica a la cual se le debe de tener consideración, las corrientes máximas que circulan en cualquiera de los dos sistemas.

Uno de los principales efectos que producen las grandes corrientes en un conductor, es el efecto joule, sobrecalentándolo llegando hasta temperaturas que pueden derretir el material aislante o incinerar el conductor. La caída de tensión igual es un efecto importante en un conductor siempre y cuando las dimensiones de este sobrepasen los 100 metros de largo, si es este el caso se debe de calcular el dimensionamiento de este por medio de la siguiente formula:

$$S = \frac{2 \times 0,0179 \times L \times i}{V_p}$$

Dónde:

S: Sección del conductor, en milímetros.

2: Constante aplicada a conductores monofásicos.

0,0179: Resistividad específica del cobre.

L: Largo del conductor(fase + neutro), en metros.

V_p: caída máxima de voltaje.

Los conductores a utilizar en la unidad de generación fotovoltaica deberán ser conductores tipo fotovoltaicos, PV, PV1-F, Energyflex, Exzhellent Solar ZZ-F (AS), XZ1FA3Z-K (AS) o equivalente, que cumplan con los requisitos para su uso en sistemas fotovoltaicos en conformidad a la norma TÜV 2 pfg 1169/08.2007.

La corriente máxima será la suma de las corrientes de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos en paralelo, multiplicada por 1,25 veces. Además, La sección mínima de los conductores activos será de 2.5 mm² y la sección mínima del conductor de tierra será de 4 mm².

Las conexiones de los módulos fotovoltaicos cuentan con conectadores tipo MC4 (Figura VI.7) o equivalentes.



Figura VI.7 Conexión tipo MC4, para los paneles fotovoltaicos.

Para la selección de conductores nos regiremos por la norma americana. Siendo necesario la tabla con las intensidad de corriente para conductores aislado. Además de la tabla con el factor de corrección, dependiendo de los conductores por fase. En caso de que el número de conductores sea menor, el f_n es igual a 1. Por último, será necesario saber el factor de corrección de la capacidad de transporte por variación de temperatura ambiente.

Tabla VI.4

Factor de Corrección de la Capacidad de Transporte de Corriente por Variación de Temperatura Ambiente. Secciones AWG

Temperatura Ambiente [°C]	Factor de Corrección f_t		
	Temperatura de Servicio del Conductor [°C]		
	60	75	90
21-25	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76

Tabla VI.5

Factor de Corrección de Capacidad de Transporte de Corriente por Cantidad de Conductores en Tubería.

Cantidad de Conductores	Factor de Corrección f_n
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

Tabla VI.6
Intensidad de Corriente Admisible para Conductores Aislados
Fabricados según Normas Norteamericanas. Secciones AWG
Sobre la Base de una Temperatura Ambiente de: 30° C

Sección [mm ²]	Temperatura de Servicio [°C]					
	60		75		90	
	Tipos TW, UF		Tipos THW, THWN, TTU, TTMU, PT, PW		Tipos THHN,XTU, XTMU, EVA, USE-RHH, USE-RHHM, ET, EN	
	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B
2,08 Nº 14 AWG	20*	25*	20*	30*	25*	35*
3,31 Nº 12 AWG	25*	30*	25*	35*	30*	40*
5,26 Nº 10 AWG	30*	40*	35*	50*	40*	55*
8,37 Nº 8 AWG	40	60	50	70	55	80
13,3 Nº 6 AWG	55	80	65	95	75	105
21,2 Nº 4 AWG	70	105	85	125	95	140
26,7 Nº 3 AWG	85	120	100	145	110	165
33,6 Nº 2 AWG	95	140	115	170	130	190
42,4 Nº 1 AWG	110	165	130	195	150	220
53,5 Nº 1/0 AWG	125	195	150	230	170	260
67,4 Nº 2/0 AWG	145	225	175	265	195	300

Grupo A.- Hasta tres conductores en ducto, en cable o directamente enterrados.

Grupo B.- Conductor simple al aire libre. Para aplicar esta capacidad, en caso de conductores que corran paralelamente, debe existir entre ellos una separación mínima equivalente a un diámetro del conductor.

No obstante lo indicado en la tabla, las protecciones de cortocircuito de los conductores de 2,08 mm², 3,31 mm² y 5,26 mm², no deberán exceder de 16, 20 y 32 A, respectivamente.

Tabla VI.7

Cantidad Máxima de Conductores en Tubos de Acero Galvanizados de Pared Gruesa (Cañerías), Tuberías No Metálicas y Tuberías Metálicas Flexibles

Tipo de Ducto		t.p.p	t.p.r.	c.a.g.	t.p.p. - t.p.r. - c.a.g.								t.p.p	t.p.r.	c.a.g.
Diámetro Nominal		1/2"	16 mm	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	110 mm	4"
Conductor															
Tipo y Sección Nominal [mm ²]		Cantidad de Conductores													
NSYA	THW – THWN														
,5		4	5	7	12	20	36	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2,08	3	3	5	8	13	23	32	-	-	-	-	-	-	-
2,5	-	3	4	6	10	16	28	39	-	-	-	-	-	-	-
-	3,31	2	3	4	7	11	19	26	42	-	-	-	-	-	-
4	-	2	3	4	8	13	22	30	50	-	-	-	-	-	-
-	5,26	1	2	3	5	8	14	20	33	-	-	-	-	-	-
6	-	2	2	3	6	10	18	24	40	-	-	-	-	-	-
-	8,37	1	1	1	3	5	9	12	20	31	-	-	-	-	-
10	-	1	1	2	4	6	11	16	26	37	-	-	-	-	-
-	13,3	1	1	1	2	4	7	10	16	23	38	-	-	-	-
16	-	1	1	1	2	4	7	10	16	23	36	-	-	-	-
-	21,2		1	1	1	3	5	7	11	16	25	-	-	-	-
25	-		1	1	1	3	5	6	9	15	24	32	-	-	-
-	26,7			1	1	2	4	6	10	14	20	29	-	-	-
	33,6			1	1	2	4	5	8	12	14	24	29	30	31
35	-			1	1	2	4	5	8	13	19	26	30	31	33
-	42,4				1	1	2	4	6	9	13	18	21	22	23
50	-				1	1	2	4	6	9	13	18	21	22	23
-	53,5				1	1	2	3	5	7	11	15	18	19	20
-	67,4				1	1	1	2	4	6	9	12	15	15	16
70	-					1	2	3	4	6	10	14	16	17	18
-	85,0					1	1	2	3	5	8	11	13	13	14
95	-					1	1	2	3	5	8	10	12	13	13
-	107,2					1	1	1	3	4	7	9	11	11	12
120	-					1	1	1	3	4	6	8	10	10	11
-	126,7						1	1	2	3	5	7	8	9	9
150	-						1	1	2	3	4	6	7	8	8
-	152						1	1	2	3	4	6	7	8	8
-	177,3						1	1	1	3	4	5	6	7	7
185	-						1	1	1	3	4	5	6	7	7

Además de calcular la sección del conductor, se desea ver el tipo de canalización a utilizar. Esto se calcula sabiendo la sección del conductor y el número de conductores por fase, luego se observa la tabla VI.7 y se elige el más óptimo para esas condiciones.

Para facilitar la visualización de los elementos a utilizar se presenta el siguiente diagrama (Figura VI.8).

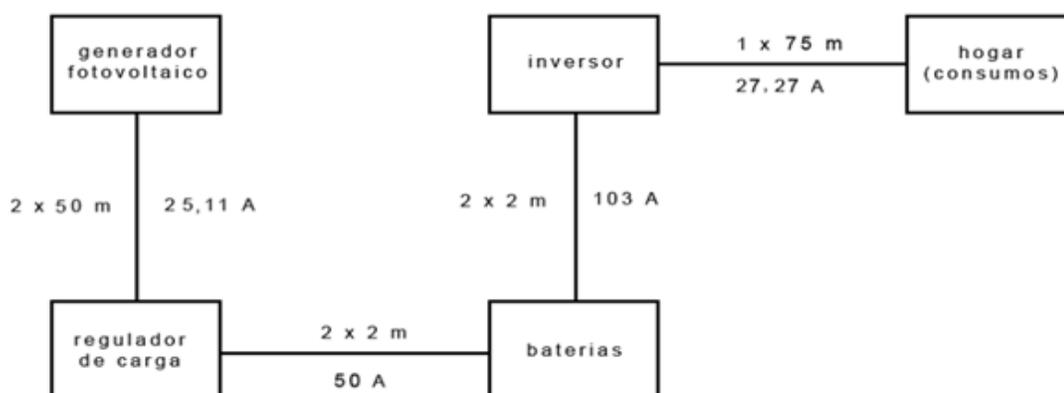


Figura VI.8 Diagrama de distribución del sistema off-grid.

Comenzaremos desde el generador fotovoltaico hasta el consumo del hogar.

-Nuestro generador fotovoltaico que consta de 6 paneles solares, puede entregar una corriente máxima de 25,11 amperes de acuerdo a su conexión. Por lo tanto:

De tabla VI.5 un conductor por fase $fn = 1$

De tabla VI.4 un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C; temperatura ambiente 35°C se tiene; $ft = 0,94$.

$$I_{Paneles} = 25,11 (A) \quad I_{Ref} = \frac{I_{paneles} * Fs}{n * fn * ft} = \frac{25,11 * 1,25}{1 * 1 * 0,94} = 33,39 (A)$$

Dónde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

$I_{Paneles}$: Corriente máxima que generan 6 paneles.

Fs : Factor de seguridad en este caso 1,25.

n : Número de conductores por fase.

f_n : Factor de corrección por número de conductores.

f_t : Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla VI.6 temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo “A”, se tiene:

Sección $8,37\text{mm}^2$ (N°8 AWG) $I_{admisible} = 50(A)$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 25 mm (3/4”) con capacidad máxima de 3 conductores de Sección $8,37\text{mm}^2$ (N° 8 AWG).

Especificación:

1x1x1c: $8,37\text{mm}^2$ (N° 8 AWG)-THW (+)

1x1x1c: $8,37\text{mm}^2$ (N° 8 AWG)-THW (-)

1x T.P.P. 25 mm de diámetro

-Nuestro generador fotovoltaico que consta de 4 paneles solares, puede entregar una corriente máxima de 16,74 amperes de acuerdo a su conexión. Por lo tanto:

De tabla VI.5 un conductor por fase $f_n = 1$

De tabla N° 8.9a un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C; temperatura ambiente 35°C se tiene; $f_t = 0,94$.

$$I_{\text{Paneles2}} = 16,74 (A) \quad I_{\text{Ref}} = \frac{I_{\text{paneles2}} * F_s}{n * f_n * f_t} = \frac{16,74 * 1,25}{1 * 1 * 0,94} = 22,26 (A)$$

Dónde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

I_{Paneles2} : Corriente máxima que generan 4 paneles.

F_s : Factor de seguridad en este caso 1,25.

n : Número de conductores por fase.

f_n : Factor de corrección por número de conductores.

f_t : Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla N° 8.7a temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo “A”, se tiene:

Sección $5,26 \text{ mm}^2$ (N°10 AWG) $I_{admisible} = 35(A)$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 20 mm (1/2") con capacidad máxima de 3 conductores de Sección $5,26 \text{ mm}^2$ (N° 10 AWG).

Especificación:

1x1x1c: $5,26 \text{ mm}^2$ (N° 10 AWG)-THW (+)

1x1x1c: $5,26 \text{ mm}^2$ (N° 10 AWG)-THW (-)

1x T.P.P. 20 mm de diámetro

-Desde el regulador de carga hasta las batería circula una corriente máxima de 50 A, definida por el mismo regulador, por lo tanto:

De tabla VI.5 un conductor por fase $fn = 1$

De tabla N° 8.9a un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C; temperatura ambiente 35°C se tiene; $ft = 0,94$

$$I_{regulador} = 50 (A) \quad I_{Ref} = \frac{I_{regulador} * Fs}{n * fn * ft} = \frac{50 * 1,25}{1 * 1 * 0,94} = 66,48 (A)$$

Dónde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

$I_{regulador}$: Corriente máxima que circula entre el regulador y las baterías.

Fs: Factor de seguridad en este caso 1,25.

n: Número de conductores por fase.

fn: Factor de corrección por número de conductores.

ft: Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla VI.6 temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo "A", se tiene:

Sección $21,2 \text{ mm}^2$ (N°4 AWG) $I_{admisible} = 85(A)$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 32 mm (1") con capacidad máxima de 2 conductores de Sección $21,2 \text{ mm}^2$ (N°4 AWG).

Especificación:

1x1x1c: 21,2 mm² (N°4 AWG)-THW (+)

1x1x1c: 21,2 mm² (N°4 AWG)- THW (-)

1x T.P.P. 32 mm de diámetro

-Desde las baterías hasta el inversor pueden llegar a circular una corriente máxima de 103 Amperes, definida por el inversor, por lo cual:

De tabla N° 8.8 un conductor por fase $fn = 1$

De tabla VI.4 un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C; temperatura ambiente 35°C se tiene; $ft = 0,94$.

$$I_{baterias} = 103 (A) \quad I_{Ref} = \frac{I_{baterias} * Fs}{n * fn * ft} = \frac{103 * 1,25}{1 * 1 * 0,94} = 136,96 (A)$$

Dónde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

$I_{baterias}$: Corriente máxima que circula entre las baterías y el inversor.

Fs: Factor de seguridad en este caso 1,25.

n: Número de conductores por fase.

fn: Factor de corrección por número de conductores.

ft: Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla VI.6 temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo "A", se tiene:

Sección 54,5 mm² (N°1/0 AWG) $I_{admisible} = 130(A)$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 40 mm (1 1/4") con capacidad máxima de 2 conductores de 54,5 mm² (N°1/0 AWG).

Especificación:

1x1x1c: 54,5 mm² (N°1/0 AWG)-THW (+).

1x1x1c: 54,5 mm² (N°1/0 AWG)-THW (-).

1x T.P.P. 40 mm de diámetro.

-En el caso de la conexión entre las baterías independiente de la corriente que circule, se recomienda utilizar un cable estándar para esto. AWG N°2 o denominado cable para soldadora (Figura VI.9). Es con el propósito de que exista la menor resistencia posible entre las conexiones de las baterías, de manera tal que no se produzcan diferencia de tensión entre ellas. Con las siguientes características técnicas:

Marca: Chisol.

Tipo: Cable para Baterías.

Voltaje: 12 a 72V.

Terminales: Para Baterías Ciclo Profundo STU.

Modelo: Para Sistemas Solares.

Largo: 60 cms.

Aislación: PVC.

Grueso Aislación: 1mm.

Voltaje Máximo: 750V.



Figura VI.9 Cable para batería negro y rojo.

-Finalmente desde el inversor podrían llegar a salir una potencia máxima de 6000 Watts, lo que quiere decir:

$$I_I = \frac{P_I}{V_I} = \frac{6000 (W)}{220 (V)} = 27,7 (A)$$

Dónde:

I_I : Corriente máxima que puede entregar en inversor, en amperes.

P_I : Potencia máxima que puede suministrar el inversor, en watts.

V_I : Tensión de salida del inversor, en volts.

De tabla VI.5 un conductor por fase $fn = 1$.

De tabla VI.4 un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C; temperatura ambiente 35°C se tiene; $ft = 0,94$.

$$I_{inversor} = 27,7 (A) \quad I_{cref} = \frac{I_{inversor} * Fs}{n * fn * ft} = \frac{27,7 * 1,25}{1 * 1 * 0,94} = 36,85 (A)$$

Dónde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

$I_{baterias}$: Corriente máxima que puede entregar el inversor.

Fs: Factor de seguridad en este caso 1,25.

n: Número de conductores por fase.

fn: Factor de corrección por número de conductores.

ft: Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla VI.6 temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo “A”, se tiene:

Sección $8,37\text{mm}^2$ (N°8 AWG) $I_{admisibe} = 50(A)$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 25 mm (3/4”) con capacidad máxima de 3 conductores de Sección $8,37\text{mm}^2$ (N° 8 AWG).

Especificación:

1x1x1c: $8,37\text{mm}^2$ (N° 8 AWG)-THW (F).

1x1x1c: $8,37\text{mm}^2$ (N° 8 AWG)-THW (N).

1x1x1c: $8,37\text{mm}^2$ (N° 8 AWG)-THW (Tp).

1x T.P.P. 25 mm de diámetro

VI.5 Protecciones

-Para los paneles solares.

La Unidad de Generación (UG) cuenta en el tablero general o de distribución, con un interruptor magnetotérmico. (Bipolar para instalaciones monofásicas y tetrapolar para instalaciones trifásicas.

-Posición fija

-Automático termomagnético del tipo C60H-DC de Schneider (Figura VI.10), su función es aislar el generador fotovoltaico frente a sobrecargas y protección contra incendios de módulos fotovoltaicos en caso de cortocircuitos. Con las siguientes características:

Tensión nominal de funcionamiento $U_e = 500$ VCC.

Tecnología de la unidad de disparo: Térmico-magnético.

Corriente nominal I_n : 32 A.

Código de curva C



Figura VI.10 Automático termomagnético del tipo C60H-DC 2x32A.

-Seguimiento solar

-Automático termomagnético del tipo C60H-DC de Schneider (Figura VI.11), su función es aislar el generador fotovoltaico frente a sobrecargas y protección contra incendios de módulos fotovoltaicos en caso de cortocircuitos. Con las siguientes características:

Tensión nominal de funcionamiento $U_e = 500$ VCC.

Tecnología de la unidad de disparo: Térmico-magnético.

Corriente nominal I_n : 20 A.

Código de curva C.



Figura VI.11 Automático termomagnético del tipo C60H-DC 2x20A.

-Lado de Corriente alterna

Para este caso según las características del inversor (FORMULA $I_I = \frac{P_I}{V_I}$), tiene una corriente máxima de 27,7 A salida en lado de corriente alterna por lo que se utilizara un Automático 1x32A con las siguientes características:

Descripción: Interruptor Automático.

Marca: Eaton.

Curva: C.

Intensidad: 1x32.

Conforme a Norma: IEC-EN 61008.

Poder de Corte: 10kA.



Figura VI.12 Interruptor Automático 1x32.

Para la protección magnetotérmica se utilizara (Figura VI.13), Diferencial Bipolar 2x40A con las siguientes características:

Descripción: Interruptor Diferencial.

Marca: Eaton.

Intensidad: 2x40A.

Tensión: 230V.

Conforme a Norma: IEC-EN 61008-1.

Sensibilidad: 30mA.



Figura VI.13 Interruptor Diferencial 2x40 A.

Capítulo VII: Sistema on-grid

A diferencia del sistema off-grid, este sistema está pensado en el autoconsumo, pero consumiendo de inmediato la energía producida y los excedentes, en caso de que existan, pueden ir a la red (Figura VII.1).

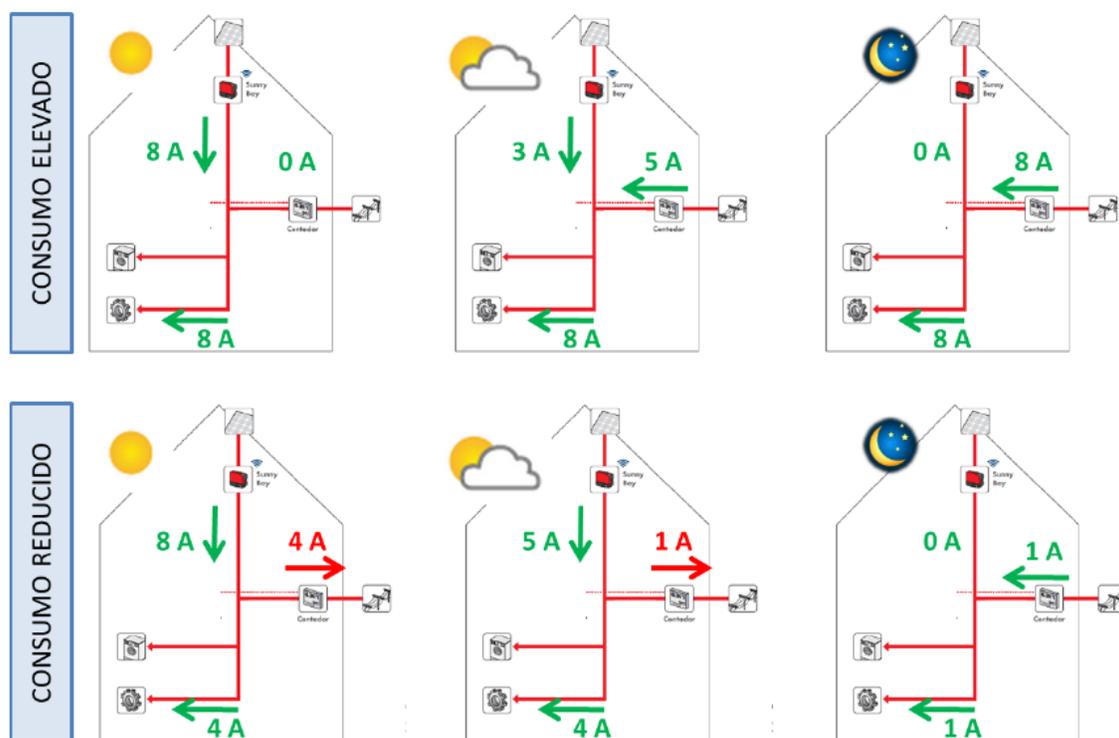


Figura VII.1 Funcionamiento conceptual del sistema on-grid

La energía producida por encima del consumo es inyectada a la red a través de un medidor bidireccional, esta característica está estipulada por la ley Net-Billing. La cual permite a los clientes de las empresas distribuidoras el derecho generar su propia energía eléctrica, auto consumirla y vender sus excedentes energéticos a las empresas distribuidoras.

VII.1 Dimensionamiento

Los sistemas on-grid, para las instalaciones residenciales, se venden en forma de kits. Esto se debe al difícil dimensionamiento, en cuanto a determinar la curva exacta de consumo. Para este caso utilizaremos dos tipos de inversores ya que el número de paneles es distinto.

VII.2 Posición fija

Se utilizará el inversor Sunny Boy 3000TL el cual tiene las siguientes características:

Tabla VII.1 Datos técnicos del inversor Sunny Boy 3000TL.

Datos técnicos	Sunny Boy 3000TL
Entrada (CC)	
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi=1$)	3200 W
Tensión de entrada máx.	750 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	175 V – 500 V / 400 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	125 V / 150 V
Corriente máx. de entrada (entrada A / B)	15 A / 15 A
Corriente máx. de entrada por string (entrada A / B)	15 A / 15 A
Número de entradas de punto de máxima potencia (MPP) independientes /strings por entrada	2 / A:2; B:2
de punto de máxima potencia (MPP)	
Salida (CA)	
Potencia asignada (230 V, 50 Hz)	3000 W
Potencia aparente de CA máxima	3000 VA
Tensión nominal de CA / rango	220 V, 230 V, 240 V / 180 V–280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz / –5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensión asignadas de red	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	16 A
Factor de potencia a potencia asignada	1
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo
Fases de inyección / conexión	1/1.
Rendimiento	
Rendimiento máx. / europeo	97 % / 96 %
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	•
Monitorización de toma a tierra / de red	• / •
Protección contra polarización inversa (CC) / resistencia al cortocircuito (CA) /con separación galvánica	• / • / —
Unidad de seguimiento de la corriente residual	•
Clase de protección (según IEC 62103) / categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I / III
Datos generales	
Dimensiones (ancho / alto / fondo)	490 / 519 / 185 mm
Peso	26 kg (57,3 lb)
Rango de temperatura de servicio	–25 °C ... +60 °C (–13 °F ... +140 °F)
Emisiones de ruido, típicas	25 dB(A)
Autoconsumo (nocturno)	1 W
Topología	Sin transformador
Sistema de refrigeración	Convección
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%
Características	
Conexión de CC / Conexión de CA	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte
Pantalla	Gráfico
Interfaz: RS485 / Bluetooth® / Speedwire / Webconnect	○ / ● / ○ / ○
Relé multifunción / Power Control Module	○ / ○
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	● / ○ / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones (otras a petición)	AS 4777, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438 ¹ , G59/2, G83/1-1, IEC 61727, NRS 097-2-1, PEA, PPC, PPDS, RD1699, RD 661, UTE C15-712, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1
<p>● De serie ○ Opcional — No disponible, Datos en condiciones nominales</p>	
Modelo comercial	SB 3000TL-21

VII.3 Con seguimiento solar

En este caso constaremos con el inversor Sunny Boy 2.5 con las siguientes características:

Tabla

VII.2 Datos técnicos del inversor Sunny Boy 2.5.

Datos técnicos	Sunny Boy 2.5
Entrada (CC)	
Potencia de CC máx. (con $\cos \phi=1$)	2 650 W
Tensión de entrada máx.	600 V
Rango de tensión del MPP	260 V – 500 V
Tensión asignada de entrada	360 V
Tensión de entrada mín./de inicio	50 V / 80 V
Corriente máx. de entrada	10 A.
Corriente máx. de entrada por string	10 A.
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	01-ene
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	2 500 W
Potencia máx. aparente de CA	2 500 VA
Tensión nominal de CA	220 V/230 V/240 V
Rango de tensión nominal de CA	180 V – 280 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia/tensión asignadas de red	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida	11:00 AM
Factor de potencia con potencia asignada	1
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo
Fases de inyección/conexión	01-ene
Rendimiento	
Rendimiento máx./europeo	97,2%/96,7%
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de CC	•
Monitorización de toma a tierra/de red	• / •
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	• / • / —
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	•
Clase de protección (según IEC 62103)/categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	Ⅲ/Ⅲ
Protección contra corriente inversa	No es necesario.
Datos generales	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	460/357/122 mm
Peso	9,2 kg
Rango de temperatura de servicio	-40 °C ... +60 °C
Emisiones de ruido típicas	<25 dB
Autoconsumo nocturno	2,0 W
Topología	Sin transformador
Sistema de refrigeración	Convección
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%
Equipamiento	
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/conector
Pantalla	
—	
Interfaces: RS485, Bluetooth®, Speedwire/Webconnect, WLAN	— / — / • / •
Servidor web integrado	•
Garantía: 5/10/15/20/25 años	• / ○ / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	AS4777.3, C10/11/2012, VDE-AR-N4105, CEI0-21Int,NEN-EN50438, G83/2, EN50438, VFR2014
Modelo comercial	SB 2.5-1VL-40
• De serie ○ Opcional — No disponible, Datos en condiciones nominales	

VII.4 Configuración de los paneles

Al igual que el sistema aislado off-grid, se debe tener en cuenta la configuración de los paneles, pero ajustándose a los datos técnicos de cada inversor. Para estos casos la potencia máxima para ver la cantidad máxima de paneles, el voltaje máximo y la corriente máxima para elegir la mejor configuración de estos.

VII.4.1 Posición fija

Para este caso se utilizara el inversor, Sunny Boy 3000TL. El cual tiene una potencia máxima 3200 W (Tabla VII.1), comparándolo con los 310 W de los paneles solares elegidos (Tabla V.17).

$$P_{max} = P_{panel} \cdot C_{paneles} = 310 (W) \cdot 10 = 3100watts$$

En donde:

P_{max} : Potencia máxima que entregan los paneles, en watts.

P_{panel} : Potencia de un panel solar, en watts.

$C_{paneles}$: Cantidad de paneles solares seleccionados.

Teniendo en cuenta que la corriente de salida del máxima panel es de 8,37 amperes (Tabla V.17) y la corriente máxima que soporta el inversor es de 15 amperes (Tabla VII.1). No se puede hacer más de una conexión en paralelo o el inversor se vería dañado. En cuanto al voltaje máximo que puede soportar el inversor 750 volts, se pueden conectar en serie los 10 paneles (Figura VII) dando un resultado de 455,7 volts (Tabla VI.4).siendo esta la configuración elegida:

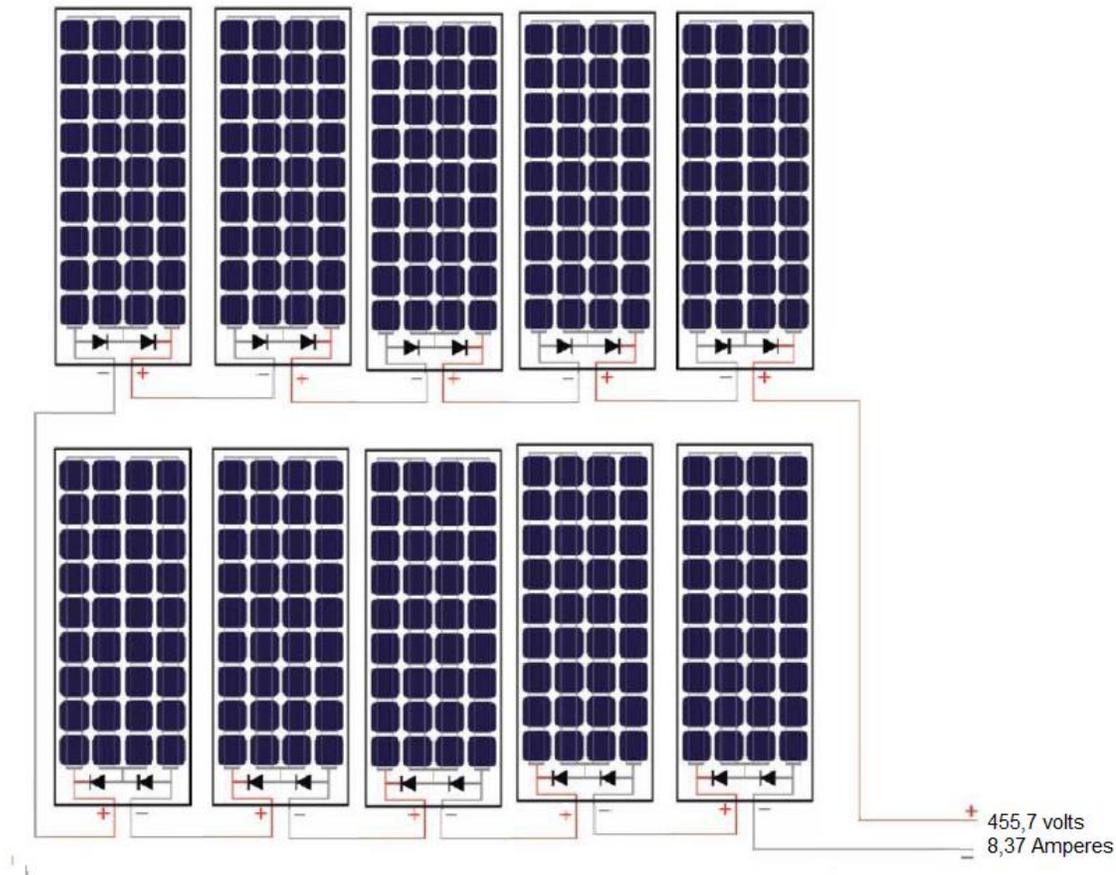


Figura VII.2 Distribución de 10 paneles en serie.

VII.4.2 Con seguimiento solar

Se utilizara el inversor Sunny Boy 2.5, el cual tiene una capacidad máxima de 2650 W (Tabla VII.2), si se compara con los 310 W que puede generar el panel (Tabla V.17).

$$P_{max} = P_{panel} \times C_{paneles} = 310 (W) \times 8 = 2840watts$$

En donde:

P_{max} : Potencia máxima que entregan los paneles, en watts.

P_{panel} : Potencia de un panel solar, en watts.

$C_{paneles}$: Cantidad de paneles solares seleccionados.

Teniendo en cuenta que la corriente de salida del máxima panel es de 8,37 amperes (Tabla V.17) y la corriente máxima que soporta el inversor es de 10 amperes (Tabla VII.2). No se puede hacer más de una conexión en paralelo o el inversor se vería dañado. En cuanto al voltaje máximo que puede soportar el inversor 600 volts, se pueden conectar en serie los 8 paneles (Figura VII.3) dando un resultado de 364,56 volts (Tabla VI.4).siendo esta la configuración elegida:

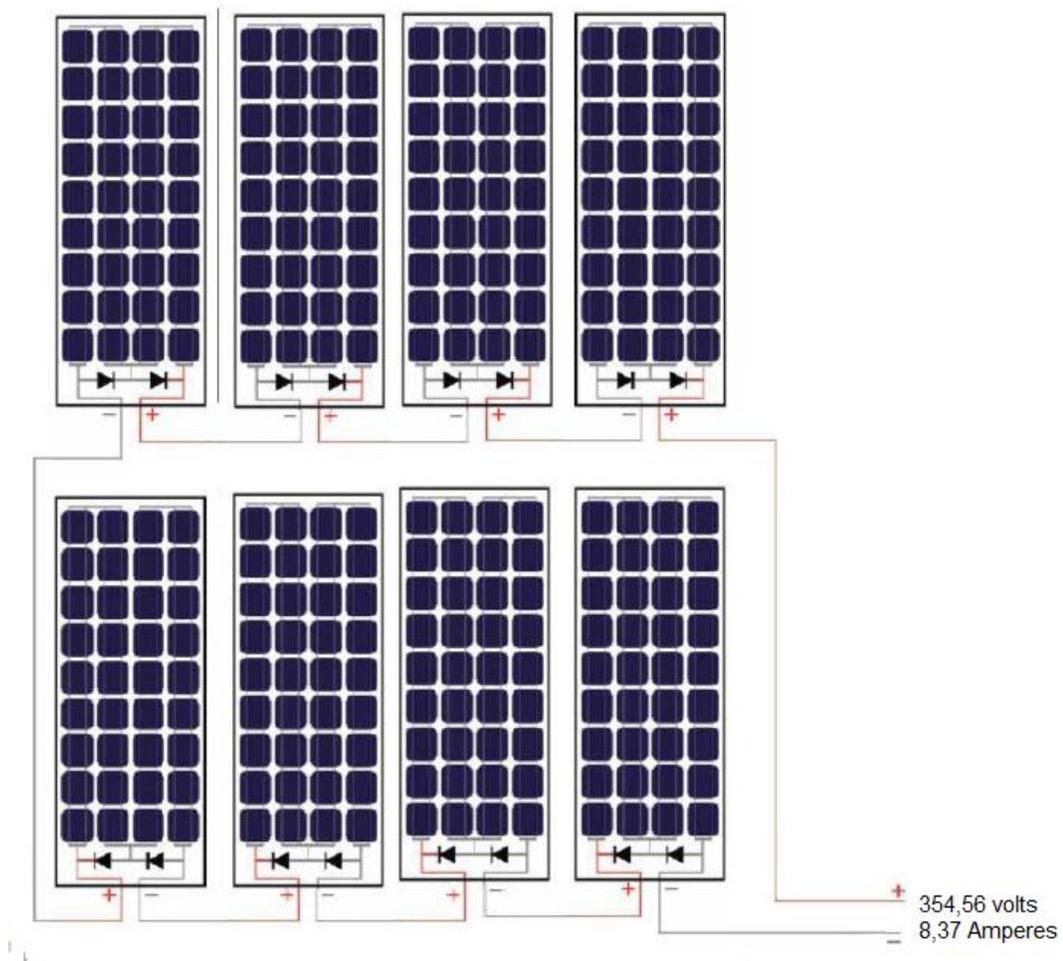


Figura VII.3 Distribución de 8 paneles en serie.

VII.5 Cableado

Se calcularán los conductores respecto a las corrientes máximas de los equipos que se están utilizando, teniendo en cuenta un factor de seguridad 1,25. Ocupando la norma americana al igual que en el sistema off-grid.

VII.5.2 Posición fija

Para una mejor visualización de los conductores a utilizar se tiene el siguiente diagrama (Figura VII.4):



Figura VII.4 Diagrama del sistema on-grid, con posición fija óptima.

- Nuestro generador fotovoltaico que consta de 10 paneles solares, puede entregar una corriente máxima de 8,37 amperes de acuerdo a su conexión (Tabla VI.4). Por lo tanto:

De tabla VI.5 un conductor por fase $fn = 1$

De tabla VI.4 un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C; temperatura ambiente 35°C se tiene; $ft = 0,94$

$$I_{Paneles8} = 8,37 (A) \quad I_{Ref} = \frac{I_{paneles} \cdot Fs}{n \cdot fn \cdot ft} = \frac{8,37 \cdot 1,25}{1 \cdot 1 \cdot 0,94} = 11,1 (A)$$

Donde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

$I_{Paneles8}$: Corriente máxima que generan 10 paneles.

Fs : Factor de seguridad en este caso 1,25.

n : Número de conductores por fase.

fn : Factor de corrección por número de conductores.

ft : Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla VI.6 temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo "A", se tiene:

$$\text{Sección } 2,08 \text{ mm}^2 (\text{N}^\circ 14 \text{ AWG}) \quad I_{admissible} = 20(A)$$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 20 mm (1/2") con capacidad máxima de 3 conductores de Sección $2,08 \text{ mm}^2$ (N° 14 AWG)

Especificación:

1x1x1c: $2,08 \text{ mm}^2$ (N° 14 AWG)-THW (+)

1x1x1c: $2,08 \text{ mm}^2$ (N° 14 AWG)-THW (-)

1x T.P.P. 25 mm de diámetro

- Para el caso del inversor a la red, el inversor podrían llegar a salir una potencia máxima de 3000 Watts, lo que quiere decir:

$$I_I = \frac{P_I}{V_I} = \frac{3000 (W)}{220 (v)} = 13,6 (A)$$

En donde:

I_I : Corriente máxima que puede entregar en inversor, en amperes.

P_I : Potencia máxima que puede suministrar el inversor, en watts.

V_I : Tensión de salida del inversor, en volts.

De tabla VI.5 un conductor por fase $fn = 1$

De tabla VI.4 un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C; temperatura ambiente 35°C se tiene; $ft = 0,94$

$$I_{inversor} = 13,6 (A) \quad I_{cref} = \frac{I_{inversor} \cdot Fs}{n \cdot fn \cdot ft} = \frac{13,6 \cdot 1,25}{1 \cdot 1 \cdot 0,94} = 18,08 (A)$$

Dónde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

$I_{baterias}$: Corriente máxima que puede entregar el inversor.

Fs : Factor de seguridad en este caso 1,25.

n : Número de conductores por fase.

fn : Factor de corrección por número de conductores.

ft : Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla VI.6 temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo "A", se tiene:

Sección $3,31 \text{ mm}^2$ (N°12 AWG) $I_{admissible} = 25(A)$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 25 mm (3/4") con capacidad máxima de 7 conductores de Sección $3,31 \text{ mm}^2$ (N° 12 AWG)

Especificación:

1x1x1c: 3,31 mm² (N° 12 AWG)-THW (F)

1x1x1c: 3,31 mm² (N° 12 AWG)-THW (N)

1x1x1c: 3,31 mm² (N° 12 AWG)-THW (Tp)

1x T.P.P. 25 mm de diámetro

VII.5.2 Con seguimiento solar

Para una mejor visualización de los conductores a utilizar se tiene el siguiente diagrama (Figura VII.5):



Figura VII.5 Diagrama de distribución del sistema on-grid, con seguimiento solar.

- Nuestro generador fotovoltaico que consta de 8 paneles solares, puede entregar una corriente máxima de 8,37 amperes de acuerdo a su conexión (Tabla VI.4). Por lo tanto:

De tabla VI.5 un conductor por fase $fn = 1$

De tabla VI.4 un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C; temperatura ambiente 35°C se tiene; $ft = 0,94$

$$I_{\text{paneles8}} = 8,37 (A) \quad I_{\text{Ref}} = \frac{I_{\text{paneles}} \cdot F_s}{n \cdot fn \cdot ft} = \frac{8,37 \cdot 1,25}{1 \cdot 1 \cdot 0,94} = 11,1 (A)$$

Dónde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

I_{paneles8} : Corriente máxima que generan 8 paneles.

F_s : Factor de seguridad en este caso 1,25.

n : Número de conductores por fase.

fn : Factor de corrección por número de conductores.

ft : Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla VI.6 temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo "A", se tiene:

Sección $2,08\text{mm}^2$ (N°14 AWG) $I_{admisible} = 20(A)$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 20 mm (1/2") con capacidad máxima de 3 conductores de Sección $2,08\text{mm}^2$ (N° 14 AWG)

Especificación:

1x1x1c: $2,08\text{mm}^2$ (N° 14 AWG)-THW (+)

1x1x1c: $2,08\text{mm}^2$ (N° 14 AWG)-THW (-)

1x T.P.P. 25 mm de diámetro

- Para el caso del inversor a la red, el inversor podrían llegar a salir una potencia máxima de 3000 Watts, lo que quiere decir:

$$I_I = \frac{P_I}{V_I} = \frac{2500 (W)}{220 (v)} = 11,3 (A)$$

En donde:

I_I : Corriente máxima que puede entregar en inversor, en amperes.

P_I : Potencia máxima que puede suministrar el inversor, en watts.

V_I : Tensión de salida del inversor, en volts.

De tabla VI.5 un conductor por fase $fn = 1$

De tabla VI.4 un conductor por fase tipo THW temperatura de servicio 75°C ; temperatura ambiente 35°C se tiene; $ft = 0,94$

$$I_{inversor} = 13,6 (A) \quad I_{c_{ref}} = \frac{I_{inversor} \cdot F_s}{n \cdot fn \cdot ft} = \frac{11,3 \cdot 1,25}{1 \cdot 1 \cdot 0,94} = 15,02 (A) \quad (7.8)$$

Dónde:

I_{Ref} : Corriente de referencia, en amperes.

$I_{baterias}$: Corriente máxima que puede entregar el inversor.

F_s : Factor de seguridad en este caso 1,25.

n : Número de conductores por fase.

fn : Factor de corrección por número de conductores.

ft : Factor de corrección por la temperatura ambiente.

De tabla VI.6 temperatura de servicio 75°C; tipo THW grupo “A”, se tiene:

Sección $2,08 \text{ mm}^2$ (N°12 AWG) $I_{admisible} = 20(A)$

Luego de tabla VI.7 conduit tipo t.p.p diámetro 25 mm (3/4”) con capacidad máxima de 7 conductores de Sección $2,08 \text{ mm}^2$ (N° 14 AWG)

Especificación:

1x1x1c: $2,08 \text{ mm}^2$ (N° 12 AWG)-THW (F)

1x1x1c: $2,08 \text{ mm}^2$ (N° 14 AWG)-THW (N)

1x1x1c: $2,08 \text{ mm}^2$ (N° 14 AWG)-THW (Tp)

1x T.P.P. 25 mm de diámetro

VII.6 Protecciones

Las instalaciones eléctricas, tanto de energía solar como corrientes, requieren de unos mecanismos de seguridad, tanto para las personas como para los equipos, que aseguren el buen funcionamiento de los equipos y que prevengan de posibles incidencias.

Es de vital importancia que cualquier equipo energético tenga una protección que prevenga de posibles accidentes y peligros.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, 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.

La protección diferencial, deberá ser de una intensidad diferencial-residual no superior a 300 mA.

El interruptor general magnetotérmico y el diferencial deberán estar instalados y claramente identificados en el tablero de distribución o general de la instalación de consumo. Deberá cubrir las siguientes especificaciones:

- Ser manualmente operable.
- Contar con un indicador visible de la posición "On-Off".
- Contar con la facilidad de ser enclavado mecánicamente en posición abierto por medio de un candado o de un sello de alambre.
- Tener la capacidad interruptiva requerida de acuerdo con la capacidad de

cortocircuito de la línea de distribución.

- Debe ser operable sin exponer al operador con partes vivas.

En aquellos lugares en que exista peligro de caída de rayos, deberán instalarse las protecciones de pararrayos respectivas, en conformidad las normas IEC 62305-2, IEC 60364-7-712.

En el sector a ubicar los paneles solar, existe una probabilidad muy baja de caer una descarga atmosférica. Por lo que se decidió no utilizar pararrayos, ahorrándonos el uso de un supresor de tensión, abaratando costos.

VII.6.1 Posición fija

Protecciones CC.

-Automático termomagnético del tipo C60H-DC de Schneider (Figura VII.6), su función es aislar el generador fotovoltaico frente a sobrecargas y protección contra incendios de módulos fotovoltaicos en caso de cortocircuitos. Con las siguientes características:

Tensión nominal de funcionamiento $U_e = 500 \text{ VCC}$

Tecnología de la unidad de disparo : Térmico-magnético

Corriente nominal $I_n : 20 \text{ A}$

Código de curva C



Figura VII.6 Automático termomagnético del tipo C60H-DC.

Al no necesitar un supresor de tensión, el tablero auxiliar queda con mayor espacio. Obteniendo el siguiente diagrama (Figura VII.7):

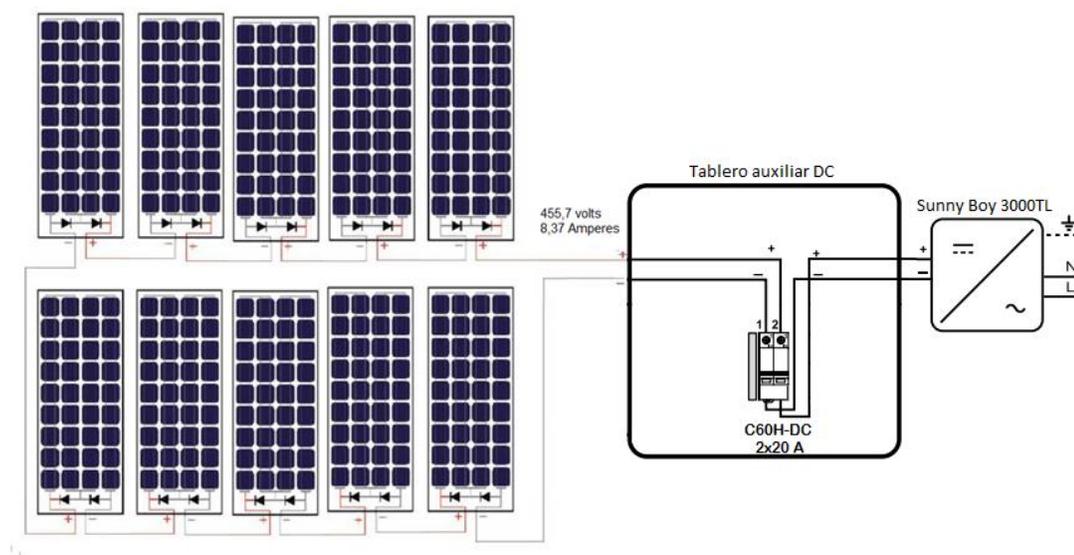


Figura VII.7 Diagrama de protecciones para el generador fotovoltaico, 8 paneles.

Protecciones CA.

Las protecciones en corriente alterna, fundamentalmente diferenciales y magnetotérmicos, son vitales para asegurar la eficiencia de nuestra instalación y para proteger a las personas de posibles accidentes.

Para este caso según las características del inversor (Tabla VII.2), tiene una corriente de 16 A salida en lado de corriente alterna por lo que se utilizará un Automático 1x20A (Imagen VII.8) con las siguientes características:

Descripción: Interruptor Automático.

Marca: Eaton.

Curva: C.

Intensidad: 1x20.

Conforme a Norma: IEC-EN 61008.

Poder de Corte: 6kA.



Imagen VII.8 Interruptor Automático 1x20 A.

Para la protección magnetotérmica se utilizara, Diferencial Bipolar 2x25A (Imagen VII.9) con las siguientes características:

Descripción: Interruptor Diferencial.

Marca: Eaton.

Intensidad: 2x25A.

Tensión: 230V.

Conforme a Norma: IEC-EN 61008-1.

Sensibilidad: 30mA.



Imagen VII.9 Interruptor Diferencial 2x25 A.

VI.2 Con seguimiento solar

Protecciones CC.

Al comparar las corrientes y tensiones utilizadas con el sistema de posición fija optima y seguimiento solar, no varían, ya que al estar en conectados en serie su corriente es la misma variando el voltaje, pero no sobrepasando al interruptor elegido con anterioridad, por lo que se utilizaran las mismas protecciones. Obteniendo el siguiente diagrama (Figura VII.10):

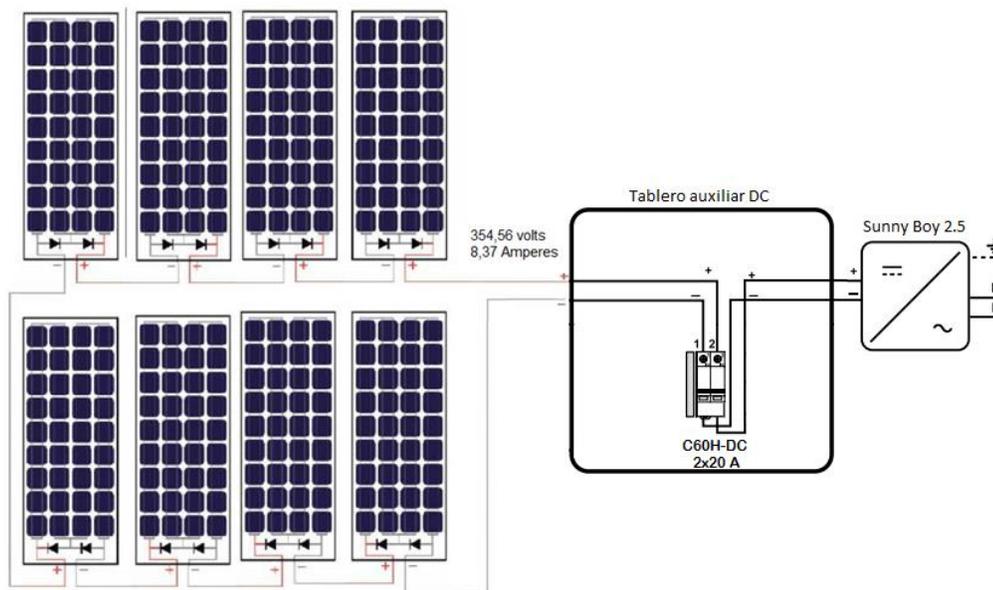


Figura VII.10 Diagrama de protecciones para el generador fotovoltaico, 8 paneles.

Protecciones CA.

Para este caso según las características del inversor (Tabla VII.2), tiene una corriente de 11 A salida en lado de corriente alterna por lo que se utilizara un Automático 1x16 A (Figura VII.11). con las siguientes características:

Descripción: Interruptor Automático.

Marca: Eaton.

Curva: C.

Intensidad: 1x16 A.

Conforme a Norma: IEC-EN 61008.

Poder de Corte: 6kA.



Figura VII.11 Interruptor Automático 1x16 A.

Para la protección magnetotérmica se utilizara, Diferencial Bipolar 2x25A (Imagen VII.12) con las siguientes características:

Descripción: Interruptor Diferencial.

Marca: Eaton.

Intensidad: 2x25 A.

Tensión: 230V.

Conforme a Norma: IEC-EN 61008-1.

Sensibilidad: 30mA.



Imagen VII.12 Interruptor Diferencial 2x25 .

Para tener un mejor resguardo de las protecciones contra el medio ambiente y que su vida útil sea la adecuada. Se utilizara un Tablero Embutido 10 Módulos (Imagen VII.13), con las siguientes características:

Descripción: Tablero Embutido 1 Fila

Marca: Ekoline

Especificación: 10 módulos

Detalle: Puerta transparente

Índice de Protección: IP-40

Largo: 260 mm

Ancho: 190 mm

Profundidad: 95 mm



Imagen VII.13 Tablero Embutido 10 Módulos.

VII.7 Medidor

Los generadores fotovoltaicos conectados a la red deberán contar con un único equipo de medida con registro bidireccional que permita diferenciar claramente las inyecciones y consumos de energía en forma independiente.

El medidor bidireccional deberá contar con su respectivo certificado de comercialización y el certificado de verificación primaria (exactitud de medida) en ambos sentidos, emitido por un organismo OLCA, con el propósito de garantizar el correcto registro del consumo e inyección para la correspondiente facturación por parte de la empresa distribuidora.

En este proyecto se utilizara el medidor bidireccional electrónico monofásico marca Kamstrup(Imagen VII.14), el cual tiene las siguientes características:



Imagen VII.14 medidor bidireccional electrónico monofásico Kamstrup.

- Contador térmico compacto para calefacción y refrigeración con caudalímetro por ultrasonidos y una alta precisión de medida.
- Se compone de integrador, caudalímetro y dos sensores de temperatura.
- Simple de instalar, leer y verificar.
- Hasta 16 años de vida útil de la batería
- Funciones de reprogramación a través de los botones frontales.
- Salidas de impulsos por energía y volumen.
- Entradas de impulsos por 2 contadores de agua.
- Lectura inalámbrica a través de M-Bus inalámbrico o radiofrecuencia.
- Caudalímetro de metal PN25, aprobado hasta 130 °C.

VII.8 Estudio de costos y viabilidad del proyecto.

Para ver si realmente es factible el proyecto que se propone y cuál de todas las opciones es mejor. Se realiza un estudio de los costos asociados a cada uno de las propuestas realizadas, comparándolas con la energía y el dinero que se puede llegar a producir.

Estimación de energía mensual generada.

Esta energía generada por un panel solar y solo un día al mes (E. que produce un panel). Por lo que se debe hacer el siguiente calculo.

$$E_{Mensual} = E_{panel} \cdot D_{mes} \cdot N^{\circ}$$

Dónde:

$E_{Mensual}$: Energía producida por N° paneles, mensualmente en kWh/mes.

E_{pane} : Energía producida por el panel, en kWh/día.

D_{ms} : Número de días del mes a estimar.

Obteniendo los siguientes valores, ordenándolo por mes y tipo de sistema a utilizar:

N°: Número de paneles a utilizar.

Tabla 7.3 Estimación de energía mensual generada, sistema on-grid.

sistema On-grid	meses	10 paneles, posicion fija (kWh/mensual)	8 paneles, seguimiento solar (kWh/mensual)
	ene	715,12	823,26
	feb	629,46	668,53
	mar	606,79	571,94
	abr	441,86	362,79
	may	312,41	225,89
	jun	238,37	162,79
	jul	276,36	192,25
	ago	348,45	269,15
	sep	482,56	427,91
	oct	576,75	571,94
	nov	645,35	706,98
	dic	696,90	807,45
	anual	5970,40	5790,90

Tabla 7.4 Estimación de energía mensual generada, sistema off-grid.

sistema off-grid	meses	8 paneles, posición fija (kWh/mensual)	6 paneles, seguimiento solar (kWh/mensual)
	ene	571,2	617,4
	feb	504	500,64
	mar	486,08	429,66
	abr	352,8	271,8
	may	250,48	169,26
	jun	189,6	122,4
	jul	220,72	145,08
	ago	277,76	202,74
	sep	386,4	320,4
	oct	461,28	429,66
	nov	516	531
	dic	558	606,36
	anual	4774,32	4346,40

Tarifa eléctrica.

En el lugar estudiado, se tiene que el cliente trabaja con una tarifa B.T.1. Con la distribuidora coopelan (tabla 7.5), de acuerdo a los datos publicados por coopelan (ANEXO 3) y el sistema que se está conectado COOPELAN 7, se sustraen los siguientes datos.

Tabla 7.5 Tarifa eléctrica.

TARIFA (B.T. 1)	COOPELAN 7
Cargo Fijo (\$/ cliente)	\$ 1.417,65
Cargo Único por Uso Sist.Troncal (\$/Kwh)	\$ 0,87
Cargo Energía Base (\$/kwh)	\$ 164,53
Cargo Energía Adicional Invierno (\$/Kwh)	\$ 241,40

Con los datos obtenidos, se hará una estimación del gasto mensual y anual del hogar, teniendo en cuenta el consumo del hogar (Tabla V.3):

$$G_{mensual} = C_{fijo} + (C_{unico} + C_{base}) \cdot E_{consumida}$$

Dónde:

$G_{mensual}$: Gasto Mensual del hogar.

C_{unico} : Cargo Único por Uso Sistema Troncal, en \$/kWh.

C_{base} : Cargo Energía Base, en \$/kWh.

$E_{consumida}$: Energía consumida por el hogar, en kWh/mes.

Tabla 7.6 Energía consumida y gasto Mensual del hogar.

Meses	kWh generado	Gastos mensual del hogar
Ene	655	\$ 109.753
Feb	482	\$ 81.139
Mar	193	\$ 33.339
Abr	169	\$ 29.370
May	185	\$ 32.016
Jun	171	\$ 29.701
Jul	129	\$ 22.754
Ago	172	\$ 29.866
Sep	127	\$ 13.988
Oct	134	\$ 22.423
Nov	141	\$ 23.581
Dic	209	\$ 24.739
Anual	2767	\$ 452.667

Ahorro mensual generado.

Estimando un ahorro mensual, con el producto entre la energía mensual producida por los distintos sistemas por el valor base de la energía.

$$A_{mensual} = C_{base} \cdot E_{Mensual}$$

Dónde:

$A_{mensual}$: Ahorro mensual generado.

C_{base} : Cargo Energía Base, en \$/kWh.

$E_{Mensual}$: Energía producida por N° paneles, mensualmente en kWh/mes.

Obteniendo los siguientes resultados, divido por sistema utilizado y N° de paneles.

Tabla VII.7 Ahorro mensual y anual del sistema on-grid.

sistema On-grid	meses	10 paneles, posicion fija	8 paneles, seguimiento solar
	ene	\$ 117.658	\$ 135.450
	feb	\$ 103.564	\$ 109.992
	mar	\$ 99.834	\$ 94.101
	abr	\$ 72.699	\$ 59.690
	may	\$ 51.399	\$ 37.166
	jun	\$ 39.219	\$ 26.784
	jul	\$ 45.469	\$ 31.630
	ago	\$ 57.330	\$ 44.283
	sep	\$ 79.395	\$ 70.403
	oct	\$ 94.891	\$ 94.101
	nov	\$ 106.179	\$ 116.318
	dic	\$ 114.660	\$ 132.848
	anual	\$ 982.297	\$ 952.765

Tabla VII.8 Ahorro mensual y anual del sistema off-grid.

siste off-grid	meses	8 paneles, posicion fija	6 paneles, seguimiento solar
	ene	\$ 93.978	\$ 101.580
	feb	\$ 82.922	\$ 82.369
	mar	\$ 79.974	\$ 70.691
	abr	\$ 58.045	\$ 44.719
	may	\$ 41.211	\$ 27.848
	jun	\$ 31.195	\$ 20.138
	jul	\$ 36.315	\$ 23.870
	ago	\$ 45.699	\$ 33.356
	sep	\$ 63.574	\$ 52.715
	oct	\$ 75.893	\$ 70.691
	nov	\$ 84.896	\$ 87.364
	dic	\$ 91.807	\$ 99.763
	anual	\$ 785.509	\$ 715.104

Capítulo VIII: Estudio de costos del proyecto.

- Sistema off-grid, con sistema de posición fija óptima.

Tabla VIII.1 Costo de instalación de un sistema off-grid con posición fija óptima

DISTRIBUIDO	DESCRIPCION	CANTIDAD	RECIO UNITA	TOTAL
TRITEC	SMA SI 6.0H SUNNY ISLAND CON DISPLAY.	1	\$ 2.605.275	\$ 2.605.275
TRITEC	REGULADOR SMA SI CHARGER 50, 48V.	2	\$ 736.514	\$ 1.473.028
TRITEC	JA SOLAR310W POLICRISTALINO 1956x991x45 mm. , 72 CELDAS MC4	10	\$ 151.202	\$ 1.512.020
OPITRA	BATERIA SOLAR CICLO PROFUNDO 100ah, 12v	28	\$ 134.445	\$ 3.764.460
OPITRA	CABLE BATERIA ROJO 50 cms.	28	\$ 4.193	\$ 117.404
OPITRA	CABLE BATERIA NEGRO 50 cms.	28	\$ 4.193	\$ 117.404
OPITRA	CONECTORES MC4, CERTIFICADO.	10	\$ 3.017	\$ 30.170
OPITRA	PACK x 5 ESTANTERIA RACK PROFESIONAL INDUSTRIAL.	1	\$ 386.546	\$ 386.546
OPITRA	CLIP FIJACION INTERMEDIA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO 25 a 50 mm	20	\$ 4.193	\$ 83.860
OPITRA	CLIP FIJACION INICIAL FILA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO 25 a 50 mm.	10	\$ 4.193	\$ 41.930
DARTEL	INT AUTOMATICO 2x32A, CURVA TIPO "C", C60H-DC, MARCA SCHNAIDER	1	\$ 41.333	\$ 41.333
GOBANTES	INT AUTOMATICO 1x32A . CURVA TIPO "C", MARCA EATON.	1	\$ 3.666	\$ 3.666
GOBANTES	INT DIFERENCIA 2x40A, 30mA. MARCA EATON.	1	\$ 23.047	\$ 23.047
GOBANTES	TABLERO EMB 10 MOD. PTA.TRANSARENTE LD MINIE.	1	\$ 5.315	\$ 5.315
GOBANTES	CABLE DESNUDO BLANDO 2 AWG 7 O 19 HEBRAS	6	\$ 7.352	\$ 44.112
GOBANTES	CADWELD BARRAS TOMA TIERRA 5/8" x 3 METROS.	1	\$ 21.736	\$ 21.736
GOBANTES	CONECTOR BRONCE TT 3/4"	1	\$ 1.494	\$ 1.494
GOBANTES	CADWELD ERICO GEM 11,3 KG.	1	\$ 27.185	\$ 27.185
GOBANTES	CAJA A-11 LISA GALVANIZADA 100x100x65 TAPA/EMP	8	\$ 3.386	\$ 27.088
GOBANTES	TUBO 3/4" FLEXIBLE MET C/PVC	10	\$ 1.127	\$ 11.270
GOBANTES	CONECTOR 3/4" RECTO P/FLEX.M.C/PVC	4	\$ 654	\$ 2.616
RHONA	CAB. THHN NUM. 8 AWG ROJO	175	\$ 628	\$ 109.900
RHONA	CAB. THHN NUM. 8 AWG AZUL	100	\$ 628	\$ 62.800
RHONA	CAB. THHN NUM. 8 AWG BLANCO	75	\$ 628	\$ 47.100
RHONA	CAB. THHN NUM. 8 AWG VERDE	100	\$ 628	\$ 62.800
RHONA	CAB. THHN NUM. 4 AWG AZUL	3	\$ 1.318	\$ 3.954
RHONA	CAB. THHN NUM. 4 AWG ROJO	3	\$ 1.318	\$ 3.954
RHONA	CAB. THHN NUM. 1/0 AWG AZUL	3	\$ 3.936	\$ 11.808
RHONA	CAB. THHN NUM. 1/0 AWG ROJO	3	\$ 3.936	\$ 11.808
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 3/4" x 3 MTS.	60	\$ 6.335	\$ 380.100
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 1 1/4" x 3 MTS.	1	\$ 19.732	\$ 19.732
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 1" x 3 MTS.	1	\$ 9.774	\$ 9.774
SODIMAC	PERFIL "C" TIRA DE 6 MTS.	7	\$ 9.510	\$ 66.570
SODIMAC	PERFIL CUADRADO TIRAS DE 6 MTS.	4	\$ 24.840	\$ 99.360
SODIMAC	PERNOS+TUERCAS+GOLILLAS	1	\$ 40.000	\$ 40.000
TOTAL NETO				\$ 11.270.619
IVA(19%)				\$ 2.141.418
TOTAL A PAGAR EN MATERIALES				\$ 13.412.037
TRAMITES DE LEGALIZACION DEL SISTEMA				
			UF	TOTAL
COPELAN	VISITA A TERRENO			\$ 15.000
COPELAN	TRAMITES + SUPERVISION DE PUESTA EN SERVICIO		1,86	\$ 48.974
TOTAL A PAGAR EN TRAMITES				\$ 63.974
SERVICIOS PRESTADO				
		DIAS	SUELDO	TOTAL
MANO DE OBRA SOLDADOR+ AYUDANTE		2	65000	\$ 130.000
MANO DE OBRA ELECTRICO+ AYUDANTE		3	65000	\$ 195.000
COSTO POR FLETE DE EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES			200000	\$ 200.000
TOTAL A PAGAR POR SERVICIOS				\$ 525.000
SUB-TOTAL				\$ 14.001.011
IMPREVISTOS (2% DEL SUB-TOTAL)				\$ 280.020
UTILIDADES DEL INGENIERO INSTALADOR 15 % DEL SUB TOTAL				\$ 2.100.152
TOTAL A PAGAR POR EL CLIENTE				\$ 16.381.182

- Sistema off-grid, con sistema de seguimiento solar.

Tabla VIII.2 Costo de instalación de un sistema off-grid con seguidor solar.

DISTRIBUIDO	DESCRIPCION	CANTID	RECIO UNITA	TOTAL
TRITEC	SMA SI 6.0H SUNNY ISLAND CON DISPLAY.	1	\$ 2.605.275	\$ 2.605.275
TRITEC	REGULADOR SMA SI CHARGER 50, 48V.	2	\$ 736.514	\$ 1.473.028
TRITEC	JA SOLAR310W POLICRISTALINO 1956x991x45 mm. , 72 CELDAS MC4	8	\$ 151.202	\$ 1.209.616
OPITRA	BATERIA SOLAR CICLO PROFUNDO 100ah, 12v	28	\$ 134.445	\$ 3.764.460
OPITRA	CABLE BATERIA ROJO 50 cms.	28	\$ 4.193	\$ 117.404
OPITRA	CABLE BATERIA NEGRO 50 cms.	28	\$ 4.193	\$ 117.404
OPITRA	CONECTORES MC4, CERTIFICADO.	8	\$ 3.017	\$ 24.136
OPITRA	PACK x 5 ESTANTERIA RACK PROFESIONAL INDUSTRIAL.	1	\$ 386.546	\$ 386.546
OPITRA	CLIP FJACION INTERMEDIA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO 25 a 50 mm	16	\$ 4.193	\$ 67.088
OPITRA	CLIP FJACION INICIAL FILA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO 25 a 50 mm.	8	\$ 4.193	\$ 33.544
DARTEL	INT AUTOMATICO 2x20A, CURVA TIPO "C", C60H-DC, MARCA SCHNAIDER	1	\$ 29.978	\$ 29.978
GOBANTES	INT AUTOMATICO 1x32A . CURVA TIPO "C", MARCA EATON.	1	\$ 3.666	\$ 3.666
GOBANTES	INT DIFERENCIA 2x40A, 30mA. MARCA EATON.	1	\$ 23.047	\$ 23.047
GOBANTES	TABLERO EMB 10 MOD. PTA.TRANSPARENTE LD MINIE.	1	\$ 5.315	\$ 5.315
GOBANTES	CABLE DESNUDO BLANDO 2 AWG 7 O 19 HEBRAS	6	\$ 7.352	\$ 44.112
GOBANTES	CADWELD BARRAS TOMA TIERRA 5/8" x 3 METROS.	1	\$ 21.736	\$ 21.736
GOBANTES	CONECTOR BRONCE TT 3/4"	1	\$ 1.494	\$ 1.494
GOBANTES	CADWELD ERICO GEM 11,3 KG.	1	\$ 27.185	\$ 27.185
GOBANTES	CAJA A-11 LISA GALVANIZADA 100x100x65 TAPA/EMP	8	\$ 3.386	\$ 27.088
GOBANTES	TUBO 3/4" FLEXIBLE MET C/PVC	10	\$ 1.127	\$ 11.270
GOBANTES	CONECTOR 3/4" RECTO P/FLEX.MC/PVC	4	\$ 654	\$ 2.616
RHONA	CAB. THHN NUM. 10 AWG AZUL	100	\$ 462	\$ 46.200
RHONA	CAB. THHN NUM. 10 AWG ROJO	100	\$ 462	\$ 46.200
RHONA	CAB. THHN NUM. 8 AWG ROJO	75	\$ 628	\$ 47.100
RHONA	CAB. THHN NUM. 8 AWG BLANCO	75	\$ 628	\$ 47.100
RHONA	CAB. THHN NUM. 8 AWG VERDE	100	\$ 628	\$ 62.800
RHONA	CAB. THHN NUM. 4 AWG AZUL	3	\$ 1.318	\$ 3.954
RHONA	CAB. THHN NUM. 4 AWG ROJO	3	\$ 1.318	\$ 3.954
RHONA	CAB. THHN NUM. 1/0 AWG AZUL	3	\$ 3.936	\$ 11.808
RHONA	CAB. THHN NUM. 1/0 AWG ROJO	3	\$ 3.936	\$ 11.808
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 3/4" x 3 MTS.	60	\$ 6.335	\$ 380.100
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 1 1/4" x 3 MTS.	1	\$ 19.732	\$ 19.732
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 1" x 3 MTS.	1	\$ 9.774	\$ 9.774
MERKASOL	SEGUIDOR SOLAR ,ETATRACK 1500	1	\$ 1.935.807	\$ 1.935.807
TOTAL NETO				\$ 12.622.345
IVA(19%)				\$ 2.398.246
TOTAL A PAGAR EN MATERIALES				\$ 15.020.591
TRAMITES DE LEGALIZACION DEL SISTEMA				
			UF	TOTAL
COPELAN	VISITA A TERRENO			\$ 15.000
COPELAN	TRAMITES + SUPERVISION DE PUESTA EN SERVICIO		1,86	\$ 48.974
TOTAL A PAGAR EN TRAMITES				\$ 63.974
SERVICIOS PRESTADO				
		DIAS	SUELDO	TOTAL
MANO DE OBRA ELECTRICO+ AYUDANTE		3	65000	\$ 195.000
COSTO POR FLETE DE EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES			400000	\$ 200.000
TOTAL A PAGAR POR SERVICIOS				\$ 395.000
SUB-TOTAL				
				\$ 15.479.565
IMPREVISTOS (2% DEL SUB-TOTAL)				\$ 309.591
UTILIDADES DEL INGENIERO INSTALADOR 15 % DEL SUB TOTAL				\$ 2.321.935
TOTAL A PAGAR POR EL CLIENTE				\$ 18.111.091

- Sistema on-grid, con sistema de posición fija óptima.

Tabla VIII.3 Costo de instalación de un sistema on-grid con posición fija óptima.

DISTRIBUIDO	DESCRIPCION	CANTID	RECIO UNITA	TOTAL
TRITEC	SMA SB 3000TLST-21 SUNNY BOY	1	\$ 1.030.892	\$ 1.030.892
TRITEC	MEDIDOR BIDIRECCIONAL KAMSTRUP	1	\$ 64.350	\$ 64.350
TRITEC	JA SOLAR310W POLICRISTALINO 1956x991x45 mm. , 72 CELDAS MC4	10	\$ 151.202	\$ 1.512.020
OPITRA	CONECTORES MC4, CERTIFICADO.	10	\$ 3.017	\$ 30.170
OPITRA	CLIP FIJACION INTERMEDIA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO 25 a 50 mm	20	\$ 4.193	\$ 83.860
OPITRA	CLIP FIJACION INICIAL FILA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO 25 a 50 mm.	10	\$ 4.193	\$ 41.930
DARTEL	INT AUTOMATICO 2x20A, CURVA TIPO "C", C60H-DC, MARCA SCHNAIDER	1	\$ 29.978	\$ 29.978
GOBANTES	INT AUTOMATICO 1x20A . CURVA TIPO "C", MARCA EATON.	1	\$ 2.700	\$ 2.700
GOBANTES	INT DIFERENCIA 2x25A, 30mA. MARCA EATON.	1	\$ 13.500	\$ 13.500
GOBANTES	TABLERO EMB 10 MOD. PTA.TRANSPARENTE LD MINE.	1	\$ 5.315	\$ 5.315
GOBANTES	CABLE DESNUDO BLANDO 2 AWG 7 O 19 HEBRAS	6	\$ 7.352	\$ 29.978
GOBANTES	CADWELD BARRAS TOMA TIERRA 5/8" x 3 METROS.	1	\$ 21.736	\$ 21.736
GOBANTES	CONECTOR BRONCE TT 3/4"	1	\$ 1.494	\$ 1.494
GOBANTES	CADWELD ERICO GEM 11,3 KG.	1	\$ 27.185	\$ 27.185
GOBANTES	CAJA A-11 LISA GALVANIZADA 100x100x65 TAPA/EMP	6	\$ 3.386	\$ 20.316
GOBANTES	TUBO 3/4" FLEXIBLE MET C/PVC	10	\$ 1.127	\$ 11.270
GOBANTES	CONECTOR 3/4" RECTO P/FLEX.MC/PVC	4	\$ 654	\$ 2.616
RHONA	CAB. THHN NUM. 14 AWG ROJO	60	\$ 193	\$ 11.580
RHONA	CAB. THHN NUM. 14 AWG AZUL	60	\$ 193	\$ 11.580
RHONA	CAB. THHN NUM. 12 AWG BLANCO	80	\$ 286	\$ 22.880
RHONA	CAB. THHN NUM. 12 AWG VERDE	80	\$ 286	\$ 22.880
RHONA	CAB. THHN NUM. 12 AWG ROJO	80	\$ 286	\$ 22.880
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 3/4" x 3 MTS.	27	\$ 6.335	\$ 171.045
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 1/2" x 3 MTS.	20	\$ 4.697	\$ 93.940
SODIMAC	PERFIL "C" TIRA DE 6 MTS.	5	\$ 9.510	\$ 47.550
SODIMAC	PERFIL CUADRADO TIRAS DE 6 MTS.	4	\$ 24.840	\$ 99.360
SODIMAC	PERNOS+TUERCAS+GOLILLAS	1	\$ 40.000	\$ 40.000
TOTAL NETO				\$ 3.473.005
IVA(19%)				\$ 659.871
TOTAL A PAGAR EN MATERIALES				\$ 4.132.876
TRAMITES DE LEGALIZACION DEL SISTEMA			UF	TOTAL
COPELAN	VISITA A TERRENO			\$ 15.000
COPELAN	TRAMITES + SUPERVISION DE PUESTA EN SERVICIO		1,86	\$ 48.974
TOTAL A PAGAR EN TRAMITES				\$ 63.974
SERVICIOS PRESTADO		DIAS	SUELDO	TOTAL
MANO DE OBRA SOLDADOR+ AYUDANTE		2	65000	\$ 130.000
MANO DE OBRA ELECTRICO+ AYUDANTE		3	65000	\$ 195.000
COSTO POR FLETE DE EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES			200000	\$ 200.000
TOTAL A PAGAR POR SERVICIOS				\$ 525.000
SUB-TOTAL				\$ 4.721.850
IMPREVISTOS (2% DEL SUB-TOTAL)				\$ 94.437
UTILIDADES DEL INGENIERO INSTALADOR 15 % DEL SUB TOTAL				\$ 708.277
TOTAL A PAGAR POR EL CLIENTE				\$ 5.524.564

- Sistema on-grid, con sistema de seguimiento solar.

Tabla VIII.4 Costo de instalación de un sistema on-grid con seguidor solar.

DISTRIBUIDO	DESCRIPCION	CANTIDAD	RECIO UNITA	TOTAL
TRITEC	INVERSOR SMA SB 2.5	1	\$ 677.423	\$ 677.423
TRITEC	MEDIDOR BIDIRECCIONAL KAMSTRUP	1	\$ 64.350	\$ 64.350
TRITEC	JA SOLAR310W POLICRISTALINO 1956x991x45 mm. , 72 CELDAS MC4	10	\$ 151.202	\$ 1.512.020
OPITRA	CONECTORES MC4, CERTIFICADO.	10	\$ 3.017	\$ 30.170
OPITRA	CLIP FIJACION INTERMEDIA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO 25 a 50 mm	20	\$ 4.193	\$ 83.860
OPITRA	CLIP FIJACION INICIAL FILA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO 25 a 50 mm.	10	\$ 4.193	\$ 41.930
DARTEL	INT AUTOMATICO 2x20A, CURVA TIPO "C", C60H-DC, MARCA SCHNAIDER	1	\$ 29.978	\$ 29.978
GOBANTES	INT AUTOMATICO 1x16A. CURVA TIPO "C", MARCA EATON.	1	\$ 2.700	\$ 2.700
GOBANTES	INT DIFERENCIA 2x25A, 30mA. MARCA EATON.	1	\$ 13.500	\$ 13.500
GOBANTES	TABLERO EMB 10 MOD. PTA.TRANSPARENTE LD MINIE.	1	\$ 5.315	\$ 5.315
GOBANTES	CABLE DESNUDO BLANDO 2 AWG 7 O 19 HEBRAS	6	\$ 7.352	\$ 29.978
GOBANTES	CADWELD BARRAS TOMA TIERRA 5/8" x 3 METROS.	1	\$ 21.736	\$ 21.736
GOBANTES	CONECTOR BRONCE TT 3/4"	1	\$ 1.494	\$ 1.494
GOBANTES	CADWELD ERICO GEM 11,3 KG.	1	\$ 27.185	\$ 27.185
GOBANTES	CAJA A-11 LISA GALVANIZADA 100x100x65 TAPA/EMP	6	\$ 3.386	\$ 20.316
GOBANTES	TUBO 3/4" FLEXIBLE MET C/PVC	10	\$ 1.127	\$ 11.270
GOBANTES	CONECTOR 3/4" RECTO P/FLEX.MC/PVC	4	\$ 654	\$ 2.616
RHONA	CAB. THHN NUM. 14 AWG ROJO	130	\$ 193	\$ 25.090
RHONA	CAB. THHN NUM. 14 AWG AZUL	60	\$ 193	\$ 11.580
RHONA	CAB. THHN NUM. 14 AWG BLANCO	80	\$ 286	\$ 22.880
RHONA	CAB. THHN NUM. 14 AWG VERDE	80	\$ 286	\$ 22.880
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 3/4" x 3 MTS.	27	\$ 6.335	\$ 171.045
GOBANTES	TR. CONDUIT GALVANIZADO 1/2" x 3 MTS.	20	\$ 4.697	\$ 93.940
MERKASOL	SEGUIDOR SOLAR ,ETATRACK 1500	1	\$ 1.935.807	\$ 1.935.807
TOTAL NETO				\$ 4.859.063
IVA(19%)				\$ 923.222
TOTAL A PAGAR EN MATERIALES				\$ 5.782.285
TRAMITES DE LEGALIZACION DEL SISTEMA				UF TOTAL
COPELAN	VISITA A TERRENO			\$ 15.000
COPELAN	TRAMITES + SUPERVICION DE PUESTA EN SERVICIO		1,86	\$ 48.974
TOTAL A PAGAR EN TRAMITES				\$ 63.974
SERVICIOS PRESTADO		DIAS	SUELDO	TOTAL
MANO DE OBRA ELECTRICO+ AYUDANTE		3	65000	\$ 195.000
COSTO POR FLETE DE EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES			200000	\$ 200.000
TOTAL A PAGAR POR SERVICIOS				\$ 395.000
SUB-TOTAL				\$ 6.241.259
IMPREVISTOS (2% DEL SUB-TOTAL)				\$ 124.825
UTILIDADES DEL INGENIERO INSTALADOR 15 % DEL SUB TOTAL				\$ 936.189
TOTAL A PAGAR POR EL CLIENTE				\$ 7.302.273

VIII.1 Evaluación Económica Privada

El análisis se realiza para un periodo de 20 años, debido a que la duración máxima de los módulos, según el fabricante, corresponde a 20 años. También es importante tener en cuenta el reemplazo de las baterías, que será cada 5 años, por lo que cumplido ese límite estas deben ser cambiadas por unas nuevas, lo que implica un nuevo costo.

Se asume que la inversión inicial y los costos involucrados serán costeados totalmente por los propietarios de la vivienda donde se está evaluando el proyecto fotovoltaico.

Para el sistema off-grid, se estima que por un kilo de baterías se obtiene \$230 (precio ECOBAT), es decir, para una cantidad de 28 baterías su peso total es 702,8 kg (25,1 kg por batería), por ende se obtiene un ingreso de reciclaje de \$161.644.

- Sistema off-grid, con sistema de posición fija óptima.

Tabla VIII.5 Evaluación económica de instalación de un sistema off-grid con posición fija óptima.

AÑO	INVERSION INICIAL	REEMPLAZO DE BATERIA	RECICLAJE DE BATERIAS	AHORRO ANUAL DE ENERGIA	VALOR NETO
0	\$ 16.381.182				
1				\$ 452.667	\$ 15.928.515
2				\$ 452.667	\$ 15.475.848
3				\$ 452.667	\$ 15.023.181
4				\$ 452.667	\$ 14.570.514
5		\$ 3.764.460	\$ 161.644	\$ 452.667	\$ 17.720.663
6				\$ 452.667	\$ 17.267.996
7				\$ 452.667	\$ 16.815.329
8				\$ 452.667	\$ 16.362.662
9				\$ 452.667	\$ 15.909.995
10		\$ 3.764.460	\$ 161.644	\$ 452.667	\$ 19.060.144
11				\$ 452.667	\$ 18.607.477
12				\$ 452.667	\$ 18.154.810
13				\$ 452.667	\$ 17.702.143
14				\$ 452.667	\$ 17.249.476
15		\$ 3.764.460	\$ 161.644	\$ 452.667	\$ 20.399.625
16				\$ 452.667	\$ 19.946.958
17				\$ 452.667	\$ 19.494.291
18				\$ 452.667	\$ 19.041.624
19				\$ 452.667	\$ 18.588.957
20		\$ 3.764.460	\$ 161.644	\$ 452.667	\$ 21.739.106

- Sistema off-grid, con sistema de seguimiento solar.

Tabla VIII.6 Evaluación económica de instalación de un sistema off-grid con seguidor solar.

AÑO	INVERSION INICIAL	REEMPLAZO DE BATERIA	RECICLAJE DE BATERIAS	AHORRO ANUAL DE ENERGIA	VALOR NETO
0	18111090				
1				\$ 452.667	\$ 17.658.423
2				\$ 452.667	\$ 17.205.756
3				\$ 452.667	\$ 16.753.089
4				\$ 452.667	\$ 16.300.422
5		\$ 3.764.460	\$ 161.644	\$ 452.667	\$ 19.450.571
6				\$ 452.667	\$ 18.997.904
7				\$ 452.667	\$ 18.545.237
8				\$ 452.667	\$ 18.092.570
9				\$ 452.667	\$ 17.639.903
10		\$ 3.764.460	\$ 161.644	\$ 452.667	\$ 20.790.052
11				\$ 452.667	\$ 20.337.385
12				\$ 452.667	\$ 19.884.718
13				\$ 452.667	\$ 19.432.051
14				\$ 452.667	\$ 18.979.384
15		\$ 3.764.460	\$ 161.644	\$ 452.667	\$ 22.129.533
16				\$ 452.667	\$ 21.676.866
17				\$ 452.667	\$ 21.224.199
18				\$ 452.667	\$ 20.771.532
19				\$ 452.667	\$ 20.318.865
20		\$ 3.764.460	\$ 161.644	\$ 452.667	\$ 23.469.014

- Sistema on-grid, con sistema de posición fija óptima.

Para el caso del sistema on-grid, se le suma la posibilidad de venta de energía por medio del medidor bidireccional, la cual se vende a precio de energía (\$64,417), no confundir con el cargo energía base (\$164,528).

Tabla VIII.7 Evaluación económica de instalación de un sistema on-grid con posición fija óptima.

AÑO	INVERSION INICIAL	VENTA ANUAL DE ENERGIA	AHORRO ANUAL DE ENERGIA	VALOR NETO	GANANCIA
0	\$ 5.524.564				
1		\$ 188.791	\$ 452.667	\$ 4.883.106	
2		\$ 188.791	\$ 452.667	\$ 4.241.649	
3		\$ 188.791	\$ 452.667	\$ 3.600.191	
4		\$ 188.791	\$ 452.667	\$ 2.958.734	
5		\$ 188.791	\$ 452.667	\$ 2.317.276	
6		\$ 188.791	\$ 452.667	\$ 1.675.819	
7		\$ 188.791	\$ 452.667	\$ 1.034.361	
8		\$ 188.791	\$ 452.667	\$ 392.904	
9		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 248.554	\$ 188.791
10		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 890.012	\$ 377.581
11		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 1.531.469	\$ 566.372
12		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 2.172.927	\$ 755.162
13		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 2.814.384	\$ 943.953
14		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 3.455.842	\$ 1.132.743
15		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 4.097.299	\$ 1.321.534
16		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 4.738.757	\$ 1.510.324
17		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 5.380.214	\$ 1.699.115
18		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 6.021.672	\$ 1.887.906
19		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 6.663.129	\$ 2.076.696
20		\$ 188.791	\$ 452.667	-\$ 7.304.587	\$ 2.265.487

- Sistema on-grid, con sistema de seguimiento solar.

Tabla VIII.8 Evaluación económica de instalación de un sistema on-grid con seguidor solar

AÑO	INVERSION INICIAL	VENTA ANUAL DE ENERGIA	AHORRO ANUAL DE ENERGIA	VALOR NETO	GANANCIA
0	\$ 7.302.272				
1		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 6.653.807	
2		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 6.005.341	
3		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 5.356.876	
4		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 4.708.411	
5		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 4.059.945	
6		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 3.411.480	
7		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 2.763.014	
8		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 2.114.549	
9		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 1.466.084	
10		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 817.618	
11		\$ 195.798	\$ 452.667	\$ 169.153	
12		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 479.312	\$ 195.798
13		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 1.127.778	\$ 391.597
14		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 1.776.243	\$ 587.395
15		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 2.424.709	\$ 783.193
16		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 3.073.174	\$ 978.992
17		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 3.721.639	\$ 1.174.790
18		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 4.370.105	\$ 1.370.589
19		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 5.018.570	\$ 1.566.387
20		\$ 195.798	\$ 452.667	-\$ 5.667.035	\$ 1.762.185

Capítulo IX: análisis y conclusiones.

En el presente seminario, logramos conocer el funcionamiento de la energía fotovoltaica, desde cómo se genera, hasta el dimensionamiento de un sistema que suministre la energía requerida por el consumidor, en este caso, la familia Puentes Parra.

Posteriormente del estudio de los cuatro casos (sistema on-grid y off-grid, con seguidor solar y con posicionamiento fijo óptimo). Se logró apreciar en detalle la comparación entre sus componentes principales, basándonos en costo de instalación, su rendimiento y fiabilidad en el tiempo.

En el estudio abarcamos un sistema de seguidores solares, con el fin de obtener un mejor rendimiento al momento de captar la radiación solar, aumentando considerablemente la energía producida y logrando disminuir la cantidad de paneles a utilizar. Pero aumentando el costo de instalación del proyecto para cada caso.

El sistema on-grid es mucho más conveniente respecto al sistema off-grid al no utilizar un banco de baterías, ya que estas son de alto costo y poca durabilidad en el tiempo. También el sistema on-grid nos da la opción de poder vender la energía que no se utiliza, a la compañía distribuidora, así logrando obtener ganancias y ayudándonos a recuperar el capital invertido. El sistema off-grid nos permite una independencia completa de la red siendo factible su implementación en lugares con difícil acceso al suministro eléctrico.

Para concluir, se optó por la implementación del sistema on-grid con posicionamiento fijo óptimo, ya que nos entrega mayor rentabilidad a lo largo de los años, obteniendo ganancias a partir del noveno año y logrando recuperar el capital invertido.

Bibliografía

[1] Explorador solar de la universidad de chile. Año 2014

Disponible en:

<http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/>

[2] Cooperativa Eléctrica Los Ángeles Ltda., COOPELAN. Tarifas.

Disponible en:

<http://www.coopelan.cl/web/index.php/tarifas>

[3] Factor de corrección k para superficies inclinadas.

Disponible en:

<https://renovablesconsaburum.files.wordpress.com/2015/12/tablas-factor-correccion-k.pdf>

[4] Tritec-intervento, Distribuidora de equipos fotovoltaicos, Año 2011.

Disponible en:

<http://www.tritec-intervento.cl/>

[5] Opitra, Cotizaciones de materiales y equipos generales.

Disponible en:

<https://www.opitra.cl/>

[6] Gorbantes, Cotizaciones de materiales y equipos generales.

Disponible en:

<http://www.gobantes.cl/>

[7] Rhona, Cotizaciones de materiales y equipos generales.

Disponible en:

<http://www.rhona.cl/>

[8] Dartel, Cotizaciones de materiales y equipos generales.

Disponible en:

<http://www.dartel.cl/site/app/www/>

[9] Estudio solar, Accesorias y consultorías, Estudiosolar.cl, Año 2010.

Disponible en:

<http://www.estudiosolar.cl/>

[10] Productos autorizado por SEC, certificados.

Disponible en:

http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5847695,33_5905757&_dad=portal&_schema=PORTAL

[11] SEC, Ley de generación distribuida, Año 2014.

Disponible en:

http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,1&_dad=portal&_schema=PORTAL

- [12] Ministerio de Energía, Norma técnica de conexión y operación de equipamientos de generación en baja tensión, Comisión nacional de energía, Año 2014.
- [13] Normas Energías Renovables. (2006). Instalaciones Fotovoltaicas. Nch 2006.
- [14] Superintendencia de Electricidad y Combustibles. (2003). Electricidad – Instalaciones de Consumo en Baja Tensión. Nch Elec. 4/2003.

Anexos A: Cotizaciones

Cliente: Cliente empresa
 Dirección: Sin dirección
 Comuna: Providencia
 Ciudad: Santiago
 RUT: 111.111.111-8



Cotización
N° 3150
30/03/2016

TRITEC - Intervento SpA
 Dr. Manuel Barros Borgoño N° 71 OF 1604
 Providencia, Santiago de Chile

Contacto: ALLAN IBARRA
 Teléfono: _____
 E-Mail: _____

Artículo	Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Valor Total
600373	SMA SI 6.0H Sunny Island con Display, MC3	1.	2,605,275.000	2,605,275.000
600375	SMA SIC 50A/140V Sunny Island Charger- 2400W banco de 48V	1.	736,514	736,514.000
507002	Kaise - Batería AGM 100Ah/12V	24.	123,643.00	2,967,432.000
1302020	Multi Contact hembra MC4 4-6mm² (Kyocera, Bosch)	3.	1,634.00	4,902.000
1302030	Multi Contact macho MC4 4-6mm² (Kyocera, Bosch)	3.	1,229.00	3,687.000
101533	Hareon Solar HR-310W 1952X992X35/40	9.	164,738.00	1,482,642.000
0037	Flete PULLMAN-CARGO/Embalaje	1.	164,000.00	164,000.000

Neto	7,964,452
Descuento	0
IVA 19%	1,513,246
Total a pagar	9,477,698

Condiciones de pago

100% contado

Tiempo de entrega mínimo 24 horas - Cotización válida por 15 días - Afecto a disponibilidad de stock

Se aplican las condiciones generales para el comercio del grupo TRITEC (véase: www.tritec-energy.com)

ANEXO A1

Cliente: Cliente empresa
 Dirección: Sin dirección
 Comuna: Providencia
 Ciudad: Santiago
 RUT: 111.111.111-8



Cotización
N° 3151
30/03/2016

TRITEC - Intervento SpA
 Dr. Manuel Barros Borgoño N° 71 OF 1604
 Providencia, Santiago de Chile

Contacto: ALLAN IBARRA
 Teléfono: _____
 E-Mail: _____

Artículo	Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Valor Total
202182	SMA Sunny Boy 2.5 2500 VA, Webconnect, WLAN, 1 MPPT, Sundia	1.	677,423.000	677,423.000
101533	Hareon Solar HR-310W 1952X992X35/40	7.	164,738	1,153,166.000
58101311	KAMSTRUP Medidor Bidireccional Monofásico 162Mx3	1.	64,350.00	64,350.000
1302020	Multi Contact hembra MC4 4-6mm² (Kyocera, Bosch)	1.	1,634.00	1,634.000
1302030	Multi Contact macho MC4 4-6mm² (Kyocera, Bosch)	1.	1,229.00	1,229.000

Neto	1,897,802
Descuento	0
IVA 19%	360,582
Total a pagar	2,258,384

Condiciones de pago

100% contado

Tiempo de entrega mínimo 24 horas - Cotización válida por 15 días - Afecto a disponibilidad de stock

Se aplican las condiciones generales para el comercio del grupo TRITEC (véase: www.tritec-energy.com)

TRITEC - Intervento SpA

RUT: 76.188.578-2
 Giro: Distribución y Proyectos de Energía Fotovoltaica

Banco Santander
 Cuenta N°: 65-91327-5

ANEXO A2



Cotización :

OPITRA0000428

Nombre : Victor Manuel Puentes Parra
 Rut : 18.413.810-7
 Fono : 56988194933
 Email : vpuentes@alumnos.ubiobio.cl
 Fecha : 02-12-2016

COTIZACIÓN ONLINE OPITRA CHILE

Cotización Válida por 5 días hábiles.
 Sujeto a stock disponible.
 No Reemplaza Factura de Compra.

Código	Nombre	Qty	Precio Unitario.	Precio Total.
240050100	Bateria Solar Ciclo Profundo 100ah 12v	1	\$ 134.445	\$ 134.445
276020014	Cable Bateria Rojo 50 cms	1	\$ 4.193	\$ 4.193
276020014	Cable Bateria Negro 50 cms	1	\$ 4.193	\$ 4.193
276020003	Conectores MC4 Certificado	1	\$ 3.017	\$ 3.017
280010103	Pack x 5 Estanterías Rack Profesional Industrial	1	\$ 386.546	\$ 386.546
276050015	Clip Fijación Intermedia Paneles Solares fotovoltaico 25 a 50 mm	1	\$ 4.193	\$ 4.193
276050016	Clip Fijación Inicial Fila Paneles Solares fotovoltaico 25 a 50 mm	1	\$ 4.193	\$ 4.193
			Total Neto	\$ 540.782
			Otros	\$ 0
			Iva	\$ 102.748
			Total a Pagar	\$ 643.530

Datos Bancarios.
 Beneficiario: Remsa Sociedad Anónima
 RUT: 76.318.856-6
 Banco Santander Cta Cte: 70346095

OPITRA CHILE - SOLUCIONES ECOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS.

Teléfonos: +56 2 24080012 +56 2 24093480 / Whatsapp: +56 9 42625289

Email: info@opitra.cl Web: www.opitra.cl

ANEXO A3

RHONA S.A.
Un Mundo en Equipamiento Eléctrico

CASA MATRIZ:
Agua Santa 4211
Teléfono : (32) 2320600
Fax : (32) 2320618
Vía del Mar - Chile
E-mail : info@rhona.cl
Santiago:
Ejército Libertador 120
Teléfono : (2) 5606700
Fax : (2) 5606745
Domeyko 1848
E-mail : santiago@rhona.cl

Concepción :
Carmelo Henríquez 2330
Teléfono : (41) 2446100
Fax : (41) 2446150
E-mail : concepcion@rhona.cl
Antofagasta:
Nicolas Tirado 198
Teléfono : (55) 2685200
Fax : (55) 2685299
E-mail : antofagasta@rhona.cl

Rut 92.307.000-1
COTIZACIÓN
N° 001827W



SEÑOR(ES)	: VICTOR MANUEL PUNTES PARRA	FECHA EMISION	: 09/12/2016
DIRECCIÓN	: LOS ACACIOS 425 PEDRO DE VALDIVIA	RUT	: 18413810-7
CIUDAD	: LAJA	COMUNA	: LAJA

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT	UNID.	PRECIO UN.	VALOR
294108	CABLE THHN 12 AWG FLEXIBLE ROJO	1	MTS	286	286
294136	CABLE THHN 4 AWG FLEXIBLE NEGRO	1	MTS	1.318	1.318
294154	CABLE THHN 1/0 AWG NEGRO	1	MTS	3.936	3.936
294115	CABLE THHN 10 AWG FLEXIBLE ROJO	1	MTS	462	462
294101	CABLE THHN 14 AWG FLEXIBLE ROJO	1	MTS	193	193
294124	CABLE THHN 8 AWG FLEXIBLE NEGRO	1	MTS	628	628

----- Pagina 1 de 1 -----

Observaciones: Antes de comprar verifique el stock de los productos en la sucursal donde desea realizar la compra. La disponibilidad de los productos puede sufrir variaciones entre sucursales.

PLAZO ENTREGA	: A CONVENIR CON VENDEDOR	SUBTOTAL	: 6.823
VALIDEZ COTIZACIÓN	: 7 DÍAS	DSCTO 0.00%	: 0
LUGAR DE ENTREGA	: A CONVENIR CON VENDEDOR	NETO	: 6.823
FORMA DE PAGO	: A CONVENIR CON VENDEDOR	I.V.A	: 1.296
VARIOS	:	TOTAL	: 8.119

450ad5ed12c018f57a29c8f0ea7008ff

info@rhona.cl

06e07c89c99fbbc5813ccd3193b94a63

ANEXO A4



Dartel S.A
 RUT: 96.806.110-0
 Giro: Distribuidora de artículos eléctricos
 Dirección: Avda. Matta 326
 Ciudad: Santiago Fono : (56 2) 2757 2200
 Fax: (56 2) 2757 2202

COTIZACIÓN		
N°	137686	
FECHA	2	Diciembre 2016

Sres.	EMPRESA DE MONTAJES INDUSTRIALES SALFA S.A.	Ciudad	
Dirección		R.U.T	96684600-3
Forma de Pago	Crédito 45 días	Fono	
Plazo Entrega		V Titular:	Marcelo Nuñez
N° Cliente	300236	Atendido	Marcelo Nuñez

mnunez@dartel.cl

#	Producto	Descripción	Fec.Entrega	Catálogo	Cantidad	Precio Unitario	%Dcto	Total
1	8150859	INT AUTOMATICO 1x10A C C60H-DC		MGN81508	80	12.068	0,0000	965.440
2	8151259	INT AUTOMATICO 1x20A C 6KA/250VDC C60HDC		MGN81512	25	14.935	0,0000	373.375
3	8153259	INT AUTOMATICO 2x20A C C60H-DC		MGN81532	15	29.978	0,0000	449.670
4	8153559	INT AUTOMATICO 2x32A "C" C60H-DC		MGN81535	48	41.333	0,0000	1.983.984
Comentarios						Valor mercadería		3.772.469
GE						Descuento 0,0000		0
						Sub-Total		0
						I.V.A		716.769
						Valor Factura		4.489.238

CASA MATRIZ
 AV MATTÁ 326, SANTIAGO

SANTIAGO
 SUCURSAL LOS LIBERTADORES
 CENTRO DE DISTRIBUCIÓN



SUCURSALES

IGUQUE CALAMA ANTOFAGASTA COPIAPÓ LA SERENA LOS ANDES VALPARAÍSO RANCAGUA TALCA CONCEPCIÓN TEMUCO PUERTO MONTT

ANEXO A5



Seguidor solar de 1 eje 15 m2 -etatrack 1500 - lorentz

- Tiempo de entrega: **3 días**

2.700,12 € / unidad

Ver precios con IVA IVA incluido

PIDE INFORMACIÓN GRATIS

✓ [Solicita un presupuesto personalizado al fabricante](#)

♥ [Añadir a favoritos](#)

Información detallada de Seguidor solar de 1 eje 15 m2 -etatrack 1500 - lorentz:

Características generales • Superficie total de módulo de hasta 10m2 • Libre de mantenimiento • Alta confiabilidad y duración • Bajo consumo de potencia, 1.5Kwh por año • Ausencia de movimientos innecesarios • Diseñado para velocidades del viento hasta 150Km/h • Sistema de seguimiento de alto rendimientoAplicaciones • El seguimiento solar de eje simple proporciona un aumento de energía del 25% al año, y de hasta el 55% durante los meses del verano • Sistemas aislados de alto voltaje • Sistemas de conexión a red • Sistemas de bombeo de agua Características generales • Superficie total de módulo de hasta 10m2 • Libre de mantenimiento • Alta confiabilidad y duración • Bajo consumo de potencia, 1.5Kwh por año • Ausencia de movimientos innecesarios • Diseñado para velocidades del viento hasta 150Km/h • Sistema de seguimiento de alto rendimiento Seguimiento • Ángulo este-oeste: 90° activo • Ángulo de elevación: 0°-45°, de ajuste manual • Sin sensores independientes • Alimentación del sistema de propulsión del seguimiento: Tensión nominal 24V, proporcionada por uno de los módulos guiados (opcional a 48V) • Colocación horizontal durante la noche • Seguimiento en seis pasos conforme ala insolación diaria

INFORMACIÓN SOBRE EL VENDEDOR

Merkasol Energías Renovables

España | Sevilla

Empresa Premium hace **5 años**

★★★★☆

✓ Empresa Verificada

📄 [1999 productos publicados](#)

📄 [Descargar catálogo](#)

☎ 954308103



Seguidor solar de 1 eje Etatrack Active 400 (4m2) LORENIZ

- Tiempo de entrega: **3 días**

740,16 € /unidad

Ver precios con IVA IVA incluido

PIDE INFORMACIÓN GRATIS

✓ [Solicita un presupuesto personalizado al fabricante](#)

♥ [Añadir a favoritos](#)

Información detallada de Seguidor solar de 1 eje Etatrack Active 400 (4m2) LORENIZ:

Características generales • Superficie total de módulo de hasta 4m2 (unos 500Wp) • Libre de mantenimiento. • Alta confiabilidad y duración. • Bajo consumo de potencia, 1.25Kwh por año. • Ausencia de movimientos innecesarios. • Diseñado para velocidades del viento hasta 120Km/h. • Sistema de seguimiento de alto rendimiento.Aplicaciones • El seguimiento solar de eje simple proporciona un aumento de energía del 25% al 35% al año, y de hasta el 55% durante los meses del verano. • Sistemas aislados de alto voltaje. • Sistemas de conexión a red. • Sistemas de bombeo de agua. Características generales • Superficie total de módulo de hasta 4m2 (unos 500Wp) • Libre de mantenimiento. • Alta confiabilidad y duración. • Bajo consumo de potencia, 1.25Kwh por año. • Ausencia de movimientos innecesarios. • Diseñado para velocidades del viento hasta 120Km/h. • Sistema de seguimiento de alto rendimiento. Seguimiento: • Ángulo este-oeste: 90° activo. • Ángulo de elevación: 0°-45°, de ajuste manual. • Sin sensores independientes. •

INFORMACIÓN SOBRE EL VENDEDOR

Merkasol Energías Renovables

España | Sevilla

Empresa Premium hace **5 años**

★★★★☆

✓ Empresa Verificada

📄 [1999 productos publicados](#)

📄 [Descargar catálogo](#)

☎ 954308103

ANEXO A6

Electricidad Gobantes S.A
 c. Matta #1195-Santiago
 T : 080.409.800-3

05/12/16
1

C O T I Z A C I O N - S A P

Fecha 5 de diciembre de 2016 063
 Cliente CLIENTE BOLETA
 R.U.T 66666666-6 Vendedor: S06-312-JC
 Dirección NO INFORMADA
 Comuna NO INFORMADA
 Ciudad NO INFORMADA
 Cond. Pago Cliente Contado
 Validez Cot. VALIDEZ COTIZACION 72 HORAS. EN COND. ELECTRICOS 1 DIA
 Observacion:
 Contactenos al Tel. : (2)6900000 o e-mail: contactenos@gobantes.cl
 o al Fax : (2)6713784

Codigo	Cant	Emb	Descripcion	P.Unitario	Descuentos
0700616	1	UNIDAD/1	AUT. 1X20A TIPO C 6K 138840 EATON	2.700,00	28,74
0700615	1	UNIDAD/1	AUT. 1X16A TIPO C 6K 138839 EATON	2.700,00	28,74
0700602	1	UNIDAD/1	DIF 2X25A.30MA 142750 EATON	13.500,00	28,74
0700606	1	UNIDAD/1	DIF 2X40A. 300MA 142760 EATON	23.047,00	28,74
0700618	1	UNIDAD/1	AUT. 1X32A TIPO C 6K 138842 EATON	3.666,00	28,74
0134012	1	KGS/1	CABLE DESNUDO BLANDO #2 AWG 7 o 19 HEBRAS	7.352,50	28,74
0509033	1	UNI/1	"CADWELD BARRAS TOMATIERRA 5/8"x3."	21.736,00	28,74
0503005	1	UNI/1	"CONECTOR BRONCE TT 3/4" P/BC"	1.494,00	28,74
0608185	1	UNIDAD/1	TABLERO EMB 10 MOD. PTA.TRANSF. LD MINIE	5.315,00	33,40
0509028	1	UNI/1	CADWELD ERICO GEM (11.3 KG.)	27.185,00	28,74
0607698	1	UNIDAD/1	"TR. CONDUIT GALV. 3/4"x3 MTS. C.80.1 EKO"	6.335,00	28,74
0809053	1	UNI/1	CAJA A-11 LISA GALV 100X100X65 TAPA/EMP	3.386,00	28,74
0925035	1	METRO/1	"TUBO 3/4" FLEXIBLE MET. C/PVC"	1.127,00	33,40
0925007	1	UNIDAD/1	"CONECTOR 3/4" RECTO P/FLEX.M.C/PVC"	654,00	33,40
0607699	1	UNIDAD/1	"TR. CONDUIT GALV. 1"x3 MTS. C.80.1 EKOLI"	9.774,00	33,40
0607700	1	UNIDAD/1	"TR. CONDUIT GALV. 1 1/4"x3 MTS. C.80.1 EK"	19.732,00	33,40
0607697	1	UNIDAD/1	"TR. CONDUIT GALV. 1/2"x3 MTS. C.80.1 EKO"	4.697,00	33,40
0146016	1	MTS/1	CAB. THHN NUM. 8 AWG AZUL	724,80	28,74
0146020	1	MTS/1	CAB. THHN NUM. 8 AWG VERDE	724,80	28,74
0146004	1	MTS/1	CAB. THHN NUM. 14 AWG ROJO	179,00	28,74

Agradecemos su Preferencia
 Cotizado Por: S06 JOSE SOBARZO HERMOSILLA

Forma de Pago: Efectivo. Cheque (Titular)
 Cheque Empresas (Registrados)

Total Neto
 19% IVA
 Total

Monto: CIENTO TREINTA MIL VEINTIUNO Y 00 / 100

ANEXO A7

1. Módulos Fotovoltaicos			Precio USD	%
101536	Hareon HR-255-18/Bb Poly 3Bb (1636X992X35) 255 Wp, -0/+!	Nuevo!	USD 198.9	-
101534	Hareon HR-265-18/Bb Poly 3Bb (1636X992X35) 265 Wp, -0/+!		USD 217.0	-16%
101533	Hareon HR-310P-24/Ba Poly 3BB (1952x992x40/35) 310 Wp, ·		USD 229.7	-22%
101537	Hareon HR-315P-24/Ba Poly 3BB (1952x992x40/35) 315Wp, -	Nuevo!	USD 233.4	-
101451	JA Solar 265W Policristalino (1650x991x40) - 60 cell MC4 -0/+		USD 242.8	-19%
101449	JA Solar 310W Policristalino (1956x991x45) - 72 cell MC4 -0/+		USD 284.1	-19%

3. Equipamiento On-Grid			Q4-2016	Q4/Q2
Inversores On-Grid				
4210050	Fronius SYMO 10.0-3-M 10000 VA, trifásico, bornes, WLAN+W		USD 3,545.6	-2%
4210051	Fronius SYMO 12.5-3-M 12500 VA, trifásico, bornes, WLAN+W		USD 4,150.0	-2%
4210052	Fronius SYMO 15.0-3-M 15000 VA, trifásico, bornes, WLAN+W		USD 4,688.1	-2%
4210053	Fronius SYMO 17.5-3-M 17500 VA, trifásico, bornes, WLAN+W		USD 5,173.1	-2%
4210054	Fronius SYMO 20.0-3-M 20000 VA, trifásico, bornes, WLAN+W		USD 5,659.6	-2%
4210055	Fronius Eco 25.0-3-S 25000VA, Trifasico, 1MMPT, Light	Nuevo!	USD 4,886.4	-5%
4210056	Fronius Eco 25 0-3-s 25000VA, Trifasico, WLAN/LAN/Webser	Nuevo!	USD 5,076.6	-
4210057	Fronius Eco 27.0-3-S 27000VA, Trifasico, 1MMPT, Light	Nuevo!	USD 5,026.2	-
4210058	Fronius Eco 27 0-3-s 27000VA, Trifasico, WLAN/LAN/Webser	Nuevo!	USD 5,216.5	-
4210060	Fronius Primo 3.6-1 3600 VA, monofásico, WLAN/LAN/Webse		USD 1,933.5	1%
4210062	Fronius Primo 4.0-1 6000 VA, monofásico, WLAN/LAN/Webse		USD 2,150.0	7%
4210063	Fronius Primo 4.6-1 5000 VA, monofásico, WLAN/LAN/Webse		USD 2,024.3	-5%
4210065	Fronius Primo 5-1 4600 VA, monofásico, WLAN/LAN/Webserv		USD 2,227.2	1%
4210066	Fronius Primo 6.0-1 4000 VA, monofásico, WLAN/LAN/Webse		USD 2,590.6	1%
4210067	Fronius Primo 8.2-1 8200 VA, monofásico, WLAN/LAN/Webse		USD 2,985.8	1%
202181	SMA Sunny Boy 1.5 1500 VA, Webconnect, WLAN, 1 MPPT, St		USD 1,051.9	-1%
202182	SMA Sunny Boy 2.5 2500 VA, Webconnect, WLAN, 1 MPPT, St		USD 1,415.6	-1%
201743	SMA SB 3000TLST-21 Sunny Boy inkl. Display, Sunclix, ESS		USD 1,818.5	-13%
201744	SMA SB 3600TL-213680 W, Bluetooth, Sunclix		USD 1,846.2	-

ANEXO A8

Anexos B:

DATOS Y

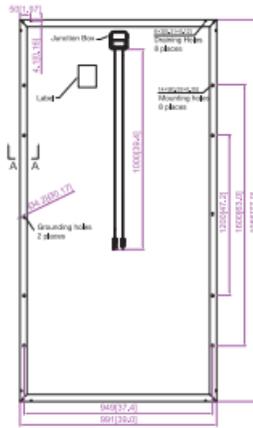
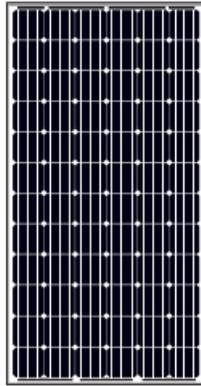
CARACTERISTICAS DE

LOS EQUIPOS

JAM6 72/300-320



Engineering Drawings



■ customized cable length available upon request

MECHANICAL PARAMETERS		WORKING CONDITIONS	
Cell (mm)	Mono 156x156	Maximum System Voltage	DC 1000V (IEC)
Weight (kg)	26 (approx)	Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Glass Thickness	4 mm	Maximum Series Fuse	15A
Dimensions (LxWxH) (mm)	1956x991x45	Maximum Static Load, Front (e.g., snow and wind)	5400Pa (112 lb/ft ²)
Cable Cross Section Size (mm ²)	4	Maximum Static Load, Back (e.g., wind)	2400Pa (50 lb/ft ²)
No. of Cells and Connections	72 (6x12)	NOCT	45±2°C
Junction Box	IP67, 3 diodes	Application Class	Class A
Connector	MC4 Compatible		
Packaging Configuration	23 Per Pallet		

ELECTRICAL PARAMETERS		I-V CURVE				
TYPE	JAM6 72-300/SI	JAM6 72-305/SI	JAM6 72-310/SI	JAM6 72-315/SI	JAM6 72-320/SI	
Rated Maximum Power at STC (W)	300	305	310	315	320	Current-Voltage Curve (JAM6 72-310)
Open Circuit Voltage (Voc/V)	45.28	45.41	45.57	45.73	45.86	
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	36.77	36.93	37.04	37.15	37.35	Power-Voltage Curve (JAM6 72-310)
Short Circuit Current (Isc/A)	8.71	8.78	8.85	8.92	8.99	
Maximum Power Current (Imp/A)	8.16	8.26	8.37	8.48	8.57	Current-Voltage Curve (JAM6 72-310)
Module Efficiency [%]	15.48	15.73	15.99	16.25	16.51	
Power Tolerance (W)			-0 ~ +5W			
Temperature Coefficient of Isc (αIsc)			+0.059%/°C			
Temperature Coefficient of Voc (βVoc)			-0.330%/°C			
Temperature Coefficient of Pmax (γPmp)			-0.410%/°C			
STC	Irradiance 1000W/m ² , Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5					

NOCT						
TYPE	JAM6 72-300/SI	JAM6 72-305/SI	JAM6 72-310/SI	JAM6 72-315/SI	JAM6 72-320/SI	
Max Power (Pmax) [W]	219.60	223.26	226.92	230.58	234.24	Current-Voltage Curve (JAM6 72-310)
Open Circuit Voltage (Voc) [V]	42.07	42.18	42.23	42.48	42.72	
Max Power Voltage (Vmp) [V]	33.94	34.03	34.07	34.16	34.25	
Short Circuit Current (Isc) [A]	6.97	7.02	7.07	7.13	7.15	
Max Power Current (Imp) [A]	6.47	6.56	6.66	6.75	6.84	
Condition	Under Normal Operating Cell Temperature, Irradiance of 800 W/m ² , spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s					

Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

JA Solar 01.2015

ANEXO B1



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO::

- Aditivo para puestas a tierra de 11kg. aprox.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS::

- Alta conductividad.
- Antivandólico.
- PH entre 8,5 y 9,2.
- No produce corrosión en el cobre.
- No contamina el suelo.
- Especial para espacios reducidos.
- No necesita mantenerse húmedo.

APLICACIONES::

- Instalaciones AT y BT.
- Instalaciones computacionales.
- Descargas atmosféricas. (para rayos).
- Redes de telecomunicaciones.
- Equipamientos electrónicos.
- En electrodos verticales, horizontales y placas.



Interruptor Miniatura mMC



Interruptores Miniatura mMC

Datos técnicos

Eléctricos

Diseño de acuerdo con	IEC/EN 61008 Tipo G de acuerdo con OVE E 8601
Prueba de corriente impresa en el dispositivo	
Voltaje	AC: 230/400V DC 48V (por polo)
Frecuencia	50/60Hz
Capacidad de apertura de falla de acuerdo a norma	IEC/EN 60898-1
mMCM	10 kA
mMC6	6 kA
Fusible de respaldo máximo	
mMCM	max. 125A gL
mMC6	max. 100A gL
Clase selectividad	3
Voltaje de impulso	4kV (1.2/50µs)
Vida útil	
Componentes eléctricos	4000 ciclos de operación
Componentes mecánicos	20000 ciclos de operación

Mecánicos

Tamaño	45mm
Altura	80mm
Ancho (4MU)	17.5mm por polo 26.3mm: 1 polo + N
Montaje	Montaje rápido con 3 fijaciones en riel DIN, IEC/EN 60715
Grado protección natural	IP20
Terminales superior/Inferior	Prensa
Protección de terminales	Seguro contra contacto de manos y dedos, BGV A3, OVE-EN 6
Capacidad de terminales	1.25mm ²
Torque terminal rápido	2.2.4Nm
Espesor de láminas	0.8-2mm
Temperatura de funcionamiento	-25°C a 40°C
Montaje	Independiente

Diagramas de conexión

1- polo



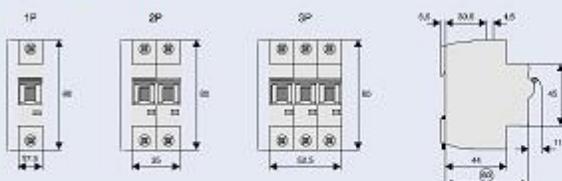
2- polo



3- polo



Dimensiones (mm)



ANEXO B3



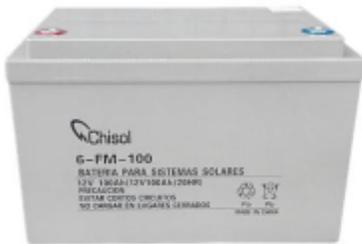
DESCRIPCION DEL PRODUCTO:

BARRA COBRIZADA TOMA TIERRA EKOLINE

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO:

CODIGO	MEDIDAS (CALIBRE)
604005	1/2" X 1MT
604006	1/2" X 1,5MTS
604020	1/2" X 3MTS
604021	5/8" X 3MTS

* LAS BARRAS TOMA TIERRA ESTAN NORMALMENTE HECHOS DE UN METAL MUY CONDUCTIVO COMO EL COBRE, PERMITIENDO LA CONEXIÓN DE UN CIRCUITO O EQUIPO A TIERRA.



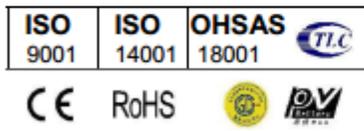
6-fm-100 12V100AH SERIES-VRLA Battery

Specification

Nominal Voltage	12V	
Nominal Capacity(10HR)	100AH	
Dimension	Length	325± 3mm (12.99 inches)
	Width	167± 2mm (6.61 inches)
	Container Height	217± 2mm (8.35 inches)
	Total Height (with Terminal)	220± 2mm (8.66 inches)
Approx Weight	Approx 25 kg (62.8lbs)	
Terminal	T11/T10	
Container Material	ABS	
Rated Capacity	104.0 AH/5.20A	(20hr ,1.80V/cell,25°C/77°F)
	100.0 AH/10.0A	(10hr,1.80V/cell,25°C/77°F)
	86.0 AH/17.2A	(5hr,1.75V/cell,25°C/77°F)
	78.0 AH/26.0A	(3hr,1.75V/cell,25°C/77°F)
	61.0 AH/61.0A	(1hr,1.60V/cell,25°C/77°F)
Max. Discharge Current	1200A (5s)	
Internal Resistance	Approx 4.8mΩ	
Operating Temp.Range	Discharge	-15~50°C (5~ 122°F)
	Charge	0~40°C (32~104°F)
	Storage	-15~40°C (5~ 104°F)
Nominal Operating Temp. Range	25±3°C (77 ±5°F)	
Cycle Use	Initial Charging Current less than30.0A.Voltage 14.4V~15.0V at 25°C(77°F)Temp. Coefficient -30mV/°C	
	Standby Use No limit on Initial Charging Current Voltage 13.5V~13.8V at 25°C(77°F)Temp. Coefficient -20mV/°C	
Capacity affected by Temperature	40°C (104 °F)	103%
	25°C (77 °F)	100%
	0°C (32 °F)	86%
Self Discharge	JYC GP series battery may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a freshening charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

Applications

- Solar and Wind Applications.
- Uninterruptable Power Supply (UPS)
- Electric Power System (EPS)
- Emergency backup power supply
- Emergency light
- Railway signal
- Aircraft signal
- Alarm and security system Electronic apparatus and equipment
- Communication power supply
- DC power supply
- Auto controlsystem



Constant Current Discharge (Amperes) at 25 °C (77°F)

F.V/Time	5min	10min	15min	20min	30min	45min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.85V/cell	171.2	134.6	114.4	95.7	76.1	57.6	47.1	30.0	23.7	19.4	15.6	13.6	11.0	9.44	5.15
1.80V/cell	229.7	171.9	138.3	113.1	89.8	67.0	52.8	32.8	25.6	20.7	16.8	14.6	11.7	10.0	5.20
1.75V/cell	259.0	188.9	151.0	121.7	93.2	69.5	55.3	34.0	26.0	21.2	17.2	15.0	11.9	10.1	5.25
1.70V/cell	285.2	205.9	161.2	127.9	97.0	72.3	57.0	35.3	26.8	21.7	17.7	15.3	12.1	10.2	5.35
1.65V/cell	314.5	222.2	171.4	135.9	102.3	74.1	58.9	36.3	27.9	22.5	18.1	15.6	12.3	10.4	5.42
1.60V/cell	346.9	241.3	183.4	144.8	108.0	77.2	61.0	37.6	28.7	23.2	18.7	16.0	12.4	10.5	5.45

Constant Power Discharge (Watts) at 25 °C (77°F)

F.V/Time	5min	10min	15min	20min	30min	45min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.85V/cell	312.9	248.6	213.5	180.4	145.0	110.7	90.9	58.3	46.3	37.9	30.6	26.8	21.8	18.7	10.2
1.80V/cell	415.6	313.9	254.5	210.1	168.5	127.7	101.3	63.2	49.5	40.3	32.8	28.6	23.1	19.8	10.3
1.75V/cell	458.6	339.3	274.6	223.9	173.5	131.3	105.5	65.3	50.2	41.0	33.5	29.3	23.4	19.9	10.4
1.70V/cell	491.0	361.5	289.1	233.5	179.5	136.0	108.5	67.8	51.5	42.0	34.3	29.8	23.7	20.1	10.6
1.65V/cell	533.7	386.5	305.0	246.2	187.8	138.1	111.3	69.3	53.5	43.3	35.1	30.4	24.0	20.5	10.7
1.60V/cell	575.1	410.1	320.8	259.4	196.9	143.2	114.7	71.2	54.9	44.5	36.2	31.0	24.2	20.7	10.8

Note The above data are average values, and can be obtained with 3 charge/discharge cycles. These are not minimum values.



Interruptor Diferencial (RCCB)
25A, 2p, 30mA

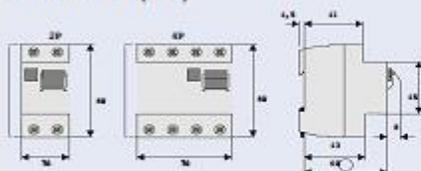


P/N mRCM-25/2/003
Artículo N° 142750

Diferenciales mRCM

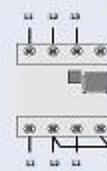
Datos técnicos	
Eléctricos	
Diseño de acuerdo con	IEC/EN 61008 Tipo G de acuerdo con OVE E 8601
Prueba de corriente impresa en el dispositivos	
Disparo	Instantáneo
	Retardo 10ms
	Con función de desconexión selectiva
Voltaje	230/400V, 50Hz
Corriente de trip	30mA
Señales	AC y DC pulsante
Voltaje aislación	440V
Voltaje de impulso	4kV
Capacidad de cortocircuito	10kA
Fusible de respaldo máximo	Cortocircuito
	63A gG/gL
Capacidad de apertura de falla	
$I_n=16-40A$	500A
Rango Voltaje del botón de test	
2-polos	184 - 250 V~
Vida útil	
Componentes eléctricos	4000 ciclos de operación
Componentes mecánicos	20000 ciclos de operación
Mecánicos	
Tamaño	45mm
Altura	80mm
Ancho (4MU)	35mm (2MU), 70mm
Montaje	Montaje rápido con 2 fijaciones en riel DIN, IEC/EN 60715
Grado protección natural	IP40
Grado protección en caja	IP54
Terminales superior/inferior	Prensa
Protección de terminales	Seguro contra contacto de manos y dedos, BGV A3, OVE-EN 6
Capacidad de terminales	1.5-35mm ² cable único
	2 x 16mm ² multi cable
Espesor de láminas	0.8-2mm
Temperatura de funcionamiento	-25°C a 40°C
Resistencia a condiciones climáticas	De acuerdo con IEC/EN 61008

Dimensiones (mm)



Diferencial mRCM en una red AC 3 fases sin neutro

El terminal N debe ser conectado con un cable a la fase L2 (o L1), para suministrar corriente al loop de prueba y el RCCB sea probado correctamente.



Influencia de la temperatura ambiente en la operación de los diferenciales (A)

Temperatura Ambiente	16A		25A		40A		63A		80A		100A	
	2p	4p	2p	4p								
40°	16	16	25	25	40	40	63	63	80	80	100	100
45°	14	14	21	22	37	37	59	59	76	76	95	95
50°	11	11	18	19	33	34	55	55	72	72	90	90
55°	9	9	14	16	30	31	50	50	68	68	85	85
60°	-	-	-	-	26	27	45	45	64	64	80	80



ANEXO B6



Interruptor Diferencial (RCCB)
40A, 2p, 30mA

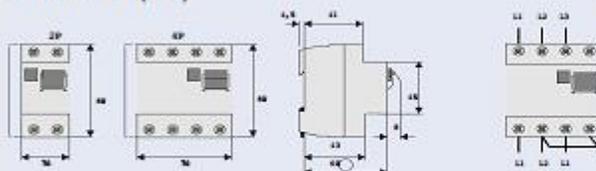


P/N mRCM-40/2/030
 Artículo N° 142760

Diferenciales mRCM

Datos técnicos	
Eléctricos	
Diseño de acuerdo con	IEC/EN 61008 Tipo G de acuerdo con OVE E 8601
Prueba de corriente impresa en el dispositivos	
Disparo	Instantáneo
	Retardo 10ms
	Con función de desconexión selectiva
Voltaje	230/400V, 50Hz
Corriente de trip	300mA
Señales	AC y DC pulsante
Voltaje aislación	440V
Voltaje de impulso	4kV
Capacidad de cortocircuito	10kA
Fusible de respaldo máximo	Cortocircuito
	63A gG/gL
Capacidad de apertura de falla	
$I_n=16-40A$	500A
Rango Voltaje del botón de test	
2-polos	184 - 250 V~
Vida útil	
Componentes eléctricos	4000 ciclos de operación
Componentes mecánicos	20000 ciclos de operación
Mecánicos	
Tamaño	45mm
Altura	80mm
Ancho (4MU)	35mm (2MU), 70mm
Montaje	Montaje rápido con 2 fijaciones en riel DIN, IEC/EN 60715
Grado protección natural	IP40
Grado protección en caja	IP54
Terminales superior/inferior	Prensa
Protección de terminales	Seguro contra contacto de manos y dedos, BGV A3, OVE-EN 6
Capacidad de terminales	1.5-35mm ² cable único
	2 x 16mm ² multi cable
Espesor de láminas	0.8-2mm
Temperatura de funcionamiento	-25°C a 40°C
Resistencia a condiciones climáticas	De acuerdo con IEC/EN 61008

Dimensiones (mm)



Diferencial mRCM en una red AC 3 fases sin neutro
 El terminal N debe ser conectado con un cable a la fase L2 (o L1), para suministrar corriente al loop de prueba y el RCCB sea probado correctamente.

Influencia de la temperatura ambiente en la operación de los diferenciales (A)

Temperatura Ambiente	16A		25A		40A		63A		80A		100A	
	2p	4p	2p	4p								
40°	16	16	25	25	40	40	63	63	80	80	100	100
45°	14	14	21	22	37	37	59	59	76	76	95	95
50°	11	11	18	19	33	34	55	55	72	72	90	90
55°	9	9	14	16	30	31	50	50	68	68	85	85
60°	-	-	-	-	26	27	45	45	64	64	80	80



ANEXO B7

OMNIPOWER de Kamstrup Medidor monofásico

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Datos técnicos

Clase de protección	II
Humedad relativa	< 75 % media anual a 21 °C < 95 % menos de 30 días al año, a 25 °C
Peso	1100g con relés/800 g sin relés
Aplicaciones	Instalación en interior y exterior con armarios adecuados

Consumo interno

Medidor monofásico OMNIPOWER de Kamstrup	Con relés de desconexión	Sin relés de desconexión
Circuito de Intensidad	0.01 VA	0.01 VA
Circuito de tensión	0.7 VA	0.7 VA
	< 0.3 W	< 0.3 W

Materiales	Polycarbonato reforzado con vidrio
Almacenamiento de datos	EEPROM, > 10 años sin tensión
Pantalla	LCD, 7 mm altura de dígitos(campo de valor) LCD, 5 mm altura de dígitos (registros de identificación) LCD, 3 mm altura de dígitos (registros de tensión y tarifas)
Constante de verificación	1000imp/kWh
LED de pulso S0	1000imp/kWh, kvarh Duración del pulso 30 ms ± 10 %
Salida de pulsos S0	1000imp/kWh Duración del pulso 30 ms ± 10 %
Nivel de corto circuito	4500A

Reloj-calendario(RTC)

Precisión	Vida de la batería > 10 años bajo condiciones normales de operación Duración del supercap > 10 años bajo condiciones normales de operación
Tiempo de operación de supercap	7 días si está completamente cargado

Conexiones

Terminales	OMNIPOWER Tipo prensa elevadora			OMNIPOWER ST-medidor	
	Tamaño			Multi-núcleo	Cable de 7 hilos
	Tipo conector utilizado:				
	Multi-núcleo	Cable de 7 hilos	Terminal de tubo sólido		
	≥ 6 mm ²	≥ 6 mm ²	≥ 25 mm ²	≥ 6 mm ²	≥ 6 mm ²
Tornillos	Pz2 ó plano Par 2.5 - 3 Nm			Tornillos: Pz2 o plano Torque: 3-3.5 Nm	
Bornes de tensión	0.25 - 1.5 mm ² , enchufes de 5 mm				
Tornillos	TORX Tx 10 Par 1 Nm				

ANEXO B8



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO::

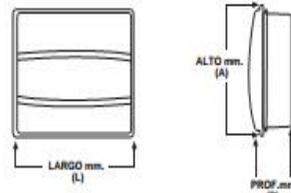
- Tablero Embutido Línea Minieko IP-40.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS::

- Tablero Embutido.
- Puerta Transparente.
- Cuerpo de Plástico Libre de Halógenos.
- Índice de Protección IP-40.

MEDIDAS::

- Cód: 0608182
Medidas (aprox.) L= 145mm. A= 155mm. P= 90mm. 4 módulos
- Cód: 0608183
Medidas (aprox.) L= 195mm. A= 170mm. P= 90mm. 6 módulos
- Cód: 0608184
Medidas (aprox.) L= 225mm. A= 190mm. P= 90mm. 8 módulos
- Cód: 0608185
Medidas (aprox.) L= 260mm. A= 190mm. P= 95mm. 10 módulos
- Cód: 0608186
Medidas (aprox.) L= 296mm. A= 200mm. P=95mm. 12 módulos
- Cód: 0608187
Medidas (aprox.) L= 380mm. A= 238mm. P=100mm. 16 módulos
- Cód: 0608188
Medidas (aprox.) L= 413mm. A= 235mm. P=100mm. 18 módulos





SUNNY ISLAND CHARGER 50



Flexible

- Para 12 / 24 / 48 V
- Conexión en paralelo de hasta cuatro equipos
- Modular y ampliable

Sencillo

- Montaje y puesta en servicio sencillos
- Montaje y configuración desde el Sunny Island (Single Point of Operation)

Eficiente

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) activo
- Eficiencia > 98%

Resistente

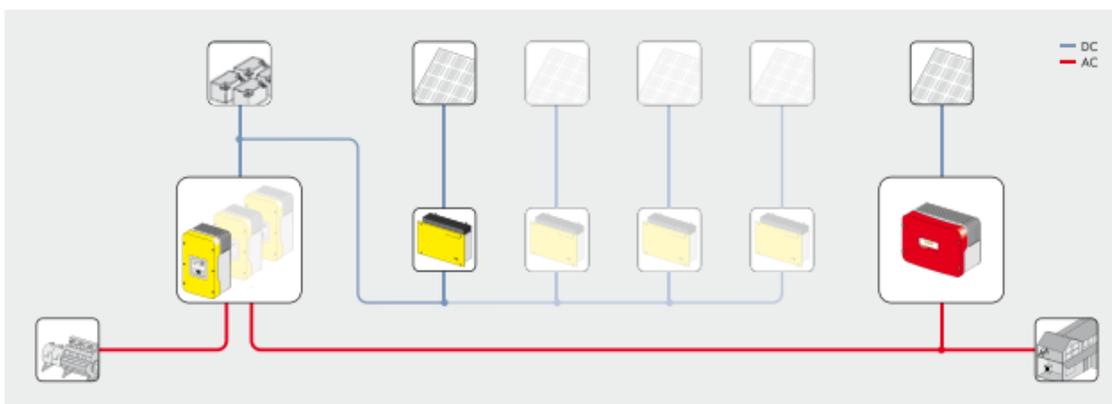
- Apto para intemperie, con IP65
- Sin ventilador
- Protección nominal hasta 60 °C
- Garantía de SMA de 5 años

SUNNY ISLAND Charger 50

Conexión de CC de SMA: ahora con un 20 % más de potencia

Conexiones de CA y CC adaptadas mutuamente de manera óptima y de un mismo fabricante: el Sunny Island Charger 50 de SMA de uso universal. Su amplio rango de tensión de entrada de CC permite la configuración con casi cualquier módulo fotovoltaico. Gracias al seguimiento integrado del punto de máxima potencia (MPPT), garantiza un rendimiento energético entre el 15 y el 20 por ciento superior a los reguladores en paralelo convencionales. Los reguladores de carga de este rango de potencia son únicos por su alta clase de protección, el funcionamiento sin ventilador y el amplio rango de temperaturas para su uso incluso en condiciones difíciles. La puesta en servicio es muy fácil gracias a su montaje sencillo y a la regulación automática mediante el Sunny Island.

Datos técnicos	Sunny Island Charger 50		
	12 V	24 V	48 V
Entrada (generador fotovoltaico)			
Potencia fotovoltaica máx.	630 W	1.250 W	2.400 W
Tensión máx. de CC	140 V CC	140 V CC	140 V CC
Rango óptimo de tensión MPPT	25 V - 60 V	40 V - 80 V	70 V - 100 V
Número de seguidores del punto de máxima potencia (MPP)	1	1	1
Corriente fotovoltaica máx.	40 A	40 A	40 A
Salida (batería)			
Potencia nominal de CC hasta 40 °C	600 W	1.200 W	2.400 W
Tensión nominal de la batería	12 V	24 V	48 V
Rango de tensión CC (ajustable)	8 V - 15,6 V	16 V - 31,5 V	36 V - 65 V
Tipo de batería	Baterías de plomo selladas y cerradas		
Corriente de carga máx. / corriente de carga constante	50 A / 50 A	50 A / 50 A	50 A / 50 A
Regulación de carga	IUoU	IUoU	IUoU
Rendimiento			
Rendimiento máx.	98 %	98 %	98 %
Rendimiento europeo	97,3 %	97,3 %	97,3 %
Protección del equipo			
Polarización inversa de CC	●	●	●
Resistencia al cortocircuito	●	●	●
Protección contra sobrecargas	●	●	●
Protección contra sobretensión y subtensión	●	●	●
Protección contra temperatura excesiva o insuficiente	●	●	●
Datos generales			
Dimensiones (ancho / alto / fondo) en mm	421 / 310 / 143	421 / 310 / 143	421 / 310 / 143
Peso	10 kg	10 kg	10 kg
Clase de protección (según CEI 60529)	IP65	IP65	IP65
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Humedad del aire	0 % - 100 %	0 % - 100 %	0 % - 100 %
Consumo característico diurno	< 5 W	< 5 W	< 5 W
Consumo característico nocturno	< 3 W	< 3 W	< 3 W
Características y funciones			
Indicación	LED de varios colores	LED de varios colores	LED de varios colores
Parametrización	Plug and Play en combinación con interruptor DIL SI 5048, SI 2224, SI 2012 (se requiere Sync Bus Piggy-Back) para aplicaciones independientes		
Funcionamiento en paralelo	Hasta 4 equipos	Hasta 4 equipos	Hasta 4 equipos
Interfaz: Sync Bus Piggy-Back	○	○	○
Sensor de temperatura externa (tipo KTY)	○	○	○
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Certificados y autorizaciones	CE	CE	CE
● De serie ○ opcional - no disponible			
Designación de tipo	SIC50-MPT	SIC50-MPT	SIC50-MPT



ANEXO B10.2



SUNNY ISLAND 6.0H / 8.0H

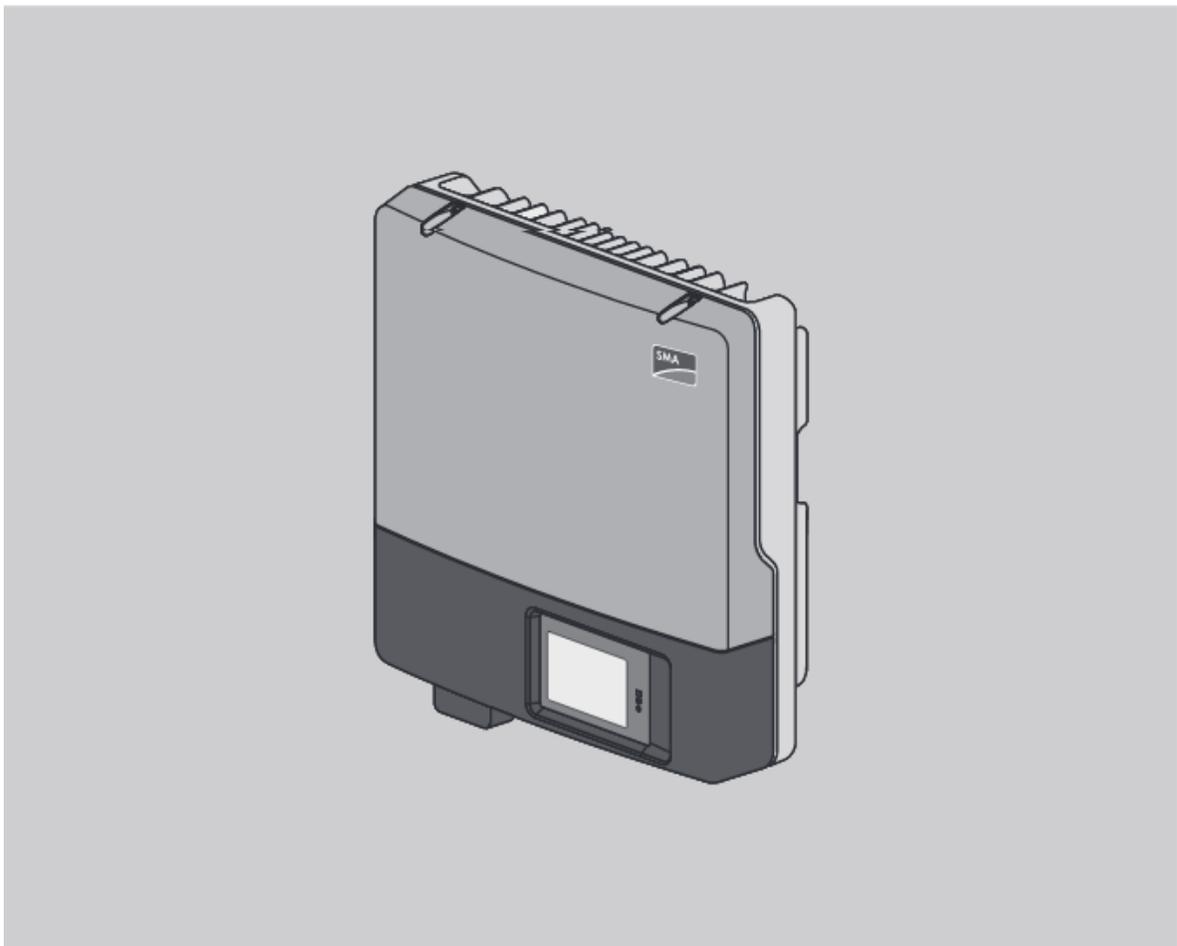


ANEXO B11.1



Instrucciones de funcionamiento

SUNNY BOY 3000TL/3600TL/4000TL/5000TL



SB30-50TL-21-BE-es-11 | Versión 1.1

ESPAÑOL

ANEXO B12.1

11 Datos técnicos

11.1 CC/CA

11.1.1 Sunny Boy 3000TL/3600TL

Entrada de CC

	SB 3000TL-21	SB 3600TL-21
Potencia de CC máxima a $\cos \varphi = 1$	3 200 W	3 880 W
Tensión de entrada máxima	750 V	750 V
Rango de tensión del MPP	175 V ... 500 V	175 V ... 500 V
Tensión asignada de entrada	400 V	400 V
Tensión de entrada mínima	125 V	125 V
Tensión de entrada de inicio	150 V	150 V
Corriente de entrada máxima, entrada A	15 A	15 A
Corriente de entrada máxima, entrada B	15 A	15 A
Corriente de cortocircuito máxima por entrada*	20 A	20 A
Corriente inversa máxima del inversor en la planta durante un máximo de 1 s	0 A	0 A
Número de entradas del MPP independientes	2	2
Strings por entrada del MPP	2	2
Categoría de sobretensión según IEC 60664-1	II	II

* Según IEC 62109-2: $I_{SC PV}$

Salida de CA

	SB 3000TL-21	SB 3600TL-21
Potencia asignada a 230 V, 50 Hz	3 000 W	3 680 W
Potencia aparente de CA máxima	3 000 VA	3 680 VA
Tensión asignada de red	230 V	230 V
Tensión nominal de CA	220 V/230 V/240 V	220 V/230 V/240 V
Rango de tensión de CA*	180 V ... 280 V	180 V ... 280 V
Corriente nominal de CA a 220 V	13,6 A	16,0 A
Corriente nominal de CA a 230 V	13,0 A	16,0 A
Corriente nominal de CA a 240 V	12,5 A	15,3 A
Corriente de salida máxima	16 A	16 A

	SB 3000TL-21	SB 3600TL-21
Coefficiente de distorsión de la corriente de salida con un coeficiente de distorsión de la tensión de CA < 2% y una potencia de CA > 50% de la potencia asignada	≤ 4 %	≤ 4 %
Corriente de cierre	< 20% de la corriente nominal de CA durante un máximo de 10 ms	< 20% de la corriente nominal de CA durante un máximo de 10 ms
Corriente de salida máxima en caso de fallo	34 A	34 A
Frecuencia asignada de red	50 Hz	50 Hz
Frecuencia de red de CA*	50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz
Rango de operación a una frecuencia de red de CA de 50 Hz	45 Hz ... 55 Hz	45 Hz ... 55 Hz
Rango de operación a una frecuencia de red de CA de 60 Hz	55 Hz ... 65 Hz	55 Hz ... 65 Hz
Factor de potencia con potencia asignada	1	1
Factor de desfase $\cos \varphi$, ajustable	0,8 capacitivo ... 1 ... 0,8 inductivo	0,8 capacitivo ... 1 ... 0,8 inductivo
Fases de inyección	1	1
Fases de conexión	1	1
Categoría de sobretensión según IEC 60664-1	III	III

* En función del registro de datos nacionales configurado

Rendimiento

	SB 3000TL-21	SB 3600TL-21
Rendimiento máximo, $\eta_{m\acute{a}x}$	97,0 %	97,0 %
Rendimiento europeo, η_{UE}	96,0 %	96,4 %

11.1.2 Sunny Boy 4000TL/5000TL

Entrada de CC

	SB 4000TL-21	SB 5000TL-21
Potencia de CC máxima a $\cos \varphi = 1$	4 200 W	5 200 W
Tensión de entrada máxima	750 V	750 V
Rango de tensión del MPP	175 V ... 500 V	175 V ... 500 V
Tensión asignada de entrada	400 V	400 V
Tensión de entrada mínima	125 V	125 V



Instrucciones de funcionamiento
SUNNY BOY 1.5 / 2.5



SB15-25-BE-es-10 | Versión 1.0

ESPAÑOL

ANEXO B13.1

11 Datos técnicos

Entrada de CC

	SB 1.5-1 VL-40	SB 2.5-1 VL-40
Potencia de CC máxima con $\cos \varphi = 1$	1 600 W	2 650 W
Tensión de entrada máxima	600 V	600 V
Rango de tensión del MPP	160 V ... 500 V	260 V ... 500 V
Tensión asignada de entrada	360 V	360 V
Tensión de entrada mínima	50 V	50 V
Tensión de entrada de arranque	80 V	80 V
Corriente de entrada máxima	10 A	10 A
Corriente de cortocircuito máxima*	18 A	18 A
Corriente inversa máxima del inversor en la planta durante un máximo de 1 ms	0 A	0 A
Número de entradas del MPP independientes	1	1
Categoría de sobretensión según IEC 60664-1	II	II

* Según IEC 62109-2: I_{SCPV}

Salida de CA

	SB 1.5-1 VL-40	SB 2.5-1 VL-40
Potencia asignada a 230 V, 50 Hz	1 500 W	2 500 W
Potencia aparente de CA máxima con $\cos \varphi = 1$	1 500 VA	2 500 VA
Tensión de red asignada	230 V	230 V
Tensión nominal de CA	220 V / 230 V / 240 V	220 V / 230 V / 240 V
Rango de tensión de CA*	180 V ... 280 V	180 V ... 280 V
Corriente nominal de CA a 220 V	7 A	11 A
Corriente nominal de CA a 230 V	6,5 A	11 A
Corriente nominal de CA a 240 V	6,25 A	10,5 A
Corriente de salida máxima	7 A	11 A

	SB 1.5-1 VL-40	SB 2.5-1 VL-40
Coefficiente de distorsión de la corriente de salida con un coeficiente de distorsión de la tensión de CA < 2% y una potencia de CA > 50% de la potencia asignada	≤ 3 %	≤ 3 %
Corriente de salida máxima en caso de fallo	12 A	19 A
Corriente de cierre	< 20% de la corriente nominal de CA durante un máximo de 10 ms	< 20% de la corriente nominal de CA durante un máximo de 10 ms
Frecuencia de red asignada	50 Hz	50 Hz
Frecuencia de red de CA*	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Rango de operación a una frecuencia de red de CA de 50 Hz	45 Hz ... 55 Hz	45 Hz ... 55 Hz
Rango de operación a una frecuencia de red de CA de 60 Hz	55 Hz ... 65 Hz	55 Hz ... 65 Hz
Factor de potencia con potencia asignada	1	1
Factor de desfase cos φ, ajustable	0,8 capacitivo ... 1 ... 0,8 inductivo	0,8 capacitivo ... 1 ... 0,8 inductivo
Fases de inyección	1	1
Fases de conexión	1	1
Categoría de sobretensión según IEC 60664-1	III	III

* En función del registro de datos nacionales configurado

Dispositivos de protección

Protección contra polarización inversa (CC)	Diodo de cortocircuito
Punto de desconexión en el lado de entrada	Interruptor-seccionador de potencia de CC
Resistencia al cortocircuito de CA	Regulación de corriente
Monitorización de la red	SMA Grid Guard 6
Protección máxima admisible	16 A
Monitorización de fallo a tierra	Monitorización de aislamiento: $R_{iso} > 1 M\Omega$
Unidad de seguimiento de la corriente residual integrada	Disponible

Datos generales

Anchura x altura x profundidad	460 mm x 357 mm x 122 mm
Peso	9,2 kg
Longitud x anchura x altura del embalaje	597 mm x 399 mm x 238 mm
Peso con embalaje	11,5 kg
Clase climática según IEC 60721-3-4	4K4H
Categoría medioambiental	Al aire libre
Índice de contaminación fuera del inversor	3
Índice de contaminación dentro del inversor	2
Rango de temperatura de funcionamiento	-40 °C ... +60 °C
Valor máximo permitido de humedad relativa, sin condensación	100%
Altitud de funcionamiento máx. sobre el nivel del mar	3 000 m
Emisiones de ruido típicas	< 25 dB
Potencia de disipación en el funcionamiento nocturno	2 W
Volumen de datos máximo por cada inversor con Speedwire/Webconnect	550 MB/mes
Volumen de datos adicional si se utiliza la interfaz en tiempo real del Sunny Portal	600 kB/hora
Alcance WLAN en campo abierto	100 m
Número máximo de redes WLAN detectables	32
Topología	Sin transformador
Sistema de refrigeración	Convección
Tipo de protección según IEC 60529	IP65
Clase de protección según IEC 62103	I
Sistemas de distribución	TN-C, TN-S, TN-CS, TT (si $U_{N,PE} < 30$ V), IT, Delta-IT, Split Phase
Normas nacionales y autorizaciones, versión 04/2015*	AS 4777, C10/11/2012, CEI 0-21, EN 50438:2013, G83/2, NEN-EN50438, VDE-AR-N 4105, VFR2014, DIN EN 62109-1, IEC 62109-2

* IEC 62109-2: Para cumplir con esta norma se exige que exista una conexión con el Sunny Portal y que esté activada la alarma de error por email.

Anexos C:

Tarifas y

boletas



coopelan
más energía... más servicio

COOPERATIVA ELÉCTRICA LOS ANGELES LTDA.
Av. Las Industrias Pedro Pablo Kuczynski N° 4570
Los Angeles
R.U.T. #1-522.900-8
Giro: Distribución de energía eléctrica,
venta de materiales de construcción y ferretería
Casilla 425 - Fono 43-2407070 - Fax 43-2407071

BOLETA DE VENTA
N° 2649371

Fecha Emisión: 11-OCT-2016

DATOS DEL CLIENTE

PUENTES FIGUEROA HECTOR JULIAN
Rut: 8.285.037-6

Dirección de Envío:
**OFICINA LOCAL COMERCIAL
LOS ANGELES**
N° de Cliente: 5226660



DATOS DEL SUMINISTRO

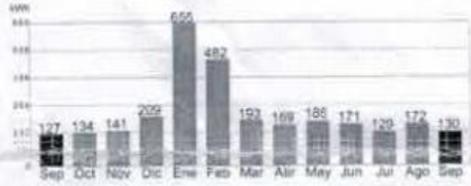
Dirección: PARCELA 16 PICUL
LAJA
Tipo de Tarifa Contratada: BT1
Potencia Conectada: 5 KW
Subestación: Los Angeles
Fecha Límite para Cambio de Tarifa: A opción del cliente
Fecha Término de Tarifa: Indefinida
Sector Tarifario: Coopelan7

DETALLE DE LECTURA / CONSUMO

N° Medidor	Propiedad	Periodo Lectura	Lectura Anterior	Lectura Actual	Constante	Consumo kWh
3114433	CLIENTE	01/09/2016 - 30/09/2016	2.843	2.973	1	130

Consumo Últimos 13 Meses en kWh

Límite de invierno: 363 kWh (30 Días)
Consumo de Referencia: 209
Grupo de Consumo: Grupo-1



Resolución ex. Número 95, del 22 de enero de 2002 del SII

DETALLE DE LA CUENTA / FACTURACIÓN

Cargo fijo mensual	\$ 1.467
Cargo único por uso del sistema troncal	\$ 193
Cargo por energía base (130 kWh)	\$ 19.407
Cargo por energía adicional de invierno (0 kWh)	\$ 0
Cobros por potencia (0 kW)	\$ 0
Cuota N° 1 de 1 de ajuste tarifario OC N° 10571, de 2016	\$ -388
Total mes	\$ 20.679
Ajuste de sencillo anterior a favor del cliente	\$ 5
Ajuste de sencillo actual a favor del cliente	\$ -84
Total a pagar	\$ 20.600

Usted puede recurrir a la Superintendencia del
Energía y Combustibles, SEC, en caso que la
Empresa Distribuidora no resuelva satisfactoriamente
sus Consultas y Reclamos.



600 6000 732
Cuenta Corriente 02 2 700 99 99
www.sec.cl

Último Pago: \$ 49.300
el 21-sep-2016 en Coopelan S.A.

Total a Pagar \$ 20.600

Fecha Vencimiento: 30-oct-2016

IMPORTANTE
Su nuevo número de cliente es: **5226660**

Fecha Vencimiento 30-oct-2016

Cliente 5226660

Total a Pagar \$ 20.600



5226660 Fecha Lectura

Lectura

--	--	--	--	--

La comuna en la que usted vive tiene derecho a recibir el Reconocimiento de Generación local, por lo que se ha aplicado un descuento a su consumo de energía eléctrica

Ajuste tarifario de acuerdo a Ley General de Servicios Eléctricos S-388

MA1-02112016110059

ANEXO C.1

Costos de Conexión Equipamiento Generación Residencial

Actividades		Precio en UF C/IVA
1	Respuesta a Solicitud de Información Formulario 1	0,6
2	Respuesta a Solicitud de Información Formulario 3 con presentación de Formulario 1 Previamente	
2.1	Cuando el Equipo de Generación < Capacidad Instalada Permitida	0,06
2.2	Cuando el Equipo de Generación > Capacidad Instalada Permitida	0,9
3	Respuesta a Solicitud de Información Formulario 3 sin presentación de Formulario 1 Previamente	
3.1	Cuando el Equipo de Generación > Capacidad Instalada Permitida	1,6
3.2	Monto a devolver en caso de que Equipo de Generación < Capacidad Instalada Permitida	0,6
4	Cambio de medidor a medidor bidireccional (no incluye equipo de medida). El precio debe ser acorde al servicio regulado de esta actividad.	
4.1	Medidor Bidireccional Monofásicos en B.T.	1,2 ⁽¹⁾
4.2	Medidor Bidireccional Trifásicos en B.T. sin indicación de demanda	1,5 ⁽¹⁾
4.3	Medidor Bidireccional Trifásicos en B.T. con indicación de demanda	1,8 ⁽¹⁾
4.4	Costos de reprogramación de medidor unidireccional a bidireccional (solo energía)	0,3 ⁽²⁾
5	Supervisión puesta en servicio Equipo de Generación	0,8 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Este valor no incluye cambio de otras piezas o componentes del empalme o de la caja del medidor como por ejemplo: cambio de caja del medidor, montaje de caja del medidor, cambio de acometida a la caja del medidor, cambio de acometida interior a caja del medidor, cambio de ITM del equipo de medida, cambio de transformadores de corriente y voltaje, etc.

⁽²⁾ Este servicio sólo se puede realizar si se cuenta con el programa computacional (software) del medidor instalado.

⁽³⁾ Valor por hora de trabajo.

Precios vigentes a contar del 1 de agosto de 2015



**PUBLICACION DE TARIFAS
COOPERATIVA ELECTRICA LOS ANGELES LTDA.**

De conformidad con lo dispuesto en el Art.º 191 del DFL Nº4 de 2006 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, y en los Decretos Nº 17/2012, Nº127/2015 y Nº147/2015, todos del Ministerio de Energía, la Cooperativa Eléctrica concesionaria que suscribe informa las tarifas máximas que podrá aplicar en forma retroactiva a sus clientes, a contar del 1 de Junio de 2015 inclusive.

Las tarifas que se informan para el periodo 01-06-2015 al 30-06-2015, reemplazan a las publicadas en el diario electrónico El Mostrador.cl con fecha 29 de mayo de 2015.

TARIFA (B.T. 1)	COOPELAN 1	COOPELAN 2	COOPELAN 3	COOPELAN 4	COOPELAN 5	COOPELAN 6	COOPELAN 7
Cargo Fijo (\$/cliente)	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646
Cargo Único por Uso Sist.Troncal (\$/Kwh)	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869
Cargo Energía Base (\$/kwh)	162,688	161,655	165,342	164,310	144,358	165,561	164,528
Cargo Energía Adicional Invierno (\$/Kwh)	238,753	236,653	243,062	240,962	212,059	243,499	241,399
TARIFA (B.T. 2 Y B.T. 3)							
Cargo Fijo B.T. 2 (\$/clientes)	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646
Cargo Fijo B.T. 3 (\$/clientes)	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517
Cargo Único por Uso Sist.Troncal (\$/Kwh)	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869
Cargo por potencia (\$/Kw/Mes)							
Consumo parcialmente en punta	13.855,850	13.855,850	15.355,850	15.355,850	13.719,518	15.355,850	15.355,850
Consumo presente en punta	17.924,890	17.924,890	19.740,406	19.740,406	20.733,765	19.740,406	19.740,406
Cargo por energía (\$/Kwh)	78,622	76,657	78,622	76,657	76,657	78,622	76,657
TARIFA (B.T. 4.1; B.T. 4.2; B.T. 4.3)							
Cargo Fijo Mensual (\$/clientes/mes)							
B.T. 4.1	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646
B.T. 4.2	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517
B.T. 4.3	2.885,698	2.885,698	2.885,698	2.885,698	2.885,698	2.885,698	2.885,698
Cargo Único por Uso Sist.Troncal (\$/Kwh)	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869
Cargo por potencia	4.239,950	4.239,950	4.739,950	4.739,950	5.239,950	4.739,950	4.739,950
Cargo por demanda máxima de potencia en horas de punta de invierno (\$/Kwh/mes)	14.043,050	14.043,050	15.043,050	15.043,050	14.157,847	15.043,050	15.043,050
Cargo por energía (\$/Kwh)	78,622	76,657	78,622	76,657	76,657	78,622	76,657
TARIFAS (A.T. 2 y A.T. 3)							
Cargo fijo A.T. 2 (\$/clientes)	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646
Cargo Fijo A.T. 3 (\$/clientes)	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517
Cargo Único por Uso Sist.Troncal (\$/Kwh)	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869
Cargo por potencia (\$/Kw/mes)							
Consumo parcialmente presente en punta	8.279,559	8.273,495	8.279,559	8.273,495	6.971,841	7.780,995	7.774,237
Consumo presente en punta	12.093,608	12.081,481	12.093,608	12.081,481	10.466,630	11.550,008	11.536,492
Cargo por energía (\$/kwh)	72,237	70,431	72,237	70,431	70,431	72,237	70,431
TARIFAS (A.T. 4.1; A.T. 4.2; A.T. 4.3)							
Cargo Fijo Mensual (\$/clientes/mes)							
A.T. 4.1	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646	1.417,646
A.T. 4.2	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517	2.615,517
A.T. 4.3	2.885,698	2.885,698	2.885,698	2.885,698	2.885,698	2.885,698	2.885,698
Cargo Único por Uso Sist.Troncal (\$/Kwh)	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869
Cargo por potencia	2.521,960	2.521,960	3.021,960	3.021,960	2.607,789	3.008,987	3.008,987
Cargo por demanda máxima de potencia en horas de punta de invierno (\$/Kw/mes)	8.744,476	8.732,348	8.744,476	8.732,348	7.858,841	8.541,021	8.527,505
Cargo por energía (\$/Kwh)	72,237	70,431	72,237	70,431	70,431	72,237	70,431

Los Valores incluyen el 19% de Impuesto al Valor Agregado IVA.

Precios para Valorización de Inyecciones de Energía

Para efectos de la valorización de las inyecciones de energía indicadas en el artículo 149 bis del DFL Nº 4 de 2006 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, COOPELAN, informa que los precios a contar del 1 de Junio de 2015 son los que a continuación se indican. Estos valores no se encuentran afectos a IVA.

Precios de Energía	COOPELAN 1	COOPELAN 2	COOPELAN 3	COOPELAN 4	COOPELAN 5	COOPELAN 6	COOPELAN 7
Para clientes en opciones tarifarias BT \$/Kwh	66,069	64,417	66,069	64,417	64,417	66,069	64,417
Para clientes en opciones tarifarias AT \$/Kwh	60,703	59,185	60,703	59,185	59,185	60,703	59,185

Coopelan Area típica 5

- COOPELAN 1 : Los Angeles - SIC 4
- COOPELAN 2 : Los Angeles - SIC 5
- COOPELAN 3 : Santa Bárbara, Quillico - SIC 4
- COOPELAN 4 : Santa Bárbara, Quillico - SIC 5
- COOPELAN 5 : Laja - SIC 5
- COOPELAN 6 : Mulchén - SIC 4
- COOPELAN 7 : Mulchén - SIC 5

COOPERATIVA ELECTRICA LOS ANGELES LTDA.

Anexos D: Certificados



DEPARTAMENTO DE NORMAS Y ESTUDIOS

ACC- 1104158 / DOC- 892150

**AUTORIZA LOS PRODUCTOS QUE INDICA
PARA EL USO EN INSTALACIONES DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL.**

RESOLUCIÓN EXENTA N° 06481

SANTIAGO, 26 DIC. 2014

VISTO

Lo dispuesto en la ley 18.410, orgánica de esta Superintendencia; la ley núm. 20.571 que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, y su reglamento aprobado mediante decreto N°71 de 2014, del Ministerio de Energía, la resolución N° 5308 de 2014, de esta Superintendencia que establece medida transitoria de seguridad como requisito previo para la conexión de unidades de generación residencial a las redes de distribución eléctrica, la resolución N° 1600 de 2008, de la Contraloría General de la República, sobre exención del trámite de toma de razón.

CONSIDERANDO

1° Que mediante carta ingreso OP N° 19874, de fecha 11 de diciembre de 2014, la empresa TRITEC-Intervento SpA, Rut: 76.188.578-2, con domicilio en Dr. Manuel Barros Borgoño N° 346, comuna de Providencia, viene a solicitar la autorización de los productos, para el uso en instalaciones de generación eléctrica residencial, que se indican en la siguiente tabla:

TABLA I

Item	Producto	Marca	Modelo	Potencia Máx. (W)	Rendimiento (%)	Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmp)(V)	Corriente de corto circuito (Isc) (A)	Número de células	Peso (Kg)	Dimensiones (mm)
1	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-60-245/3BB	245	14,98	29,59	8,86	60	18,2	1650/991/40
2	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-60-250/3BB	250	15,29	29,94	8,92	60	18,2	1650/991/40
3	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-60-255/3BB	255	15,59	30,29	8,98	60	18,2	1650/991/40
4	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-60-260/3BB	260	15,9	30,63	9,04	60	18,2	1650/991/40
5	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-60-265/3BB	265	16,21	30,96	9,1	60	18,2	1650/991/40
6	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-72-295/3BB	295	15,22	36,25	8,65	72	22,5	1956/991/45
7	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-72-300/3BB	300	15,48	36,41	8,79	72	22,5	1956/991/45
8	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-72-305/3BB	305	15,73	36,71	8,79	72	22,5	1956/991/45
9	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-72-310/3BB	310	15,99	37	8,85	72	22,5	1956/991/45
10	Módulo Fotovoltaico	JA Solar	JAP6-72-315/3BB	315	16,25	37,28	8,91	72	22,5	1956/991/45

Dirección: Av. Libertador Bernardo O'Higgins N° 1465, torre 3, local 10, Santiago, Chile.
Atención Ciudadana: 600600732 - Desde Celulares: 02-23306444 - www.sec.cl

ANEXO D.1



DEPARTAMENTO DE NORMAS Y ESTUDIOS

ACC- 1086511 / DOC- 872699 /

**AUTORIZA LOS PRODUCTOS QUE INDICA
PARA EL USO EN INSTALACIONES DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL.**

RESOLUCIÓN EXENTA N° 05927 /

SANTIAGO, **19 NOV. 2014**

VISTO

Lo dispuesto en la ley 18.410, orgánica de esta Superintendencia; la ley núm. 20.571 que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, y su reglamento aprobado mediante decreto N°71 de 2014, del Ministerio de Energía, la resolución N° 5308 de 2014, de esta Superintendencia que establece medida transitoria de seguridad como requisito previo para la conexión de unidades de generación residencial a las redes de distribución eléctrica, la resolución N° 1600 de 2008, de la Contraloría General de la República, sobre exención del trámite de toma de razón.

CONSIDERANDO

1° Que mediante carta ingreso OP N° 17133, de fecha 27 de octubre de 2014, la empresa SMA South América SpA, Rut: 76.201.136-0, con domicilio en Cerro el Plomo N° 5630, Oficina 1804, comuna de Las Condes, viene a solicitar la autorización de los productos, para el uso en instalaciones de generación eléctrica residencial, que se indican en la siguiente tabla:

TABLA

Ítem	Producto	Marca	Modelo	Rango voltaje DC de entrada (volt)	Potencia máxima de salida AC (watt)	Rendimiento máximo en (%)	Peso (Kg)	Dimensiones (mm)
1	Inversor	SMA	SB 1300 TL-10	115-480	1300	96,0	16	440/339/214
2	Inversor	SMA	SB 1600 TL-10	155-480	1600	96,0	16	440/339/215
3	Inversor	SMA	SB 2100 TL-10	200-480	1950	96,0	16	440/339/216
4	Inversor	SMA	SB 3000 TL-21	175-500	3000	97,0	26	490/519/185
5	Inversor	SMA	SB 3600 TL-21	175-500	3680	97,0	26	490/519/186
6	Inversor	SMA	SB 4000 TL-21	175-500	4000	97,0	26	490/519/187
7	Inversor	SMA	SB 5000 TL-21	175-500	4600	97,0	26	490/519/188
8	Inversor	SMA	SB 2500 TLST-21	180-500	2500	97,0	23	490/519/189
9	Inversor	SMA	SB 3000 TLST-21	213-500	3000	97,0	23	490/519/190
10	Inversor	SMA	STP 5000 TL-20	245-800	5000	98,0	37	470/730/240
11	Inversor	SMA	STP 6000 TL-20	295-800	6000	98,0	37	470/730/241
12	Inversor	SMA	STP 7000 TL-20	290-800	7000	98,0	37	470/730/242

Dirección: Av. Libertador Bernardo O'Higgins N° 1465, torre 3, local 10 Santiago, Chile
Atención Ciudadana: 6006000732 - Desde Celulares: 02-23306444 - www.sec.cl

ANEXO D.2



DEPARTAMENTO DE NORMAS Y ESTUDIOS

ACC- 1121421 / DOC- 910390

**AUTORIZA LOS PRODUCTOS QUE INDICA
PARA EL USO EN INSTALACIONES DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL.**

RESOLUCIÓN EXENTA N° 007125

SANTIAGO,

17 FEB. 2015

VISTO

Lo dispuesto en la ley 18.410, orgánica de esta Superintendencia; la ley núm. 20.571 que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, y su reglamento aprobado mediante decreto N°71 de 2014, del Ministerio de Energía, la resolución N° 5308 de 2014, de esta Superintendencia que establece medida transitoria de seguridad como requisito previo para la conexión de unidades de generación residencial a las redes de distribución eléctrica, la resolución N° 1600 de 2008, de la Contraloría General de la República, sobre exención del trámite de toma de razón.

CONSIDERANDO

1° Que mediante carta ingreso OP N° 00857, de fecha 15 de enero de 2015, la empresa SMA South América SpA, Rut: 76.201.136-0, con domicilio en Cerro el Plomo N° 5630, Oficina 1804, comuna de Las Condes, viene a solicitar la autorización de los productos, para el uso en instalaciones de generación eléctrica residencial, que se indican en la Tabla I:

TABLA I

Ítem	Producto	Marca	Modelo	Rango voltaje DC de entrada (volt)	Potencia máxima de salida AC (watt)	Rendimiento máximo en (%)	Peso (Kg)	Dimensiones (mm)
1	INVERSOR	SMA	SI 3.0M-11	230/172,5...264,5	2300	95,3	44	467x612x242
2	INVERSOR	SMA	SI 4.4M-11	230/172,5...264,5	3300	95,3	44	467x612x242
3	INVERSOR	SMA	SI 6.0H-11	230/202,0...253,0	4600	96,0	63	467x612x242
4	INVERSOR	SMA	SI 8.0H-11	230/202,0...253,0	6000	96,0	63	467x612x242

Dirección: Av. Libertador Bernardo O'Higgins N° 1465, torre 3, local 10, Santiago, Chile.
Atención Ciudadana: 6006000732 - Desde Celulares: 02-23306444 - www.sec.cl

ANEXO D.3



DEPARTAMENTO DE NORMAS Y ESTUDIOS

ACC- 1144322 / DOC- 934778 /

**AUTORIZA LOS PRODUCTOS QUE INDICA
PARA EL USO EN INSTALACIONES DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL.**

RESOLUCIÓN EXENTA Nº 8149 /

SANTIAGO, 22 ABR 2015

VISTO

Lo dispuesto en la ley 18.410, orgánica de esta Superintendencia; la ley núm. 20.571 que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, y su reglamento aprobado mediante decreto N°71 de 2014, del Ministerio de Energía, la resolución N° 5308 de 2014, de esta Superintendencia que establece medida transitoria de seguridad como requisito previo para la conexión de unidades de generación residencial a las redes de distribución eléctrica, la resolución N° 1600 de 2008, de la Contraloría General de la República, sobre exención del trámite de toma de razón.

CONSIDERANDO

1º Que mediante carta ingreso OP N° 05615, de fecha 26 de marzo de 2015, la empresa SMA South América SpA., Rut: 76.201.136-0, con domicilio en Cerro El Plomo N° 5630, Oficina 1804, comuna de Las Condes, viene a solicitar la autorización de los productos, para el uso en instalaciones de generación eléctrica residencial, que se indican en la Tabla I:

TABLA I

Item	Producto	Marca	Modelo	Rango voltaje DC de entrada (volt)	Potencia máxima de salida AC (watt)	Rendimiento máximo en (%)	Peso (Kg)	Dimensiones (mm)
1	Inversor	SMA	Sunny Boy 1.5 (S8 1.5-1 VL-40)	50-600	1500	97,2	9,2	460/357/122
2	Inversor	SMA	Sunny Boy 2.5 (S8 2.5-1 VL-40)	50-600	2500	97,2	9,2	460/357/122

16

Av. Libertador Bernardo O' Higgins 1465, torre 3, local 10 / Santiago / Chile / Fax: (56-2) 756 51 05 / Call center 600 6000 732 / www.sec.cl

ANEXO D.4

Certificado de Inscripción de Instalación Eléctrica Interior



TE1

FOLIO INSCRIPCIÓN	
000001265540	
Código verificación : 836554	

N° Checklist:	3042251
Fecha y Hora Checklist:	02/09/2015 16:37

Fecha y Hora Inscripción:	02/09/2015 16:37
Fecha y Hora Confirmación de Pago:	01/09/2015 16:43
Fecha y Hora Impresión:	10/09/2015 15:38

1. Antecedentes de Instalador o Profesional que declara

Nombre Completo:	JUAN FERNANDO SANDOVAL CARCAMO	RUT:	7.234.493-8
Domicilio Particular:	GABRIELA MISTRAL 605 Depto. Block		
Comuna/Ciudad:	Laja / Biobío	Clase Licencia:	Instalador Eléctrico Clase D
Teléfono Fijo:		Teléfono Celular:	996920281
Correo Electrónico:	kanano53@gmail.com		

2. Antecedentes de la Instalación

Dirección:	FUNDO EL MIRADOR RUTA Q-34 PARCELA 16 S/N Depto. Block Laja / Biobío		
Instalación para suministro provisorio:	No	Tiempo de suministro (días):	
Proyecto de vivienda social:	No	Rol Propiedad:	
Tipo de Instalación (según D.S. N° 8283):	F	Instalación:	nueva
Destino de la Propiedad:	HABITACIONAL	Declara Instalaciones Exteriores:	NO
Tipo de Construcción:	CASA INDIVIDUAL		
Potencia Total Declarada:	4,4	(KW)	
Potencia Total Instalada:	4,4	(KW)	
Cantidad de Instalaciones (**):	1		
(**) Detalle de Instalaciones en reverso de este formulario.			
Detalle de Instalación Declarada		Potencia de Fuerza:	0 KW
		Potencia de Alumbrado:	4,4 KW
		Potencia de Climatización:	0 KW
		Potencia de Computación:	0 KW
		Capacidad de Subestación:	0 KVA
		Grupo Electrogenero:	0 KVA
		Longitud de Alimentador:	10 m
Giro		HABITACIONAL	

3. Antecedentes del Propietario y/o Representante Legal

Propietario (Particular o Empresa)			
Nombre Completo:	HECTOR JULIAN PUENTES FIGUEROA	RUT:	8.285.037-6
Domicilio Particular:	FUNDO EL MIRADOR RUTA Q-34 PARCELA 16 S/N Depto. Block		
Comuna/Ciudad:	Laja / Biobío		
Teléfono Fijo:	323351	Teléfono Celular:	
Correo Electrónico:			
Representante Legal de la Empresa			
Nombre Completo:	HECTOR JULIAN PUENTES FIGUEROA	RUT:	8.285.037-6
Domicilio Particular:	FUNDO EL MIRADOR RUTA Q-34 PARCELA 16 S/N Depto. Block		
Comuna/Ciudad:	Laja / Biobío		
Teléfono Particular:	323351	Teléfono Oficina:	
Correo Electrónico:			

El Instalador o profesional de la instalación individualizada en el presente certificado, declara que ésta se ha ejecutado de acuerdo a la documentación asociada a esta inscripción y conforme con las normas y normas normativas que corresponden a esta instalación.

Esta inscripción no constituye aprobación por parte de SEC.
 La modificación de las condiciones originales de la instalación deja sin efecto el presente documento.
 El presente documento sirve para solicitar el suministro a la Empresa Eléctrica y para los límites Municipales correspondientes.

La institución o persona ante quien se presente este certificado, podrá verificarlo en www.sec.cl

TE1 FOLIO:

TIMBRE:



000001265540



TE1<000001265540>7,234.493-8<8.285.037-6<4,4<13738562-7

Mesa de ayuda Fono : (56-2) 756 51 00

Certificado de Inscripción de Instalación Eléctrica Interior



TE1

FOLIO INSCRIPCIÓN
000001265540
Código verificación: 836554

N° Checklist:	3042261
Fecha y Hora Checklist:	02/08/2015 16:37

Fecha y Hora Inscripción:	02/08/2015 16:37
Fecha y Hora Confirmación de Pago:	01/08/2015 16:43
Fecha y Hora Impresión:	10/08/2015 16:38

Detalle de Instalaciones

Corr	Dirección	ROL	Tipo Instalación	Cantidad Instalación (A)	Potencia Unitaria (B)	Potencia Total kW (AxB)
1	FUNDO EL MIRADOR RUTA Q-34 PARCELA 16		F	1	4,4	4,4
Total				1		4,4

El instalador o profesional de la instalación individualizada en el presente certificado, declara que ésta se ha ejecutado de acuerdo a la documentación asociada a esta inscripción y conforme con los decretos y cuerpos normativos que corresponden a esta instalación.

Esta inscripción no constituye aprobación por parte de SEC.
 La modificación de las condiciones originales de la instalación deja sin efecto el presente documento.
 El presente documento sirve para solicitar el sumatorio a la Empresa Eléctrica y para los trámites Municipales correspondientes.

La institución o persona ante quien se presente este certificado, podrá verificarlo en www.sec.cl

TE1 FOLIO:

TIMBRE:



000001265540



TE1<000001265540<7.234.493-6<8.285.037-6<4,4<13738562-7

Mesa de ayuda Fono : (56-2) 756 51 00