

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
VALPARAISO – CHILE



**DESARROLLO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN UNA
INSTALACIÓN AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE LOS ANDES**

Memoria de Título presentada por
MARTÍN LÓPEZ JADUE

Como requisito parcial para optar al título de
CONSTRUCTOR CIVIL

Profesor Guía
SERGIO CARMONA

Fecha
JULIO 2022

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	4
2.	ABSTRACT	5
3.	ANTECEDENTES.....	6
1.1	Introducción	6
1.2	Objetivo General	7
1.3	Objetivos Específicos	7
4.	MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.	Energías Renovables no Convencionales en Chile (ERNC)	8
2.2.	Energía Solar.....	8
2.3.	Potencial Solar de Chile.....	9
2.4.	Energía Solar Fotovoltaica.....	11
2.5.	Sistemas Fotovoltaicos.....	12
2.5.1.	Sistemas Fotovoltaicos Aislados	14
2.5.1.1.	Componentes de un Sistema Fotovoltaico Aislado.....	15
2.5.2.	Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red	18
2.5.2.1.	Componentes de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red	19
2.6.	Ley de Generación Distribuida N°21.118	20
2.7.	Consumo Energético Agrícola en Chile	22
2.8.	Costos.....	22
2.9.	Beneficios	23
2.10.	Evaluación Financiera de un Proyecto	24
5.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1.	Agrícola	25
3.2.	Tarifa Eléctrica	27
3.3.	Demanda Energética.....	27
3.4.	Herramientas de Dimensionamiento de sistema Fotovoltaico	28
3.5.	Dimensionamiento de Sistema Fotovoltaico	29
3.6.	Superficie Disponible	30
3.7.	Características de componentes Fotovoltaicos	31
3.7.1.	Paneles Fotovoltaicos	31
3.7.2.	Inversor	33
3.7.3.	Estructura	35
3.8.	Anteproyecto de Instalación Fotovoltaica y montaje	37
3.8.1.	Sistema Constructivo	37

3.8.2.	Anteproyecto.....	38
3.8.3.	Planificación.....	39
3.9.	Balance de energía Eléctrica.....	39
3.10.	Ahorro	46
3.11.	Análisis de Costos	47
3.11.1.	Equipamiento	47
3.11.2.	Mantenimiento.....	49
3.12.	Análisis de rentabilidad	49
3.13.	Análisis de Reducción de Emisiones de CO2	51
6.	Conclusiones.....	52
7.	Bibliografía.....	53
8.	Anexos.....	55

1. RESUMEN

En la presente investigación se analiza tanto técnica como económicamente el desarrollo de una central fotovoltaica para una instalación agrícola ubicada en la comuna de Los Andes, región de Valparaíso.

En primer lugar se presenta un marco teórico que engloba el estado energético del país, profundizando en la energía solar fotovoltaica y sus detalles técnicos, procesos legales por los que debe pasar un sistema fotovoltaico para conectarse a la red, entre otras cosas, permitiendo entender a cabalidad la investigación.

Luego se describe el análisis del proyecto en sí, los pasos seguidos para dimensionar el sistema, tomando en cuenta variables como la ubicación geográfica de la agrícola, elección del lugar específico de la instalación, consumo energético, configuración técnica de la planta, elección de equipos, y otros puntos. Posterior al dimensionamiento, se procedió a calcular la generación energética de la planta utilizando el software “Explorador Solar”, lo que permitió realizar un balance energético de la instalación agrícola.

Por último, se presenta un estudio económico, que considera los costos de inversión y operación de la planta, además de los ahorros que ésta genera tanto por el autoconsumo de energía como por concepto de venta de los excedentes a la distribuidora eléctrica, permitiendo obtener los indicadores económicos de interés.

2. ABSTRACT

This research analyzes both technically and economically the development of a photovoltaic plant for an agricultural facility located in the commune of Los Andes, Valparaíso region.

In the first place, a theoretical framework is presented that encompasses the country's energy status, delving into photovoltaic solar energy and its technical details, legal processes that a photovoltaic system must go through to connect to the grid, among other things, allowing to understand thorough investigation.

Then the analysis of the project itself is described, the steps followed to size the system, taking into account variables such as the geographical location of the farm, choice of the specific place of the installation, energy consumption, technical configuration of the plant, choice of equipment. , and other points. After sizing, the power generation of the plant was calculated using the "Solar Explorer" software, which allowed an energy balance of the agricultural facility to be carried out.

Finally, an economic study is presented, which considers the investment and operation costs of the plant, in addition to the savings that it generates both from self-consumption of energy and from the sale of surpluses to the electricity distributor, allowing to obtain the economic indicators of interest.

3. ANTECEDENTES

1.1 Introducción

El planeta enfrenta una de las crisis ambientales más importantes desde la aparición del hombre, debido en gran medida al consumo desmesurado de combustibles fósiles como fuente energética. En este contexto Chile se alza como uno de los países que lideran la transición de ésta matriz energética, a una nueva basada en energías renovables no convencionales (ERNC).

Como parte de este compromiso, es que el país se ha propuesto, a través la estrategia nacional de energía 2012-2030, la meta de alcanzar al menos una matriz energética 25% basada en energías renovables al año 2020, lo que supone un desafío mayor en cuanto a infraestructura de generación, transmisión y distribución de energía.

En este marco, se crea la Ley de Generación Distribuida, aprobada en Octubre del año 2014, la cual establece los clientes de empresas distribuidoras, ya sean particulares o empresas, pueden generar su propia energía eléctrica, para autoconsumirla y/o vender sus excedentes a las mismas empresas distribuidoras.

1.2 Objetivo General

Determinar la generación de energía eléctrica para autoconsumo a través de un sistema fotovoltaico, para disminuir los costos de operación de un predio agrícola en la ciudad de Los Andes, Región de Valparaíso.

1.3 Objetivos Específicos

- Calcular la demanda energética anual de la instalación agrícola, que incluye sistema de riego y packing de frutas.
- Dimensionar una central fotovoltaica para satisfacer la demanda energética de la instalación agrícola en estudio.
- Determinar la factibilidad económica de construir y operar una central fotovoltaica en la instalación agrícola en estudio.

4. MARCO TEÓRICO

2.1. Energías Renovables no Convencionales en Chile (ERNC)

Chile es un país extremadamente rico en recursos naturales, así mismo, en potencial para desarrollar proyectos de generación basados en energías renovables no convencionales. El país cuenta con la mayor radiación solar del planeta, vientos fuertes tanto en el norte como sur del país, una costa de más de 8000 kilómetros con potencial para desarrollo de energía mareo motriz y dispone de una de las cadenas montañosas con mayor cantidad de volcanes a nivel global, que recién comienza a explotar su potencial geotérmico.

La inversión para el desarrollo de estos proyectos no se ha hecho esperar, en efecto, en la última versión (año 2018) de New Energy Finance Climascopes elaborado por Bloomber New Energy Finance y el BID (Banco Interamericano de Desarrollo, Chile se posicionó en primer lugar de inversión en energías renovables y lucha contra el cambio climático en América Latina y el Caribe, con un monto cercano a los 1600 millones de dólares.

La principal característica de las energías renovables, es que en su proceso de generación, éstas no utilizan recursos que se agoten a escala humana. Las principales fuentes son: hidráulica, solar, eólica, mareo motriz, geotérmica. Estas energías pueden clasificarse también, como convencionales o no convencionales, dependiendo de su aporte y/o penetración en las matrices energéticas en que se presenten.

En Chile, se clasifican como energías renovables no convencionales (ERCN), a la eólica, solar, pequeñas hidroeléctricas (centrales de hasta 20 [MW]), biomasa, biogás, geotermia y mareo motriz.

2.2. Energía Solar

La energía proveniente del sol, es sin duda, una de las fuentes más constantes y estables, a escala humana. Esta energía llega a la superficie terrestre en forma de radiación y su intensidad depende de varios factores, el lugar geográfico, hora del día, estación del año y nubosidad.

Esta energía en forma de radiación puede ser aprovechada de distintas formas, de hecho existen métodos pasivos de aprovechamiento solar, como por ejemplo, la orientación de las ventanas de una vivienda. Por otro lado, existen tecnologías que permiten hacer uso de ésta energía de forma activa, como serían la generación fotovoltaica o solar térmica.

La generación a través de sistemas fotovoltaicos, genera directamente energía eléctrica a partir de la radiación, mientras que la solar térmica, sirve para calentar agua, que podría aportar tanto en instalaciones de agua caliente sanitaria, como para generar indirectamente electricidad, mediante centrales de concentración.

Uno de los principales obstáculos de la entrada de la energía solar, es que sólo se genera durante el día, durante la exposición de los equipos de generación a la radiación solar, por lo que se debe complementar con otras tecnologías tanto de generación, como de almacenamiento energético.

La producción de un sistema de generación solar depende principalmente de variables meteorológicas y ambientales, como serían la temperatura, sombras, condiciones topográficas, presencia de polvo, etc.

2.3. Potencial Solar de Chile

En el marco del proyecto “Estrategia de Expansión de las Energías Renovables en los Sistemas Eléctricos Interconectados”, el Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), mediante la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania, se elaboró un documento que se titula “ENERGÍAS RENOVABLES EN CHILE, EL POTENCIAL EÓLICO, SOLAR E HIDROELÉCTRICO DE ARICA A CHILOÉ”

Este documento, es sin lugar a dudas, un aporte fundamental en cuanto al fomento de la inversión en proyectos de energías renovables, ya que entrega un diagnóstico completo, sobre el potencial eólico, solar e hidráulico para la generación de electricidad de todo el sistema interconectado central, que va desde la región Arica y Parinacota hasta la Isla Grande de Chiloé.

Los resultados de esta investigación, reflejados en el documento, dan cuenta de un importante potencial, 2.192.999 [MW] para energía solar, divididos en 1.640.128 [MW] para generación fotovoltaica y 552.871 [MW] para generación median concentración solar.

En la **Figura N°1** se aprecia el mapa de potencial solar disponible en Chile, el cual muestra la razón de energía en forma de radiación global horizontal en [kWh/m²]. Se destaca la gran radiación en la zona norte del país, principalmente en el desierto de atacama, alcanzando los 7,5 [kWh/m²]. <http://globalsolaratlas.info>



Figura N°1. Radiación Global Horizontal en Chile. Mapa que muestra la radiación Global horizontal a lo largo del país. <http://globalsolaratlas.info>

Se destaca además, que Chile tiene una de las mejores radiaciones solares de todo el mundo, ya que “El Cinturon de Sol”, alcanza a cubrir casi un cuarto del país, incluyendo las grandes extensiones desérticas del norte, convirtiéndolo así en un país privilegiado en cuanto al potencial de generación de energía solar a desarrollar, que supera con creces el crecimiento de la demanda eléctrica nacional proyectada para las próximas décadas. En la **Figura N°2** se observa el Mapamundi que expone el llamado “Cinturón de Sol”, comprendido entre las latitudes del trópico de Cáncer y trópico de Capricornio, el cual pasa por la región de Antofagasta.

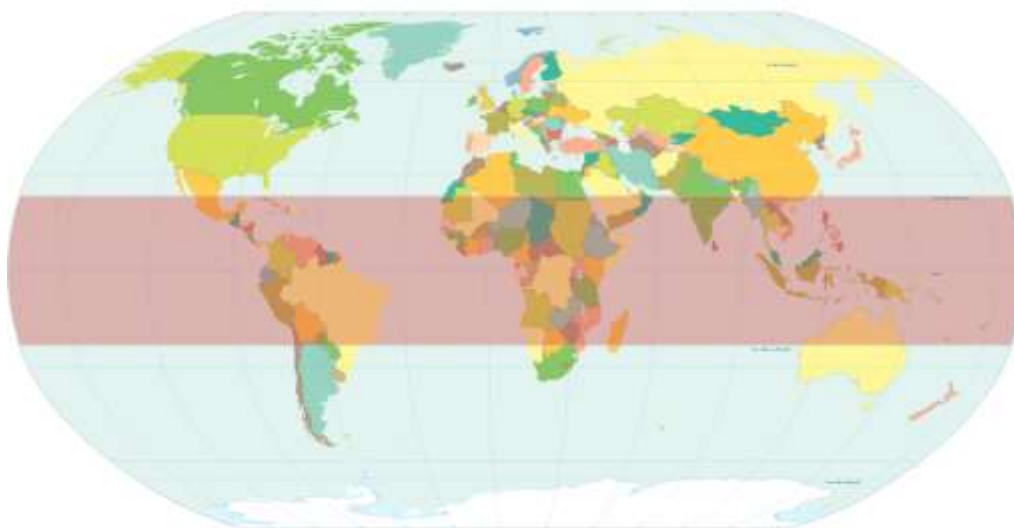


Figura N°2. Cinturón de Sol del planeta. Imagen muestra el Cinturón de Sol del planeta, comprendido entre ambos trópicos, Chile cuenta con una porción de su territorio ubicada en estas latitudes. <https://esacademic.com>

2.4. Energía Solar Fotovoltaica

Los sistemas fotovoltaicos son un conjunto de elementos capaces de captar la energía proveniente del sol, que llega a la superficie terrestre en forma de radiación, transformándola directamente en energía eléctrica. Esta energía, resultante del proceso fotovoltaico se traduce en corriente continua o directa (DC, por las siglas de Direct Current). Para el aprovechamiento de esta corriente eléctrica, se deberá contar con equipos que funcionen directamente con ella, o baterías para su almacenamiento. De lo contrario se requerirá de un inversor fotovoltaico, para transformar la corriente continua en alterna (AC, por las siglas de Alternating Current).

Para la generación fotovoltaica es fundamental entender la irradiación y la radiación solar que alcanza la superficie de la Tierra. La irradiación se define como la relación de la potencia incidente en la superficie terrestre, la radiación en cambio, es la cantidad de irradiación percibida en un tiempo determinado, por ende, es una medida de energía. La radiación tiene dos componentes, directa y difusa, ambas aprovechables por un sistema fotovoltaico, la radiación directa es la que llega directamente desde el foco solar, mientras que la difusa, para por procesos de refracción y reflexión, a medida que choca o atraviesa obstáculos, como por ejemplo las nubes. La suma de ambas radiaciones se denomina radiación global el valor de ésta radiación varía, según el punto geográfico, condiciones atmosféricas y momento del día. Se asume, que en buenas condiciones de radiación, ésta alcanza los 1000 [Wh/m²], lo cual es más que superado en casi la totalidad de la superficie del país, llegando a su máximo punto en el desierto de Atacama, que registra 7500 [Wh/m²]. En la **Figura N°3**, se encuentra el esquema explicativo de los componentes de la radiación.

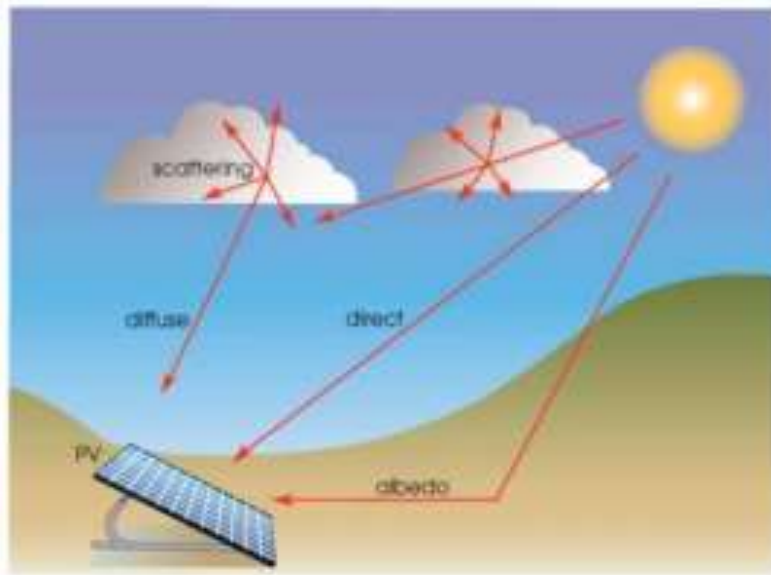


Figura N°3. Componentes de la Radiación. Imagen que esquematiza los distintos componentes de la radiación que llega a nuestro planeta. <https://puntoganadero.cl/imagenes>

2.5. Sistemas Fotovoltaicos

La generación de energía de un sistema fotovoltaico se basa en el efecto fotoeléctrico, el cual consiste en la emisión de electrones por parte de un material semiconductor al incidir sobre él radiación. Este efecto fue estudiado por el Alemán Heinrich Hertz en 1887, y es hasta el día de hoy, el único método para general energía eléctrica a través de la luz.

Por lo descrito anteriormente, la generación de un sistema fotovoltaico está determinada, principalmente, por la cantidad de radiación que incida sobre los paneles fotovoltaicos, quienes realizan el efecto fotoeléctrico.

Los paneles o módulos fotovoltaicos están compuestos principalmente de silicio, el cual es el elemento con mayor presencia en la composición de la corteza terrestre. Existen tres tipos de módulos, clasificados según el método de fabricación utilizado:

- Monocristalinos: Fabricados a partir de un solo cristal de silicio, en donde los átomos están alineados. Tienen una estructura uniforme.
- Policristalinos: Se fabrican de varios cristales de silicio, por lo tanto sus átomos están alineados en distintas direcciones. Tienen una estructura heterogénea.
- Capa Fina: Se fabrican a partir de la deposición de una capa muy fina de silicio, lo que permite producir módulos muy flexibles. No tiene una estructura cristalina.

En la **Figura N°4** se muestran los 3 tipos de paneles fotovoltaicos existentes en el mercado, se pueden apreciar sus diferencias en cuanto a la composición de la placa y disposición de las celdas fotovoltaicas.



Figura N°4. Tipos de Paneles o Módulos Fotovoltaicos Existentes. Manual sobre Instalación de Plantas Fotovoltaicas, Ayllu Solar.

Los paneles son la base del sistema fotovoltaico, ya que son los generadores de energía. Es por esto que es primordial entender como optimizar ésta generación, mediante la orientación e inclinación de los módulos, según sea más óptimo para cada lugar. En este contexto, se estudian dos ángulos fundamentales, denominados como Azimut y ángulo de inclinación, los cuales se determinan respectivamente de la orientación del módulo fotovoltaico respecto del norte y el segundo respecto al ángulo que forma el módulo con la horizontal.

En la **Figura N°5** se observa el esquema de determinación del ángulo Azimut, que se entiende como la orientación del módulo fotovoltaico respecto del norte. En general, se espera un mayor rendimiento de la planta fotovoltaica orientada hacia el norte con un Azimut igual a 0° , pero se debe estudiar cada caso en particular, ya que en ciertos lugares con vaguada costera matutina, se puede optimizar el rendimiento orientando el módulo hacia el oeste. Del mismo esquema se puede determinar del ángulo de inclinación del panel. La para optimización de rendimiento de la planta fotovoltaica, se debe calcular este ángulo respecto de la latitud en donde se encuentra la planta, a modo general, en Chile, entre más al norte, una menor inclinación mejora el rendimiento.

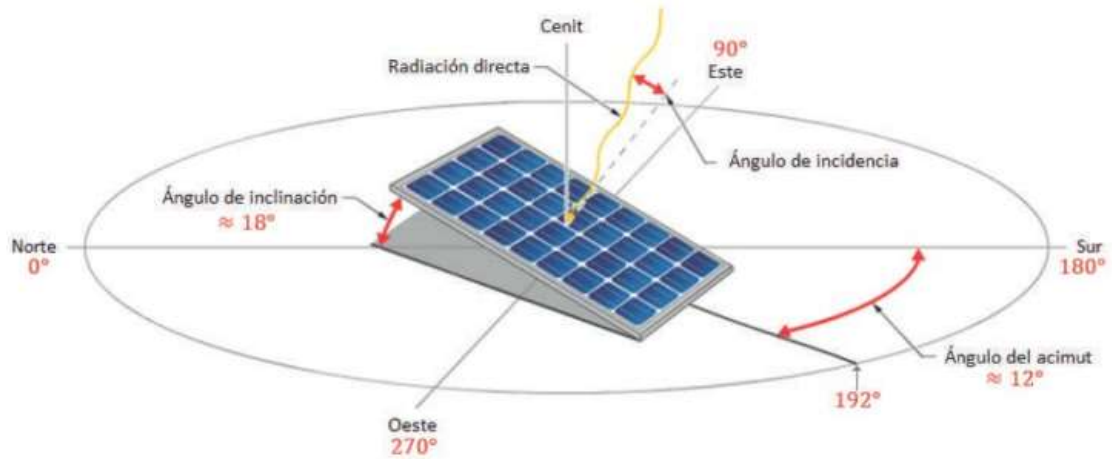


Imagen 3.

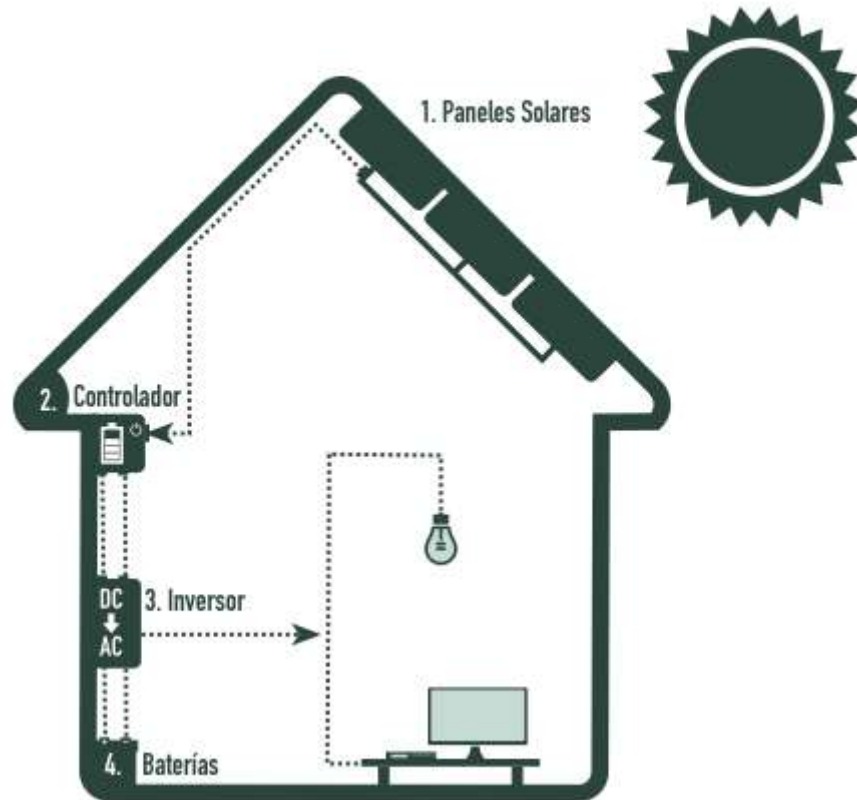
Figura N°5. Esquema de Determinación de Ángulos de un Módulo Fotovoltaico.
<https://www.sfe-solar.com>

2.5.1. Sistemas Fotovoltaicos Aislados

Los sistemas fotovoltaicos aislados, también llamados Off Grid (por su traducción, desconectados de la red), se utilizan principalmente en casos en donde no es factible, técnica o económicamente, realizar la conexión de la carga a la red eléctrica, la carga puede ser una luminaria, una bomba de agua, una casa o incluso una industria. Estos sistemas tienen la particularidad de almacenar la energía que producen a través de los módulos fotovoltaicos en baterías, lo cual permite al usuario, tener acceso a la energía eléctrica durante la noche, momento en el cual el sistema fotovoltaico no está generando energía.

Los costos de este tipo de sistemas aún son bastante altos como para pensar en su masificación, esto debido al almacenaje de energía. En la **Figura N°6** se puede apreciar un esquema tanto de los componentes como del conexionado del sistema fotovoltaico “Off Grid”.

Instalación aislada



*Figura N°6. Esquema de un sistema fotovoltaico aislado u “Off Grid”.
www.americafotovoltaica.com*

2.5.1.1. Componentes de un Sistema Fotovoltaico Aislado

Como se mencionó anteriormente, un sistema fotovoltaico aislado tiene la característica de ser capaz de almacenar energía, la cual es generada por los módulos fotovoltaicos. Para realizar esta operación, la instalación fotovoltaica aislada u Off Grid, necesita los siguientes componentes:

- **Paneles o módulos fotovoltaicos:** pueden ser de cualquier tipo o potencia, siempre y cuando cumpla con las características para sustentar el consumo energético del proyecto.
- **Controlador de carga:** éste equipo es fundamental en un sistema fotovoltaico aislado, ya que es quien regula la energía inyectada por los paneles fotovoltaicos, principalmente dando mayor estabilidad al voltaje, con el afán de no dañar las baterías y prolongar la vida útil. También se encarga de mantener las baterías en un estado de “flotación” cuando éstas están llenas, para evitar sobrecargas. Existe una gran diversidad de controladores de carga, que operan bajo distintos parámetros técnicos, distintos requerimientos de voltaje y corriente, el buen dimensionamiento de éste equipo es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico aislado.

- **Baterías:** las baterías se utilizan para almacenar la energía eléctrica en forma química, permitiendo así tener acceso a la energía en cuanto el sistema fotovoltaico no está generando, esto podría ser durante la noche. Lamentablemente, el costo de las baterías es aún muy alto para que se masifiquen este tipo de sistemas, considerando además, que es el componente con menor vida útil dentro de cualquier sistema fotovoltaico. La cantidad de baterías necesarias estará determinado por el consumo y también la generación del sistema fotovoltaico. En algunos sistemas aislados, como los de bombeo solar fotovoltaico, es posible obviar las baterías y alimentar una bomba directamente desde los módulos fotovoltaicos, a través de un controlador de carga, lo que disminuye considerablemente el costo del proyecto.
- **Inversor DC/AC:** el inversor cumple la tarea de transformar la energía ya sea proveniente de los paneles o desde las baterías, la cual es energía continua también llamada directa o DC (Direct Current), en energía alterna o AC (Alternating Current). La mayoría de los artefactos eléctricos que se utilizan hoy en día funcionan con corriente alterna, los pocos que no, utilizan transformadores, que cumplen la función contraria al inversor DC/AC. Cabe destacar que algunos de los sistemas aislados pueden obviar el uso de un inversor, siempre y cuando los artefactos a conectar como cargas, sean apropiados para funcionar con corriente continua, en general, las luminarias fotovoltaicas utilizan este principio. Los parámetros técnicos de un inversor DC/AC, serán determinados principalmente por las características de consumo del usuario final, limitando su potencia de salida y corriente máxima.
- **Estructura:** Existen 3 tipos de estructuras utilizadas en sistemas fotovoltaicos, las cuales se fabrican en aluminio o acero galvanizado, para evitar de esta manera que sufran corrosión en el corto plazo. Los tipos de estructuras son las siguientes:

Coplanar: Estructura compuesta de rieles de aluminio o acero galvanizado, la cual se instalada directamente sobre un techo o estructura dispuesta para el sistema fotovoltaico, la principal característica ésta es que el sistema fotovoltaico adquiere la inclinación y orientación de donde está siendo instalado.

El sistema coplanar es ideal para ser utilizado en techos o estructuras que cuenten con orientación norte con un ángulo de inclinación entre los 15 y 30° para el caso de Chile. Según Guía Solar Fotovoltaica de Acesol. En la **Figura N°7**, se detallan todos los componentes del sistema coplanar.

IMAGEN					
NOMBRE	ESPÁRRAGO	PERFIL	COPLA	GRAPA FINAL	GRAPA INTERMEDIA
IMAGEN					
NOMBRE	PERNO T	TUERCA			

Figura N°7. Componentes del sistema de estructuras coplanar. www.puntosolar.cl

Inclinada: Estructura que permite ser instalada en suelo o en un techo plano, esto debido a que ya cuenta con inclinación, muchas veces regulable dentro de un rango, para optimizar de esta forma el rendimiento de la planta fotovoltaica según la zona geográfica en la que se encuentre.

Muchos proveedores venden estructuras inclinadas que son más bien un complemento de la coplanar, es decir, se arma una estructura de aluminio o acero galvanizado con inclinación para luego colocar sobre ésta un sistema coplanar, detallado anteriormente. En la **Figura N°8**, se detallan todos los componentes de la estructura inclinada:

IMAGEN					
NOMBRE	TRIANGULO	PERFIL	COPLA	GRAPA FINAL	GRAPA INTERMEDIA
IMAGEN					
Name	PERNO T	TUERCA	PERNO DE EXPANSIÓN		

Figura N°8. Componentes del sistema de estructuras inclinado. www.puntosolar.cl

Con seguimiento: Estructura utilizada únicamente en grandes plantas fotovoltaicas. Existen estructuras con seguimiento de uno o dos ejes, que tienen la capacidad de hacer el seguimiento solar cambiando el ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos o azimut, haciendo el seguimiento del movimiento solar durante el día, es decir, de ESTE a OESTE en el caso de Chile.

Las estructuras con seguimiento pueden aumentar entre un 13% y 33% según investigación de www.redsolar.org, destacando ésta como su gran ventaja respecto a los sistemas fijos.

Como gran desventaja, los sistemas con seguimiento, a diferencia de un sistema fotovoltaico con estructura fija, requiere de mantenimiento periódico y especializado, debido a la suma de un componente electromecánico al sistema fotovoltaico. Por esta razón, se descarta el uso de estructuras con seguimiento, en uno o dos ejes, para sistemas de baja escala, de entre 1 y 300 [kW]. La **Figura N°9** muestra cuatro tipos de estructuras con seguimiento, las cuales están clasificadas como de uno o dos ejes, según lo descrito anteriormente.

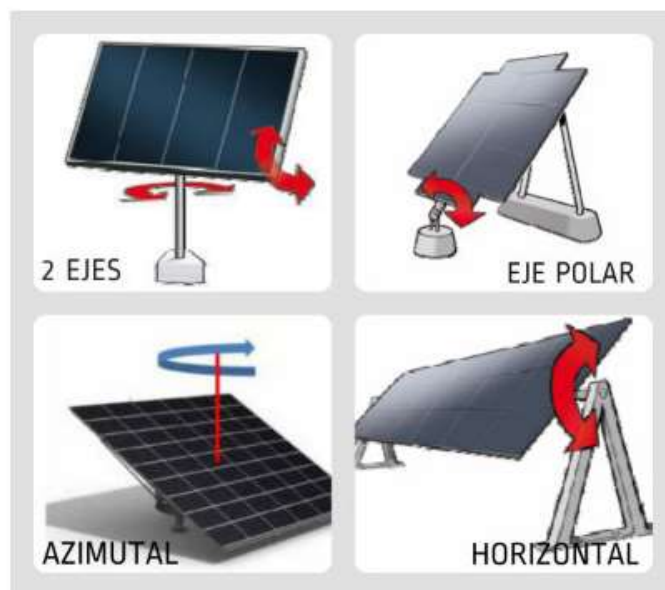


Figura N°9. Tipos de Estructuras con seguimiento. www.laenergiasolar.org

2.5.2. Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red también llamados On Grid (por su traducción, conectado a la red o en red), consisten en incorporar un sistema de generación fotovoltaico a una instalación que ya se encuentra conectada a la red, que podría ser una vivienda, industria, colegio o cualquier establecimiento que busque disminuir sus costos en energía eléctrica. La incorporación del sistema de fotovoltaico, permite generar energía para auto consumirla durante el día, mientras que en la noche, el usuario podrá utilizar la energía proveniente de la red eléctrica como siempre lo ha hecho, esto permite no alterar los hábitos de consumo energético del usuario y aun así, disminuir sus costos en facturación eléctrica, presentándose como una alternativa viable al menos técnicamente en la mayoría de los casos.

En ciertos casos, la generación de energía proveniente de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica, podría incluso, superar al consumo del usuario, lo que derivará en la inyección de ésta energía sobrante a la red eléctrica. En este punto, es fundamental mencionar la Ley de Generación Distribuida, N° 20.118, la cual rige desde el año 2018 en Chile, la cual permite, la inyección de energía a la red a través de medios de generación como el fotovoltaico. En la **Figura N°10**, se detallan los componentes del sistema fotovoltaico “On Grid”, además de entregar un esquema simple de conexión para este tipo de sistemas.

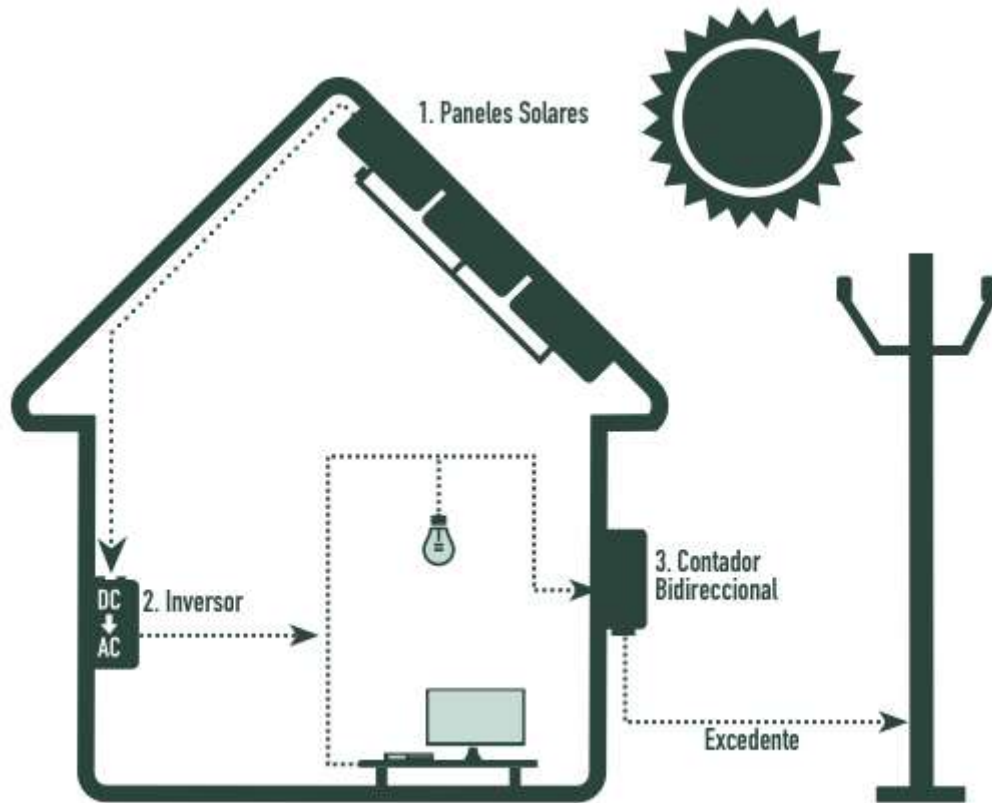


Figura N°10. Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a la red u “On Grid”.
www.americafotovoltaica.com

2.5.2.1. Componentes de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red

Como se mencionó anteriormente, un sistema fotovoltaico conectado a la red tiene la característica de ser capaz de generar energía eléctrica la cual puede ser utilizada para auto consumo o bien, en casos donde la generación del sistema fotovoltaico supere al consumo del usuario, para ser inyectada a la red eléctrica. Para realizar esta operación, un sistema fotovoltaico conectado a la red debe contar con los siguientes componentes:

- **Paneles o módulos fotovoltaicos:** pueden ser de cualquier tipo o potencia, siempre y cuando cumpla con las características para sustentar el consumo energético del proyecto.
- **Inversor DC/AC:** al igual que en el caso del sistema “Off Grid” o aislado, el inversor cumple la tarea de transformar la energía proveniente de los paneles la cual es energía continua también llamada directa o DC (Direct Current), en energía alterna o AC (Alternating Current). Según lo mencionado anteriormente la mayoría de los artefactos eléctricos que se utilizan hoy en día funcionan con corriente alterna, los pocos que no, utilizan transformadores, que cumplen la función contraria al inversor DC/AC. Así mismo, la red eléctrica funciona con corriente alterna, en el caso de Chile, con características técnicas bien establecidas, las que el inversor debe ser capaz de replicar si se quiere conectar a ella. Entre estos parámetros destacan: un voltaje entre 0,85 y 1,1 veces el voltaje nominal de la red de 220 [V], frecuencia entre 47,5 y 50,2 [Hz], tiempo de desconexión de la red, cuando se incumple alguno de estos parámetros menor a 100 [mseg], etc.

Para dimensionar correctamente este inversor, se debe tener en cuenta la potencia instalada de módulos o paneles fotovoltaicos, el sub-dimensionar un inversor podría generar una falla en el corto plazo para éste o mal funcionamiento del sistema, mientras que sobre dimensionarlo va a disminuir la eficiencia del sistema fotovoltaico, además de incurrir en mayores gastos de inversión inicial del proyecto.

- **Medidor Bidireccional:** el medidor bidireccional es fundamental en un sistema fotovoltaico conectado a la red, ya que es el equipo que mide tanto el consumo de energía, como la inyección del sistema fotovoltaico a la red, esto es realmente importante, ya que de no contar con un medidor bidireccional, en casos en donde la generación fotovoltaica supere al consumo del usuario y esta energía sea inyectada a la red, ella solo se “perdería”, sin ser considerada como un ahorro.

Existen distintos modelos a nivel mundial para hacer valer esta energía excedente de la generación fotovoltaica, en Chile, la Ley de Generación Distribuida N°20.571, valoriza estos excedentes inyectados a la red eléctrica, generando un descuento para el usuario del sistema fotovoltaico en su próxima factura eléctrica.

- **Estructura:** La estructura utilizada para los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, son los mismos tipos descritos anteriormente, y su elección depende principalmente de las características del proyecto.

2.6. Ley de Generación Distribuida N°21.118

La Ley de Generación Distribuida entró en vigencia en Octubre del 2014, en el marco de incentivo a la incorporación de las energías renovables no convencionales (ERNC), propuesto en el documento Energía 2030. El nombre oficial de la ley es: “Ley 20.571: Regula el pago de las tarifas eléctricas a las generadoras residenciales”. Luego, el año 2018 se modificó pasando a ser la Ley N°21.118.

El objetivo fundamental de ésta ley es otorgar el derecho a los clientes de las distribuidoras de eléctricas, también llamados, clientes regulados, a generar su propia energía y vender sus excedentes a las mismas empresas distribuidoras, quienes están obligados a comprarlos. La forma de ejercer esta compra es valorizando la cantidad de energía que se inyectó a la red en forma de excedente de generación y realizando el descuento en la factura eléctrica, es decir, se cobraría el valor neto resultante de la valorización de los consumos que tenga un cliente, menos la valorización de sus inyecciones de energía a la red. Si en el balance anual se determina que éste valor neto favorece al cliente, éste podrá aplicar el descuento en otras propiedades que cuenten con el servicio de la distribuidora.

Los precios de valorizaciones de la energía, tanto para inyección, como para consumo se encuentran detallados en las tarifas eléctricas las cuales deben, por la Ley de Transparencia estar publicados ya sea en internet o disponibles en sucursales de las empresas distribuidoras. Cabe destacar que los precios de la energía cambian según la empresa distribuidora, comuna, sector, si es baja o alta tensión, etc. Por lo que para analizar correctamente el ahorro por concepto de incorporar un sistema fotovoltaico, se debe estudiar en detalle la tarifa en cuestión.

Para hacer uso de esta ley, se debe utilizar los sistemas de generación especificados en ella, los cuales son limitados a sistemas de energías renovables no convencionales o de cogeneración eficiente, de potencia máxima 300 [kWp]. Además se debe tener una capacidad conectada menor

a 500 [kW], límite que define si un usuario puede ser cliente libre, es decir, comprar energía directamente a las generadoras eléctricas.

El proceso de conexión para acceder a los beneficios está normado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Este proceso consiste en un intercambio de formularios con la distribuidora eléctrica, éste intercambio, puede ser llevado a cabo tanto por el instalador del sistema fotovoltaico, como por el usuario final. Los formularios son los siguientes:

- Formulario N°1: Solicitud de Información
- Formulario N°2: Respuesta a la Solicitud de Información
- Formulario N°3: Solicitud de Conexión (SC)
- Formulario N°4: Respuesta a la Solicitud de Conexión.
- Formulario N°5: Manifestación de Conformidad
- Formulario N°6: Notificación de Conexión
- Formulario N°7: Protocolo de Conexión

El formulario N°1 no es obligatorio, pero aporta buena información, ya que entrega datos relevantes acerca de la capacidad máxima permitida a instalar, sin realizar modificaciones a la red eléctrica. En la **Figura N°11**, se detalla un cuadro del proceso de solicitud de conexión del sistema fotovoltaico a la red.



Figura N°11. Cuadro simplificado de Proceso de Conexión. Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Los formularios se encuentran en los anexos desde el **Anexo N°1** al **Anexo N°7**

2.7. Consumo Energético Agrícola en Chile

Según datos del Instituto Nacional de Estadística el consumo energético del sector agrícola no supera del 2% del total de energía consumida a nivel nacional, por lo que el sector no es realmente relevante en cuanto a éste punto.

De todas formas, el consumo que realizan los predios agrícolas, está principalmente enfocado en dos puntos: el bombeo de agua, desde pozos profundos hasta micro embalses o bien para los frutos o verduras que necesitan mantenerse a bajas temperaturas para no bajar su calidad.

Cabe destacar que el consumo energético agrícola, se genera por estacionalidad, es decir, se consume de acuerdo a las épocas en las que se necesita mayor cantidad de riego, generalmente en verano. Este punto es fundamental para la evaluación de incorporar un sistema fotovoltaico a predio agrícola, ya que se debe tener en cuenta que la mayor generación de energía proveniente del sol también se genera en esta época del año. En la *Figura N°12*, se muestra un gráfico que desglosa el consumo energético por sector en Chile.

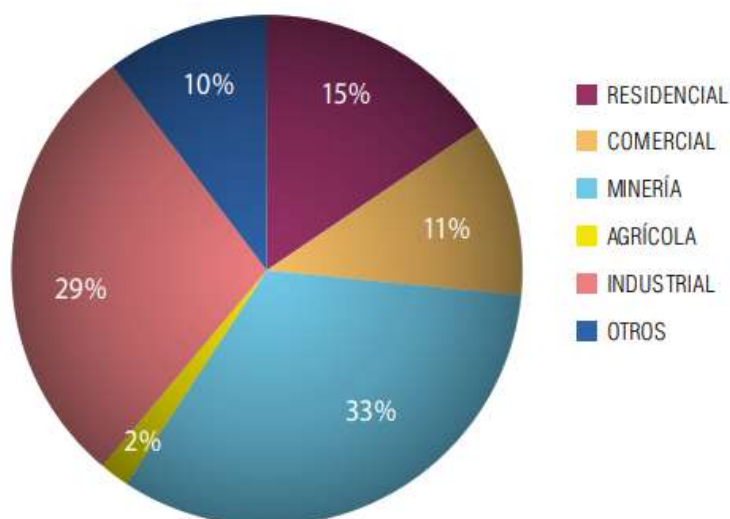


Figura N°12. Participación de Consumo Energético por Sector Industrial. INE

2.8. Costos

Como cualquier proyecto a ejecutar, se deben evaluar tanto los costos como beneficios que este genere. En el caso de la incorporación de un sistema fotovoltaico esto debe realizarse evaluando las proyecciones de consumo y generación de energía eléctrica, permitiendo de esta forma dimensionar un sistema que entregue la mayor rentabilidad posible, otorgando un retorno de la inversión de corto plazo.

Se debe tener en cuenta que los costos de un sistema fotovoltaico están relacionados principalmente al precio de los equipos que se utilizarán y su respectiva instalación. Los costos asociados a mantención del sistema son prácticamente depreciables, ya que sólo se debe realizar el lavado de los paneles fotovoltaicos para mantener un buen rendimiento. Este tipo de mantenimiento puede ser subcontratado por la empresa que incorpore el sistema fotovoltaico o bien llevado a cabo por algún funcionario de la misma, no requiere mano de obra especializada.

2.9. Beneficios

El principal beneficio de incorporar un sistema fotovoltaico es sin lugar a dudas, el ahorro en consumo energético, lo cual se traduce, obviamente, en el ahorro en la factura eléctrica de la empresa o casa que incorpore el sistema.

Por otro lado, existen beneficios no directos, como el mejoramiento de imagen por uso de energías renovables en la elaboración de productos y/o ejecución de servicios. Cabe destacar que hoy en día, existen sellos específicos para productos que utilizan energía solar en parte, como en la totalidad de la elaboración de productos. Este sello certifica que el producto en cuestión utilizó energía proveniente del sol para ser elaborado, obteniendo de esta forma un valor agregado.

Por último, pero no menos importante, es la disminución de huella de carbono que puede generar una empresa debido a la incorporación de un sistema fotovoltaico, lo cual puede ser utilizado tanto como una estrategia de marketing, como una forma de disminuir costos asociados a impuestos verdes. En las *Figuras N°13 y 14* se muestran el logo de “Sello Sol” y su aplicación en un producto respectivamente.



Figura N°13. Logo de “Sello Sol”



Figura N°14. Producto con “Sello Sol”, acredita que se usó energía solar en su elaboración.

2.10. Evaluación Financiera de un Proyecto

La evaluación financiera de un proyecto tiene como objetivo analizar la viabilidad de un negocio desde el punto de vista económico, utilizando parámetros monetarios actuales y proyectados para determinar se forma objetiva si se espera o no rentabilidad del proyecto a realizar.

Para realizar la evaluación financiera se realiza el flujo de caja correspondiente para determinar los indicadores financieros VAN y TIR.

5. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Agrícola

La Agrícola, está ubicada en la región de Valparaíso, específicamente en la comuna de los Andes, en ella se cultiva y comercializan diferentes frutos, entre ellos duraznos, nueces, arándanos y granadas, sin embargo, su principal cultivo es la uva de mesa, de la cual se realiza cultivo y cosecha de distintas variedades como: Red Flame Seedless, Thomson Seedless, Red Globe, Autumn Royal, entre otras.

El fuerte de la actividad productiva del predio de la agrícola está basada en el cultivo, conservación y exportación de uva de mesa de buena calidad, producto que cumple con requerimientos y estándares exigidos por el mercado internacional quienes son los principales receptores de esta.

A continuación se detallan datos relevantes de la agrícola:

- **Ubicación Geográfica:** Latitud 32°49'28.6"S Longitud 70°37'29.7"W a 760msnm.
- **Mapa de ubicación y accesos:** El recinto tiene acceso desde calle San Rafael continuación de la ruta 60 CH, Los Andes.
- **Superficie:** 102 ha total / Cultivada 97ha, 1 ha para producción de pasas y 4 ha en caminos, packing y oficinas.

En la **Figura N°15**, se detalla el mapa de ubicación de la agrícola.

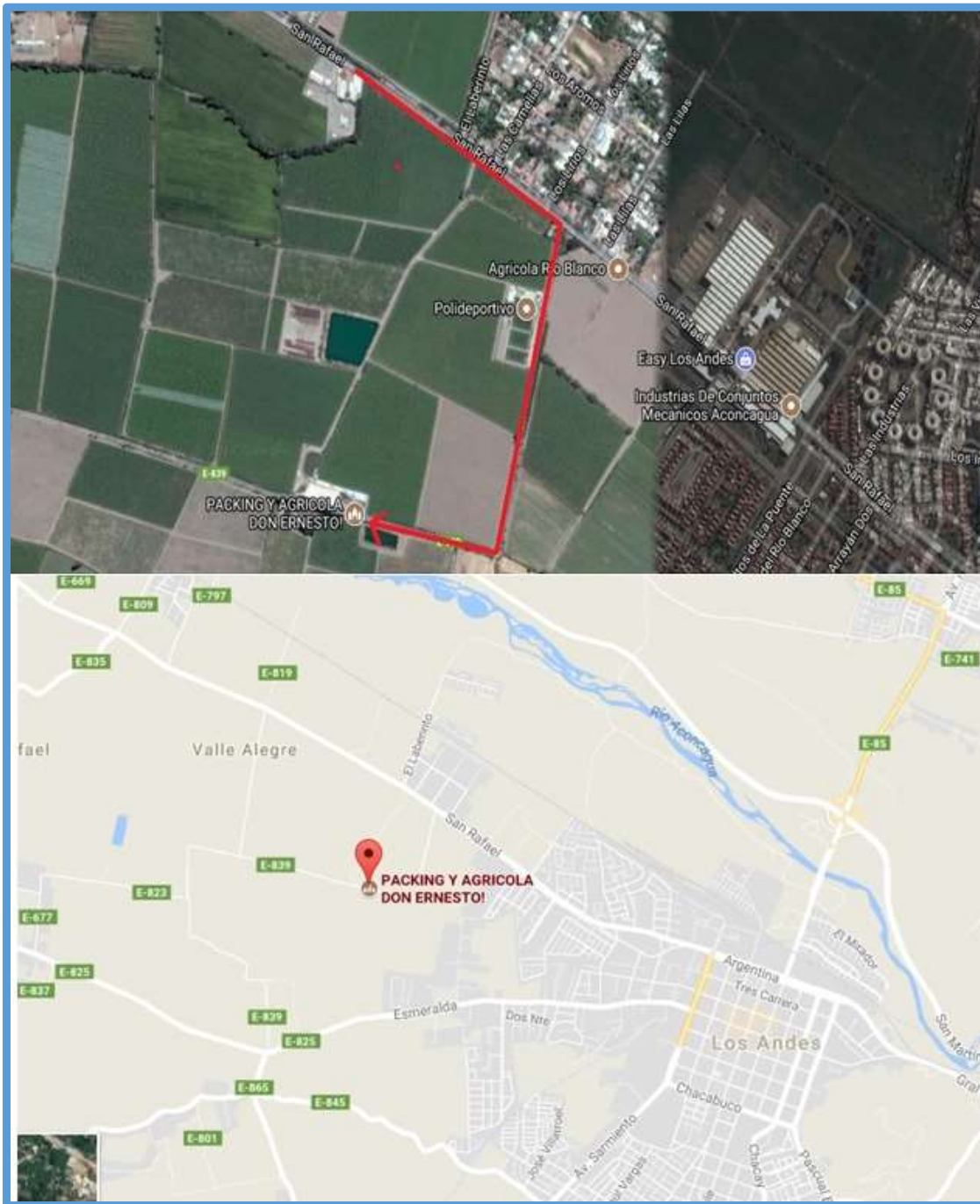


Figura N°15. Mapa de ubicación y acceso al predio agrícola.

3.2. Tarifa Eléctrica

El predio está abastecido de energía por Chilquinta S.A. y su tarifa está regulada según Decretos N° 1T/2012, 9T/2016, 5T/2016, de Ministerio de Energía. La tarifa que aplica en el predio de la agrícola es la AT 4.3, la cual se detalla a continuación:

TARIFA AT 4.3 ZONA ZT1 (Los Andes, Concón, San Esteban)

DETALLE	PRECIO [\$]
CARGO FIJO MENSUAL	2.266,000
ENERGÍA [\$/kWh]	83,237
CARGO MENSUAL POR POTENCIA [\$/kW x mes]	
CONTRATADA O SUMINISTRADA, POR [kW]	2.068,286
CONTRATADA O DEMANDA MÁXIMA LEÍDA EN HORARIO PUNTA, POR [kW]	7.248,286
CARGO ÚNICO POR USO DE SISTEMA TRONCAL [\$/kWh]	1,479
ENERGÍA INYECTADA EN MEDIA TENSIÓN	78,429

Tarifas de Suministro Eléctrico, Chilquinta S.A

El detalle completo de la tarifa eléctrica se encuentra en el **Anexo N°8 (Tarifa Eléctrica)**

3.3. Demanda Energética

Para realizar el estudio de demanda energética de la agrícola, se utilizaron las facturas eléctricas disponibles las que corresponden al periodo comprendido entre Octubre del 2018 y Septiembre del año 2019. La mayoría del consumo energético del predio está relacionado al bombeo de agua utilizada para riego, pero la agrícola también cuenta con 6 galpones utilizados para packing de los frutos cosechados durante la estación de verano, los cuales cuentan con refrigeración, lo que aumenta significativamente el consumo energético de la temporada estival.

En la **Tabla N° 1** se muestran los consumos de energía y potencia en los que incurrió la agrícola durante el periodo mencionado anteriormente:

MES	ENERGÍA [kWh]	POTENCIA [kW]
ENERO	33.800	79
FEBRERO	13.800	76
MARZO	20.800	75
ABRIL	10.000	75
MAYO	7.400	97
JUNIO	3.800	75
JULIO	2.600	75
AGOSTO	9.600	75
SEPTIEMBRE	16.600	105
OCTUBRE	9.800	79
NOVIEMBRE	11.400	79
DICIEMBRE	23.600	79
TOTAL ANUAL	163.200	969

Tabla N°1. Consumo de Energía y Potencia Mensual. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la tarifa especificada anteriormente, y los consumos tanto de energía como potencia realizados por la agrícola, se puede hacer el cálculo del costo que esto conlleva mes a mes. En la **Tabla N°2** se reflejan los costos mensuales en energía que tuvo la agrícola durante el periodo estudiado, se debe considerar que algunos montos no son iguales a los de las facturas eléctricas debido a conceptos como cobro de intereses por atraso en pago, descuentos asociados a cortes de suministro, etc.

MES	ENERGÍA [kWh]	POTENCIA [kW]	MONTO[\$]
ENERO	33.800	79	\$ 3.438.281
FEBRERO	13.800	76	\$ 1.722.217
MARZO	20.800	75	\$ 2.307.980
ABRIL	10.000	75	\$ 1.393.047
MAYO	7.400	97	\$ 1.332.248
JUNIO	3.800	75	\$ 867.808
JULIO	2.600	75	\$ 766.149
AGOSTO	9.600	75	\$ 1.359.161
SEPTIEMBRE	16.600	105	\$ 2.169.622
OCTUBRE	9.800	79	\$ 1.405.097
NOVIEMBRE	11.400	79	\$ 1.540.643
DICIEMBRE	23.600	79	\$ 2.574.178
TOTAL ANUAL	163.200	969	\$ 20.876.432

Tabla N°2. Costos Mensual Energía. Elaboración propia.

3.4. Herramientas de Dimensionamiento de sistema Fotovoltaico

Teniendo claro el consumo energético de la agrícola y los costos que estos conllevan es posible comenzar a realizar un dimensionamiento del sistema fotovoltaico apto para cubrir la totalidad o parte éste. Para realizarlo es necesario conocer además del consumo, la radiación del sitio al cual se busca incorporar el sistema.

El departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, en conjunto con el Ministerio de Energía, desarrolló la herramienta web llamada “Explorador Solar”, el cual permite obtener los datos de radiación en casi la totalidad de la superficie de Chile continental. Esta herramienta es fundamental, ya que tiene una gran base estadística proveniente de diversos centros climatológicos y otros puntos de medición, esto permite hacer una estimación con bastante certeza de la producción que tendrá un sistema fotovoltaico en determinado lugar, por lo tanto, despeja gran porcentaje de la incertidumbre asociado a la evaluación del proyecto.

El “Explorador Solar” tiene dos modalidades, una básica en donde se realiza una estimación de generación sólo en base a la potencia instalada, inclinación y orientación de los paneles fotovoltaicos y otra avanzada, en donde se consideran todos los parámetros técnicos de los equipos seleccionados para el sistema fotovoltaico para realizar la estimación de generación.

En este caso se realizó la estimación de generación utilizando el modo “Avanzado”. Por lo que fue necesario definir los equipos a utilizar, en el sistema fotovoltaico proyectado.

3.5. Dimensionamiento de Sistema Fotovoltaico

Para realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se utilizó el ya mencionado “Explorador Solar”, en ésta plataforma web se debe seleccionar el sitio en donde se desea hacer la estimación del recurso solar disponible y posteriormente de la generación fotovoltaica.

En la **Figura N°16** se muestra el formulario que ofrece la plataforma, en donde es posible buscar el lugar en donde se desea realizar la estimación. El sitio en cuestión está ubicado en las coordenadas, Latitud 32°49'28.6"S, Longitud 0°37'29.7"W a 760msnm.

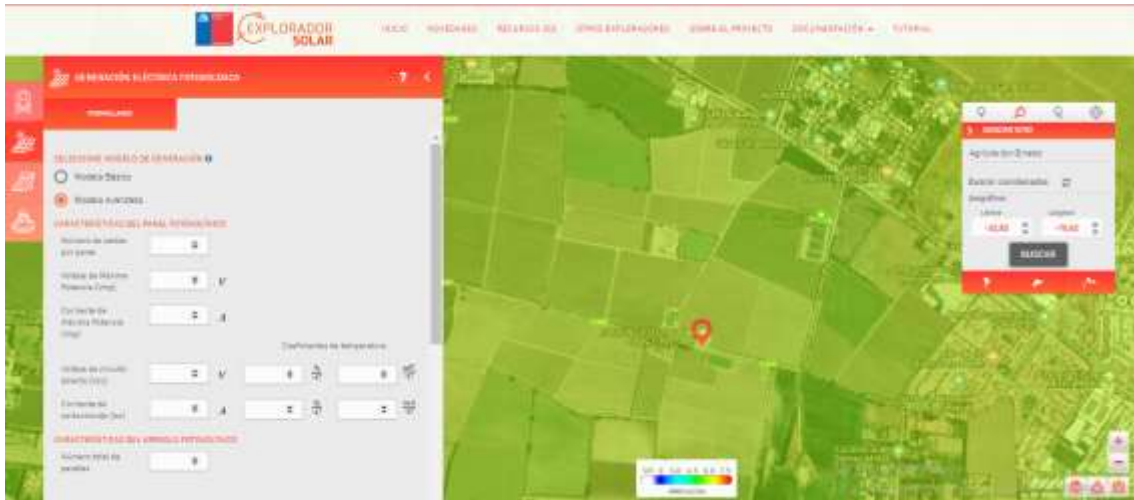


Figura N°16. Dashboard Software Explorador Solar.

Se puede observar que al seleccionar la opción de “Modelo Avanzado”, el Explorador Solar solicita los siguientes parámetros técnicos de los equipos:

- Número de Celdas por Panel Fotovoltaico
- Voltaje de Máxima Potencia (Vmp)
- Corriente de Máxima Potencia (Imp)
- Voltaje de Circuito Abierto (Voc)
- Coeficientes de Temperatura
- Número Total de Paneles Fotovoltaicos
- Tipo de Arreglo
- Tipo de Montaje
- Inclinación
- Azimut
- Capacidad del Inversor (kW)
- Eficiencia del Inversor (%)
- Factor de Pérdidas del Sistema Fotovoltaico

Para hacer la determinación de algunos de estos parámetros es necesario seleccionar los equipos que se utilizarán, además de otras variables obtenidas de las dependencias de la agrícola, como lo son la inclinación, azimut, superficie disponible, etc.

3.6. Superficie Disponible

La agrícola cuenta con un total de 102 [ha] de superficie total, la cual está comprendida por cultivos, caminos, pequeños embalses y sector de packing y oficinas. Para este proyecto fotovoltaico se eligieron como área tres de los seis techos de galpones ubicados en el sector de packing. Las variables que se analizaron para tomar esta determinación fueron las siguientes:

- Cercanía al Empalme
- Superficie no utilizada
- Al estar en altura disminuye la acumulación de suciedad respecto del piso
- Todos los techos disponibles cuentan con una inclinación de 30° , ángulo casi idóneo para los sistemas fotovoltaicos en ésta latitud del país.
- Azimut cercano a 10° con orientación Noreste

En la **Figura N°17** satelital se aprecian las instalaciones utilizadas para packing y oficinas por la agrícola. Se destacaron los techos a utilizar con un recuadro negro.



Figura N°17. Imagen Satelital de las instalaciones de la Agrícola.

La agrícola no cuenta con los planos respectivos de cada uno de estos galpones, por lo que se realizó una estimación de área a partir de la herramienta que ofrece el “Explorador Solar”

Las superficies disponibles se detallan a continuación:

- A1: 272,2 [m2]
- A2: 178,1 [m2]
- A3: 119,3 [m2]

En la **Figura N°18** satelital está detallado a que área corresponde cada uno de los techos a utilizar.



Figura N°18. Áreas Disponibles para Instalación de Central Fotovoltaica.

Cabe destacar que la herramienta del “Explorador Solar”, permite estimar el área seleccionada, así como el porcentaje de uso de ésta, el cual se determinó al 90% de la totalidad de cada uno de los techos, de esta forma, se asegura la existencia de pasillos técnicos, accesos, etc. Para la posterior mantención y limpieza del sistema fotovoltaico.

Los valores entregados para las superficies disponibles A1, A2 y A3, ya consideran el factor de ocupación del 90% del sistema fotovoltaico. Esto está detallado en los reportes extraídos de la plataforma en los **Anexos N°9, 10 y 11**.

3.7. Características de componentes Fotovoltaicos

Todos los componentes y equipos del sistema fotovoltaico proyectados para la planta fotovoltaica de la agrícola, fueron seleccionados en base a rendimientos, garantías y precios. Esto está detallado en el cuadro de cotizaciones en el **Anexo N°12, 13 y 14**.

3.7.1. Paneles Fotovoltaicos

El panel fotovoltaico seleccionado es el Seraphim SRP 335BPA. La ficha técnica del panel se encuentra en el **Anexo N°15**.

Los parámetros de interés para la instalación fotovoltaica son aquellos requeridos por el “Explorador Solar”, los cuales están detallados en **Tabla N°3**:

SERAPHIM SRP 335BPA	
Número de Celdas por Panel Fotovoltaico	72
Voltaje de Máxima Potencia (Vmp)	38,5
Corriente de Máxima Potencia (Imp)	8,71
Voltaje de Circuito Abierto (Voc)	46,2
Coeficientes de Temperatura:	
mV/°C	-0,3%/°C
mA/°C	0,05%/°C
Corriente de Corto Circuito (Isc)	9,19

Tabla N° 3. Parámetros Técnicos Panel Fotovoltaico. Elaboración propia.

Otro dato relevante entregado en la ficha técnica del panel fotovoltaico son las dimensiones de éste:

- Alto: 1996 [mm]
- Ancho: 992 [mm]
- Espesor: 40 [mm]

Por lo tanto el módulo fotovoltaico seleccionado utiliza un área de 1,976 [m²]. Este dato es realmente importante ya que permite determinar la cantidad de paneles fotovoltaicos a utilizar en cada una de las áreas disponibles en los tres techos seleccionados.

En la **Tabla N°4** se detalla la cantidad de paneles fotovoltaicos para cada una de las áreas disponibles:

ÁREA	SUPERFICIE [m ²]	N° DE PANELES FV
A1	272,2	137,8
A2	178,1	90,1
A3	119,3	60,4

Tabla N°4. Superficies Disponibles V/S Número de Paneles Fotovoltaicos. Elaboración propia

Aproximando a entero el número de paneles obtenido y multiplicando por la potencia nominal de 335 [W] de cada panel fotovoltaico, se puede obtener el primer acercamiento a la potencia de la planta fotovoltaica. La **Tabla N°5** se detalla la capacidad a instalar en cada uno de las áreas definidas anteriormente:

ÁREA	POTENCIA ESTIMADA [kW]
A1	46,15
A2	30,19
A3	20,23
TOTAL	96,57

Tabla N°5. Potencia estimada para cada área definida. Elaboración propia.

3.7.2. Inversor

Para hacer un correcto dimensionamiento del inversor es necesario haber hecho el ejercicio de estimar la potencia nominal en paneles fotovoltaicos, pero al igual que en muchos otros ámbitos, los inversores solo tienen potencias nominales estandarizadas, en este caso, se proyecta la ejecución de la planta fotovoltaica utilizando un total de cuatro inversores.

Cabe destacar que una variable a analizar es si instalar un solo inversor central, con la capacidad nominal de la planta fotovoltaica completa, o inversores independientes que dividan tanto la operación como la ejecución de la planta.

Para este caso, se decidió por inversores independientes debido a las siguientes variables analizadas:

- Existen tres áreas con paneles fotovoltaicos, los cuales tendrían que ser conectados entre sí a grandes distancias, generando mayores pérdidas de energía, debido a que los módulos operan en corriente continua.
- Más fácil mantención y operación del sistema, ya que se encuentra sectorizado.
- Se utilizarán inversores fáciles de conseguir en el comercio, lo que mejora la respuesta en caso de falla o garantía.
- Menor pérdida de generación en caso de falla de algún inversor, respecto a un solo inversor central.

En la **Tabla N°6** se detalla la potencia nominal del inversor seleccionado para cada una de las áreas.

ÁREA	POTENCIA NOMINAL DEL INVERSOR [kW]
A1	50
A2	30
A3	20

Tabla N°6. Potencia nominal de cada inversor, por área. Elaboración propia.

Respecto a la elección de los equipos a utilizar en particular se optó por la marca SMA, de origen holandés, esto debido a las siguientes variables analizadas:

- Basta trayectoria en fabricación y operación de equipos inversores tanto para sistemas fotovoltaicos conectados a la red, como no conectados.
- Cuenta con representante en Chile, lo que hace más simple cualquier gestión de garantía o arreglo de los equipos.
- Garantía de 10 años para los equipos, lo que iguala a la de los paneles fotovoltaicos, de esta forma se puede entregar una garantía extendida al cliente final, haciendo más segura su inversión.
- Las potencias de los equipos calza con la requerida para las distintas instalaciones que se realizarán en la ejecución del proyecto, cuentan con equipos que van desde 1 [kW] hasta 50 [kW] para instalaciones de baja escala.

Habiendo analizado las variables anteriormente mencionadas se seleccionaron los equipos Sunny Tripower TL-US 20000, Sunny Tripower TL-US 30000 y Sunny Tripower CORE 1 – 50KW.



Figura N°19. Inversor SMA Sunny Tripower. www.sma.de

Las fichas técnicas de los inversores seleccionados, anteriormente mencionados se encuentran en los **Anexo N°16 y 17**.

3.7.3. Estructura

La estructura seleccionada para la ejecución del sistema fotovoltaico para la agrícola es la “COPLANAR”, ya que según lo descrito anteriormente, es la adecuada para instalar sobre techos que tengan orientación norte, con inclinación entre los 15° y 30°.

La forma de instalación de esta estructura se describe en las Figuras N°20, 21 y 22:

PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Coloque el perno de la suspensión.

Fijar el tornillo de suspensión en el techo de zinc, y asegúrese de que la izquierda y la derecha están en la línea recta

NOTA: L1 es la distancia entre los centros de los tornillos de suspensión izquierda y derecha, y el margen es de 3 mm ±.

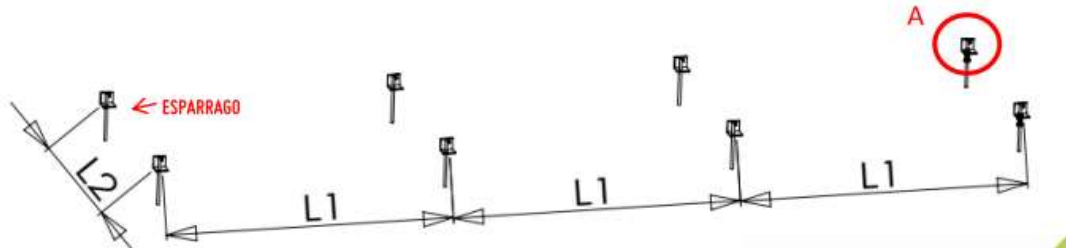


Figura N°20. Sistema de Anclaje para rieles de sistema de estructura coplanar.
www.puntosolar.cl

Donde L1 y L2, son determinados por el fabricante de los paneles fotovoltaicos a utilizar, en este caso:

L1: 0,496 [m], lo corresponde a la mitad del ancho del panel fotovoltaico.

L2: 1,330 [m], lo que corresponde a 2/3 del largo del panel fotovoltaico.

Notar que los espárragos siempre deben llevar goma de EPDM, con el afán de evitar posteriores filtraciones en la estructura sobre la que se instale el sistema fotovoltaico.

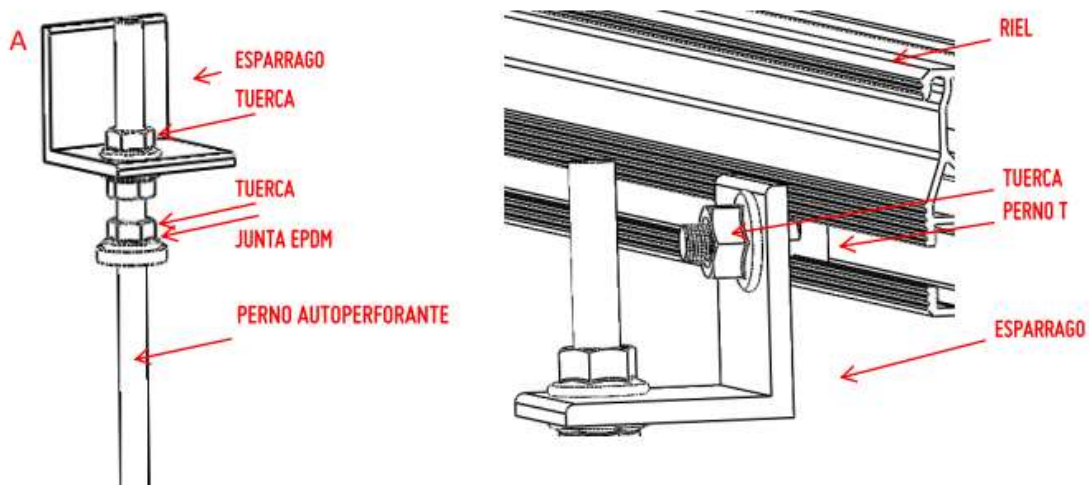


Figura N°21. Sistema de Anclaje para rieles de sistema de estructura coplanar.
www.puntosolar.cl

Una vez instalados los espárragos se procede a instalar los rieles, los cuales deben ser nivelados utilizando las tuercas que posee el espárrago para esto.

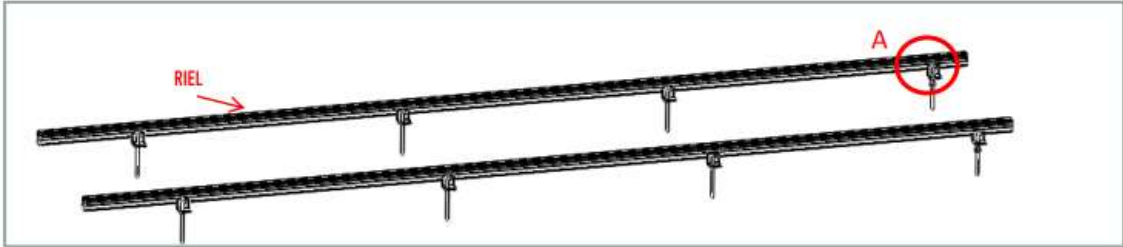


Figura N°22. Sistema de Anclaje para rieles de sistema de estructura coplanar.
www.puntosolar.cl

El siguiente paso es la instalación de los paneles fotovoltaicos, los cuales son fijados a los rieles a través de las grapas que entran en el riel. Existen grapas para encuentro entre paneles, y otro tipo para fijar las orillas de un panel que no colinda con otro. Los distintos tipos de grapas son expuestos en la **Figura N°23 y N°24**.

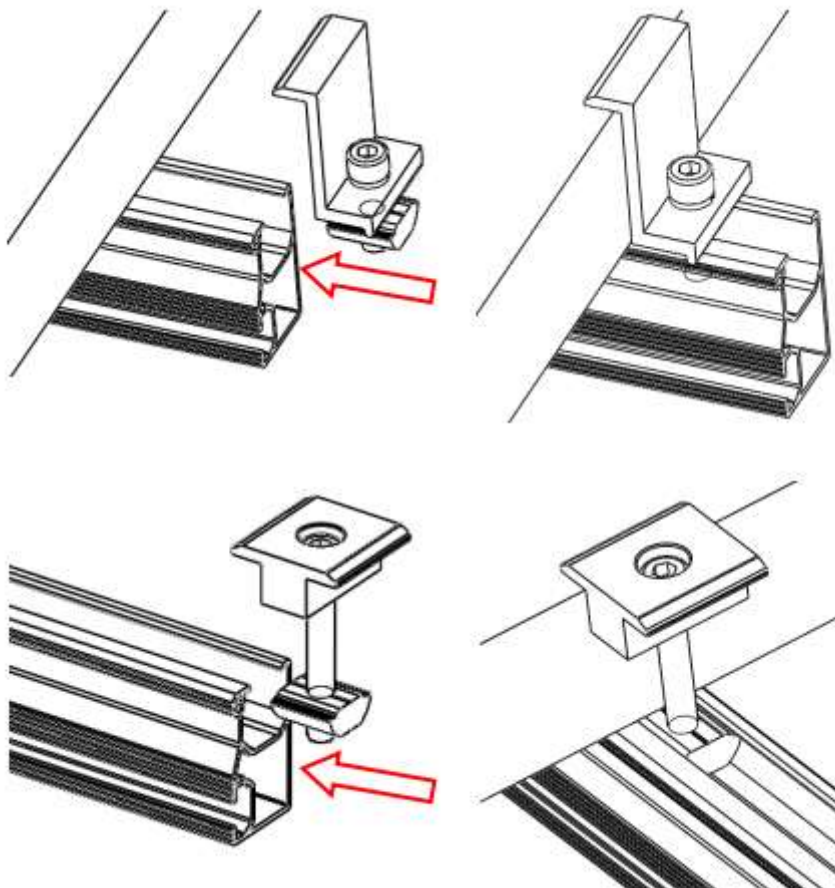


Figura N°23. Sistema de grapas de anclaje para módulos fotovoltaicos de estructura coplanar. www.puntosolar.cl

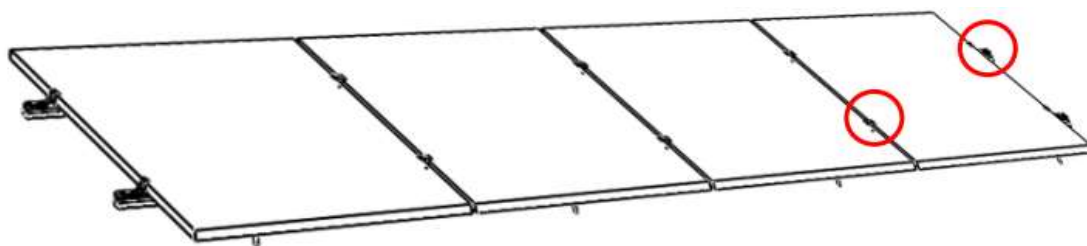


Figura N°24. Sistema de grapas de anclaje para módulos fotovoltaicos de estructura coplanar. www.puntosolar.cl

3.8. Anteproyecto de Instalación Fotovoltaica y montaje

Se desarrolla un anteproyecto de acuerdo al dimensionamiento anteriormente realizado, considerando los espacios disponibles en las instalaciones de la agrícola, los equipos seleccionados, sistemas constructivos disponibles e instrucciones de los fabricantes.

El anteproyecto incluye planos referenciales, con la disposición de los módulos en los galpones, respetando las potencias de los inversores y cuidando dejar espacios para pasillos técnicos por los cuales el personal podrá desplazarse tanto durante el montaje de la planta fotovoltaica como en la mantención de ésta.

3.8.1. Sistema Constructivo

Para la ejecución de este sistema fotovoltaico en particular se utilizará una estructura paralela a la techumbre de los galpones, aprovechando de esta forma la inclinación y orientación de estos.

El sistema constructivo está compuesto por los equipos y materiales anteriormente expuestos:

- Pernos de anclaje con punta broca y esparrago (hilo)
- Juntas de EPDM para asegurar estanquidad
- Tuercas para nivelación de los perfiles
- Escuadras de Aluminio para fijación entre pernos de anclaje y perfiles
- Pernos "T"
- Perfil Coplanar o Riel de Aluminio, donde se fijan los módulos
- Módulos Fotovoltaicos
- Grapas de Anclaje para los módulos fotovoltaicos
- Conectores MC4
- Cable Solar
- Canalizaciones en tubería Galvanizada
- Cajas Estancas eléctricas
- Canalizaciones en PVC Conduit para Interior
- Tableros Eléctricos y protecciones
- Inversores

El procedimiento para ejecutar el proyecto se resume los siguientes pasos:

1. Levantamiento de información de las instalaciones existentes, tanto eléctricas o de los galpones para este caso en particular. Mediciones particulares, medición de resistencia de tierra, aislación de instalación existente, etc.
2. Instalación de estructuras provisionarias para trabajar, ya sea andamios, escaleras metálicas, cuerdas de vida, etc.
3. Replanteo y trazado sobre las techumbres.
4. Instalación de pernos de anclaje con puntabroca y espárrago, sobre los puntos determinados, siguiendo las instrucciones del fabricante sobre las distancias recomendadas (éstas dependen en general de las dimensiones del módulo fotovoltaico a instalar). Fundamental instalar juntas de EPDM en cada perforación hecha para los pernos de anclaje.
5. Instalación de escuadras de aluminio sobre pernos de anclaje, utilizando las tuercas para nivelación.
6. Instalación de rieles o perfiles coplanar, estos se fijan a las escuadras de aluminio a través del perno "T".
7. Ejecución de las canalizaciones eléctricas correspondientes, especialmente, las que van en sectores de módulos fotovoltaicos. Es importante que toda la instalación exterior sea ejecutada con tuberías metálicas y cajas estancas, cuidando poner juntas de EPDM en cada perforación que se haga, ya sea para las abrazaderas de las tuberías o cajas.
8. Instalación de módulos fotovoltaicos, mediante grapas, al perfil coplanar.
9. Conexión de módulos y conexión a tierra de estructuras.
10. Conexión de inversor tanto en corriente continua, proveniente de los módulos fotovoltaicos, como AC, proveniente de las instalaciones de la agrícola.
11. Mediciones de prueba: aislación, voltaje, puesta a tierra.
12. Configuración de inversores a normativa chilena.
13. Puesta en marcha del sistema. Cabe destacar, que la puesta en marcha, no puede realizarse hasta que se haya realizado todo el trámite descrito la Ley 21.118, y detallado paso a paso en el punto 2.6 de este documento.

Imágenes de los componentes se pueden revisar desde la **Figura N°20** a la **Figura N°24**, además de en los planos de anteproyectos incluidos en los **Anexos N°18, 19, 20, 21 y 22**.

3.8.2. Anteproyecto

El desarrollo del anteproyecto se realizó de acuerdo a la información derivada del dimensionamiento de equipos y áreas disponibles. Los planos de los galpones son referenciales, ya que la agrícola no contaba con los planos de las construcciones existentes, se recomendaría realizar un levantamiento de las estructuras existentes, para complementar la información existente.

El anteproyecto incluye los siguientes planos:

- Ubicación, emplazamiento, cuadro de superficies. Lámina N°1
- Planos de elevaciones y planta del galpón A1. Lámina N°2
- Planos de elevaciones y planta del galpón A2. Lámina N°3
- Planos de elevaciones y planta del galpón A3. Lámina N°4

- Plano de detalles. Lámina N°5

Los planos detallados anteriormente se encuentran en los **Anexos N°18, 19, 20, 21 y 22.**

3.8.3. Planificación

Para desarrollar una planificación en la ejecución del proyecto se recurrió a estimaciones realizadas en conjunto con el eléctrico instalador, quien cotizó la construcción del proyecto y su mantenimiento. Los plazos determinados estarán sujetos a la disponibilidad de materiales y tiempos de respuesta de parte de la distribuidora eléctrica, Chilquinta en este caso.

La carta Gantt elaborada para la planificación del proyecto se encuentra en los **Anexos N°23**

3.9. Balance de energía Eléctrica

Anteriormente se determinó el consumo eléctrico de la agrícola, por lo que para ejecutar el balance de energía eléctrica, basta con establecer la generación de energía proveniente del sistema fotovoltaico con la herramienta web “Explorador Solar”, utilizando los parámetros establecidos para los equipos a utilizar en el proyecto.

Para realizar lo descrito, se utilizó el “Modelo Avanzado” de la plataforma, reemplazando en el los datos que solicitan, según los extraídos de las fichas técnicas de los equipos seleccionados. Las **Figuras N°25, 26, 27 y 28** muestran el ejercicio realizado para estimar la generación fotovoltaica potencial, posicionándose sobre la ubicación de la agrícola y posteriormente completando el formulario, paso a paso.

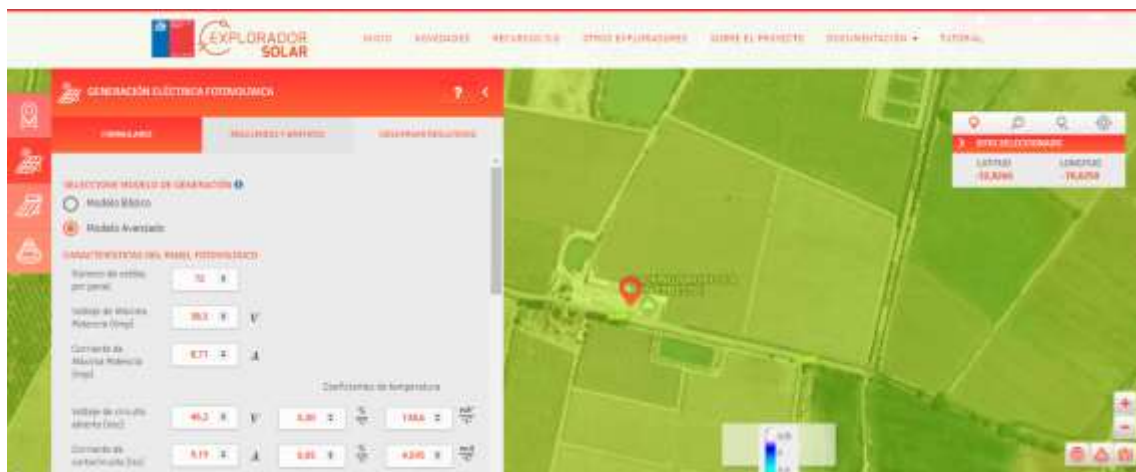


Figura N°25. Dashboard de plataforma web “Explorador Solar”, con la ubicación seleccionada sobre la agrícola.

The screenshot shows the 'Explorador Solar' web application interface. At the top, there is a navigation bar with 'INICIO', 'NOVEDADES', and 'RECURSOS SIG'. The main header is 'GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA'. Below this, there are three tabs: 'FORMULARIO' (selected), 'RESULTADOS Y GRÁFICOS', and 'DESCARGAR RESULTADOS'. The 'FORMULARIO' tab contains the following sections:

- SELECCIONE MODELO DE GENERACIÓN**: Two radio buttons, 'Modelo Básico' (unselected) and 'Modelo Avanzado' (selected).
- CARACTERÍSTICAS DEL PANEL FOTOVOLTAICO**: A series of input fields for panel specifications:
 - Número de celdas por panel: 72
 - Voltaje de Máxima Potencia (Vmp): 38,5 V
 - Corriente de Máxima Potencia (Imp): 8,71 A
 - Voltaje de circuito abierto (Voc): 46,2 V
 - Corriente de cortocircuito (Isc): 9,19 A
- Coefficientes de temperatura**: A section with two rows of input fields:
 - Row 1: 0,30 %/°C and 138,6 mV/°C
 - Row 2: 0,05 %/°C and 4,595 mA/°C

Figura N°25. Formulario de la plataforma “Explorador Solar”

Los datos reemplazados corresponden a la ficha técnica del panel fotovoltaico seleccionado, en el Anexo Formulario de la plataforma “Explorador Solar”, los datos reemplazados corresponden a la ficha técnica del panel fotovoltaico seleccionado, en el **Anexo N°15**.

MINISTERIO DE ENERGÍA
EXPLORADOR SOLAR

INICIO NOVEDADES RECURSOS SIG

GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

FORMULARIO RESULTADOS Y GRÁFICOS DESCARGAR RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

Número total de paneles: 90

Capacidad total instalada: **30,18 kW**

Tipo de arreglo: Fijo Inclinado

Tipo de Montaje: Paralelo al Techo

Inclinación (°): 30

Azimut (°): 10

OPTIMIZAR ÁNGULOS

INVERSOR

Capacidad del inversor (kW): 30

Figura N°26. Formulario de la plataforma “Explorador Solar”

Se continúa reemplazando las características de arreglo fotovoltaico. Tipo de estructura, inclinación, azimut, etc. Todos estos datos son reemplazados de acuerdo a lo descrito anteriormente

The screenshot shows the 'Explorador Solar' web application interface. At the top, there is a navigation bar with the logo and the text 'EXPLORADOR SOLAR', and links for 'INICIO', 'NOVEDADES', and 'RECURSO'. Below this is a red header with the title 'GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA' and a search icon. The main content area is a form titled 'FORMULARIO'. It contains several sections: 'Tipo de Montaje' with a dropdown menu set to 'Fijo inclinado'; 'Tipo de Montaje' with a dropdown menu set to 'Paralelo al Techo'; 'Inclinación (°)' with a numeric input field set to '30'; 'Azimut (°)' with a numeric input field set to '0'; 'INVERSOR' section with 'Capacidad del inversor (kW)' set to '50' and 'Eficiencia del Inversor (%)' set to '97,8'; and 'PÉRDIDAS' section with 'Factor de Pérdidas del sistema fotovoltaico (%)' set to '14'. There are two prominent red buttons: 'OPTIMIZAR ÁNGULOS' and 'CALCULAR GENERACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO'. A Google logo is visible in the bottom left corner.

Figura N°27. Formulario de la plataforma “Explorador Solar”

Para finalizar la estimación de generación se completa en el formulario la capacidad del inversor, con las características tomadas desde su ficha técnica.

Posteriormente se realiza el mismo proceso con otros dos arreglos fotovoltaicos, en sus distintas cantidades de paneles y capacidad de inversor. De esta forma, es posible obtener el resultado final de la generación fotovoltaica total de la planta.



Figura N°28. Formulario de la plataforma “Explorador Solar”

En **Figura N°28**, se detalla la generación fotovoltaica estimada por el software del “Explorador Solar”, en base a todos los requerimientos completados anteriormente en el dashboard, es decir, parámetros técnicos y condiciones ambientales relacionadas al punto geográfico en donde se emplazaría la central fotovoltaica.

En la **Tabla N°7**, se resume generación mensual del sistema fotovoltaico, el cual está dividido en los tres inversores que conformarán el sistema.

MES	INVERSOR 50 [kW]	INVERSOR 20 [kW]	INVERSOR 30 [kW]
ENERO	10.602	4.521	6.808
FEBRERO	9.592	4.058	6.105
MARZO	9.858	4.168	6.264
ABRIL	7.770	3.350	5.054
MAYO	5.948	2.578	3.880
JUNIO	5.026	2.168	3.269
JULIO	5.261	2.282	3.440
AGOSTO	6.202	2.699	4.069
SEPTIEMBRE	7.528	3.256	4.908
OCTUBRE	8.759	3.789	5.628
NOVIEMBRE	9.681	4.087	6.151
DICIEMBRE	10.515	4.488	6.755
TOTAL POR INVERSOR [kWh]	96.742	41.444	62.331
TOTAL PLANTA FV [kWh]			200.517

Tabla N°7. Generación Mensual de Energía Eléctrica por inversor. Elaboración propia.

En la **Tabla N°8**, se resume la generación descrita anteriormente, por inversor, a un solo dato de generación correspondiente a la totalidad de la planta fotovoltaica.

MES	GENERACIÓN [kWh]
ENERO	21.931
FEBRERO	19.755
MARZO	20.290
ABRIL	16.174
MAYO	12.406
JUNIO	10.463
JULIO	10.983
AGOSTO	12.970
SEPTIEMBRE	15.692
OCTUBRE	18.176
NOVIEMBRE	19.919
DICIEMBRE	21.758
TOTAL ANUAL	200.517

Tabla N°8. Generación Mensual de Energía Eléctrica total de la Instalación Fotovoltaica. Elaboración propia.

En la **Tabla N°9** se realiza la comparación de la generación energética estimada para el sistema fotovoltaico y el consumo en el que incurre anualmente la agrícola, el cual fue anteriormente detallado

MES	GENERACIÓN [kWh]	CONSUMO [kWh]
ENERO	21.931	33.800
FEBRERO	19.755	13.800
MARZO	20.290	20.800
ABRIL	16.174	10.000
MAYO	12.406	7.400
JUNIO	10.463	3.800
JULIO	10.983	2.600
AGOSTO	12.970	9.600
SEPTIEMBRE	15.692	16.600
OCTUBRE	18.176	9.800
NOVIEMBRE	19.919	11.400
DICIEMBRE	21.758	23.600
TOTAL ANUAL	200.517	163.200

Tabla N°9. Generación Mensual V/S Consumo de Energía Eléctrica. Elaboración propia.

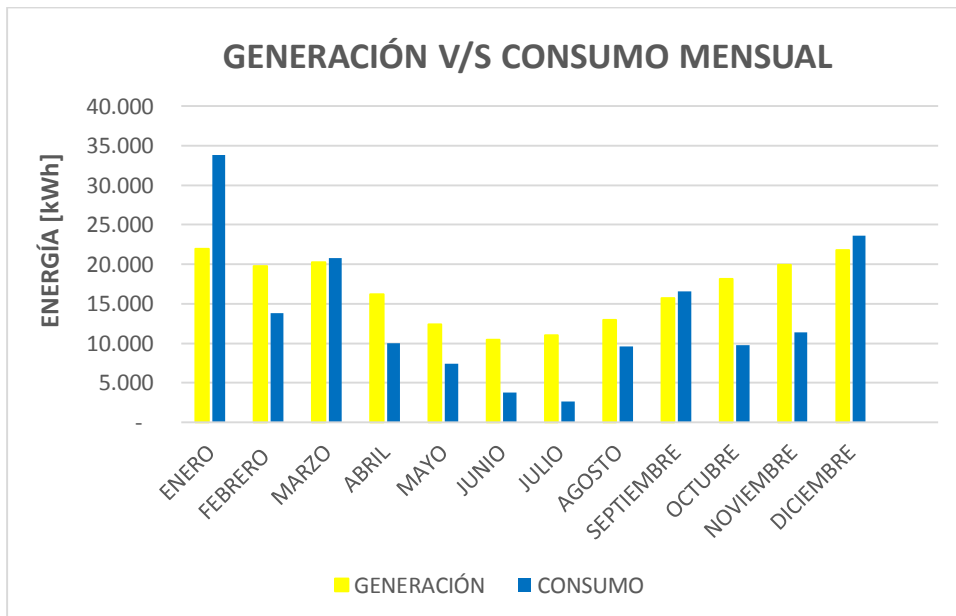


Figura N°29. Gráfico de Generación Mensual V/S Consumo de Energía Eléctrica. Elaboración propia.

MES	AUTOCONSUMO DE ENERGÍA [kWh]	INYECCIÓN DE ENERGÍA [kWh]
ENERO	21.931	-
FEBRERO	13.800	5.955
MARZO	20.290	-
ABRIL	10.000	6.174
MAYO	7.400	5.006
JUNIO	3.800	6.663
JULIO	2.600	8.383
AGOSTO	9.600	3.370
SEPTIEMBRE	15.692	-
OCTUBRE	9.800	8.376
NOVIEMBRE	11.400	8.519
DICIEMBRE	21.758	-
TOTAL	148.071	52.446

Tabla N°10. Proyección de Autoconsumo e inyección de energía mensual. Elaboración propia.

Según el análisis realizado anteriormente se determinó que es posible generar un total de 200.517 [kWh], de éstos, 148.071 [kWh] serán autoconsumidos por la agrícola y 52.446 [kWh] serán inyectados a la red eléctrica, para ser valorizados y descontados de la factura eléctrica correspondiente, bajo el amparo de la Ley de Generación Distribuida N°20.118.

3.10. Ahorro

Para cuantificar el ahorro estimado se debe evaluar el análisis realizado anteriormente, tanto de la generación calculada para la planta fotovoltaica, como el consumo energético anual de la agrícola. Se debe tener en consideración, que está definido en la tarifa eléctrica correspondiente AT 4.3, el valor de la energía consumida como la energía inyectada a la red en forma de excedente. Los valores se detallan en la **Tabla N°11**, en el capítulo de Tarifa Eléctrica en ella se resumen los precios para inyección y consumo de energía según la tarifa eléctrica a la que está sujeta la agrícola.

TABLA RESUMEN PRECIOS INYECCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA TARIFA AT 4.3	
PRECIO POR CONSUMO ENERGÍA [\$/kWh]	83,237
PRECIO POR INYECCIÓN ENERGÍA [\$/kWh]	78,429

**Tabla N°11. Resumen de Precios de Inyección y Consumo de Energía según Tarifa AT4.3
Elaboración propia.**

Tomando en cuenta los valores establecidos en la tarifa y el balance energético que permite determinar tanto el autoconsumo de energía como la inyección de excedentes a la red, se logra

cuantificar el ahorro generado por concepto de consumo energético tanto mensual como anualmente.

En **Tabla N°12** se detalla el monto mensual de ahorro por autoconsumo de energía y por inyección. Además se resume el total del ahorro mensual y anual.

MES	AHORRO POR AUTOCONSUMO [\$]	AHORRO POR INYECCIÓN DE ENERGÍA [\$]	AHORRO TOTAL MENSUAL [\$]
ENERO	1.825.471	-	1.825.471
FEBRERO	1.148.671	467.045	1.615.715
MARZO	1.688.879	-	1.688.879
ABRIL	832.370	484.221	1.316.591
MAYO	615.954	392.616	1.008.569
JUNIO	316.301	522.572	838.873
JULIO	216.416	657.470	873.887
AGOSTO	799.075	264.306	1.063.381
SEPTIEMBRE	1.306.155	-	1.306.155
OCTUBRE	815.723	656.921	1.472.644
NOVIEMBRE	948.902	668.137	1.617.038
DICIEMBRE	1.811.071	-	1.811.071
TOTAL	12.324.986	4.113.287	16.438.273

Tabla N°12. Proyección de Ahorros por Autoconsumo e Inyección de Energía Eléctrica. Elaboración propia.

3.11. Análisis de Costos

3.11.1. Equipamiento

Los costos asociados a la incorporación de una planta fotovoltaica están divididos en cuatro grandes ítems:

- Equipos Fotovoltaicos
- Materiales eléctricos
- Instalación
- Regularización del Sistema

El detalle de los costos de la planta dimensionada para la agrícola están detallados en **Tabla N°13**, los equipos fotovoltaicos fueron cotizados en tres proveedores distintos (Las cotizaciones se encuentran en los **Anexos N° 12, 13 y 14**, respectivamente). La selección de equipos se realizó en base a los precios de éstos, pero también a la adecuación a las características del proyecto, por ejemplo, en relación a las potencias nominales de los inversores.

La instalación eléctrica, con su respectiva regularización también fue cotizada a un profesional con la facultad técnica para realizar su ejecución (Licencia SEC Clase “B”). Esta cotización se encuentra en el **Anexo N°24**.

COSTO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA FV 90 KW				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	COSTO
FOTOVOLTAICO				
PANEL SERAPHIM 335 W	UN	270	76.318	\$ 20.605.860
INVERSOR SMA 25 KW	UN	1	2.381.129	\$ 2.381.129
INVERSOR SMA 50 KW	UN	1	4.376.222	\$ 4.376.222
INVERSOR SMA 20 KW	UN	1	2.305.940	\$ 2.305.940
CABLE SOLAR 6 MM	ML	600	711	\$ 426.600
PAR CONECTOR MC4 SIMPLE	UN	100	1.277	\$ 127.700
MEDIDOR BIDIRECCIONAL TRIFASICO	UN	1	220.086	\$ 220.086
ESTRUCTURA				
ESTRUCTURA COPLANAR XR 5 KIT	UN	270	8.272	\$ 2.233.530
FERRETERÍA ELECTRICOS Y TABLEROS				
OTROS FERRETERÍA ELÉCTRICA	GL	1	1.500.000	\$ 1.500.000
ESTRUCTURA METÁLICA, ACCESOS, ESCALA	GL	3	2.000.000	\$ 6.000.000
PASILLOS TÉCNICOS	GL	3	1.500.000	\$ 4.500.000
INSTALACIÓN Y REGULARIZACIÓN				
ELECTRICO CERTIFICADO (incluye elementos de tablero fotovoltaico, general, ferreteria eléctrica y accesorios. También puesta a tierra y regularización en distribuidora y TE4)	GL	1	22.500.000	\$ 22.500.000
SUBTOTAL MATERIALES				\$ 44.677.067
ENVÍO EQUIPOS FV				\$ 1.400.000
INSTALACIÓN Y REGULARIZACIÓN				\$ 22.500.000
GASTOS GENERALES (10%)				\$ 6.857.707
UTILIDAD (8%)				\$ 6.034.782
COSTO NETO				\$ 81.469.556
IVA				\$ 15.479.216
COSTO IVA INCL				\$ 96.948.771

Tabla N°13. Costo de Instalación de Sistema Fotovoltaico de 90 [kW]. Elaboración propia.

3.11.2. Mantenimiento

El mantenimiento del sistema fotovoltaico es bastante simple, consistiendo básicamente en la limpieza de los módulos o paneles fotovoltaicos, sobre todo durante la época de verano, en donde se espera la mayor generación de energía y por otro lado, la menor cantidad de lluvia que pudiera limpiar los paneles fotovoltaicos.

El costo asociado a la mantención del sistema fotovoltaico se tomó de referencia de la cotización requerida a la empresa instaladora, detallado en el **Anexo N°25**, equivalente a 0,1 UF/Panel Fotovoltaico anual.

3.12. Análisis de rentabilidad

Para calcular los indicadores financieros que permitan respaldar el análisis de rentabilidad del proyecto, se deben definir ciertos parámetros importantes:

- **Período de evaluación del proyecto:** se define un periodo de evaluación de 25 años, ya que esto concuerda con la vida útil de los paneles fotovoltaicos.
- **Tasa de inflación:** se define una tasa de inflación del 3%, lo que corresponde al promedio de la tasa de inflación de los últimos 10 años en Chile.
- **Tasa de descuento:** se define una tasa de descuento del 10%, basándose en que la National Renewable Energy Laboratory (NREL), evalúa proyectos de éstas características con esa tasa. Por otro lado, la Agencia Internacional de Energía (IEA) realiza sus análisis de rentabilidad con tasas de entre 5% y 10% (Cardemil y Rivas, 2015). Por lo que se optó por evaluar el escenario más pesimista.
- **Degradación anual de generación:** se define una degradación anual lineal de generación del 0,7%, establecida a partir de la información que entrega el fabricante de los módulos fotovoltaicos, en su ficha técnica.
- **Depreciación lineal de los materiales solares:** se define un horizonte de 10 años depreciándose linealmente en ese tiempo, con un valor residual igual a 0 al final de ese periodo, ésto según lo establecido en la Resolución N°43 del 26/12/2002 por parte del Servicio de Impuestos Internos (SII), en la sección "E" (Sector Energético).

Considerando la anteriormente descrito, se obtuvieron los resultados que detallan el grafico de la **Figura N°30** y los indicadores financieros de la **Tabla N°14**.

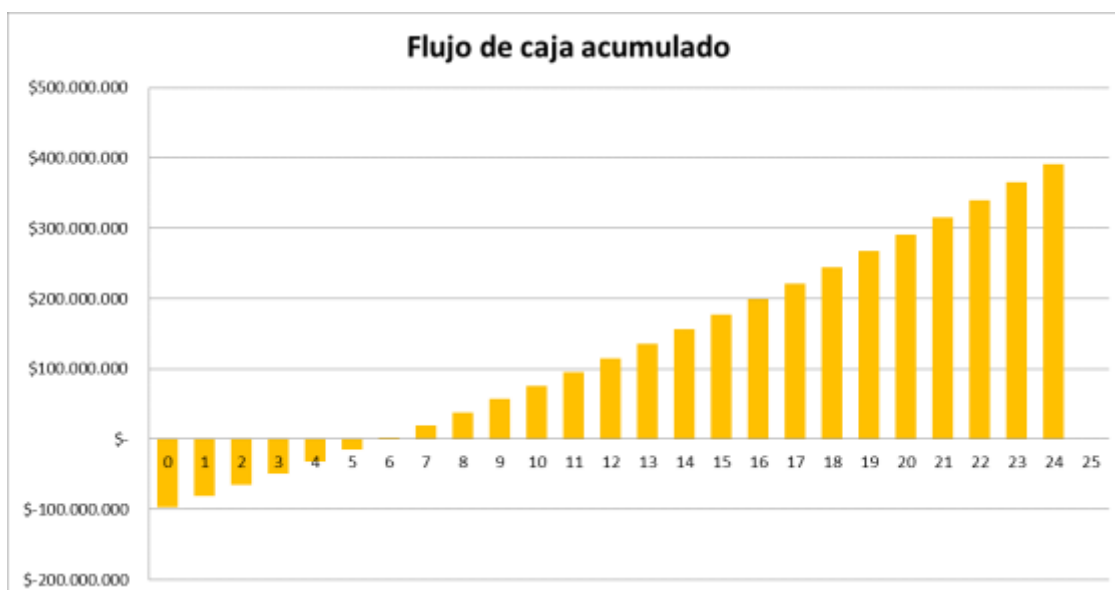


Figura N°30. Gráfico de Flujo de Caja Acumulado. Elaboración propia.

INDICADORES ECONÓMICOS	
VAN	\$ 69.359.715
TIR	17,80%
PAYBACK	5,9

*Tabla N°14. Indicadores Económicos de Proyecto Sistema Fotovoltaico 90 [kW].
Elaboración propia.*

De lo anterior se desprende que el proyecto tiene viabilidad económica, ya que tanto la Tasa Interna de Retorno como el Valor Actual Neto tienen valores mayores a cero.

Además se detalla un plazo de recuperación de la inversión de 5.9 años, lo que comparado con la vida útil del proyecto (25 años), es un tiempo razonable.

El detalle de la evaluación económica, en base al flujo de caja del proyecto se encuentra en el **Anexo N° 26**.

3.13. Análisis de Reducción de Emisiones de CO2

Para realizar el cálculo de la reducción de emisiones de CO2 que se generan anualmente debido a la incorporación del sistema fotovoltaico a las instalaciones de la agrícola, se utilizó el factor promedio de [tonCO2/MWh] del año 2019 de emisiones de SEN (Sistema Eléctrico Nacional) obtenido de la página www.energiaabierta.cl, del Ministerio de Energía, y se comparó con la generación anual de energía estimada para la planta fotovoltaica. En **Tabla N°15** se detalla lo descrito anteriormente.

REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2	
FACTOR DE EMISIÓN [tCO2eq/MWh]	0,4056
GENERACIÓN ENERGÍA ANUAL [MWh]	201
REDUCCIÓN ANUAL DE EMISIONES [tCO2eq]	81

Tabla N°15. Reducción de Emisiones de CO2. Elaboración propia.

Para poner en contexto el resultado de la reducción de emisiones, se realizó la comparativa de la huella de carbono que genera un viaje vehículo a gasolina según la calculadora de www.ceroco2.org, obteniendo los resultados que se reflejan en la **Tabla N°16**.

EQUIVALENCIA DE REDUCCIONES A RECORRIDO EN VEHÍCULO	
EMISIÓN DE VEHICULO A GASOLINA [tCO2eq/Km]	0,00019
REDUCCIÓN ANUAL DE EMISIONES [tCO2eq]	81
RECORRIDO EQUIVALENTE A EMISIONES DE CO2 [Km]	428.051

Tabla N°16. Equivalencia de Reducción de Emisiones de CO2. Elaboración propia.

6. Conclusiones

El resultado del estudio realizado da muestra de que hoy en día existen las condiciones normativas, técnicas y económicas como para desarrollar proyectos de energías renovables a escala industrial, específicamente la incorporación de una central fotovoltaica para autoconsumo a una instalación agrícola, la cual tiene una demanda intensiva de energía.

Se realizó el dimensionamiento de la planta fotovoltaica de acuerdo al levantamiento de información, tomando en cuenta parámetros como el consumo energético de la instalación agrícola, los espacios disponibles, las potencias de los equipos fotovoltaicos, etc.

En base a lo anterior se determinó que un sistema de 90 [kWp] podría solventar en un 90,7% el consumo de energía anual equivalente a 163.200 [kWh] y además inyectar a la red eléctrica un total de 52.446 [kWh], los cuales bajo el amparo de la Ley de Generación Distribuida N°20.118, deben ser valorizados por la distribuidora eléctrica, Chilquinta en este caso y descontados de la totalidad de la cuenta.

Respecto a la rentabilidad del proyecto, se calculó utilizando el ahorro estimado a partir de la generación anual de la central fotovoltaica, considerando que la totalidad de la inversión de la planta sería realizada por la agrícola. Los resultados del estudio de rentabilidad fueron, una TIR de 17,8%, un VAN de \$63.359.715 y un payback de 5,9 años. Todos valores que hacen atractivo económicamente el proyecto considerando que tiene una vida útil de 25 años. Durante el desarrollo de la investigación no se consideraron otros medios de financiamiento más que los de la misma empresa agrícola, ya que para conseguir datos reales de las condiciones de un crédito, es necesario contar con gran parte de la información contable de la empresa para generar simulaciones, además de permisos que autorizaran al alumno a representar frente a entes bancarios. De todas formas, vale la pena mencionar, que existen créditos especiales para financiar este tipo de instalaciones, llamados créditos verdes, que permitirían reducir al mínimo la inversión inicial e ir pagando las cuotas correspondientes con el ahorro generado por la instalación.

Por otro lado, se suman a los beneficios económicos que traería la incorporación de la central fotovoltaica a la agrícola, la posibilidad de realizar difusión a través de marketing de la reducción significativa en la huella de carbono que tendría la producción de fruta, o certificar que su producción está basada en energías renovables, lo que hoy, donde la sociedad está cada vez más consiente del impacto que genera su consumo, se valora.

Es importante destacar que para un profesional de la construcción, ya sea constructor civil o similar, el montaje e instalación no tiene mayores dificultades, ya que toda la estructura del sistema fotovoltaico es mecano, con piezas adaptas tanto a techumbres de madera, metacalm, acero, etc. El verdadero reto de la instalación está en el conexionado y tramitación de la planta, la cual debe ser supervisada y dirigida en todo momento por un eléctrico certificado con licencia clase "A" o "B".

Finalmente, se destaca el gran potencial que tienen las energías renovables a nivel industrial, particularmente en la industria agrícola, esto debido a que el consumo de energía de las instalaciones agrícolas tiene una estacionalidad bastante marcada, al igual que la generación de un sistema fotovoltaico, lo que permite aumentar la rentabilidad de un proyecto, considerando que el ahorro generado es mayor cuando se autoconsume la energía que cuando ésta se vende a la red eléctrica.

7. Bibliografía

- 1 Santana, C. (2014). **Energías Renovables en Chile: Potencial Eólico solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé**. Santiago de Chile.
- 2 Rehbein, J., Dattwyler, M., Barrientos, G., Hidalgo, F., Penas, M. (2016). **Guía Solar Fotovoltaica**. Santiago de Chile.
- 3 Rivera, C. (2017). **Estudio Técnico Económico para el uso de generación eléctrica fotovoltaica en el sistema de climatización del Hospital Militar de Santiago**. Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso, Chile.
- 4 Molina, A. (2014). **Guía de Usuario: Explorador del Recurso Solar**. Santiago de Chile. Departamento de Geofísica, Universidad de Chile.
- 5 Ministerio de Energía (2012). **Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030: Energía para el Futuro**. Santiago de Chile.
- 6 Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA). (2013). **Beneficios Económicos de Energías Renovables no Convencionales en Chile**. Santiago de Chile.
- 7 Guardiola, R (2008). **Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica de 1,1 MW**. Univertat Rovirai Virgili. Tarragona, España.
- 8 Ministerio de Energía (2015). **Ley N°20.571 Para la Generación Distribuida**. Santiago de Chile.
- 9 Mendez, J., Cuervo, F. (2011). **Energía Solar Fotovoltaica**. Séptima edición. Madrid, España. Fundación Confemetal.
- 10 Oviedo, M. (2013). **Rentabilidad de Proyectos Fotovoltaicos bajo el Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo**. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- 11 Cuevas, M (2009). **Regulación Internacional sobre Producción de la Electricidad mediante Paneles Fotovoltaicos**. Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ingeniería Eléctrica. Santiago de Chile.
- 12 Banco Mundial (2014) “Consumo de Energía Eléctrica”
- 13 Corporación de Desarrollo Tecnológica, Cámara Chilena de la Construcción (2013) **Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Fotovoltaicos**. Santiago de Chile.
- 14 <http://globalsolaratlas.info>
- 15 <https://esacademic.com>
- 16 Ayllu Solar. **Manual sobre Instalación de Plantas Fotovoltaicas**. Santiago de Chile
- 17 <https://puntoganadero.cl/imagenes>

- 18 <https://www.sfe-solar.com>
- 19 www.americafotovoltaica.com
- 20 www.laenergiasolar.org
- 21 www.puntosolar.cl
- 22 www.energiaabierta.cl
- 23 www.ceroco2.org

8. Anexos

Anexo N°1. Formularios para conexión del Sistema Fotovoltaico a la Red.

FORMULARIO: SOLICITUD DE INFORMACION

Realice su trámite en línea a través del Portal "Generación Ciudadana" en:
www.sec.cl/generacionciudadana

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	
Datos de Contacto	Nombre completo	
	Teléfono y e-mail	

Datos del Lugar de Instalación

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

Características del Equipamiento de Generación

Tecnología del EG:	<input type="checkbox"/> A. Sistemas fotovoltaicos, <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
--------------------	---

Datos de Envío:

Solicitante	Empresa Distribuidora
FIRMA	TIMBRE
Nombre: _____	FECHA DE RECEPCIÓN: _____
Rut: _____	LUGAR: _____


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.

Anexo N°2. Formularios para conexión del Sistema Fotovoltaico a la Red.

FORMULARIO 2: RESPUESTA A LA SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Realice su trámite en línea a través del Portal "Generación Ciudadana" en:
www.sec.cl/generacionciudadana

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			
	R.U.N.			
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 de Alimentador (aplica para clientes MT)	ID:	Tensiones: ___ [KV]	
	Identificación Transformador de Distribución Asociado: (Aplica para clientes BT)	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	Conexión:	Capacidad Instalada:
1. A, B, C o D.		<input type="checkbox"/> 3ø <input type="checkbox"/> 1ø	[kW]	
	2. A, B, C o D.	<input type="checkbox"/> 3ø <input type="checkbox"/> 1ø	[kW]	
Datos de la red:	Tipo de red:	3ø <input type="checkbox"/> 2ø <input type="checkbox"/> 1ø <input type="checkbox"/>		
	Potencias de Cortocircuito para diseño:	$S_{CC\ trans}^2$:	[KVA]	
		$S_{CC\ trans}^3$:	[KVA]	
		$S_{CC\ red\ PA}^4$:	[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"/>			
Capacidad de Inyección 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, cargo y firma del responsable de la información		
Nombre:	Teléfono:			
E-mail:				

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 asíncronas.

2: $S_{CC\ trans}$: nivel de cortocircuito en el lado de baja tensión del transformador de distribución evaluado.

3: $S_{CC\ red\ PC}$: nivel de cortocircuito en el punto de conexión.

4: $S_{CC\ red\ PA}$: Potencia de cortocircuito en un punto ubicado al final del alimentador de MT o BT al cual se desea conectar un Cliente, expresada en KVA.

Anexo N°3. Formularios para conexión del Sistema Fotovoltaico a la Red.

Página 1 de 1

Formulario para Solicitud de Conexión Realice su trámite en línea a través del Portal "Generación Ciudadana" en: www.sec.cl/generacionciudadana		
Identificación del Inmueble		
Número de Cliente (1):		
Dirección del inmueble	Calle, número	
	Comuna	
Identificación del Propietario:		
Persona natural o representante legal	Nombre:	
	R.U.N.	
Persona jurídica (si corresponde)	Nombre:	
	R.U.T.	
Datos de Contacto del Solicitante:		
Nombre:		
E – mail:		Teléfono:
Características Principales del Equipamiento de Generación:		
Capacidad Instalada: _____ [kW]	Tecnología (2): _____	Energético (3): _____
Capacidad a Inyectar: _____ [kW]		
Documentos Adjuntos:		
Poder Simple (4)		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Fotocopia de cédula de identidad (5)		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Copias de Boleta o Factura por Suministro Eléctrico (6)		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Declaración:

Declaro estar en conocimiento de que, en conformidad con el artículo 18 del Reglamento de la Ley 20.571, para la conexión definitiva del equipamiento de generación a la red, el contrato de conexión deberá estar firmado por el propietario del inmueble donde se instalará el Equipamiento de Generación o por quien lo represente, de acuerdo a la información contenida en el Certificado de Dominio Vigente emitido por el Conservador de Bienes Raíces.	
Datos de Envío:	
Solicitante	Empresa Distribuidora
FIRMA	TIMBRE
Nombre: _____	FECHA DE RECEPCIÓN: _____
RUT: _____	LUGAR: _____
(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) Fotovoltaico (A), Inversor distinto a PV (B), Generador Sincrónico (C), Generador Asincrónico (D); (3) Solar, Hidráulica, Eólica, Biomasa, Fósil (cogeneración), Otro (especificar); (4) El poder simple debe entregarse solo en caso de que este formulario sea firmado por un tercero distinto del propietario; (5) La fotocopia de la cédula del propietario debe entregarse solo en caso de que se haya presentado el poder simple; (6) No es obligatorio entregar la boleta asociada al inmueble. Este formulario puede ser entregado en las oficinas comerciales de la empresa distribuidora, enviado por carta certificada o entregado según las instrucciones que imparta la SEC. Para más información de Ley, productos autorizados e instaladores ver www.sec.cl/energiasrenovables sección Ley de Generación Distribuida.	

Anexo N°4. Formularios para conexión del Sistema Fotovoltaico a la Red.

Página 1 de 2

FORMULARIO DE RESPUESTA A SOLICITUD DE CONEXIÓN	
Realice su trámite en línea a través del Portal "Generación Ciudadana" en: www.sec.cl/generacionciudadana	
Identificación de la Solicitud de Conexión	Número de la SC:
	Fecha de Recepción de la SC
	Número de Cliente:
Identificación del Propietario:	
Persona natural o representante legal	Nombre:
	R.U.N.
Persona jurídica (si corresponde)	Nombre:
	R.U.T.
Datos de Contacto para Consultas a la Empresa Distribuidora:	
Nombre:	
E-mail:	
Teléfono:	
Respuesta a la Solicitud de Conexión	
Ubicación geográfica del punto de conexión:	
Propiedad del empalme: <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Empresa	Propiedad del medidor: <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Empresa
ID del Alimentador (STAR) Solo para clientes MT	ID Transformador (STAR) Solo para Clientes BT
Capacidad Instalada Permitida (CIP) asciende a (1):	[] [kW]
Inyección de Excedentes Permitida (IEP) asciende a:	[] [kW]
Se autoriza la conexión del equipamiento de generación especificado en la solicitud de conexión, para una capacidad instalada de [] [kW], con una inyección de excedentes de [] [kW] bajo las siguientes condiciones:	
¿Se requieren obras adicionales en la red de la empresa distribuidora?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Se requiere modificación al empalme?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Se requiere entregar la manifestación de conformidad? (2)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Documentos Adjuntos:	
✓	Modelo de contrato de conexión
✓	Anexo costos de conexión
Información Adicional:	
➤ El modelo de contrato en formato digital y editable puede ser descargado desde la siguiente dirección electrónica: []	
➤ Se recuerda que, en conformidad con el artículo 18 del Reglamento de la Ley 20.571, para la conexión definitiva del equipamiento de generación a la red, el contrato de conexión deberá estar firmado por quien figure en el Certificado de Dominio Vigente como propietario del inmueble donde se instaló el Equipamiento de generación, o por quien lo represente debidamente.	
FECHA DE ENVÍO:	TIMBRE DISTRIBUIDORA

Anexo al Formulario de Respuesta a Solicitud de Conexión			
Identificación de la Solicitud de Conexión	Número de la SC:		
	Fecha de Recepción de la SC:		
	Número de Cliente:		
¿Se requiere supervisar la conexión?			SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Precio de la supervisión (según tarifario):			
¿Se puede reprogramar el medidor existente?			SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Se debe cambiar el medidor existente?			SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
En caso de requerirse obras adicionales en la red de la empresa distribuidora es obligatorio completar la siguiente información (Cuando se indica en el formulario que el proyecto requiere de obras adicionales es obligación completar esta sección, el no llenado de esta sección se entenderá que la obra adicional no tiene costo para el usuario.)			
Valoración de las obras adicionales (\$ con IVA):		Plazo para la ejecución de las obras adicionales (días corridos):	
En caso de requerirse adecuaciones al empalme es obligatorio completar la siguiente información (excluyendo el cambio o reprogramación del medidor) (Cuando se indica en el formulario que el proyecto requiere modificación al empalme es obligación completar esta sección, el no llenado de esta sección se entenderá que la modificación al empalme no tiene costo para el usuario.)			
Valoración de las adecuaciones del empalme (\$ con IVA):		Plazo para la ejecución de las adecuaciones del empalme (días corridos):	
Especificaciones y detalle de valoración de las obras adicionales y/o adecuaciones: (Cuando se indica en el formulario que el proyecto requiere de obras adicionales es obligación completar esta sección con sus respectivos códigos de VNR y su valoración, el no llenado de esta sección se entenderá que la obra adicional no tiene costo para el usuario.)			
Indicar que criterio técnico fue el que detono la realización de obras adicionales: (Sobre tensión Transitoria, permanente, cortocircuito o capacidad según NT):			
Se adjunta informe con detalle de valoración de obras adicionales con sus respectivos códigos VNR		SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Adjunta informe con detalle de cálculos que justifican la realización de obras adicionales		SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Detalles generales de las obras adicionales y/o adecuaciones:			
Nota: En concordancia con el artículo 25 del Reglamento de la Ley, la valoración deberá realizarse considerando el procedimiento de determinación del Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) de las instalaciones de distribución, fijados por la Superintendencia.			
Otros:			
FECHA: _____ TIMBRE DISTRIBUIDORA _____			

Nota (1) En los siguientes casos no se requiere informar la Capacidad Instalada Permitida (CIP) y el plazo máximo para la respuesta a la Solicitud de Conexión corresponde a 5 días hábiles:

- i) Si se efectuó anteriormente la Solicitud de Información y la Capacidad Instalada del Equipamiento de Generación sea menor a la capacidad del empalme y menor a la Capacidad Instalada Permitida.
- ii) Si el equipamiento de generación (EG) fuera del tipo Fotovoltaico y cumpliera con las siguientes condiciones (solo para BT):
 - Capacidad instalada igual o inferior a 10 kW y que se conectará a la red de distribución de baja tensión.
 - Capacidades instaladas conectadas o en proceso de conexión inferior al 50% de la potencia del transformador.

La Capacidad Instalada y la Inyección Permitida del EG puede ser ajustada a un valor distinto al consignado en la Solicitud de Conexión con la finalidad de, por ejemplo, evitar obras adicionales o modificaciones al empalme.

Nota (2) No se requiere manifestar conformidad cuando la Capacidad Instalada del Equipamiento de Generación (EG) no supera el 40% de la Capacidad Instalada Permitida (CIP) o cuando el EG cumple con las características señaladas en el artículo segundo transitorio del decreto supremo 103, de 2016, del Ministerio de Energía.

Nota (3) Es obligación de la empresa distribuidora responder todos los campos del presente formulario.

Para más información de Ley, productos autorizados e instaladores ver www.s.p.e.energiasrenovables sección Ley de Generación Distribuida

Anexo N°5. Formularios para conexión del Sistema Fotovoltaico a la Red.

FORMULARIO PARA MANIFESTACIÓN DE CONFORMIDAD		
Identificación de la Solicitud de Conexión Asociada		Número de la SC:
		Fecha de Recepción de la SC
Identificación del Inmueble		
Número de Cliente:		
Dirección del inmueble	Calle, número	
	Comuna	
Identificación del Propietario:		
Persona natural o representante legal	Nombre:	
	R.U.N.	
Persona jurídica (si corresponde)	Nombre:	
	R.U.T.	
Datos de Contacto del Solicitante:		
Nombre:		
E – mail:		Teléfono:
Manifestación de Conformidad		
Mediante la presente, tengo a bien manifestar mi conformidad con la respuesta a la Solicitud de Conexión relacionada al proceso de conexión especificado arriba. (1)		
Capacidad Instalada Permitida (CIP) informada en la Respuesta a la Solicitud de Conexión: (2)		[kW]
Inyección de Excedentes Permitida (IEP) informada en la Respuesta a la Solicitud de Conexión:		[kW]
Capacidad a reservar: (3)		[kW]
Inyección de Excedentes a reservar: (3)		[kW]
Datos de Envío:		
Solicitante		Empresa Distribuidora
FIRMA		TIMBRE
Nombre:		FECHA DE RECEPCIÓN:
RUT:		LUGAR:
<p>(1) La manifestación de conformidad del Cliente Final tendrá una vigencia de 6 meses a contar de la recepción de la misma, a efectos que el Usuario o Cliente Final presente la Notificación de Conexión, prorrogable por una sola vez y hasta por 6 meses, siempre que el Usuario o Cliente Final antes del vencimiento del plazo presente a la Empresa Distribuidora los antecedentes que justifiquen su solicitud. Sin perjuicio de lo anterior, la vigencia de la manifestación de conformidad será prorrogable hasta por 24 meses, en los siguientes casos:</p> <p>a) Cuando el Equipamiento de Generación no sea del tipo fotovoltaico o eólico.</p> <p>b) Cuando el Equipamiento de Generación sea adquirido con fondos públicos.</p> <p>(2) Cuando no se informe la Capacidad Instalada Permitida, no se requiere manifestar conformidad.</p> <p>(3) Corresponde a la Potencia de la capacidad autorizada del equipo de generación, informada en el formulario de respuesta de Solicitud de conexión. El cliente puede aumentar o disminuir la Capacidad Instalada y la Inyección Permitida del Equipamiento de Generación autorizada. Sin embargo, este cambio no puede superar la Capacidad Instalada Permitida (CIP), la Inyección de Excedentes Permitida (IEP), ni superar la capacidad del empalme.</p> <p>Este formulario puede ser entregado en las oficinas comerciales de la empresa distribuidora, enviado por carta certificada o entregado según las instrucciones que imparta la SEC.</p> <p>Para más Información de Ley, productos autorizados e Instaladores ver www.sec.cl/energiasrenovables sección Ley de Generación Distribuida. Formulario para Notificación de Conexión Versión 2/2017</p>		

Anexo N°6. Formularios para conexión del Sistema Fotovoltaico a la Red.

FORMULARIO PARA NOTIFICACIÓN DE CONEXIÓN Realice su trámite en línea a través del Portal "Generación Ciudadana" en: www.sec.cl/generacionciudadana			
Identificación de la Solicitud de Conexión Asociada		Número de la SC:	
		Fecha de Recepción de la SC	
Identificación del Inmueble			
Número de Cliente:			
Dirección del inmueble	Calle, número		
	Comuna		
Identificación del Propietario:			
Persona natural o representante legal	Nombre:		
	R.U.N.		
Persona Jurídica (si corresponde)	Nombre:		
	R.U.T.		
Identificación del Instalador y de la Comunicación de Energización			
Nombre:			
Clase:		R.U.N.:	
Fono:		N° de Licencia:	
N° Folio TE-4:		E-mail:	
Código de Verificación TE-4		Fecha de la inscripción TE-4:	
Datos de Contacto del Solicitante:			
Nombre:			
E - mail:		Teléfono:	
Documentos Adjuntos:			
Contrato de conexión firmado:		SÍ	No
Certificado de Dominio Vigente del Inmueble emitido por el Conservador de BBRR:		SÍ	No
Copia de la comunicación de la energización del Equipamiento de Generación (TE-4):		SÍ	No
Poder Simple: (1)		SÍ	No
Fotocopia de cédula de identidad: (2)		SÍ	No
Cliente aporta equipo de medida:		SÍ	No
Adjunta certificados de comercialización y verificación primaria del medidor aportado:		SÍ	No
Otro (especificar):			
Datos de Envío:			
Solicitante		Empresa Distribuidora	
FIRMA		TIMBRE	
Nombre:		FECHA DE RECEPCIÓN:	
RUT:		LUGAR:	
(1) El poder simple debe entregarse solo en el caso de que el contrato sea firmado por un tercero distinto del propietario; (2) La fotocopia de la cédula del propietario debe entregarse solo en caso de que se haya presentado el poder simple; En caso que el Usuario o Cliente Final requiera cambiar su equipo de medida, éste podrá ser entregado a la Empresa Distribuidora al momento de presentar la NC, adjuntando sus respectivos certificados de aprobación y verificación primaria o exactitud. Este formulario puede ser entregado en las oficinas comerciales de la empresa distribuidora, enviado por carta certificada o entregado según las instrucciones que imparta la SEC. Para más información de Ley, productos autorizados e instaladores ver www.sec.cl/energiasrenovables sección Ley de Generación Distribuida. Formulario para Notificación de Conexión Versión 2/2018			

Anexo N°7. Formularios para conexión del Sistema Fotovoltaico a la Red.

FORMULARIO PARA PROTOCOLO DE CONEXIÓN		
Realice su trámite en línea a través del Portal "Generación Ciudadana" en: www.sec.cl/generacionciudadana		
Identificación de la Solicitud de Conexión Asociada	Número de la SC:	
	Fecha de Recepción de la SC:	
Identificación del Inmueble		
Número de Cliente:		
Dirección del inmueble	Calle, número	
	Comuna	
Identificación del Propietario:		
Persona natural o representante legal	Nombre:	
	R.U.N.	
Persona jurídica (si corresponde)	Nombre:	
	R.U.T.	
Datos del Medidor		
Cambio de medidor	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Reprogramación <input type="checkbox"/>	Información de nuevo medidor o medidor reprogramado
Información previa al cambio de medidor o reprogramación		N° de nuevo medidor
N° de medidor		Marca de nuevo medidor
Marca de medidor		Modelo de nuevo medidor
Modelo de medidor		Lectura de consumos terminado el protocolo (kWh)
Lectura de consumos de medidor (kWh)		Lectura de inyecciones terminado del protocolo (kWh)
Verificación de Requerimientos Generales:		
Puntos a revisar	Resultado	Observaciones (Obligatorio de completar para la opción No de la casilla de Resultado)
a) Equipos de medición estén en conformidad a lo dispuesto en esta norma técnica, demás normativa aplicable y el medidor muestra en su pantalla/display la inyecciones y consumo.	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Es obligatorio indicar la forma de identificar el display de las inyecciones y consumos:
b) Valores de ajuste de la Protección II en conformidad con NT.	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
c) Tiempo de desenergización obtenido de la Prueba de Desconexión menor a 2 segundos.	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
d) El tiempo de reconexión no puede ser inferior a 50 segundos.	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
e) Verificación de la correcta operación del disparo de la Protección II sobre el interruptor de Acoplamiento (solo en caso de EGs con Protección II centralizada).	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
f) Protección II sellada o protegida con contraseña. Nota: Esta contraseña no debe ser conocida por el Usuario o Cliente Final.	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
g) La instalación cuenta con un equipo limitador de inyecciones (solo aplicable en EG que inyección de Excedentes Permitida es menor a Capacidad Instalada del EG)	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
FIRMAN EN CONFORMIDAD:		
Por parte del Usuario o Cliente Final		Por parte de Empresa Distribuidora
Este formulario debe ser firmado en 2 copias.		Este formulario debe ser firmado en 2 copias.
FIRMA		FIRMA
Nombre:		NOMBRE:
RUT:		RUT:
FECHA:		
Para más información de Ley, productos autorizados e Instaladores ver www.sec.cl/energiasrenovables sección Ley de Generación Distribuida.		
Formulario para Protocolo de Conexión Versión 2/2018		

Anexo N°8. Tarifa Eléctrica

TARIFAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO									
De conformidad con lo dispuesto en los artículos 151°, 157°, 171° y 191° del DFL N° 4 de 2006, el Decreto N° 14/2012 del Ministerio de Energía y los Decretos N° 17/2012, 97/2016 y 57/2016, todos del Ministerio de Energía, Chilquinta Energía S.A. informa que desde 1 de agosto de 2017, aplicará a la facturación de sus clientes, las tarifas por sector geográfico que a continuación se indican.									
Cargos por Tarifas y Zonas de aplicación	Comuna Valparaíso SUBTERRÁNEA Sct. Barón 751 en S	Comuna Viña del Mar SUBTERRÁNEA Sct. Los Almendros 752 en S	Comuna Valparaíso SUBTERRÁNEA Plan 753 en S	Comuna de Cartagena 772 en S	Comunas Los Andes, Con Cón y San Esteban 771 en S	Comunas Puchuncaví Quilota 771 en S	Comunas Quintero y Lillipuy 771 en S	Otras Comunas Región de Valparaíso 771 en S	
TARIFA BT-1 (caso "a")									
Cargo fijo (\$/mes)	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.301.378	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.282.260	
Energía base (\$/kWh)	145.762	145.132	152.193	140.787	133.669	116.812	129.866	138.701	
Energía adicional de invierno (\$/kWh)	203.269	202.008	216.132	193.320	184.114	167.257	180.311	189.146	
Cargo único por uso del sistema troncal (\$/kWh)	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	
TARIFA BT-2 y BT-3									
Cargo fijo BT-2 (\$/mes)	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.301.378	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.282.260	
Cargo fijo BT-3 (\$/mes)	2.176.934	2.176.934	2.176.934	2.197.844	2.176.934	2.176.934	2.176.934	2.176.934	
Energía (\$/kWh)	88.256	88.256	88.256	88.256	83.224	66.367	79.421	88.256	
Cargo mensual por potencia (\$/kW-mes)									
a) Parcialmente presente en punta	11.899.607	11.788.639	13.031.490	11.024.021	10.656.757	10.656.757	10.656.757	10.656.757	
b) Presente en punta	17.418.769	17.224.574	19.399.562	15.886.492	15.243.780	15.243.780	15.243.780	15.243.780	
Cargo único por uso del sistema troncal (\$/kWh)	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	
TARIFAS BT-4.1, BT-4.2 y BT-4.3									
Cargo fijo mensual, tarifa BT-4.1	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.301.378	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.282.260	
Cargo fijo mensual, tarifa BT-4.2	2.176.934	2.176.934	2.176.934	2.197.844	2.176.934	2.176.934	2.176.934	2.176.934	
Cargo fijo mensual, tarifa BT-4.3	2.266.234	2.266.234	2.266.234	2.626.906	2.266.234	2.266.234	2.266.234	2.266.234	
Energía (\$/kWh)	88.256	88.256	88.256	88.256	83.224	66.367	79.421	88.256	
Cargo mensual por potencia (\$/kW-mes)									
Contratada o suministrada, por kW	3.025.450	4.465.122	4.157.332	3.622.572	3.333.240	3.333.240	3.333.240	3.333.240	
Contratada o demanda máxima leída, en horas de punta, por kW.	14.393.319	12.759.451	15.242.230	12.263.920	11.910.541	11.910.541	11.910.541	11.910.541	
Cargo único por uso del sistema troncal (\$/kWh)	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	
TARIFA AT-2 y AT-3									
Cargo fijo AT-2 (\$/mes)	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.301.378	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.282.260	
Cargo fijo AT-3 (\$/mes)	2.176.934	2.176.934	2.176.934	2.197.844	2.176.934	2.176.934	2.176.934	2.176.934	
Energía (\$/kWh)	83.237	83.237	83.237	83.237	78.492	62.591	74.904	83.237	
Cargo mensual por potencia (\$/kW-mes)									
a) Parcialmente presente en punta	10.955.557	8.857.072	10.955.557	8.962.537	8.857.072	8.857.072	8.857.072	8.857.072	
b) Presente en punta	11.946.173	9.247.688	11.946.173	9.555.152	9.247.688	9.247.688	9.247.688	9.247.688	
Cargo único por uso del sistema troncal (\$/kWh)	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	
TARIFAS AT-4.1, AT-4.2 y AT-4.3									
Cargo fijo mensual, tarifa AT-4.1	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.301.378	1.282.260	1.282.260	1.282.260	1.282.260	
Cargo fijo mensual, tarifa AT-4.2	2.176.934	2.176.934	2.176.934	2.197.844	2.176.934	2.176.934	2.176.934	2.176.934	
Cargo fijo mensual, tarifa AT-4.3	2.266.234	2.266.234	2.266.234	2.626.906	2.266.234	2.266.234	2.266.234	2.266.234	
Energía (\$/kWh)	83.237	83.237	83.237	83.237	78.492	62.591	74.904	83.237	
Cargo mensual por potencia (\$/kW-mes)									
Contratada o suministrada, por kW.	3.397.546	1.998.556	3.397.546	2.068.867	1.998.556	1.998.556	1.998.556	1.998.556	
Contratada o demanda máxima leída, en horas de punta, por kW.	7.948.626	7.249.131	7.948.626	7.284.286	7.249.131	7.249.131	7.249.131	7.249.131	
Cargo único por uso del sistema troncal (\$/kWh)	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	1.479	
Los valores indicados incluyen el 19% correspondiente a impuesto al valor agregado. Las condiciones de aplicación de las tarifas son las establecidas en el citado Decreto N° 17 de 2012.									
TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS GENERADORAS RESIDENCIALES									
De conformidad con lo dispuesto en la LEY 20571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, Chilquinta Energía S.A. informa que desde 1 de agosto de 2017, aplicará dichas tarifas a las inyecciones por sector geográfico que a continuación se indican.									
Cargos por Tarifas y Zonas de aplicación	Comuna Valparaíso SUBTERRÁNEA Sct. Barón 751	Comuna Viña del Mar SUBTERRÁNEA Sct. Los Almendros 752	Comuna Valparaíso SUBTERRÁNEA Plan 753	Comuna de Cartagena 772	Comunas Los Andes, Con Cón y San Esteban 771	Comunas Puchuncaví Quilota 771	Comunas Quintero y Lillipuy 771	Otras Comunas Región de Valparaíso 771	
TARIFAS DE INYECCIÓN									
Energía inyectada en baja tensión	88.256	88.256	88.256	88.256	83.224	66.367	79.421	88.256	
Energía inyectada en media tensión	83.237	83.237	83.237	83.237	78.492	62.591	74.904	83.237	
Los valores indicados incluyen el 20% correspondiente a impuesto al valor agregado. Las condiciones de aplicación de las tarifas son las establecidas en el citado Decreto N° 71 de 2014.									

3 Generación Fotovoltaica

3.1 Características del arreglo fotovoltaico

Las características del sistema ingresadas por el usuario para la simulación de la generación fotovoltaica y los resultados se presentan en esta sección.

Tabla 3: Características del sistema fotovoltaico

Configuración	Fijo Inclinado
Montaje	roof mount cell glassback
Inclinación	30°
Azimut	10°
N° celdas por panel	72
N° paneles	60
Voltaje máxima potencia	38.5 V
Corriente máxima potencia	8.71 A
Voltaje circuito abierto	46.2 V
Coef. temperatura voltaje	0.3 %/°C
Corriente cortocircuito	9.19 A
Coef. temperatura corriente	0.06 %/°C
Ef. Inversor	97.5 %
Pérdidas	14 %

3.2 Resultados de la generación eléctrica fotovoltaica

Tabla 4: Resultados de la generación fotovoltaica

Capacidad Instalada	20.12 kW
Total Diario	113.0 kWh
Total Anual	41.1 MWh
Factor de Planta	23.0 %

3 Generación Fotovoltaica

3.1 Características del arreglo fotovoltaico

Las características del sistema ingresadas por el usuario para la simulación de la generación fotovoltaica y los resultados se presentan en esta sección.

Tabla 3: Características del sistema fotovoltaico

Configuración	Fijo Inclinado
Montaje	roof mount cell glassback
Inclinación	30°
Azmut	0°
N° celdas por panel	72
N° paneles	138
Voltaje máxima potencia	38.6 V
Corriente máxima potencia	8.71 A
Voltaje circuito abierto	46.2 V
Coef. temperatura voltaje	0.3 %/°C
Corriente cortocircuito	9.19 A
Coef. temperatura corriente	0.06 %/°C
Ef. Inversor	97.8 %
Pérdidas	14 %

3.2 Resultados de la generación eléctrica fotovoltaica

Tabla 4: Resultados de la generación fotovoltaica

Capacidad Instalada	46.28 kW
Total Diario	266.0 kWh
Total Anual	96.69 MWh
Factor de Planta	24.0 %

3 Generación Fotovoltaica

3.1 Características del arreglo fotovoltaico

Las características del sistema ingresadas por el usuario para la simulación de la generación fotovoltaica y los resultados se presentan en esta sección.

Tabla 3: Características del sistema fotovoltaico

Configuración	Fijo Inclinado
Montaje	roof mount cell glassback
Inclinación	30°
Azimut	10°
N° celdas por panel	72
N° paneles	90
Voltaje máxima potencia	38.5 V
Corriente máxima potencia	8.71 A
Voltaje circuito abierto	46.2 V
Coef. temperatura voltaje	0.3 %/°C
Corriente cortocircuito	9.19 A
Coef. temperatura corriente	0.06 %/°C
Ef. Inversor	98.0 %
Pérdidas	14 %

3.2 Resultados de la generación eléctrica fotovoltaica

Tabla 4: Resultados de la generación fotovoltaica

Capacidad Instalada	30.16 kW
Total Diario	171.0 kWh
Total Anual	62.32 MWh
Factor de Planta	24.0 %

Anexo N°12. Cotizaciones



Flux Solar SpA			Coti. N°:	19102SSH
RUT:		76.172.285-9	Banco de Chile	1660894904
Giro:		Venta al por mayor materiales N.C.P., Ingeniería y Obras Menores		
Razon Social:		Flux Solar Energías Renovables SpA	Fono:	+56 2 2554 1160
Dirección:		Dávila Larraín 2453, San Joaquín, Santiago	Correo:	Info@fluxsolar.cl

COTIZACIÓN

Cantidad	Código	Descripción	Unidad	TOTAL
290		SERAPHIM HALF CELL SRP-335-BPA TIER 1	76.318	22.132.220
1		INVERSOR SUNGROW SG85KTL	3.285.000	3.285.000
300		CABLE SOLAR 6 MM2 ROJO	743	222.900
300		CABLE SOLAR 6 MM2 NEGRO	743	222.900
80		CONECTOR MC4 SIMPLE, PAR	874	69.920
290		Gupiyuri 50 copianar \$ por panel	14.483	4.200.070
1		DESCUENTO DEL 8% POR COMPRA DE EQUIPOS Y POTENCIA >75kW	-2.410.641	-2.410.641
Condiciones de pago:		Según acuerdo comercial	Subtotal:	27.722.369
			IVA:	5.267.250
			TOTAL:	32.989.619

Validez: 10 días
Atención: Fernando Olivero
Santiago, 04-11-2019

Nota:
 Cotización válida por productos y cantidades escritas en ella
 No incluye flete, en caso de concretar compra el retiro es en bodega.
 Productos sujetos a disponibilidad de stock.
 Valores sujetos a cambios.
 Descuento del 8% por compra de equipos (Paneles, Estructura e Inversor) y potencia >75KW

Anexo N°13. Cotizaciones

Cotización Venta N°870677

Página 1 de 2

cosmoplas

CASA MADRE: Rio Reygato 9652 F: (56) 22598 3906, Pudahuel, Santiago
SUCURSA: Antofagasta, Pedro Aguirre Cerda 8236 (56) 22598 7380, Antofagasta, Antofagasta
SUCURSA: La Serena, Gerónimo Méndez 1759 F: (56) 22598 7320, Coquimbo, Coquimbo
SUCURSA: Viña del Mar, Camino Internacional 1463 F: (56) 22598 7330, Viña del Mar, Viña del Mar
SUCURSA: Santiago Centro, Argemondo 193 F: (56) 22598 7300, Santiago, Santiago
SUCURSA: Santiago Oriente, Taboada 1408 F: (56) 22598 7310, Vitacura, Santiago
SUCURSA: C. D. Noviciado, Avenida Fincoya 16700-2, Pudahuel, Santiago
SUCURSA: Concepción, Colón 9763 F: (56) 22598 7340, Hualpén, Concepción
SUCURSA: Temuco, Av. San Martín 117 Local 101 F: (56) 22598 7350, Temuco, Temuco
SUCURSA: Talca, 17 Norte 3689 F: (56) 22598 7390, Talca, Talca
SUCURSA: Puerto Montt, Panamericana norte 1201 F: (56) 22598 7100, Puerto Montt, Puerto Montt
SERVICIO TÉCNICO: Los Matucos Poniente 1266 F: (56) 22598 7105, Pudahuel, Santiago
Email: ventas@cosmoplas.cl
Rut : 81.187.800-6

Señor(es)
SOLAR HOME SPA (766814417)
9 NORTE 781 OF 2014
VIÑA DEL MAR / VIÑA DEL MAR
930141583
mlopez@solar-home.cl
Presente

Cotización Venta
Número 870677
viernes, 25 de octubre de 2019

Estimados señores:

De acuerdo a lo solicitado, tenemos el agrado de cotizar lo siguiente:

Código	Descripción	Cant	Precio Lista	Total
224282	Panel FV Policristalino 330Wp JKM330PP-72	280	\$ 84.990	\$ 24.647.100
223927	Sunny Tripower 20000TL ON-Grid STP 20000TL-30	2	\$ 2.305.940	\$ 4.611.880
223926	Sunny Tripower 25000TL ON-Grid STP 25000TL-30	1	\$ 2.381.129	\$ 2.381.129
223949	Sunny Tripower CORE 1 - 50KW	1	\$ 4.376.222	\$ 4.376.222
226903	Cable solar 6mm 2 Negro 1 metro	300	\$ 677	\$ 203.100
226904	Cable solar 6mm 2 Rojo 1 metro	300	\$ 711	\$ 213.300
223996	Par Conector MCH Macho_Hembra 6mm2 CN40-CN14	80	\$ 1.277	\$ 102.160
Valor Neto				\$ 36.534.891
IVA				\$ 6.941.629
Total				\$ 43.476.520

Condiciones de Venta

Forma de Pago :Efectivo
Observación :

Atentos a cualquier consulta al respecto les saludamos, muy cordialmente a Uds.

Perez Fernandez Roberto Andres

Anexo N°14. Cotizaciones



Cotización
N° 13305
28/10/2019

Cliente: Solar Home Spa
RUT: 76.682.441-7
Contacto: Martín Lopez
Dirección: 9 Norte N°761, Of 204
Comuna: Viña del Mar Ciudad: Viña del Mar

Fecha entrega estimada: 28/10/2019

TRITEC - Intervento SpA
Dr. Manuel Barros Borgoño N° 71 Of 1104
Providencia, Santiago de Chile
Fono Ventas +56 2 320 26 501

Centro de Distribución
Los Acacias N°1096, Ranca - Santiago
Horario retiros: Lun a Vie 8:30-17:30 hrs
Contacto Entrega: Madrid Franco
Teléfono: +56 9 521 77 350
E-Mail: logistica@tritec-intervento.cl

Datos Transferencia

TRITEC - Intervento SpA
RUT: 76.188.578-2
Cta Cta N°: 65-01327-5 Banco Santander
E-Mail: pagos@tritec-intervento.cl
Giro: Distribución y Proyectos de Energía Fotovoltaica

Vendedor: Jonathan Ceballos

E-Mail: jceballos@tritec-intervento.cl Móvil: 9 42535900

Artículo	Descripción	Cantidad	UM	% Desc	Precio Unit.	P.Unit. c/Desc	Valor Total
02080011	Cableado - Panel 880Wp Poly (580-550) [160090200] mm	290	UN	85,00	120,566	79,628	23.175,008
04201212	Fusibles - tipo 20.0-0-44, 20000VA, 500Vdc, 2 MPPT, Light	2	UN	85,00	2.762,221	1.796,159	3.592,317
04201209	Fusibles - tipo 20.0-0-5 20000VA, 500Vdc, 1 MPPT, Light	1	UN	85,00	2.807,394	1.824,916	1.824,916
04201205	Fusibles - tipo 20.0-0-5 20000VA, 500Vdc, 1 MPPT, Light	1	UN	85,00	3.849,533	2.513,002	2.513,002
04201206	Fusibles - Datamanager 2.0 WLAN	1	UN	85,00	181,777	120,005	120,005
02502608	YR STAND perfit universal UP-1x, 8.200kg, perfit base Negro	100	UN	85,00	26,671	17,284	1.728,415
02502601	XR YR STAND soporte lateral 30 mm (R100)	30	UN	85,00	7,781	5,084	151,482
02502226	YR STAND elemento central 30-45 mm, alumin. br/Bl.	250	UN	85,00	2,199	1,429	357,257
02400013	Pyromax/ES2 - Cable Solar - 22-F 1.800Vdc Bronce Negro	800	MT	85,00	1,185	779	201,675
02400012	Pyromax/ES2 - Cable Solar - 22-F 1.800Vdc Bronce Rojo	800	MT	85,00	1,185	779	201,675
02400001	Tallas - Conector Tallas TR (MC4 Compatible) 46mmx2	80	UN	85,00	2,402	1,494	119,504

Transferencias y pagos deben indicar explícitamente el N° de cotización o Nota de Venta. De lo contrario no podrán ser procesadas.

Información adicional	Sub-Total:	\$ 51.208.743
	Descuentos:	\$ 17.923.062
	Plata:	\$ -
	Embalaje:	\$ -
	Neto:	\$ 33.285.682
	IVA 19%:	\$ 6.324.279
	Total a pagar:	\$ 39.609.960
	tipo Moneda:	CLP


Esta Cotización tiene una vigencia de 7 días

Afecto a disponibilidad de stock / Entrega sujeta a confirmación

(véase: <http://tritec-intervento.cl/CondicionesComerciales.pdf>)

"Las garantías, devoluciones y reparaciones de nuestros productos están reguladas por la ley de protección al Consumidor, Ley 19.496"

Anexo N°15. Ficha Técnica Módulo Fotovoltaico



Our Right, Your Dream.

SRP-300-BPA: Maximum System Voltage 1000 VDC
 SRP-300-BPA-HV: Maximum System Voltage 1500 VDC

Electrical Characteristics

Module Type	SRP-335-BPA SRP-335-BPA-HV	SRP-340-BPA SRP-340-BPA-HV	SRP-345-BPA SRP-345-BPA-HV	SRP-350-BPA SRP-350-BPA-HV
Module Type	STC	STC	STC	STC
Maximum Power at STC (Pmp)	335	340	345	350
Open Circuit Voltage (Voc)	46.2	46.5	46.7	46.9
Short Circuit Current (Isc)	9.19	9.24	9.32	9.40
Maximum Power Voltage (Vmp)	38.5	38.6	39.0	39.3
Maximum Power Current (Imp)	8.71	8.77	8.85	8.91
Module Efficiency at STC(ηm)	16.92	17.17	17.42	17.68
Power Tolerance	(0,+4.99)			
Maximum System Voltage	1000 VDC / 1500 VDC			
Maximum Series Fuse Rating	20A			

STC: irradiance 1000 W/m² module temperature 25°C AM1.5;

Temperature Characteristics

Power Temperature Coefficient	-0.39 %/°C
Voc Temperature Coefficient	-0.30 %/°C
Isc Temperature Coefficient	+0.05 %/°C
Operating Temperature	-40 ~ +85 °C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2 °C

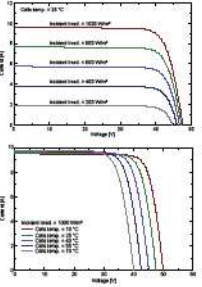
Mechanical Specifications

External Dimensions	1996 x 992 x 40 mm
Weight	22.5 kg
Solar Cells	Poly crystalline 156.75 x 78.375mm (144pcs)
Front Glass	3.2 mm AR coating tempered glass, low iron
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68, 3 diodes
Output Cables	4.0 mm ² Portrait:255mm(+)/355mm(-); Landscape:1200mm
Connector	MC4 Compatible
Mechanical Load	5400 Pa

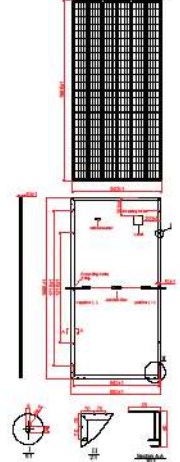
Packing Configuration

	1996 x 992 x 40 mm		
Container	20'GP	40'GP	40'HQ
Pieces per Pallet	27	27	27*2*
Pallets per Container	10	22	22
Pieces per Container	270	594	638

* 27*2 pieces per pallet is the special package which only suits for container transport.
 For details, please consult SERAPHIM.



I-V Curve







BIADE™

Cuts Night, Breaks Dawn.

335W-350W

Add: No.1-2, Hengyuan Rd, Henglin Town, Wujin District, 213000, Nanqiang, China
 Tel: +86-510-9999979 Fax: +86-510-55700181 Email: info@seraphim-energy.com

info@seraphim-energy.com
 www.seraphim-energy.com

Anexo N°17. Ficha Técnica Inversor

ESPECIFICACIONES

Sunny
Tripower
CORE1

Entrada (CC)	
Potencia máx. del	75000 Wp

2/5

generador fotovoltaico	STC
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de tensión del seguidor del MPPT	500 a 800 V
Tensión nominal de entrada	670 V
Tensión de entrada mínima / de inicio	180 V
Corriente máx. de entrada / por seguidor del MPPT	120 A / 20 A
Corriente de cortocircuito por seguidor / string	30 A / 30 A
RF de entrada MPPT Independientes / Strings	6 / 2
Salida (CA)	
Potencia nominal (230V, 50 Hz)	50000 W
Potencia máxima aparente de CA	50000 VA
Tensión nominal de CA	220 V / 380 V 230 V / 400 V 240 V / 415 V
Rango de tensión de CA	202 V a 305 V
Frecuencia de red CA / Rango	50 Hz / 44 a 44 Hz. 60 Hz / 54 a 65 Hz.
Frecuencia / Tensión asignada de red	50 Hz / 230V
Corriente de salida / medición máxima	72,5 A / 72,5 A
Fases de inyección / Conexión de CA	3 / 3-04-PE
Factor de potencia a potencia asignada	1
Factor de desfase ajustable	De 0 inductivo a 0 capacitivo
THD	< 3%
Dispositivos de protección	
Dispositivo de desconexión en la entrada	De Serie
Vigilante de aislamiento	De Serie
Monitorización de red	De Serie
Protección contra	De Serie

Equipamiento / Función / Accesorios

Conexión CC/CA	SUNCLIX / Borne roscaado
Porta	De Serie
Indicador led (estado/erro/comunicación)	De Serie
Entradas	2 entradas
WLAN	De Serie
RS485	Opcional
SMA Modbus	De Serie
SunSpec Modbus	De Serie
Speedwire, Webconnect	De Serie
Rail multifunción	De Serie
Ranuras para módulos de ampliación	3 entradas
OptiTrac Global Peak	De Serie
Integrated Plant Control	De Serie
On Demand 24/7	De Serie
Compatible con redes salidas	SI
Compatible con SMA Fuel Save Controller	SI
Certificados y autorizaciones	DN, S6438-2013*, C9593, EC, 60080-3-v, EC 61777, EC, 62109-1/2, EC, 62118, NSA 2036, NRH 16149,

4/5

NEH IN 50438,
NRS 097-2-1,
PSA 3016,
PPC,
RD 1889/413,
RD 661/2007,
Res. n°7-2013,
S14777, TOR,
D4, TR 3.2.2,
UTE C15-712-
1, VDE 0136-
1-1, VDE-ARH
4108, VPR,
2014,
P.O.123,
MICO-MICYS,
GC 8.9H,
PR20, OBWA.

Protección contra polarización inversa CC	De Serie
Resistencia al cortocircuito CA	De Serie
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente inversa	De Serie
Clase de protección según IEC61109-1	I
Categoría de sobretensión según IEC 62109-1	CA: IEC C3
Descargador de	Opcional

3/5

sobretensión de CC / CA
(Tipo II)

Rendimiento

Máximo	98,1 %
Europec	97,8 %

Datos generales

Dimensiones (ancho x alto x fondo)	621 x 733 x 569 mm
------------------------------------	--------------------

Peso	84 Kg
------	-------

Rango de temperatura de funcionamiento	-25 a 60 °C
--	-------------

Emisión sonora (típica)	< 65 dB (A)
-------------------------	-------------

Autosonajero (recturas)	4,8 W
-------------------------	-------

Topología	Sin transformador
-----------	-------------------

Principio de refrigeración	Opt/Cool
----------------------------	----------

Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
--------------------------------------	------

Clase climática (según IEC 60721-3-6)	4E4H
---------------------------------------	------

Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100% (sin condensación)
--	-------------------------

Equipamiento / Función / Accesorios

Conexión CC / CA	SUNCLD / Borne rasgado
------------------	---------------------------

Porta	De Serie
-------	----------

Indicador led (estado/errores/comunicación)	De Serie
---	----------

Dinamét	3 entradas
---------	------------

WLAN	De Serie
------	----------

RS485	Opcional
-------	----------

SMA ModBus	De Serie
------------	----------

SunSpec ModBus	De Serie
----------------	----------

Speedwire, Webconnect	De Serie
-----------------------	----------

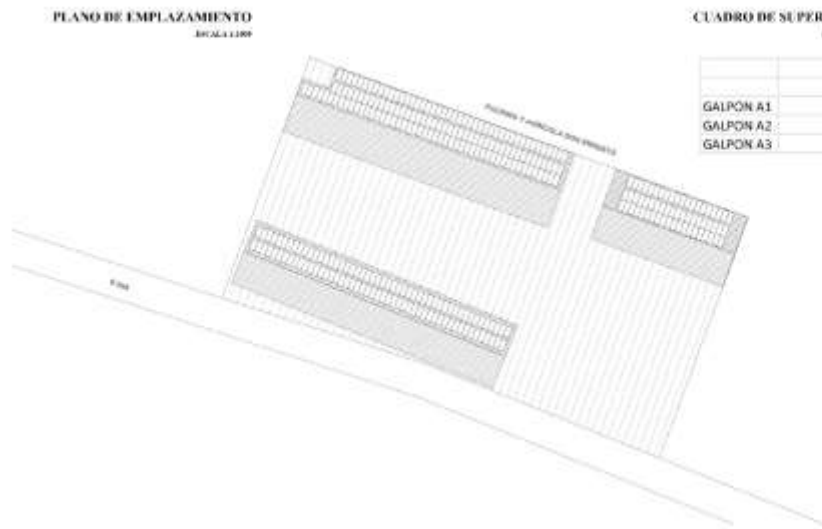
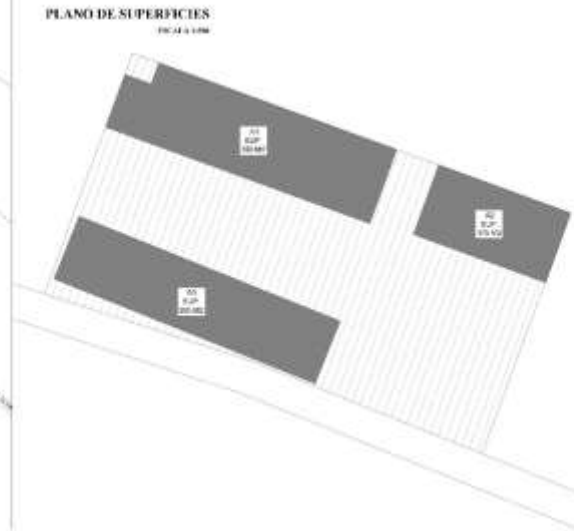
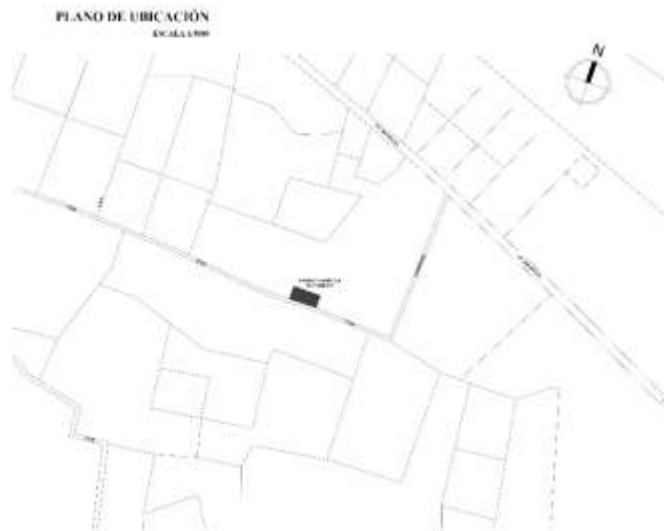
Relé multifunción	De Serie
-------------------	----------

Ranuras para módulos de ampliación	2 entradas
------------------------------------	------------

OptiTrac Global Peak	De Serie
----------------------	----------

Integrated Plant Control	De Serie
--------------------------	----------

Anexo N°18: Anteproyecto. Plano de ubicación, emplazamiento y superficies.



CUADRO DE SUPERFICIES
ID: 04/04/2022

	SUPERFICIE [m ²]	Nº DE MÓDULOS	POTENCIA [kW]
GALPON A1	350	137	46,15
GALPON A2	175	90	30,19
GALPON A3	300	60	20,23

Solar Home

CONTRATOS

PROYECTOS

SERVICIOS

ESTUDIOS DE VIABILIDAD

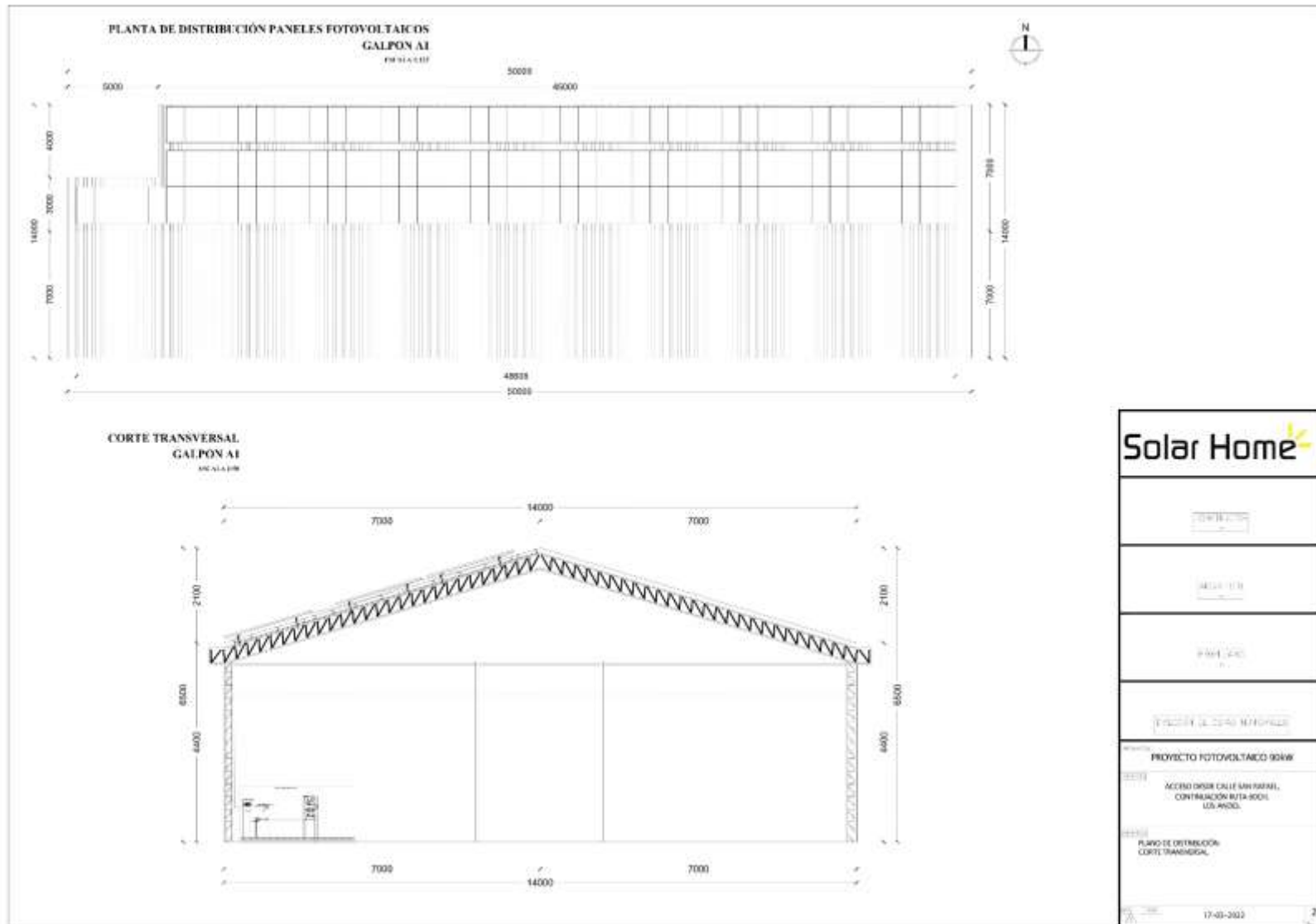
PROYECTO FOTOVOLTAICO 90kW

ACCESO OBRERO CALLE SAN RAFAEL
CONTRATACION BOLSA OBRERA
LOS ANDES

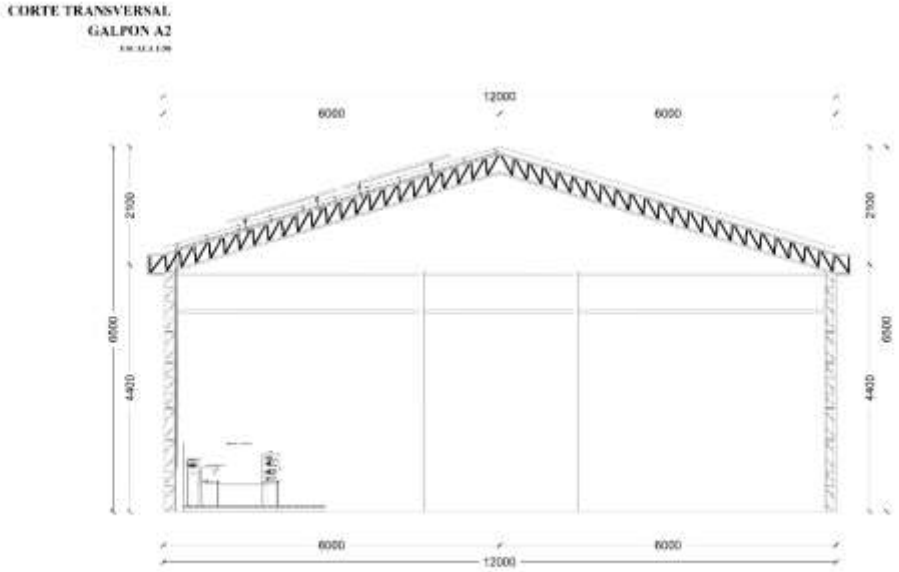
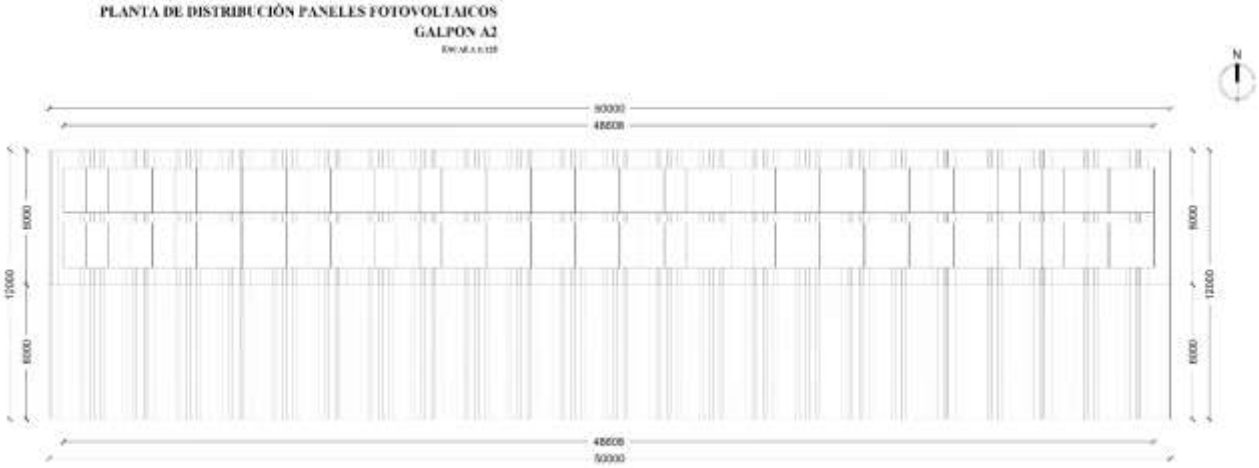
PLANO DE UBICACION
PLANO DE EMPLAZAMIENTO
PLANO DE SUPERFICIES
CUADRO DE SUPERFICIES

17-09-2022

Anexo N°19: Anteproyecto. Plano de ubicación, emplazamiento y superficies.

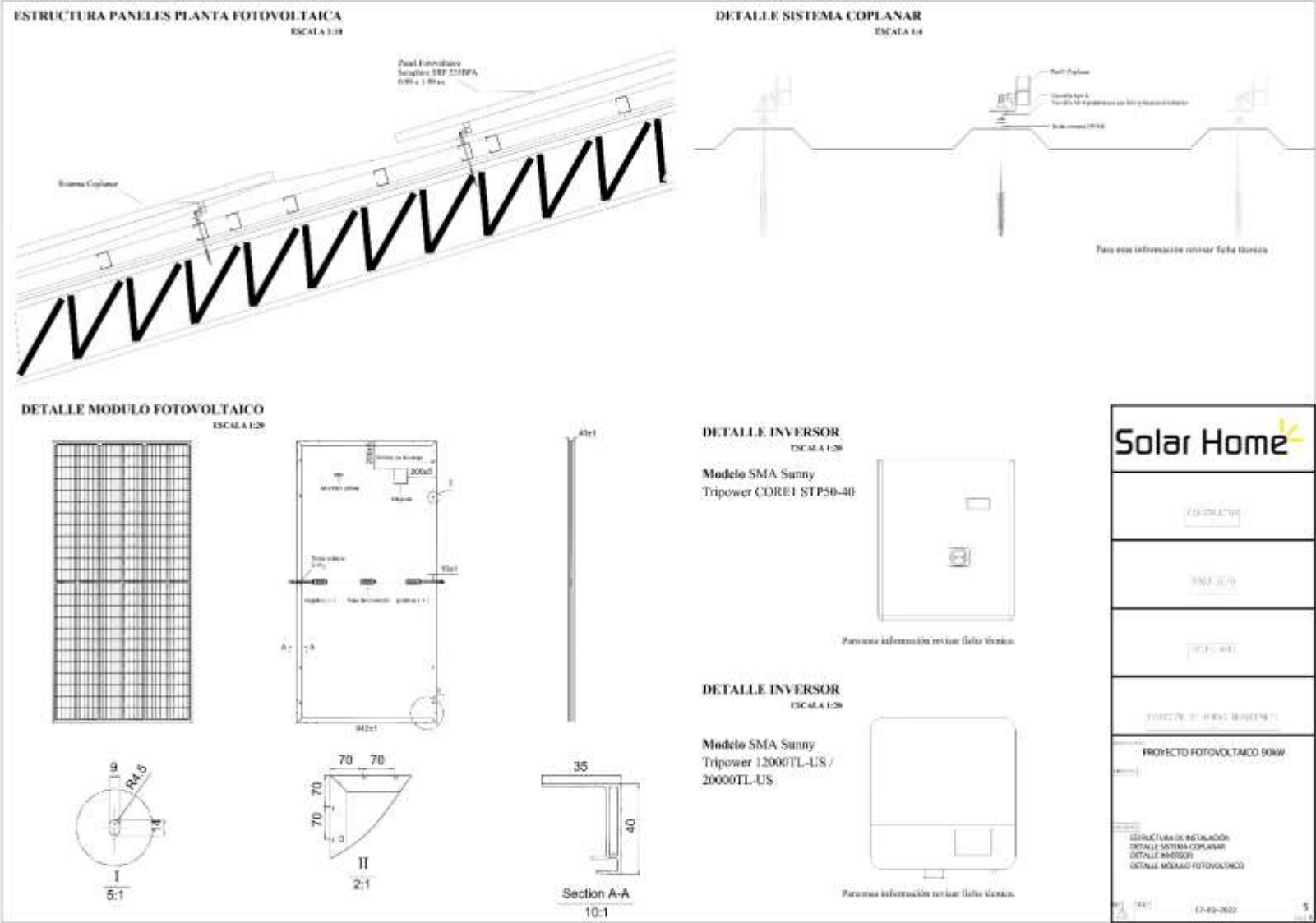


Anexo N°20: Anteproyecto. Plano de ubicación, emplazamiento y superficies.




Solar Home	
CONTRACTOR	[]
DISEÑADOR	[]
PROYECTISTA	[]
REVISOR	[]
PROYECTO FOTOVOLTAICO 90KW	
ACCESO DESDE CALLE SAN RAFAEL, CORRIPIANO SURTA COCHA, LOS ANDES.	
PLANO DE DISTRIBUCION CORTE TRANSVERSAL	
17-03-2022	3

Anexo N°22: Anteproyecto. Plano de ubicación, emplazamiento y superficies.



Anexo N°24. Cotización Instalación de Planta Fotovoltaica 90 [kW]



EFICAZIA - SEGURIDAD - CONFIANZA

76.693.662-8

Nelson Avendaño Canet
Gerente General
Elaboración & Ejecución de proyectos.
Licencia SEC
Cel: 9-81293379
@ :avendaño.canet@acelectric.B

RESUMEN 0078 | Fecha: 18-11-2020

Señores: SOLAR HOME
 Contacto: Martín López Jadue
 Proyecto: Instalación Fotovoltaica 90kW
 Dirección:


ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR UNID	TOTAL	
1	MONTAJE DE ESTRUCTURA COPLANAR	1	3.150.000	\$ 3.150.000	
2	MONTAJE Y CONEXIONADO DE PANELES FV	270	32.500	\$ 8.775.000	
3	MONTAJE, CONEXIONADO Y CONFIGURACIÓN DE INVERSOR	4	637.500	\$ 2.550.000	
4	CANAUIZACIÓN Y CABLEADO CORRIENTE CONTINUA	1	3.525.000	\$ 3.525.000	
5	INSTALACIÓN PUESTA TIERRA DE PROTECCIÓN	1	2.250.000	\$ 2.250.000	
6	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	1	675.000	\$ 675.000	
7	INSCRIPCIÓN TE4 Y REGULARIZACIÓN EN DISTRIBUIDORA	1	1.575.000	\$ 1.575.000	
				Valor Neto	\$ 22.500.000
				IVA	\$ 4.275.000
				TOTAL	\$ 26.775.000

Terminos y Condiciones/

1. El trabajo comprende mano de obra y materiales (herramientas, y accesorios).
2. Tiempo estimado de trabajo 10 semanas.
3. presupuesto con validez de 30 días hábiles.
4. Los trabajos tienen una garantía de 2 años.


Transferencia
3- 50% al día,
3- 30 N contra entrega
de ejecución,
3- 20% contra entrega
de TD4

Cliente



 Firma
 Nelson Avendaño Canet

GRACIAS POR TRABAJAR CON NOSOTROS



Anexo N°26. Análisis Económico Planta Fotovoltaica 90 [kW]

Año		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Período		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Energía Autoconsumida Proyectada	kWh/a	148.071	147.035	146.005	144.983	143.968	142.961	141.960	140.966	139.979	139.000	138.027
Energía Inyectada Proyectada (kWh/a)	kWh/a	52.446	52.079	51.714	51.352	50.993	50.636	50.281	49.929	49.580	49.233	48.888
Ahorro por autoconsumo de energía	\$/a	\$ 12.324.986	\$ 12.605.872	\$ 12.893.160	\$ 13.186.995	\$ 13.487.527	\$ 13.794.908	\$ 14.109.294	\$ 14.430.844	\$ 14.759.723	\$ 15.096.097	\$ 15.440.137
Ahorro por venta de excedentes energía	\$/a	\$ 4.113.287	\$ 4.207.029	\$ 4.302.907	\$ 4.400.971	\$ 4.501.269	\$ 4.603.853	\$ 4.708.774	\$ 4.816.087	\$ 4.925.846	\$ 5.038.106	\$ 5.152.925
Costos Mantención	\$/a	\$ 1.154.250	\$ 1.188.878	\$ 1.224.544	\$ 1.261.280	\$ 1.299.119	\$ 1.338.092	\$ 1.378.235	\$ 1.419.582	\$ 1.462.169	\$ 1.506.034	\$ 1.551.215
Resultado operacional	\$/a	\$ 15.284.023	\$ 15.624.024	\$ 15.971.524	\$ 16.326.686	\$ 16.689.677	\$ 17.060.668	\$ 17.439.833	\$ 17.827.350	\$ 18.223.400	\$ 18.628.169	\$ 19.041.846
Depreciación	-		\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571
Ahorro			\$ 10.307.453	\$ 10.654.953	\$ 11.010.115	\$ 11.373.106	\$ 11.744.097	\$ 12.123.262	\$ 12.510.779	\$ 12.906.829	\$ 13.311.598	\$ 13.725.275
Depreciación	+		\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571	\$ 5.316.571
Inversión	\$/a	\$ 96.948.771										
IVA Débito		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
IVA Crédito		\$ 18.639.574	\$ 225.887	\$ 232.663	\$ 239.643	\$ 246.833	\$ 254.237	\$ 261.865	\$ 269.721	\$ 277.812	\$ 286.147	\$ 294.731
Remanente período anterior			\$ 18.639.574	\$ 18.865.461	\$ 19.098.124	\$ 19.337.767	\$ 19.584.600	\$ 19.838.837	\$ 20.100.702	\$ 20.370.423	\$ 20.648.235	\$ 20.934.381
IVA a pagar			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Remanente período		\$ 18.639.574	\$ 18.865.461	\$ 19.098.124	\$ 19.337.767	\$ 19.584.600	\$ 19.838.837	\$ 20.100.702	\$ 20.370.423	\$ 20.648.235	\$ 20.934.381	\$ 21.229.112
Flujo de caja	\$/a	\$ -96.948.771	\$ 15.624.024	\$ 15.971.524	\$ 16.326.686	\$ 16.689.677	\$ 17.060.668	\$ 17.439.833	\$ 17.827.350	\$ 18.223.400	\$ 18.628.169	\$ 19.041.846
Flujo de caja acumulado		\$ -96.948.771	\$ -81.324.747	\$ -65.353.224	\$ -49.026.538	\$ -32.336.861	\$ -15.276.193	\$ 2.163.640	\$ 19.990.990	\$ 38.214.390	\$ 56.842.559	\$ 75.884.405

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
137.060	136.101	135.148	134.202	133.263	132.330	131.404	130.484	129.570	128.663	127.763	126.868	125.980	125.098
48.546	48.206	47.869	47.534	47.201	46.871	46.542	46.217	45.893	45.572	45.253	44.936	44.622	44.309
\$ 15.792.018	\$ 16.151.918	\$ 16.520.020	\$ 16.896.512	\$ 17.281.583	\$ 17.675.430	\$ 18.078.254	\$ 18.490.257	\$ 18.911.650	\$ 19.342.646	\$ 19.783.465	\$ 20.234.330	\$ 20.695.471	\$ 21.167.121
\$ 5.270.360	\$ 5.390.471	\$ 5.513.320	\$ 5.638.969	\$ 5.767.481	\$ 5.898.922	\$ 6.033.358	\$ 6.170.858	\$ 6.311.492	\$ 6.455.331	\$ 6.602.448	\$ 6.752.918	\$ 6.906.817	\$ 7.064.223
\$ 1.597.752	\$ 1.645.685	\$ 1.695.055	\$ 1.745.907	\$ 1.798.284	\$ 1.852.232	\$ 1.907.799	\$ 1.965.033	\$ 2.023.984	\$ 2.084.704	\$ 2.147.245	\$ 2.211.662	\$ 2.278.012	\$ 2.346.353
\$ 19.464.626	\$ 19.896.705	\$ 20.338.285	\$ 20.789.574	\$ 21.250.780	\$ 21.722.120	\$ 22.203.812	\$ 22.696.082	\$ 23.199.158	\$ 23.713.273	\$ 24.238.668	\$ 24.775.586	\$ 25.324.275	\$ 25.884.991
\$ 19.464.626	\$ 19.896.705	\$ 20.338.285	\$ 20.789.574	\$ 21.250.780	\$ 21.722.120	\$ 22.203.812	\$ 22.696.082	\$ 23.199.158	\$ 23.713.273	\$ 24.238.668	\$ 24.775.586	\$ 25.324.275	\$ 25.884.991
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 303.573	\$ 312.680	\$ 322.060	\$ 331.722	\$ 341.674	\$ 351.924	\$ 362.482	\$ 373.356	\$ 384.557	\$ 396.094	\$ 407.977	\$ 420.216	\$ 432.822	\$ 445.807
\$ 21.229.112	\$ 21.532.685	\$ 21.845.365	\$ 22.167.426	\$ 22.499.148	\$ 22.840.822	\$ 23.192.746	\$ 23.555.228	\$ 23.928.584	\$ 24.313.141	\$ 24.709.235	\$ 25.117.211	\$ 25.537.427	\$ 25.970.250
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 21.532.685	\$ 21.845.365	\$ 22.167.426	\$ 22.499.148	\$ 22.840.822	\$ 23.192.746	\$ 23.555.228	\$ 23.928.584	\$ 24.313.141	\$ 24.709.235	\$ 25.117.211	\$ 25.537.427	\$ 25.970.250	\$ 26.416.057
\$ 19.464.626	\$ 19.896.705	\$ 20.338.285	\$ 20.789.574	\$ 21.250.780	\$ 21.722.120	\$ 22.203.812	\$ 22.696.082	\$ 23.199.158	\$ 23.713.273	\$ 24.238.668	\$ 24.775.586	\$ 25.324.275	\$ 25.884.991
\$ 95.349.031	\$ 115.245.736	\$ 135.584.021	\$ 156.373.595	\$ 177.624.375	\$ 199.346.495	\$ 221.550.307	\$ 244.246.388	\$ 267.445.546	\$ 291.158.819	\$ 315.397.488	\$ 340.173.074	\$ 365.497.349	\$ 391.382.340