

PTT-2014-0159



Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

## PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA LA INNOVACIÓN

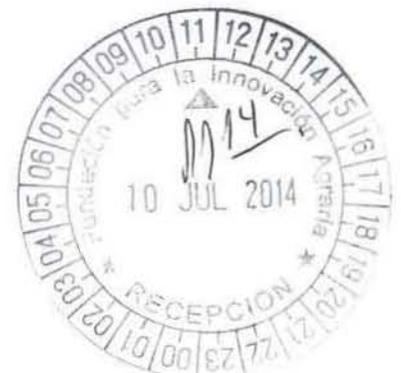
### CONVOCATORIA NACIONAL TEMÁTICA 2014

“PROYECTOS DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES PARA EL SECTOR AGROALIMENTARIO Y FORESTAL”

### BASES DE POSTULACIÓN

Julio 2014

COPIA DE PAGOS 2 FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	10 JUL 2014 14
Horario	
Valor	14598



**FORMULARIO POSTULACIÓN PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA LA INNOVACIÓN ERNC 2014  
PROPUESTA COMPLETA**

**1. RESUMEN DEL PROYECTO**

**1.1. Nombre del proyecto.**

**PLANTA FOTOVOLTAICA PARA EMPRESAS DE ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN AGRICOLA**

**1.2. Características principales del proyecto.**

Energía Primaria (solar, eólica, biomasa, biogás, geotermia, minihidro)	Solar
Tipo de energía generada (eléctrica, térmica)	Eléctrica
Medio de generación	Fotovoltaica
Capacidad a Instalar (Indicar potencia en kW)	142 kWp
Estimación de generación anual de energía (kWh/año)	220.100 kWh/año
Venta de excedentes de energía total generada	(SI/NO) <b>NO</b>

**1.3. Subsector y rubro del proyecto.**

Subsector	Agropecuario - Silvícola
Rubro	Agrícola

**1.4. Identificación del Ejecutor (completar Anexos 1, 3, 5 y 6 del presente formulario de postulación).**

<b>Ejecutor</b>	
Nombre	SOCIEDAD PRESTACIÓN SERVICIOS DE FRIO LIMITADA
Giro	Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas
Rut	
Representante Legal	Raúl Guillermo Narváez González
Firma Representante Legal	

**1.5. Identificación del Proveedor de Tecnología y/o Servicios Energéticos (completar Anexos 2 y 4 del presente formulario de postulación).**

Proveedor de Tecnología y/o Servicios Energéticos	
Nombre	KRAFTWERK SERC LTDA.
Giro	Servicios de Ingeniería y Asesorías / Venta de Maquinaria y Equipos
Rut	
Representante Legal	Karsten Henry Schulte
Firma Representante Legal	

**1.6. Período de ejecución.**

Fecha inicio	1 de Octubre, 2014
Fecha término	31 de Marzo, 2015
Duración (meses)	6 meses

**1.7. Lugar donde se instalará la solución propuesta.**

Región(es)	SEPTIMA REGIÓN DEL MAULE
Provincia(s)	CURICÓ
Comuna(s)	CURICÓ
Proyecto presentado se localiza en zonas de escasez hídrica.	(SI/NO) SI Según el Boletín de Riesgos Agroclimáticos en su resumen ejecutivo nacional de Mayo de 2014 encargado por el Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA) del ministerio de agricultura, la región del Maule presenta un déficit de precipitaciones entre el 64% y 56%.

**1.8. Cofinanciamiento público anterior.**

Indicar si ha recibido otro subsidio de FIA y/o de otro organismo público para este proyecto	(SI/NO) NO
Si ha recibido algún subsidio, indique cual(es) y monto(s)	----

## 2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 2.1. Objetivos del proyecto.

#### 2.1.1. Objetivo general<sup>1</sup>

El objetivo general del proyecto consiste en mitigar el consumo energético de una planta de frío a través del diseño, implementación y puesta en servicio de una planta fotovoltaica en instalaciones para la elaboración y conservación agrícola. Se pretende que mediante la consecución de lo anterior se logre una solución que pueda ser replicable en otras empresas de la región y el país, contribuyendo a la inclusión de energías renovables no convencionales a nuestra matriz eléctrica nacional.

#### 2.1.2. Objetivos específicos<sup>2</sup>

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Caracterización del consumo energético y Descripción de la demanda.
2	Dimensionamiento de la planta fotovoltaica.
3	Diseño, implementación y puesta en servicio de la planta solar fotovoltaica.
4	Realizar seguimiento y medición de la energía producida por la planta.
5	Desarrollo de una metodología de diseño.
6	Mostrar que la energía solar PV de auto consumo es una opción de desarrollo eficiente para la industria local.

**2.2. Resumen ejecutivo del proyecto:** indicar el problema y/u oportunidad, la solución innovadora propuesta, los objetivos y los resultados esperados del proyecto.

<sup>1</sup> El objetivo general debe dar respuesta a lo que se quiere lograr con el proyecto. Se expresa con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

<sup>2</sup> Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general del proyecto. Cada objetivo específico debe conducir a uno o varios resultados. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

La refrigeración industrial es uno de los sistemas más usados en el ámbito de la conservación de alimentos ya que alarga su vida útil. Esto es fundamental para los negocios del sector agroalimentario a la espera de los mercados.

Por otro lado, se enfrentan grandes desafíos para el crecimiento energético sustentable. El alza de precios de la electricidad de los últimos años, el desarrollo estancado de nuevas centrales y el crecimiento de la demanda eléctrica, ponen de manifiesto las dificultades para alcanzar dicho desarrollo.

En este sentido la industria agrícola está en una condición desfavorable sobretodo aquellas que dependen la electricidad, como FRUNAR, en donde esto representa un 65% del costo de operación.

Para minimizar el impacto del costo energético FRUNAR desarrolló un plan estratégico para la incorporación de ERNC. El 2012 encargó a la empresa KRAFTWERK un estudio para determinar el impacto económico de una planta solar PV en el techo de sus instalaciones, los resultados fueron alentadores, pero los compromisos bancarios y de mejoramiento en refrigeración postergaron el proyecto debido a la alta inversión.

Por otro lado, desde el 2006 a la fecha se han observado incrementos en los precios de la electricidad del orden del 70%, lo que ha obligado a FRUNAR a subir el precios de sus servicios reduciendo considerablemente su competitividad. En este sentido una planta solar PV es una gran oportunidad para bajar el consumo energético y evitar el traslado de costos.

Es por esto que la empresa decide participar en la iniciativa de FIA buscando concretar la instalación de una planta solar PV de 142 kWp destinada a un 100% de autoconsumo.

Para lograr esto FRUNAR LTDA. traza los siguientes objetivos específicos:

- Caracterización del consumo energético midiendo la demanda eléctrica de sus procesos a través de perfiles de carga horarios y estacionales.
- Logar un dimensionamiento que sea técnicamente eficiente según la demanda caracterizada en el punto anterior.
- Según estudio técnico-económico ajustar el tamaño de la planta buscando reducir el costo energético en la operación de la empresa, considerando sus costos de inversión, el nivel de adecuaciones en la red propia y cambios en las instalaciones de la red de Distribución.
- Diseño, implementación y puesta en servicio de la planta solar PV. Según los estudios hay 1,5 Ha. de techo adecuados para la instalación de la planta considerando aspectos importantes para minimizar los riesgos tecnológicos y de seguridad que enfrentan estos proyectos antes, durante y después de la puesta en servicio.

Algunos aspectos de la ingeniería de detalle son:

- Cálculos estáticos de la construcción del techo

- Dimensionamiento de cableados en corriente continua como alterna
- Dimensionamiento del generador solar y sus elementos en serie
- Dimensionamiento y elección de inversores
- Cronograma de obra y trabajos subcontratados
- Puesta en servicio, plan de seguridad y buenas prácticas para el operador

Medición de la energía producida con el fin de mantener información pública vía plataforma web permitiendo el benchmarking de las herramientas que caracterizan el recurso natural en la zona, posibilitando corroborar la prospección de las herramientas públicas disponibles tal como el Explorador Eólico-Solar.

Desarrollar una metodología de diseño, que permita replicar la planta solar mostrando con esto que la energía solar PV es una opción de desarrollo eficiente en la industria local.

Se espera que la demanda energética de FRUNAR se reduzca en al menos un 4% anual.

- 2.3. Caracterización de la demanda energética a abastecer.** Describir el proceso productivo en el cual se pretende intervenir con una solución de autoabastecimiento a partir de energías renovables. Presentar curvas de demanda energética total del proceso a abastecer, el tipo de energía utilizada, indicando variabilidad diaria, estacional u otra que sea de relevancia. Indicar el aporte en el suministro energético de parte del proyecto. Explicar los cálculos realizados y entregar fuentes que justifiquen los supuestos utilizados. Se deberá realizar una proyección de la demanda energética en un plazo equivalente al horizonte de evaluación del proyecto.

El proceso productivo de FRUNAR LTDA. depende principalmente del consumo eléctrico destinado al control de temperatura de sus cámaras entre 0º y 5º y cámaras de congelado de -20º destinadas ambas al almacenamiento alimentos del sector agrícola.

La empresa ha desarrollado una campaña de medición de su demanda eléctrica, mediante la instalación de medidores para registrar, con resolución de 15 minutos, su consumo de energía.

La planta registra una demanda anual cercana a los 5.64 GWh, con una potencia máxima registrada de 1.61 MW ocurrida en el mes de marzo de 2014. Con un factor de carga cercano al 38%, el perfil de consumo del proceso productivo tiene una connotada variabilidad estacional. En la Figura 1 se muestra el consumo diario promedio. Este comportamiento se debe principalmente al comienzo y desarrollo de la temporada agrícola de frutas y verduras frescas. Durante los meses de Enero y Febrero la guarda de los productos en ambientes refrigerados es de carácter urgente e imperativo. Posteriormente, los meses siguientes hasta Agosto, el consumo energético disminuye en relación al retiro de productos para procesos de embalajes o venta directa a los distintos mercados nacionales e internacionales.

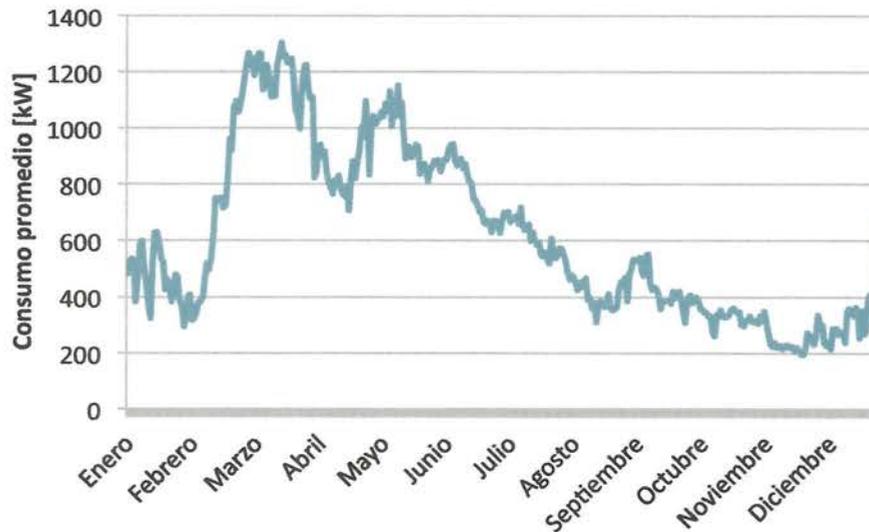


Figura 1: Consumo promedio diario a lo largo del año

Al respecto, es posible caracterizar su consumo en 2 períodos: uno caracterizado por plena operatividad de la planta comprendido desde el mes de marzo hasta el mes de Agosto. Durante dichos meses el tipo de perfil que caracteriza el consumo de la planta se ve mayormente afectado por el inicio del control tarifario de potencia desde el mes de abril hasta el mes de septiembre, lo que se aprecia en la Figura 2 y Figura 3. Durante los meses de Control de Punta, se reduce drásticamente el consumo de la planta para disminuir los cargos por retiro de potencia.

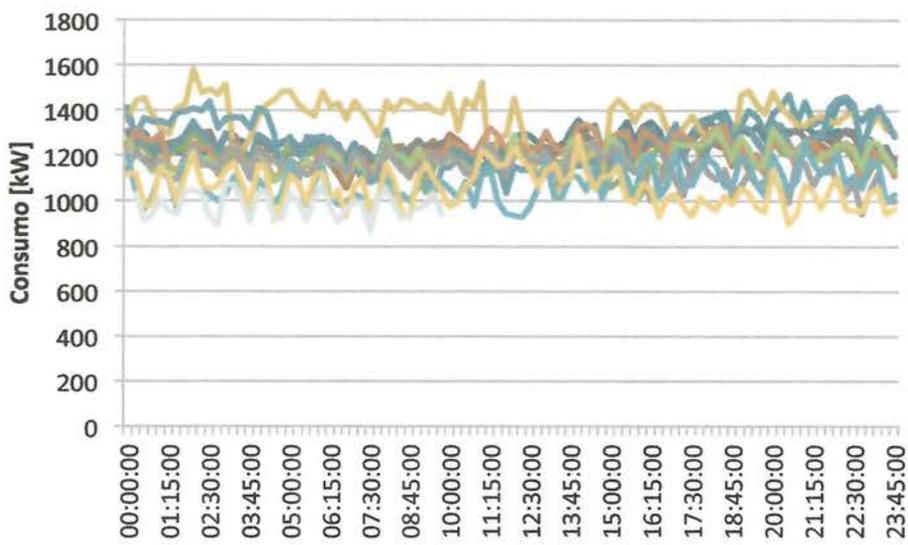


Figura 2: Consumo en meses sin control tarifario de potencia

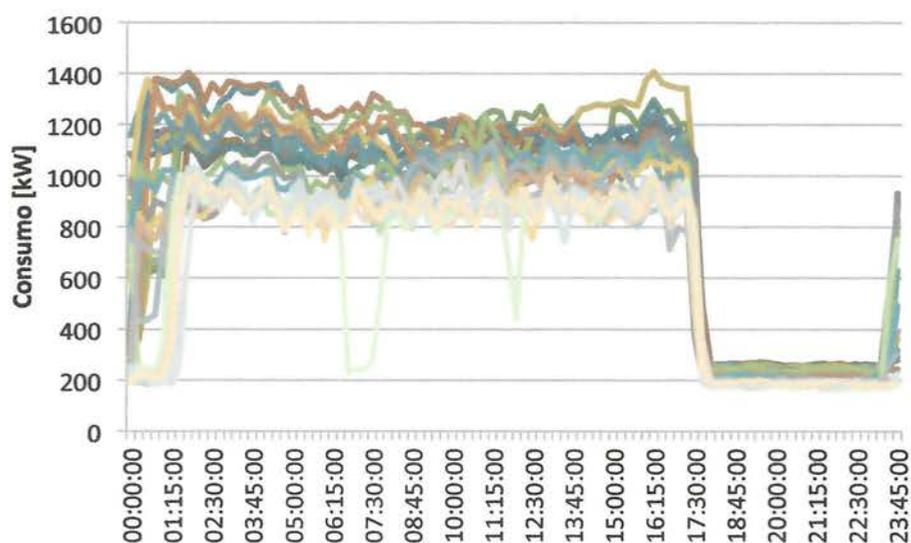


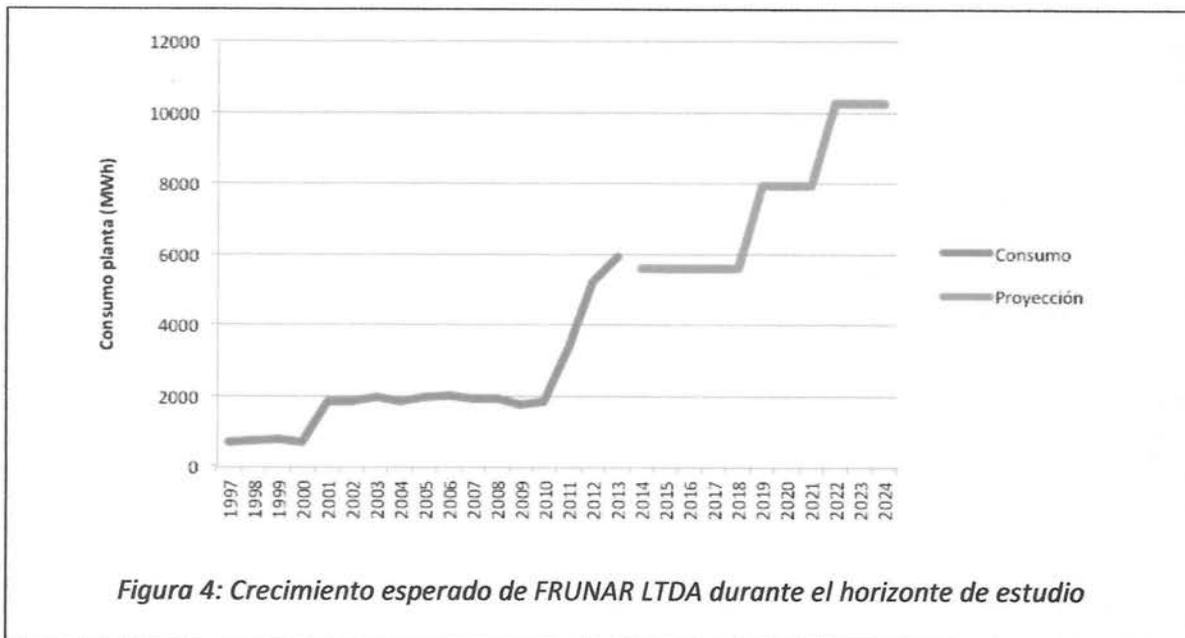
Figura 3: Consumo en meses con control tarifario de potencia

#### Proyección de la demanda energética

Los últimos 10 años la capacidad de transformación instalada en la planta de FRUNAR subió de desde los 300 kW registrado el año 1997 a 2400 kW a la fecha. Ello da cuenta del rápido crecimiento que ha tenido la empresa durante los últimos años, justificados principalmente por la entrada en servicio de nuevas cámaras de frío durante el año 2001 (con la puesta en marcha de 12 cámaras de frío), y la entrada en operación de nuevas durante el año 2009. Adicionalmente, FRUNAR LTDA concretó, durante el año 2012, la instalación de 7 cámaras lo que obligó la instalación de transformadores de 500 kW y 750 kW en dicho año de modo de poder satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica de la empresa.

El consumo actual de FRUNAR LTDA bordea los 5.5 GWh/año, consumo que se estima permanecerá constante hasta el año 2018, donde se espera la entrada en operación de 10 nuevas cámaras destinadas al proceso de productos congelados. A largo plazo, esto es al año 2022 se estima la planta pondrá en servicio 10 nuevas cámaras, ello justificado por el alza en la demanda de este tipo de servicios experimentada durante los últimos años. Llevar a cabo proyecciones de ampliaciones de la planta resultan difíciles de justificar a la fecha, por lo cual no han sido consideradas en el presente análisis.

La Figura 4 ilustra el crecimiento esperado de la planta. Se puede observar que para el año 2022 se estima que la demanda eléctrica se duplique en comparación con los volúmenes de retiro actualmente registrados.



- 2.4. Caracterización del recurso natural.**<sup>3</sup> Indicar el recurso natural a utilizar en la solución y las condiciones de acceso éste. Adicionalmente se deberá caracterizar el recurso de acuerdo a lo siguiente:
- Proyectos de energía solar fotovoltaica y térmica: caracterización de la irradiancia global horizontal o en plano inclinado ( $W/m^2$ ) para la localización del proyecto, indicando claramente las fuentes de la información utilizada.

<sup>3</sup> Para proyectos de energía eólica y solar, los postulantes pueden utilizar la información de recurso entregada por el Explorador Eólico-Solar del Ministerio de Energía.

Mes	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	T Amb °C	Glob Inc kWh/m <sup>2</sup>
Enero	267,2	18,7	266,4
Febrero	211,4	18,6	217,5
Marzo	183,5	17,8	196,7
Abril	122,4	14,4	138,0
Mayo	71,9	11,5	81,4
Junio	52,8	10,9	60,3
Julio	64,2	7,8	73,5
Agosto	86,8	8,4	96,3
Septiembre	126,9	9,9	136,1
Octubre	177,9	12,8	185,1
Noviembre	224,4	15,0	226,3
Diciembre	258,9	15,9	255,6
<b>Total</b>	<b>1.848,3</b>	<b>13,4</b>	<b>1.933,2</b>

Figura 5: Tabla de Irradiación Global Horizontal, Irradiación Global Incidental y Temperaturas (Promedios Mensuales) para la localización. Fuentes: Explorador Solar del departamento de Geofísica de la Universidad de Chile / Ministerio de Energía y Software Fotovoltaico PVsyst (licenciado a KRAFTWERK Renewable Power Solutions GmbH).

Se utilizan los datos del Explorador Solar para alimentar el software PVsyst, el cual simula el rendimiento de la planta PV. La simulación se calcula sobre techo con inclinación de 10° y un azimut de 20° norte. Por la altura de los techos no hay efectos de sombras. Por último, para la simulación se utilizan módulos PV policristalinos.

Basado en proyectos ya realizados en Chile por KRAFTWERK, hay una excelente correlación entre las fuentes usadas y los datos actuales de producción de esos proyectos solares.

Los informes completos del Explorador Solar y PVsyst se encuentran adjuntos a este informe como Apendices A1, A2 y A3.

**2.5. Parámetros tecnológicos de la solución.** Describir la tecnología a utilizar indicando: tipo de energía (eléctrica y/o térmica), capacidad eléctrica y/o térmica a instalar [kW], generación de energía eléctrica y/o térmica en base anual del proyecto [kWh/año], perfiles de producción energética esperados si corresponde (mensuales, diarios, anuales), porcentaje de la demanda energética reemplazada con el proyecto ER, respecto al consumo energético total del proceso productivo descrito en el numeral 2.3, factores de Planta esperados, excedentes energía eléctrica y/o térmica a comercializar [kWh/año], costo total por unidad de energía (CL\$/kWh). Indicar los estudios de ingeniería realizados hasta el momento de la postulación y resumir sus principales resultados.

De las 2 hectáreas adecuadas para una instalación solar 13.700 m<sup>2</sup> muestran una óptima orientación hacia norte. Según el análisis preliminar la estructura del techo como la inclinación del mismo se muestra factible para la implementación de una instalación montada sobre el techo.

La solución seleccionada corresponde a un planta fotovoltaica para la generación eléctrica. Esta planta suministrará energía al proceso de refrigeración en instalaciones de FRUNAR LTDA. La capacidad instalada del proyecto corresponde a 142 kWp nominal.

#### Rendimiento

A través de simulaciones computacionales realizadas mediante la herramienta de propósito específico PVsyst, la cual corresponde a una herramienta totalmente validada en la industria, se ha llegado a la conclusión que la planta generará aproximadamente 220.950 kWh por año. Para llevar a cabo las simulaciones, se ha recurrido a información de carácter público respecto de la disponibilidad del energético primario. En efecto, a través de la utilización del Explorador Solar desarrollado por la Universidad de Chile y el Ministerio de Energía, se ha podido caracterizar la radiación total de la zona y estimar, en consideraciones de cableo típico para este tipo de proyecto, que con las pérdidas estimadas, un m<sup>2</sup> del recurso solar bordeará los 1.556 kWh/kWp por año. Para otras consideraciones se utiliza un rendimiento específico de 1.550 kWh / kWp, lo que significa 220.100 kWh a partir de los primeros 12 meses de operación.. lo que corresponde a un factor de planta de 17,7%.

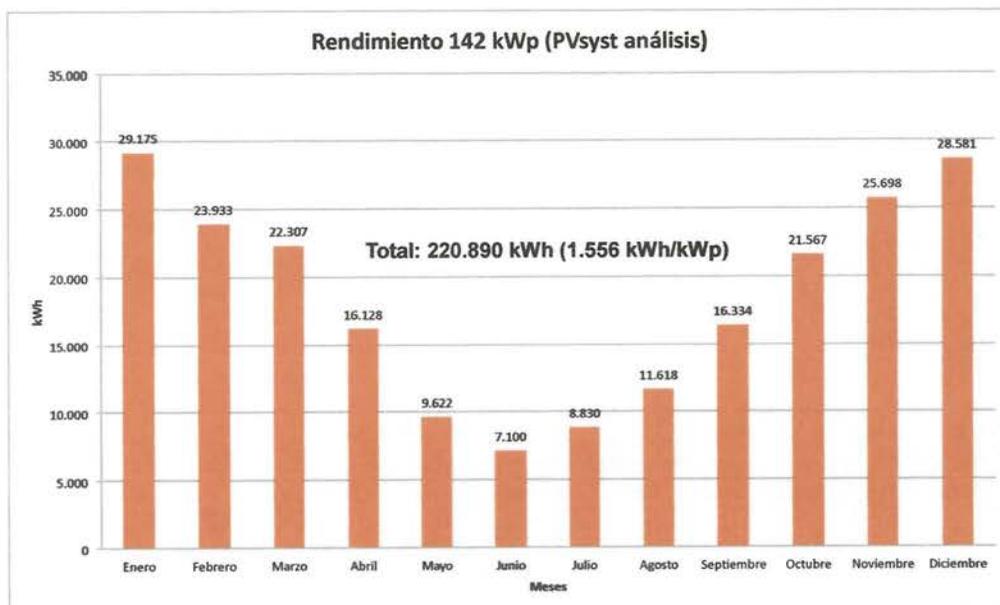


Figura 6: Perfil anual de inyección de energía

La vida útil de la planta fotovoltaica es de aproximadamente 20 años. Debido a los efectos físicos que pueden ocurrir en los módulos solares, existe una pequeña degradación en la eficiencia de producción de la planta fotovoltaica a través de su vida útil. Los proveedores de módulos fotovoltaicos generalmente proveen una garantía de pérdida de eficiencia no superior al 10% durante los primeros 10 años, y del 20% hasta los 25 años. Es importante señalar que dichas consideraciones han sido tomadas en cuenta en los cálculos realizados, tomando como caso base

aquel caso más conservativo desde el punto de vista de la producción energética.

### Autoconsumo

De acuerdo con la demanda base de la planta de refrigeración, la cual muestra una base de potencia/mínima de 200 kW, la planta solar con 142 kW producirá la energía destinada a 100 % para el consumo propio (cubrirá aproximadamente 990 m<sup>2</sup> del techo).

Las próximas dos figuras muestra un ejemplo del perfil semanal de demanda, y la inyección de energía simulada de la planta fotovoltaica. Las simulaciones fueron llevadas a cabo mediante la utilización del software de propósito específico PVsyst, cuyo detalle se encuentra disponible en el Anexo A1. De acuerdo al perfil de demanda obtenido, la demanda mínima ocurre durante los meses de Noviembre, mientras que la máxima demanda durante el mes de Abril.

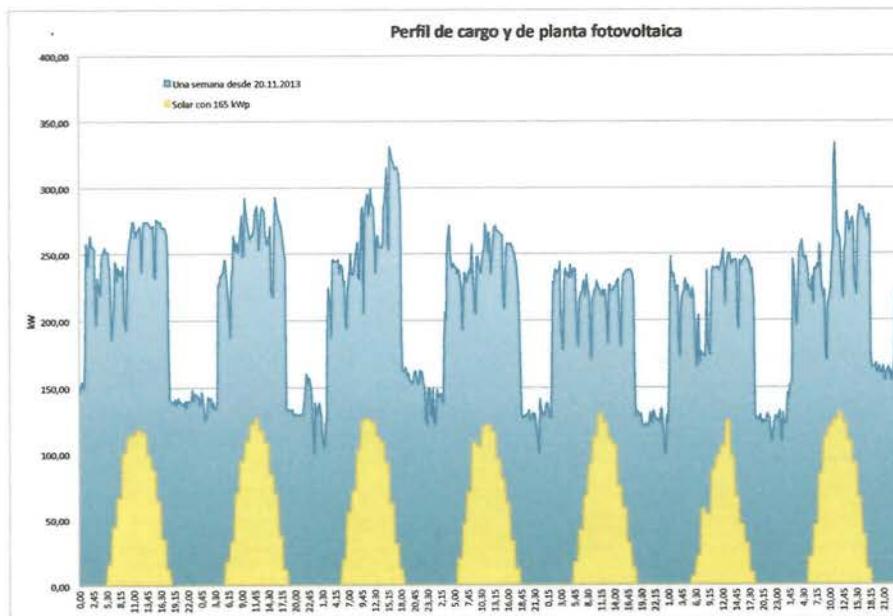


Figura 7: Perfil de demanda y perfil de inyección para una semana de noviembre.

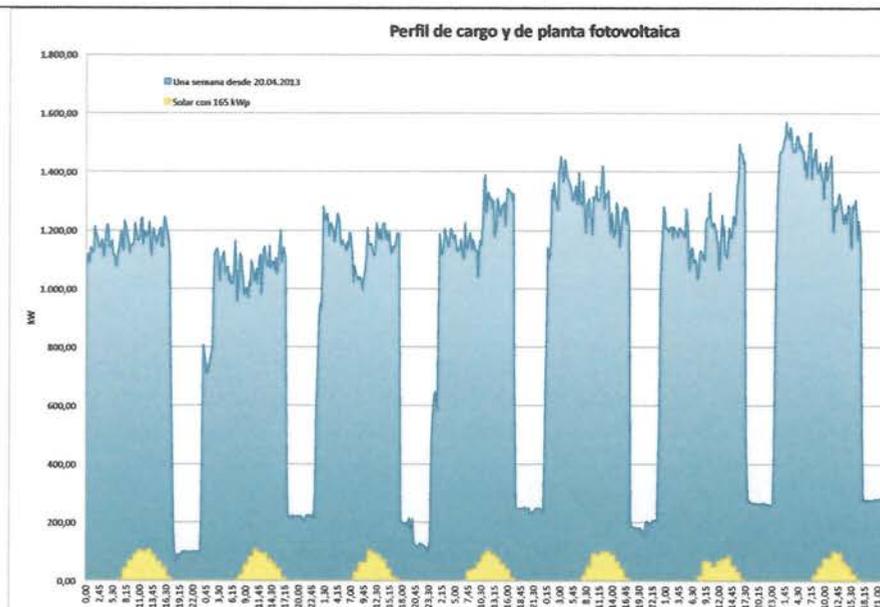


Figura 8: Perfil de demanda y perfil de inyección para una semana de abril.

En continuación se muestra unos gráficos que aclaran el suministro energético de parte del proyecto.

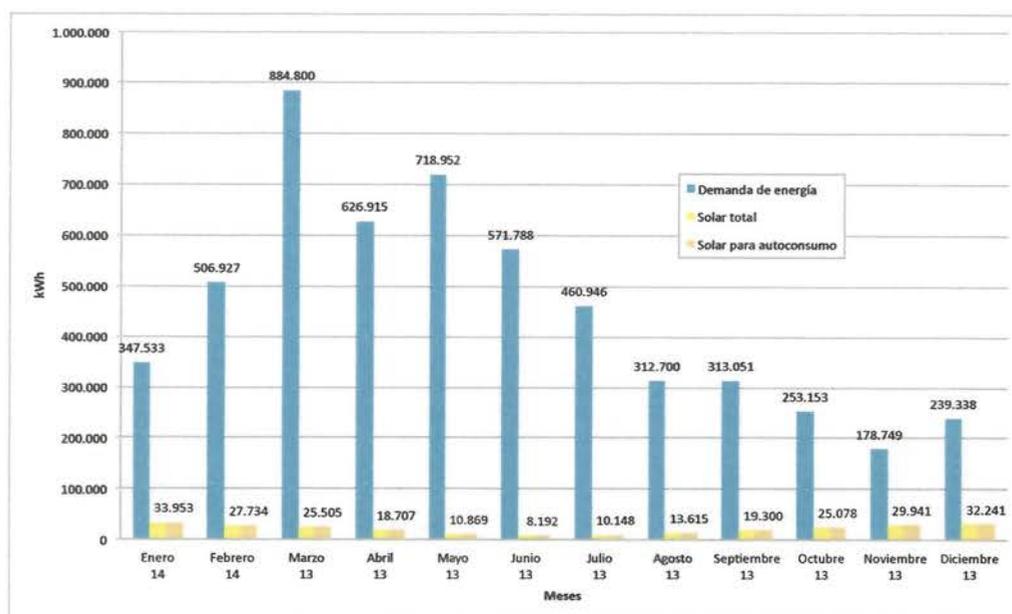


Figura 9: Consumo energético mensual versus producción energética de la planta fotovoltaica

A modo de síntesis, el proyecto destinado a autoconsumo constituye una reducción del 4% del

consumo energético de la planta equivalente a 220.100 kWh.

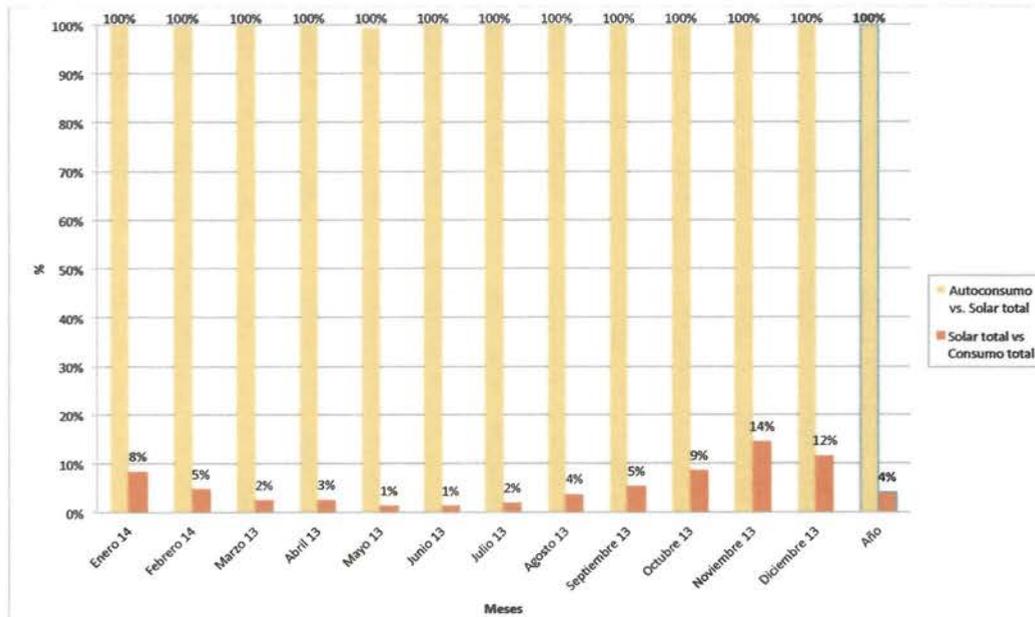


Figura 10: Porcentaje de reducción de energía

Para ver detalles del diseño de la planta, rendimiento e información de autoconsumo por favor referirse al Apéndice A8.

Fichas técnicas ejemplares de los componentes a utilizar se encuentran adjuntas como apéndice A4 y A5.

**2.6.** Estado del arte. Describir el estado de desarrollo e implementación de la(s) tecnología(s) directamente relacionada(s) con la solución propuesta, respaldando estos antecedentes con información cuantitativa y citando las fuentes de información calificadas que los validen.

2.6.1. Estado del arte de la solución tecnológica en Chile.

Las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) se han desarrollado rápidamente a nivel mundial, principalmente por la creación de políticas públicas orientadas a la reducción global de emisiones de gases de efecto invernadero. Chile no ha quedado ajeno a este boom, y en el año 2009 mediante la Ley 20.257 impulsó la incorporación obligatoria de fuentes de ERNC en su matriz energética. Durante el año 2012, el impulso de las ERNC toma mayor énfasis con una nueva meta de 20% al año 2025 (según Ley 20.698). El Gobierno ha vuelto a manifestar sus intenciones de fomentar y levantar barreras a estas tecnologías como una de sus principales metas y objetivos en la nueva agenda energética publicada en Mayo de 2014.

El potencial de ERNC detectado en Chile es enorme: solo en energía fotovoltaica se han identificado más de 1.600.000 MW de energía solar PV y esto no incluye techos industriales y residenciales los cuales a parte de formar una superficie importante para el recurso, forman parte importante de la demanda energética del país la cual se puede satisfacer donde se genera.

Aún así, cabe señalar que hasta ahora en Chile, el desarrollo de soluciones fotovoltaicas es mínimo. A pesar del enorme recurso solar, a Junio de 2014 solo hay 184 MW de solar PV en funcionamiento y estos solo entraron en funcionamiento dentro del último año.

Chile tiene las condiciones perfectas para tener una cartera equilibrada de energías renovables; sol, viento y recursos hídricos que se pueden resguardar cuando estén disponibles los otros recursos. Con el manejo correcto, Chile puede llegar a ser un país que funciona 100% con recursos de ERNC.

**Fuentes:**

- *Energías Renovables en Chile: El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé (2014, GIZ / Ministerio de Energía)*
- *Agenda de Energía: Un desafío país, progreso para todos (2014, Ministerio de Energía)*
- *Informes mensuales del Centro de Energías Renovables (cer.gob.cl)*

**2.6.2. Estado del arte de la solución tecnológica en el sector agroalimentario y forestal nacional.**

Los proyectos solares PV en el sector agroalimentario y forestal recién están comenzando a demostrar su gran potencial en Chile. La energía solar PV tiene excelentes aplicaciones para el sector, siendo los siguientes algunos de los factores principales:

- Las operaciones agrícolas, agroalimentarias y forestales modernas generan grandes demandas energéticas que se pueden satisfacer en parte o en su totalidad con producción energética local.
- Los predios agrícolas presentan excelentes ventajas para los proyectos PV como: buenos accesos, disponibilidad de agua para la limpieza de paneles, redes de distribución o transmisión cercanas, un porcentaje de suelos sin uso o grandes techumbres para aprovechar, infraestructura y mano de obra para las operaciones de una planta.
- La curva de energía solar diaria se puede aprovechar de mejor manera haciendo algunos simples ajustes en las operaciones de riego como se hizo en el caso del proyecto PV hecho por KRAFTWERK para Subsole en la región de Atacama.
- Los meses de mayor demanda energética de las operaciones de refrigeración como en el caso de FRUNAR, coinciden con en gran parte con los meses de mayor producción solar.

Una de las razones por las que se escogió a KRAFTWERK es por su experiencia con instalaciones PV en el sector agrícola tanto en Chile como en Alemania. En Chile KRAFTWERK fue uno de los pioneros de energía fotovoltaica en el sector agrícola con el proyecto de Subsole en el Fundo Hornitos del valle de Copiapó. El éxito de la realización de este proyecto se debe en gran parte al cuidadoso estudio que se hizo previo a la decisión de ejecución de este proyecto. No solo se evaluaron las necesidades energéticas del cliente pero también se tomó la decisión conjunta de

hacer modificaciones en las operaciones de riego para que la demanda energética estuviera en línea con la generación solar.

Son estos tipos de soluciones inteligentes las que se deben buscar para hacer exitosas las implementaciones de proyectos de ERNC en el sector agroalimentario nacional, en especial proyectos solares PV, ya que es una tecnología fácilmente escalable y de fácil operación y mantenimiento si el proyecto es bien ejecutado.

### 2.6.3. Estado del arte de la solución tecnológica a nivel del territorio.

Las energías renovables no convencionales en la Septima Región de Maule han tenido un tímido desarrollo durante los últimos 5 años en especial la energía solar fotovoltaica.

En términos de investigación, académicos de la Universidad de Talca han trabajado en la instalación de equipos especializados en la medición solar con el fin de cuantificar el real potencial energético de la zona. Con esto se pretende decifrar y promover la introducción de las ERNC por medio de plantas solares fotovoltaica. Junto a esto se busca el manejo responsable y eficiente de los recursos en una región fuertemente afectada por la sequía.

Por otro lado, respecto de la concreción de proyectos, cabe mencionar que organismos públicos como INDAP y el Ministerio de Agricultura han buscado promover la instalación de energía renovable a través de paneles fotovoltaicos. La mayor parte de los casos son proyectos destinados principalmente a la generación de energía eléctrica que mueve bombas de agua para el riego de cultivos. Como ejemplo de esto se puede mencionar el caso de un agricultor en la localidad de Rauco que el 2012 instaló una planta solar PV de 20,7kW.

Existen otros pequeños proyectos en la región en donde los paneles fotovoltaicos se han destinado para la generación de energía en alumbrado público, y también en hogares para autoconsumo, pero estos no significan un gran aporte al desarrollo energético.

Si consideramos que el cultivo es solo una parte de la cadena de producción, debemos mencionar que hay otros actores fundamentales para el sector, como son las industrias de proceso y conservación agrícola, las que en sus procesos de producción tienen altos costos energéticos. En este sentido, podemos observar una gran oportunidad para aprovechar el recurso solar por medio de plantas PV y así mitigar el problema económico de la deficiencia energética.

Según estudios de ERNC en Chile realizados por el Ministerio de Energía en conjunto con organismos gubernamentales de Alemania en su libro *"El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé"*, así también los realizados por el *"Explorador Solar-Eólico"*, demuestran que en la zona del Maule indicadores como el factor de potencia en su dimensión geográfica y la Radiación Global Horizontal son suficientes para el éxito de las plantas solares.

## 2.7. Antecedentes económicos y financieros del proyecto.

<b>Modelo de venta de energía</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Indicar cuál será la modalidad de compra y/o venta de la energía, si corresponde.</li></ul>
<b>Indicadores económicos del proyecto (sin subsidio)</b>
<b>Supuestos para cálculos de la rentabilidad</b>
Los parámetros y supuestos tomados en consideración para los cálculos del modelo de negocio respecto del rendimiento de la planta, los costos de operación e inversión, los precios de energía y los cálculos se describen a continuación:
Rendimiento de la planta:
<ul style="list-style-type: none"><li>Vida útil de al menos 20 años + 6 meses (considerando que la planta comienza a operar a mitad de año.</li><li>Rendimiento específico de 1.550 kWh/kWp (durante el primer año de operación)</li><li>Degradación anual del rendimiento de acuerdo con los antecedentes típicos de paneles solares (de acuerdo a las garantías del producto): 0,992</li></ul>
<b>Inversión (CAPEX) y costos de operación (OPEX)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Total neto (sin IVA) de costos de inversión de 142.670.000 de pesos, lo que incluye todos los costos de planificación e ingeniería, además de los permisos de conexión con la empresa distribuidora. Los costos de inversión con IVA ascienden a 167.000.000 de pesos.</li><li>Costos de operación anual equivalentes a 40 dólares por kWp durante el primer año de operación, equivalentes a 22.190 pesos por kWp. Estos costos corresponden a:<ul style="list-style-type: none"><li>Reservas para reparación (7.540 pesos por kWp)</li><li>Operación y mantenimiento (10.130 pesos por kWp), lo cual consiste en un monitoreo remoto de la planta, limpieza y revisión anual de las instalaciones.</li><li>Cargos por medición y cobros (2.010 pesos por kWp).</li><li>Seguros (2.510 pesos por kWp)</li></ul></li><li>Un incremento anual promedio de los costos de operación de 0,25% fue considerados.</li></ul>

Componentes y servicios	Potencia nominal 142,00 kWp		Inversión			
	Investición total sin IVA	Inversión por kWp	Cuota	IVA	Investición total con IVA	Inversión por kWp
Paneles (CIF)	56.703.764	399.322	39,7%	10.773.715	67.477.479	475.194
Inversores y componentes eléctricos para corriente continua (DC)	23.127.500	162.870	16,2%	4.394.225	27.521.725	193.815
Componentes eléctricos para corriente alterna (AC)	13.277.000	93.500	9,3%	2.522.630	15.799.630	111.265
Sistema de montaje y instalación	14.935.392	105.179	10,5%	2.837.724	17.773.116	125.163
Planificación y ingeniería	14.609.000	102.880	10,2%	0	14.609.000	102.880
Construcción	14.795.000	104.190	10,4%	2.811.050	17.606.050	123.986
Operación y viáticos	4.229.412	29.785	3,0%	803.588	5.033.000	35.444
Gastos de administración	991.597	6.983	0,7%	188.403	1.180.000	8.310
<b>Total</b>	<b>142.668.664</b>	<b>1.004.709</b>	<b>100,0%</b>	<b>24.331.336</b>	<b>167.000.000</b>	<b>1.176.056</b>
Subsidio					100.000.000	
Capital propio					67.000.000	

Figura 11: CAPEX total de la planta fotovoltaica de 142 kWp

#### Tarifa eléctrica

- Dado el consumo de FRUNAR LTDA., la selección tarifaria de la empresa corresponde a la tarifa AT4.3 de la Cooperativa Eléctrica Curicó Ltda. En cuanto a la componente de precio que puede reducirse producto de la instalación de la planta para autoconsumo, corresponde a la componente de cargos por energía en kWh. Estos cargos tienen un precio actual al año 2014 de 54,08 pesos/kWh, mientras que el cargo único por uso del sistema troncal corresponde a 0,953 pesos/kWh ambos cargos con IVA incluido. En total la tarifa actual corresponde a 55,033 pesos/kWh (ver Apéndice A7)
- Como medida conservadora se ha considerado un incremento anual de 1.5% de esta tarifa para los cálculos del modelo de negocio.

#### Financiamiento:

- Junto con el subsidio, FRUNAR compartirá y asegurará el financiamiento mediante equity. Los cálculos del modelo de negocio fueron realizados sin considerar algún tipo de financiamiento adicional.
- Para los cálculos del modelo de negocio, la tasa de descuento utilizada corresponde al 10%.
- La depreciación es lineal.
- Impuesto promedio de 25%

#### Resultados de los cálculos

En el apéndice A9 se incluyen los cálculos de la tasa interna de retorno (TIR), las ganancias y pérdidas, el flujo de caja, y el plazo de retorno, en detalle. Para los cálculos del valor presente neto y la dinámica del plazo de retorno, se ha utilizado una tasa de descuento del 10%. A modo de síntesis, se detallan a continuación los indicadores de los cálculos realizados sin considerar el subsidio:

- Tasa Interno de Retorno (TIR): 0,9%
- Valor Actual Neto (VAN): - 81.316.161 CLP
- Plazo de retorno dinámico: > 20 years

Plazo de retorno estático: 19,2 years

#### Indicadores económicos del proyecto (con subsidio)

Al considerar el aporte mediante subsidio de los indicadores en consideración del aporte de FRUNAR mediante equity son los siguientes:

- Tasa Interno de Retorno (TIR): 15,3%
- Valor Actual Neto (VAN): + 18.648.839 CLP
- Plazo de retorno dinámico: 10,5 years
- Plazo de retorno estático: 6,4 years

En caso de requerir financiamiento mediante deuda, los resultados son los que siguen:

- Tasa Interno de Retorno (TIR): 15,3%
- Valor Actual Neto (VAN): + 18.648.839 CLP
- Plazo de retorno dinámico: 10,5 years
- Plazo de retorno estático: 6,4 years

#### Estrategia de financiamiento

La estrategia de financiamiento consiste en asegurar la inversión mediante equity (fondos propios) y la utilización del subsidio. El costo de inversión total es igual a requiriendo de subsidio y de equity (fondos propios)

### 3. IMPACTO DEL PROYECTO

#### 3.1. Identificación y relevancia del problema a resolver:

Describir el impacto económico, social y ambiental del proyecto dentro de la(s) empresa(s) del Postulante Ejecutor y dentro del mercado donde ésta(s) se inserta(n).

El problema en cuestión es un conjunto de factores que no solo afectan a FRUNAR como empresa, pero también afectan la capacidad productiva y competitiva del país en general. Esto se debe en gran parte a la creciente demanda energética, de la cual los procesos productivos agrarios tienen un fuerte impacto. Esta fuerte demanda se traduce casi directamente en un incremento en los precios de los suministros eléctricos, especialmente en años de menor hidrología. Por esta misma razón la energía solar PV como la solar CSP y la eólica son un gran complemento para la hidroeléctrica, ya que ayudan a mitigar el riesgo de abastecimientos eléctricos debido a la escases de recursos hídricos independencia de la importación de carísimos combustibles fósiles y una producción energética mas limpia. También es importante ver este problema energético desde otra perspectiva, y eso es que el encarecimiento de procesos productivos agrarios, en gran parte debido al incremento de los precios de la electricidad, nos hace menos competitivos a nivel de exportadores y encarece nuestra calidad de vida como consumidores internos.

Un proyecto fotovoltaico bien desarrollado, que ocupe materiales y componentes de calidad y que sea bien ejecutado puede tener impactos muy positivos en los ámbitos económicos, sociales y ambientales y puede ayudar a mitigar muchos de los problemas antes mencionados.

Para este proyecto, el impacto económico se puede identificar al estabilizar los costos eléctricos, haciendo así mas competitivo a FRUNAR. También le da una ventaja competitiva ya que se pueden promocionar los servicios de la empresa con un importante factor de producción eléctrica limpia. El impacto ambiental se podrá calcular entre otros en la reducción de CO<sub>2</sub>. El proyecto ayuda a estabilizar las redes de distribución locales durante las horas de producción, especialmente en épocas estivales cuando la demanda es mayor. Todos estos beneficios se puede extrapolar a nivel nacional mientras los parámetros del proyecto tengan sentido.

Socialmente, el impacto que puede tener una planta PV bien implementada es importante ya que demuestra que con tecnología ampliamente disponible, fácilmente escalable y con inversiones razonables se puede tender a la independencia energética desde aplicaciones residenciales hasta aplicaciones a nivel de grandes generadores.

Socialmente, también se pueden incorporar programas de educación de ERNC en liceos técnicos o institutos profesionales como lo ha hecho KRAFTWERK a la fecha con la Fundación Cristo Vive en Santiago. Así se pueden abrir nuevas avenidas de oportunidades para sectores mas vulnerables. Esto es posible debido a la escalabilidad y relativa simplicidad de los proyectos fotovoltaicos, algo que es mucho mas difícil con otras tecnologías de ERNC.

**3.2. Marco regulatorio:** Indicar normas o aspectos regulatorios críticos que debe cumplir el proyecto, si corresponde.

Se consideran normas relacionadas para un proyecto de planta fotovoltaica montada sobre techo industrial con conexión a la red.

A continuación se nombran las normas más importantes:

**Normas relativas a diseño sísmico, estructural y cargas sobre edificios**

NCh2369.Of2003, NCh1537.Of2009, NCh433.Of1996 Modificada en 2009, NCh3171.Of2010, NCh432.Of1971, NCh2745.Of2003

**Normas relativas a tecnologías de micro generación ERNC**

Fuente Energética / Medición: NCh 2.903/1 IEC 60904-1, NCh 2.903/3 IEC 60904-3, NCh 2.903/10 IEC 60904-10; Parametros: NCh 2.898 IEC 61194, NCh 2.976 IEC 61215; Equipamiento: NCh 2.956 IEC 61646; Conversión DC-AC: NCh 2.956 IEC 61646; Conversión DC-AC: NCh 2.927 IEC 61277; Instalaciones para la Interconexión: NCh 2.896 THERMIE B SUP 995-96; Dispositivos de Protecciones: NCh 2.940 IEC 61173

**Normas relativas a tecnologías de conexión**

Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes: NSEG 5 E.n.71; Norma Técnica de Conexión Y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tensión; NTCO - Norma Técnica de Seguridad Y Calidad de Servicio; Electricidad Instalaciones de Consumo en Baja Tensión: Nch Elec 4-2014

### 3.3. Contribución a la solución del problema y competitividad del sistema productivo, (desde el ámbito técnico, de recursos humanos, organizacionales y de mercado).

**Tecnología**

**Aportes a la red de distribución:** La mayoría de las plantas de autoconsumo muestran efectos positivos en la red. El sistema inversor de una planta fotovoltaico puede incluso aportar a la estabilidad de la red de distribución, estabilidad de voltaje mediante la energía reactiva o control de sobre frecuencia, aportan levemente a la potencia corto circuito y son ajustables a los requerimientos técnicos de las normativas. La intención del Postulante es demostrar que la ejecución y puesta en servicio de un proyecto de esta índole permite bajar considerable el consumo de la red sin la necesidad efectuar inyección en la misma. Mediante el proceso de solicitud de conexión y reportes técnicos asociados se aspira a demostrar que la planta en vez de ser una carga para la red, suministrará un aporte de estabilidad y reducción de consumos en la red de distribución y transmisión. Tomando como proyecto de referencia para la aplicación en gran escala, se puede destacar que las cargas picos y bases de potencia activa como reactiva en la red de distribución y transmisión se disminuirían con la suma de la carga base de cada consumidor.

**Recursos humanos**

**Aporte a la comunidad:** Mediante la concreción del proyecto se espera que la planta de FRUNAR LTDA pueda servir de plataforma para la educación de energías renovables en la zona de Curicó y sus alrededores. Se pretende trabajar con colegios en las cercanías de las instalaciones de FRUNAR para que los estudiantes a edad temprana conozcan los beneficios de la tecnología solar fotovoltaica, incentivar la innovación y el emprendimiento.

**Difusión:** Al ejecutarse con éxito el proyecto, se contempla difundir los resultados del mismo a través de una plataforma pública para que los inversionistas de la zona verifiquen a través de la experiencia de FRUNAR los beneficios técnicos y económicos de instalaciones de esta naturaleza.

### **3.4. Realizar un análisis del entorno externo en que desarrollará el proyecto, identificando oportunidades y amenazas.**

#### **3.4.1. Oportunidades**

Se han identificado los siguientes puntos como oportunidades del proyecto y la solución técnica de acuerdo con los criterios de la técnica, recursos humanos, organizativos y de mercado:

##### **Tecnología**

- La tecnología fotovoltaica ya bien probada en el entorno internacional
- La tecnología cumple estándares necesarios para la conexión a la red
- El sistema fotovoltaico se integra fácilmente en el sistema de la red existente
- Sistemas fotovoltaicos tienen una larga vida útil (> 20 años)
- La energía solar muestra una alta correlación con las necesidades energéticas de los almacenes frigoríficos, pues está disponible cuando la demanda de energía es alta. El almacenamiento en frío tiene una mayor demanda durante el día que durante la noche
- La energía generada es completamente auto-consumida, la energía se produce en el lugar de su uso, no se requiere un transporte complejo de la energía

##### **Humano**

- Contribución a la protección del ambiente, la instalación fotovoltaica evita la emisión de gases de efecto invernadero. Con la planta se reducirá, aunque sea de forma ínfima, la dependencia de Chile de combustibles fósiles. Asimismo, contribuirá a reducir la huella de carbono por emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente. Adicionalmente, los productos almacenados en las instalaciones de FRUNAR LTDA tendrán un huella carbono menor.
- Para la planificación y la ingeniería hasta 2 ingenieros trabajan durante unos 3 meses, y una planta de este tamaño asegura al menos un puesto de trabajo de más de 1 año
- Durante la fase de construcción, hasta 5 personas en la construcción se pueden emplearán durante uno o dos meses.

##### **Organización**

- Los sistemas fotovoltaicos son muy fáciles de mantener y operar
- Se implementará un sistema de monitoreo control remoto.

##### **Mercado**

- La energía solar permite el suministro de energía a costos estables, lo que aumenta la independencia del usuario de los aumentos de precios en el mercado eléctrico.
- El suministro de electricidad de la red se reduce en un 4% con la instalación fotovoltaica

- Los costos de generación de electricidad fotovoltaica ya son bajas y seguirán cayendo, en conjunción con el auto consumo, para el consumidor la energía solar continuará siendo cada vez más atractivo con crecientes precios de energía.

### 3.4.2. Amenazas

Como amenazas se pueden mencionar los siguientes puntos:

#### Tecnología

- La hora del día y las condiciones climáticas determinan la energía solar disponible y utilizable.
- El sistema fotovoltaico por tanto, proporciona sólo una contribución al consumo total de energía. El suministro de eléctrico completo sin acumuladores de energía no es posible.

#### Humano

- Rechazo o barreras introducidas por la Empresa Distribuidora por desconocimiento de la tecnología: En vista y consideración que el proyecto podría constituirse en un desarrollo pionero en la zona, es posible encontrar en primera instancia trabas por parte de la Empresa Distribuidora para la conexión del mismo por motivos técnicos. La idea es tratar, a través del Proveedor, desmitificar aspectos técnicos de relevancia y canalizar la información útil desde los expertos a la empresa Distribuidora.
- A medida que se desarrolla el mercado solar en Chile se puede emplear personal para la construcción de forma temporal. Puestos de trabajos fijos en construcción son posibles con un número creciente de proyectos.

#### Organización

- En caso de fallo (por ejemplo, fallo de un inversor), el tiempo de reacción puede ser todavía un poco más largo que en los mercados solares establecidas como Alemania o Italia, por la dificultad de acceso instantánea a repuestos. Con un número creciente de proyectos, esto mejorará rápidamente.

#### Mercado

- Debido a la larga vida útil de los sistemas de energía solar es una muy buena inversión a largo plazo. La vida útil de los paneles fotovoltaicos puede superar los 30 años.
- Las consideraciones de costo-efectividad se basan en supuestos de consumo y tendencias de precios. La operación continua de los almacenes frigoríficos durante la vida útil de la instalación fotovoltaica es un requisito clave.

## 4. EXPERIENCIA DEL PROVEEDOR DE TECNOLOGÍA

- 4.1. Experiencia del proveedor de tecnología y/o servicios energéticos del proyecto. Indicar breve reseña de su trabajo previo, señalando su experiencia en el ámbito de la solución a implementar.

KRAFTWERK SERC Ltda. es una empresa constituida en Chile especializada en el desarrollo, implementación y ejecución de proyectos fotovoltaicos. KRAFTWERK SERC Ltda. se puede respaldar fuertemente en su empresa matriz, la Alemana KRAFTWERK Renewable Power Solutions GmbH, con vasta experiencia práctica en planificación, diseño de ingeniería e instalación de plantas de energía fotovoltaicas sobre techos industriales y sobre suelo.

KRAFTWERK ya ha implementado plantas PV en Alemania tanto como en Chile para el autoconsumo. A continuación se presentarán 4 proyectos ejemplares, de los cuales se describen 4 de ellos a continuación. Más ejemplos de proyectos pueden ser apreciados en el Apéndice A10.

Proyectos Asimilables <sup>4</sup>			
Nombre de proyecto	Planta PV-Diesel Tierra Atacama	Ubicación	<i>San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta, Chile</i>
Energía primaria	Solar Fotovoltaica	Tecnología	PV-Diesel-Hibrida para autoconsumo y ahorro de diésel
Capacidad instalada (kW)	23,04 kWp 48.000 kWh	Fecha de inicio ejecución	Junio 2013
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	Julio 2013
Referencia de contacto	Juan G. Breiding (General Comercial de Tierra Hotels & Ski Portillo Chile)	Teléfono	
Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	KRAFTWERK diseñó y construyó una planta de fotovoltaica (FV) que trabaja con los grupos electrógenos diésel fuera de red de un hotel de lujo en el desierto de Atacama. El sistema se basa en una unidad de control inteligente que permite obtener un suministro estable de FV-diésel sin el uso de baterías. Durante el día la planta FV produce hasta un 50% de la energía del hotel. Ya que la planta solar funciona por su cuenta sin utilizar baterías, fue indispensable determinar el tamaño óptimo de la planta FV en conjunto con los generadores diésel. Para asegurar el éxito del proyecto, el perfil de cargas eléctricas del hotel fue medido exhaustivamente y analizado durante la etapa de planificación.		

Proyectos Asimilables <sup>5</sup>			
Nombre de proyecto	Subsole	Ubicación	<i>Agrícola Don Alfonso, Los Loros, Región de Copiapó, Chile</i>
Energía primaria	Solar Fotovoltaica	Tecnología	Planta fotovoltaica para autoconsumo
Capacidad instalada (kW)	307,2 kWp 600.000 kWh	Fecha de inicio ejecución	Diciembre 2011
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	Enero 2012
Referencia de contacto	Juan Luis Olgún (Programa Energía, Exportadora Subsole S.A.)	Teléfono	

<sup>4</sup> Agregar tantos cuadros como proyectos

<sup>5</sup> Agregar tantos cuadros como proyectos

Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	<p>KRAFTWERK planificó, diseñó y construyó una planta fotovoltaica (FV) para uno de los mayores exportadores de uva de mesa en Chile. Más del 90% de la energía solar es usada directamente para la irrigación.</p> <p>Para lograr un entendimiento completo del uso de energía, se midieron las estaciones de bombeo de manera exhaustiva – cada mes, cada semana y cada día. Esto creó el marco para diseñar el programa de irrigación que “sigue el sol”.</p>
--	--

Proyectos Asimilables <sup>6</sup>			
Nombre de proyecto	Bargfeld	Ubicación	<i>Bargfeld, Alemania</i>
Energía primaria	Solar Fotovoltaica	Tecnología	Planta fotovoltaica para autoconsumo
Capacidad instalada (kW)	117,0 kWp	Fecha de inicio ejecución	Junio 2013
Energía anual generada (kWh/año)	103.000 kWh	Fecha de término ejecución	Junio 2013
Referencia de contacto	Carsten Dralle (Gerente de Bioenergie Bargfeld GmbH)	Teléfono	
Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	KRAFTWERK diseñó y construyó una planta de fotovoltaica para un sitio agrícola. La energía solar es usada por distintos consumidores, tanto como para las bombas de irrigación como para mezcladores de una planta de biogás.		

Proyectos Asimilables <sup>7</sup>			
Nombre de proyecto	EMK	Ubicación	<i>Ober-Mörlen, Alemania</i>
Energía primaria	Solar	Tecnología	Planta fotovoltaica para autoconsumo
Capacidad instalada (kW)	65,0 kWp	Fecha de inicio ejecución	Agosto 2013
Energía anual generada (kWh/año)	61.000 kWh	Fecha de término ejecución	Agosto 2013
Referencia de contacto	Dirk Müller (Owner de EMK Kunststofftechnik GmbH)	Teléfono	
Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	KRAFTWERK analizó el perfil de carga y los costos energéticos de la empresa productora de plásticos. Basándose en el potencial fotovoltaico del tejado, se determinó la cantidad de energía utilizada directamente para el autoconsumo. La empresa opera durante el día, por lo que el 87% de la energía solar generada puede utilizarse en los procesos de producción. La empresa reducirá anualmente la factura eléctrica en más de 50.000 kWh.		

<sup>6</sup> Agregar tantos cuadros como proyectos

<sup>7</sup> Agregar tantos cuadros como proyectos

\* Repetir el cuadro por cada proyecto acreditado como experiencia.

- 4.2. Identificar a los integrantes del equipo técnico de trabajo del proveedor de tecnología y/o servicios energéticos que ejecutará el proyecto, describiendo brevemente sus perfiles profesionales y señalando sus competencias y años de experiencia en el ámbito de la solución a implementar.

Nombre completo	Karsten Henry Schulte		
Rut			
Profesión	Físico		
Cargo en la empresa	Gerente General		
Competencias técnicas relevantes al proyecto			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Obtuvo su Doctorado en Física de la Freie-Universitaet-Berlin haciendo investigación en energía fotovoltaica.</li> <li>▪ Planificación e Ingeniería de más de 30 plantas fotovoltaicas.</li> <li>▪ Planes de negocio y cálculos de negocio para plantas fotovoltaicas y otros proyectos de ENRC.</li> <li>▪ Estudios de Factibilidad para ERNC (por ejemplo para el Banco Interamericano de Desarrollo - BID).</li> <li>▪ Más de cuatro años de experiencia en el mercado eléctrico Chileno.</li> <li>▪ Implementación llave en mano de plantas fotovoltaicas tanto en Alemania como en Chile.</li> <li>▪ Experto en el desarrollo de soluciones inteligentes de ERNC para autoconsumo.</li> </ul>			
Experiencia (detallar los proyectos incluyendo)			
Nombre de proyecto	Todos proyectos en el punto 4.1	Ubicación	<i>(Incluya comuna y región)</i>
Energía primaria		Tecnología	
Capacidad instalada (kW)		Fecha de inicio ejecución	
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	
Referencia de contacto		Teléfono	
Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	Karsten ha participado de casi todos los aspectos del desarrollo de plantas PV, desde la planificación hasta la ejecución de mas de 40 proyectos.		

Nombre completo	Christopher Purcell Godoy		
Rut			
Profesión	Ingeniero Comercial		
Cargo en la empresa	Gerente de Desarrollo y Operaciones para América Latina		
Competencias técnicas relevantes al proyecto			

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planificación, Desarrollo y Manejo de Proyectos Fotovoltaicos</li> <li>▪ Preparación de Casos de Negocios y Planes de Negocios</li> <li>▪ Manejo de personal y logística (en empresas con mas de 80 empleados a cargo)</li> <li>▪ Participación en la implementación llave en mano de 2 plantas PV en Chile</li> <li>▪ Experiencia en el desarrollo de soluciones para autoconsumo en hoteles autosuficientes</li> </ul>			
Experiencia (detallar los proyectos incluyendo)			
Nombre de proyecto	Subsole	Ubicación	<i>Agrícola Don Alfonso, Los Loros, Región de Copiapó, Chile</i>
Energía primaria	Solar	Tecnología	Planta fotovoltaica para autoconsumo
Capacidad instalada (kW)	307,2 kWp 600.000 kWh	Fecha de inicio ejecución	Diciembre 2011 Enero 2012
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	
Referencia de contacto	Juan Luis Olgún (Programa de Energía, Exportadora Subsole S.A.)	Teléfono	
Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	Participó en la última etapa de la primera fase del proyecto que consistió de preparar el entrenamiento y documentación final para la operación de la planta. Actualmente se encuentra desarrollando una segunda fase de este proyecto.		

Nombre completo	Sebastian Groll		
Rut			
Profesión	Ingeniero en Energías Renovables		
Cargo en la empresa	Project Manager		
Competencias técnicas relevantes al proyecto			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planificación e Ingeniería de plantas fotovoltaicas.</li> <li>▪ Estudios de conexión a la red para proyectos solares y eólicos.</li> <li>▪ Más de 2 años de experiencia en el mercado eléctrico chileno.</li> <li>▪ Implementación llave en mano de plantas fotovoltaicas en Alemania y Chile.</li> <li>▪ Experiencia en el desarrollo e implementación de soluciones para el autoconsumo.</li> <li>▪ Habla, lee y escribe español (avanzado)</li> </ul>			
Experiencia (detallar los proyectos incluyendo)			
Nombre de proyecto	Subsole	Ubicación	<i>Agrícola Don Alfonso, Los Loros, Región de Copiapó, Chile</i>
Energía primaria	Solar	Tecnología	Planta fotovoltaica para autoconsumo
Capacidad instalada (kW)	307,2 kWp 600.000 kWh	Fecha de inicio ejecución	Diciembre 2011 Enero 2012
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	
Referencia de contacto	Juan Luis Olgún (Programa de Energía, Exportadora Subsole S.A.)	Teléfono	

Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	Encargado de llevar a cabo la conexión a la red para este proyecto, al igual que la planificación de la transición de la operación de la planta a Subsole, manuales, planos eléctricos y otros.		
Nombre de proyecto	PV-Diesel Tierra Atacama	Ubicación	<i>San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta, Chile</i>
Energía primaria	Solar	Tecnología	PV-Diesel-Hibrido para autoconsumo y ahorro de diésel
Capacidad instalada (kW)	23,04 kWp 48.000 kWh	Fecha de inicio ejecución	Junio 2013
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	Julio 2013
Referencia de contacto	Juan G. Breiding (General Comercial Tierra Hotels & Ski Portillo Chile)	Teléfono	
Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	Hizo los estudios de consumo del hotel, ayudó a diseñar la solución PV-Diesel-Hibrida, estuvo a cargo de la planificación, project management y construcción de la planta así como en un proyecto de mejora de información del consumo del hotel.		

Nombre completo	Andreas Kaiser		
Rut			
Profesión	Ingeniero en Energías Renovables y Eléctrico		
Cargo en la empresa	Project Manager		
Competencias técnicas relevantes al proyecto			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planificación e Ingeniería de plantas fotovoltaicas</li> <li>▪ Conexión técnica a la red</li> <li>▪ Implementación llave en mano de plantas PV en Alemania y África</li> <li>▪ Experiencia en el desarrollo de soluciones fotovoltaicas para el autoconsumo</li> <li>▪ Habla, lee y escribe español (avanzado)</li> </ul>			
Experiencia (detallar los proyectos incluyendo)			
Nombre de proyecto	EMK	Ubicación	<i>Ober-Mörlen, Alemania</i>
Energía primaria	Solar	Tecnología	Planta fotovoltaica para autoconsumo
Capacidad instalada (kW)	65,0 kWp 61.000 kWh	Fecha de inicio ejecución	Agosto 2013
Energía anual generada (kWh/año)		Fecha de término ejecución	Agosto 2013
Referencia de contacto	Dirk Müller (Propietario de EMK Kunststofftechnik GmbH)	Teléfono	
Breve descripción de las funciones que desarrollo en el proyecto	A cargo de la planificación, ejecución y puesta en marcha de la planta como Project Manager.		

\* Repetir el cuadro por cada integrante del equipo.

## 5. ORGANIZACIÓN

### 5.1. Organigrama del proyecto.



## PLANIFICACIÓN

- 5.2. Indicadores de seguimiento: Indique las metas de cada indicador de seguimiento y el medio de verificación. El ejecutor debe generar los resultados de los indicadores una vez realizada la puesta en marcha del proyecto y hasta 3 años posterior a su ejecución.

Indicadores de seguimiento			
Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Meta del indicador	Medio de verificación
Energía generada			Medidor de energía (Solar-log) en planta fotovoltaica
Energía desplazada			Reducción de consumo con base 2013.
Energía comercializada			Medido de energía bidireccional
Emisiones evitadas			Determinación de emisión equivalente del SIC por kWh en base a reportes emitidos por la División de Prospectivas y Política Energética del Ministerio de Energía
Tiempo mantención anual			Medición de horas durante la ejecución de mantenimientos programados y no-programados.
Ventas en miles de pesos (M\$)			Energía comercializada valorizada a la tarifa de compra de energía

<sup>8</sup> El factor de emisión dependerá de la fuente de energía que se está desplazando. En el caso de desplazar electricidad de algún sistema interconectado se tomará el promedio anual de emisión del sistema (SIC, SING) del año correspondiente (tCO<sub>2eq</sub>/MWh)

5.3. Carta Gantt: indicar la secuencia cronológica para el desarrollo de las actividades a realizar de acuerdo a la siguiente tabla (elaborar la carta Gantt para cada año calendario):

N° OE	Actividades	Año 1								
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
1	Ingeniería en detalle, decisión final de componentes y proveedores									
2	Solicitud de conexión a la Red									
3	Suministro de componentes									
4	Montaje de la planta (Parte de corriente continua)									
5	Instalación de componentes de corriente alterna (conexión a la Red)									
6	Puesta en marcha y operación									



Objetivo progresivo



Objetivo conservativo

## 6. PRESUPUESTO

6.1. Resumen del presupuesto.

CUENTAS PRESUPUESTARIAS	SUBSIDIO FIA (M\$)	APORTE PECUNARIO POSTULANTE EJECUTOR (M\$)	TOTAL (M\$)
Recursos Humanos			
Gastos de Operación			
Gastos de Inversión			
Gastos de Administración			
<b>Total</b>			
%			

6.2. Presupuesto con cargo al subsidio FIA. Indicar el presupuesto semestral, con cargo al subsidio, para cada actividad.

PLAN DE TRABAJO				
Etapas	Planificación Presupuestaria Semestral (M\$)			
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	Total (M\$)

Ingeniería en detalle, decisión final de componentes y proveedores				
Solicitud de conexión a la Red				
Suministro de componentes				
Construcción y puesta en marcha				
Operación				
Administración				
<b>Presupuesto Acumulado</b>				

6.3. Presupuesto con cargo al aporte del Postulante Ejecutor. Indicar el presupuesto semestral, con cargo al Postulante Ejecutor, para cada actividad.

PLAN DE TRABAJO				
Etapas	Planificación Presupuestaria Semestral (M\$)			
	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	Total (M\$)
Ingeniería en detalle, decisión final de componentes y proveedores				
Solicitud de conexión a la Red				
Suministro de componentes				
Construcción y puesta en marcha				
Operación				
Administración				
<b>Presupuesto Acumulado</b>				

6.4. Detalle del presupuesto.

RECURSOS HUMANOS					
Nombre y Cargo	Tiempo Dedicado	Costo Unitario	Subsidio (M\$)	Aporte Beneficiaria	Total (M\$)

	(HH)	(\$/HH)		(M\$)	
Karsten Henry Schulte					
Christopher Purcell Godoy					
Sebastian Groll (Planificación)					
Sebastian Groll (Construcción)					
Andreas Kaiser (Planificación)					
Andreas Kaiser (Construcción)					
5 Instaladores					
<b>Total \$</b>					

Se deberá presupuestar en la cuenta de Recursos Humanos, sólo aquellos profesionales adicionales a los ya existentes en la empresa, y que sean contratados con motivo del desarrollo del proyecto.

<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>						
Ítem	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$/unid.)	Subsidio(M\$)	Aporte beneficiaria (M\$)	Total (M\$)
Alojamiento						
Camioneta						
Montacargas						
<b>Total \$</b>						

<b>GASTOS DE INVERSIÓN</b>				
Especificación del bien de capital	Valor de adquisición (M\$)	Subsidio (M\$)	Aporte beneficiaria (M\$)	Total (M\$)
Paneles (CIF)				
Inversores y componentes electricos para corriente continua (DC)				
Componentes electricos para corriente alterna (AC)				
Sistema de montaje y instalación				
<b>Total \$</b>				

<b>GASTOS DE ADMINISTRACIÓN</b>						
Ítem	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$/unid.)	Subsidio (M\$)	Aporte beneficiaria (M\$)	Total (M\$)

Honorarios legales, notarios, etc.						
Gastos de oficina, impresión de planos, etiquetas, etc.						
<b>Total \$</b>						

## 7. GARANTIAS

De acuerdo a las bases de postulación, si el proyecto es aprobado, es necesario que se garantice la correcta utilización de los recursos que FIA transferirá. Para esto, el Ejecutor deberá entregar a FIA alguno(s) de los siguientes documentos para garantizar los distintos aportes de dinero que se realicen durante la ejecución del proyecto:

- Boleta de garantía bancaria
- Póliza de seguros de ejecución inmediata
- Certificado de fianza

8.1. Considerando lo anterior, indicar preliminarmente en el siguiente cuadro, el tipo de documento(s) de garantía que se utilizaría(n) y quién(es) de los integrantes del proyecto la otorgarían en caso de ser aprobado el mismo.

Selección de documento de garantía <sup>9</sup>	Tipos de documento de garantía
	Boleta de garantía bancaria <sup>10</sup>
	Póliza de seguro de ejecución inmediata <sup>11</sup>
	Certificado de fianza <sup>12</sup>

<sup>9</sup> Marque con una X, el o los documentos de garantía que se utilizarán.

<sup>10</sup> Garantía que otorga un banco, a petición de su cliente, llamado "tomador" a favor de otra persona llamada "ejecutor" que tiene por objeto garantizar el fiel cumplimiento de una obligación contraída por el tomador o un tercero a favor del ejecutor. Se obtiene mediante un depósito de dinero en el banco o con cargo a un crédito otorgado por el banco al tomador.

<sup>11</sup> Instrumento de garantía que emite una compañía de seguros a solicitud de un "tomador" y a favor de un "asegurado". En caso de incumplimiento de las obligaciones legales o contractuales del tomador, la compañía de seguros se obliga a indemnizar al asegurado por los daños sufridos, dentro de los límites establecidos en la ley o en el contrato.

<sup>12</sup> Documento emitido por una institución de garantía recíproca, la cual se constituye en fiadora (aval) de las obligaciones de un tomador para con un ejecutor. Para esto el tomador debe entregar una garantía a la institución de garantía recíproca.

8.

**ANEXO 1. FICHA IDENTIFICACIÓN DEL EJECUTOR.**

Nombre	SOCIEDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE FRIO LTDA.	
Giro / Actividad	Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, año 2012 (UF)		
Número total de trabajadores		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web	<a href="http://www.frunar.cl">www.frunar.cl</a>	
Nombre completo del representante legal	Raúl Guillermo Narváez Gómez	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente General	
Firma del representante legal		

**ANEXO 2. FICHA IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR DE TECNOLOGÍA Y/O SERVICIOS ENERGÉTICOS.**

Nombre	KRAFTWERK SERC LTDA.	
Giro / Actividad	Servicios de Ingeniería y Asesorías /Venta de Maquinaria y Equipos	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web	www.kraftwerk-rps.com	
Nombre completo del representante legal	Karsten Henry Schulte	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente General	
Firma del representante legal		

**ANEXO 3. CARTA COMPROMISO APORTE PECUNARIO EJECUTOR.**

Curicó,  
7 de Julio de 2014

Yo, RAÚL GUILLERMO NARVAEZ GÓMEZ en representación de SOCIEDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE FRIO LIMITADA, vengo a manifestar *el compromiso de la entidad* SOCIEDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE FRIO LIMITADA *a la cual represento*, para realizar un aporte total de al proyecto denominado **“PLANTA FOTOVOLTAICA PARA EMPRESAS DE ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN AGRICOLA”**, presentado al concurso **“Proyectos de Energías Renovables No Convencionales para el Sector Agroalimentario y Forestal”** de FIA.

**ANEXO 4. CARTA COMPROMISO DE CADA INTEGRANTE DEL EQUIPO DE TRABAJO DEL PROVEEDOR DE TECNOLOGÍA Y/O SERVICIOS ENERGÉTICOS.**

Presentar una carta de compromiso de cada uno de los integrantes identificados en el equipo técnico (punto 4.2), según el siguiente modelo:

Santiago,  
09-07-2014

Yo **Karsten Henry Schulte**, vengo a manifestar mi compromiso de participar activamente en el proyecto denominado **“PLANTA FOTOVOLTAICA PARA EMPRESAS DE ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN AGRICOLA”**, presentado al concurso **“Proyectos de Energías Renovables No Convencionales para el Sector Agroalimentario y Forestal”**. Para el cumplimiento de mis funciones me comprometo a participar trabajando **15 horas** por mes durante un total de **6 meses**.

Karsten Henry Schulte  
Managing Director

**ANEXO 4. CARTA COMPROMISO DE CADA INTEGRANTE DEL EQUIPO DE TRABAJO DEL PROVEEDOR DE TECNOLOGÍA Y/O SERVICIOS ENERGÉTICOS.**

Presentar una carta de compromiso de cada uno de los integrantes identificados en el equipo técnico (punto 4.2), según el siguiente modelo:

Santiago,  
09-07-2014

Yo **Christopher Purcell Godoy**, vengo a manifestar mi compromiso de participar activamente en el proyecto denominado **"PLANTA FOTOVOLTAICA PARA EMPRESAS DE ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN AGRICOLA"**, presentado al concurso **"Proyectos de Energías Renovables No Convencionales para el Sector Agroalimentario y Forestal"**. Para el cumplimiento de mis funciones me comprometo a participar trabajando **24 horas** por mes durante un total de **6 meses**.

Christopher Purcell Godoy  
Gerente Business Development & Operations Latin America

**ANEXO 4. CARTA COMPROMISO DE CADA INTEGRANTE DEL EQUIPO DE TRABAJO DEL PROVEEDOR DE TECNOLOGÍA Y/O SERVICIOS ENERGÉTICOS.**

Presentar una carta de compromiso de cada uno de los integrantes identificados en el equipo técnico (punto 4.2), según el siguiente modelo:

Frankfurt,  
09-07-2014

Yo **Andreas Kaiser**, vengo a manifestar mi compromiso de participar activamente en el proyecto denominado **"PLANTA FOTOVOLTAICA PARA EMPRESAS DE ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN AGRICOLA"**, presentado al concurso **"Proyectos de Energías Renovables No Convencionales para el Sector Agroalimentario y Forestal"**. Para el cumplimiento de mis funciones me comprometo a participar trabajando **72 horas** por mes durante un total de **4 meses**.

Andreas Kaiser  
Project Manager

#### Integrante 4

Frankfurt,  
09-07-2014

Yo **Sebastian Groll**, vengo a manifestar mi compromiso de participar activamente en el proyecto denominado **"PLANTA FOTOVOLTAICA PARA EMPRESAS DE ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN AGRICOLA"**, presentado al concurso **"Proyectos de Energías Renovables No Convencionales para el Sector Agroalimentario y Forestal"**. Para el cumplimiento de mis funciones me comprometo a participar trabajando **50 horas** por mes durante un total de **6 meses**.

Sebastian Groll  
Project Manager

## ANEXO 5. FICHA DE ANTECEDENTES LEGALES DEL EJECUTOR.

### 1. Identificación.

Nombre o razón social	SOCIEDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE FRIO LTDA.
Nombre fantasía	FRUNAR LTDA.
RUT	
Domicilio social	
Duración	
Capital (\$)	

### 2. Administración (composición de directorios, consejos, juntas de administración, socios, etc.).

Nombre	Cargo	RUT
Raúl Narvaez Gómez	Gerente General	
Alexy Narváez González	Gerente de Operaciones	

### 3. Apoderados o representantes con facultades de administración (incluye suscripción de contratos y suscripción de pagarés).

Nombre	RUT
Raúl Narvaez Gómez	

### 4. Socios o accionistas (Sociedades de Responsabilidad Limitada, Sociedades Anónimas, SPA, etc.).

Nombre	Porcentaje de participación
Raúl Narvaez Gómez	
Alexy Narváez González	
Paula Narváez González	
Raúl Narváez González	

### 5. Personería del (los) representante(s) legal(es) constan en:

Indicar escritura de constitución entidad, modificación social, acta de directorio, acta de elección, etc.	Curicó
Fecha	13 de diciembre de 2007
Notaría	Rodrigo Dominguez Jara

6. Antecedentes de constitución legal.

a) Estatutos constan en:

Fecha escritura pública	13 de Diciembre de 2007
Notaría	Rodrigo Dominguez Jara
Fecha publicación extracto en el Diario Oficial	21 de Noviembre
Inscripción Registro de Comercio	584
Fojas	574
Nº	617
Año	2007
Conservador de Comercio de la ciudad de	Curicó

b) Modificaciones estatutos constan en (si las hubiere).

Fecha escritura pública	-
Notaría	-
Fecha publicación extracto en el Diario Oficial	-
Inscripción Registro de Comercio	-
Fojas	-
Nº	-
Año	-
Conservador de Comercio de la ciudad de	-

c) Decreto que otorga personería jurídica.

Nº	-
Fecha	-
Publicado en el Diario Oficial de fecha	-
Decretos modificatorios	-
Nº	-
Fecha	-
Publicación en el Diario Oficial	-

d) Otros (caso de asociaciones gremiales, cooperativas, organizaciones comunitarias, etc.).

Inscripción Nº	-
Registro de	-
Año	-

- e) Esta declaración debe suscribirse por el representante legal de la entidad correspondiente (postulante ejecutor o proveedor), quien certifica que son fidedignos.

Nombre	Raúl Guillermo Narvaez
RUT	
Firma	

**ANEXO 6. ANTECEDENTES COMERCIALES DEL EJECUTOR.**

Ver documento adjunto.

**ANEXO N° 11**

**REGLAMENTO DE CONDICIONES GENERALES DE LOS CONTRATOS DE APORTE**

Apéndice  
A2



Ministerio de  
Energía

Gobierno de Chile

# Evaluación del Recurso Solar

7 de marzo de 2013

*Informe creado por:*



**fcfm**

**Geofísica**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



## 1. Introducción

En el presente informe se detalla información sobre el recurso solar basado en la modelación numérica de la transferencia de radiación solar en la atmósfera y en datos satelitales de alta resolución. El efecto de la nubosidad en la radiación es modelado de forma empírica relacionando las características de la nubosidad identificadas a partir de imágenes satelitales con datos observados de radiación global horizontal. El producto obtenido ha sido validado con observaciones, sin embargo, no debe ser considerado como definitivo antes de ser corroborado con mediciones in situ.

El modelo utilizado para la transferencia radiativa es el el modelo CLIRAD-SW. Este código de transferencia radiativa se caracteriza por su eficiencia computacional y fue diseñado originalmente para modelos de circulación general de la atmósfera, que requieren realizar muchos cálculos radiativos a bajo costo computacional. El modelo separa la radiación del sol en 11 bandas espectrales y considera las interacciones de cada banda de manera independiente.

La información satelital es la proveniente del satélite GOES EAST para los años 2003 a 2011. Esta base de datos fue utilizada para identificar la nubosidad y sus características radiativas, que permiten modificar el resultado del modelo radiativo obtenido para una atmósfera con cielo despejado y adaptarlo a una condición de cielo nublado.

En este informe encontrará valores estimados por mes, año y hora del día de la irradiancia global horizontal (por conveniencia nos referiremos a esta cantidad simplemente como radiación). También, en base a los productos intermedios requeridos para elaborar el mapa de radiación, mostraremos resultados para la frecuencia de la nubosidad.

Para conocer información detallada acerca del modelo utilizado en la construcción de esta base de datos, puede descargar la documentación completa del Explorador Solar en la sección de información del sitio web.



## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Sitio</b>	<b>3</b>
2.1. Mapa del Terreno . . . . .	3
<b>3. Radiación Global Horizontal</b>	<b>5</b>
3.1. Radiación Global Horizontal Mensual . . . . .	6
3.2. Graficos de GHI . . . . .	7
<b>4. Nubosidad</b>	<b>9</b>



## 2. Sitio

La información detallada referente a las características del sitio solicitado son presentadas a continuación.

---

Latitud 35.02 °S

Longitud 71.22 °O

---

Elevación 226 metros

---

Cuadro 1: Características principales del sitio seleccionado

### 2.1. Mapa del Terreno

Se incluye un mapa donde se identifica la ubicación del sitio de interés. La figura es sólo una referencia para indicar su ubicación. La posición del sitio en la latitud y longitud correspondientes, se indica por medio de un triángulo de color rojo. La imagen sombreada del terreno se basa en el modelo de terreno digital SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de 90 metros de resolución.





Ministerio de  
Energía

Gobierno de Chile

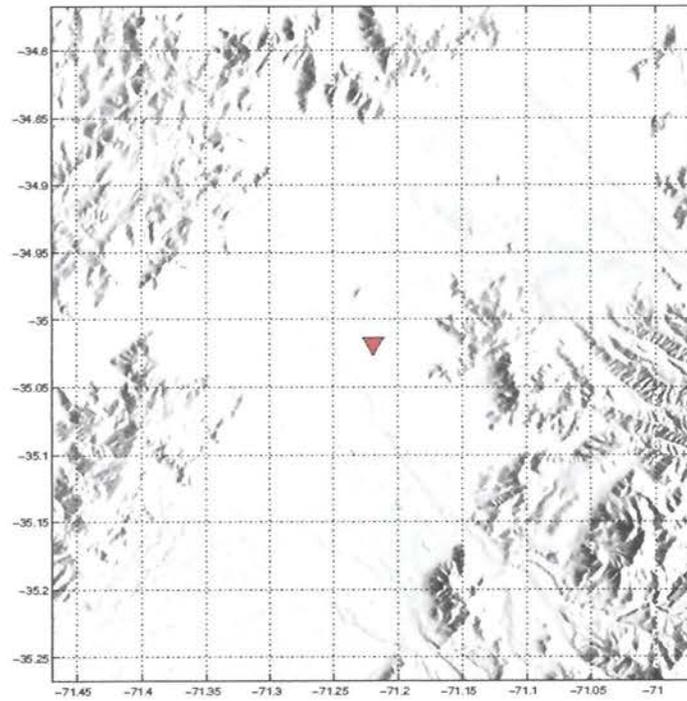


Figura 1: Ubicación del sitio seleccionado



### 3. Radiación Global Horizontal

La cantidad de radiación que se recibe en un punto depende del ángulo de incidencia de los rayos con respecto a la superficie receptora. La irradiancia global horizontal (GHI) es la radiación que se recibe en una superficie perpendicular al campo de gravedad de la Tierra y por lo tanto va recibiendo con distinto ángulo la radiación directa del sol a través del día. La GHI es la suma de las componentes directa y difusa de la radiación.

Año	$MJ/m^2$	$KWh/m^2$ día
2003	18.71	5.20
2004	17.79	4.94
2005	17.89	4.97
2006	18.00	5.00
2007	18.37	5.10
2008	18.80	5.22
2009	18.19	5.05
2010	18.23	5.06
2011	18.46	5.13
Promedio	18.27	5.08

Cuadro 2: Energía solar diaria sobre sitio seleccionado

El valor de radiación presentado en la tabla es el valor promediado durante un año de la energía sumada sobre todas las horas del día. Este valor puede ser una sobreestimación en lugares de topografía abrupta que se encuentren encajonados y donde la duración del día sea menor a la duración del día en un sitio llano, a la latitud, longitud y elevación correspondientes.



### 3.1. Radiación Global Horizontal Mensual

Mes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio
Enero	8.88	8.49	8.71	8.47	8.36	8.63	8.86	8.63	8.49	8.62
Febrero	7.93	7.85	7.31	7.14	7.22	7.60	7.93	7.60	7.32	7.55
Marzo	6.33	5.52	5.50	6.27	5.45	6.14	6.27	5.90	5.89	5.92
Abril	3.97	3.74	4.52	4.21	3.70	4.19	4.30	4.01	4.07	4.08
Mayo	2.42	2.53	2.29	2.14	2.19	2.38	2.38	2.19	2.38	2.32
Junio	1.62	1.78	1.65	1.66	1.85	1.80	1.85	1.68	1.92	1.76
Julio	2.26	2.01	1.86	2.10	1.98	2.01	2.15	2.10	2.20	2.07
Agosto	3.09	3.08	2.34	2.70	3.15	2.84	2.45	2.91	2.64	2.80
Septiembre	4.05	4.23	4.28	4.06	4.41	4.41	3.98	4.38	4.25	4.23
Octubre	5.97	5.18	5.68	5.54	6.25	6.23	5.34	5.45	5.98	5.74
Noviembre	7.38	6.65	7.62	7.52	8.10	8.06	6.66	7.77	7.60	7.48
Diciembre	8.46	8.22	7.87	8.20	8.56	8.37	8.48	8.14	8.79	8.35

Cuadro 3: El valor de radiación presentado en la tabla es el valor del promedio mensual de la energía sumada sobre todas las horas del día.

### 3.2. Graficos de GHI

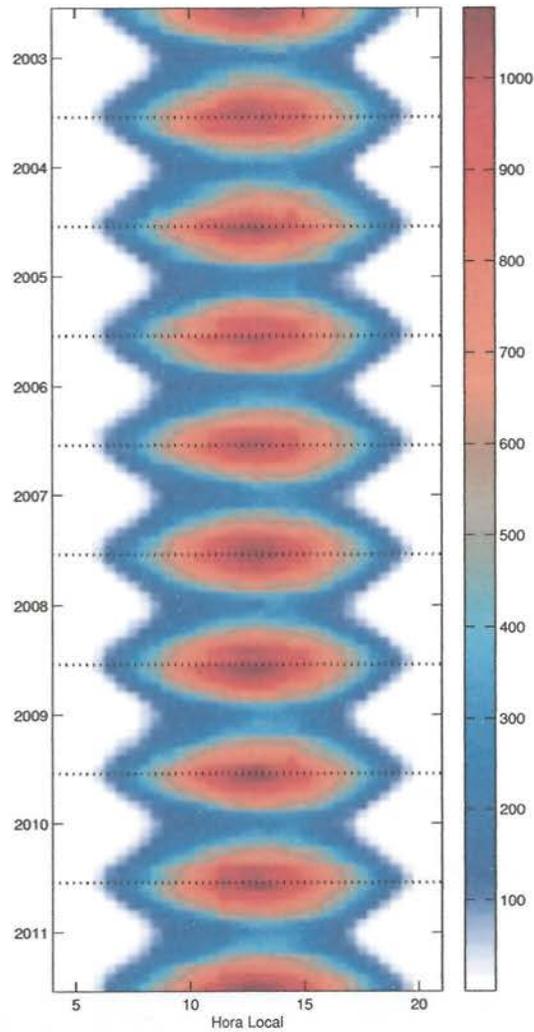


Figura 2: Ciclo diario y estacional de la radiación diaria promedio en  $W/m^2$ . En cada casillero se muestra el valor promedio de la radiación para una cierta hora del día y un cierto mes.



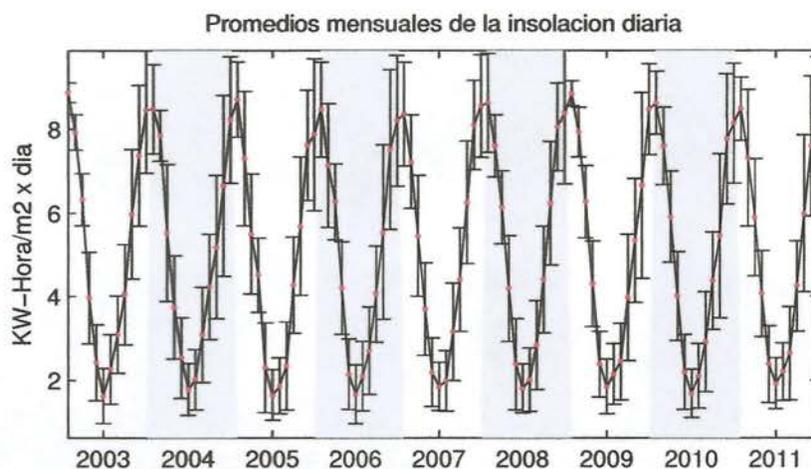


Figura 3: La figura muestra el promedio mensual de la insolación diaria (radiación integrada durante todo el día). Las líneas verticales representan la desviación estandar de estos valores

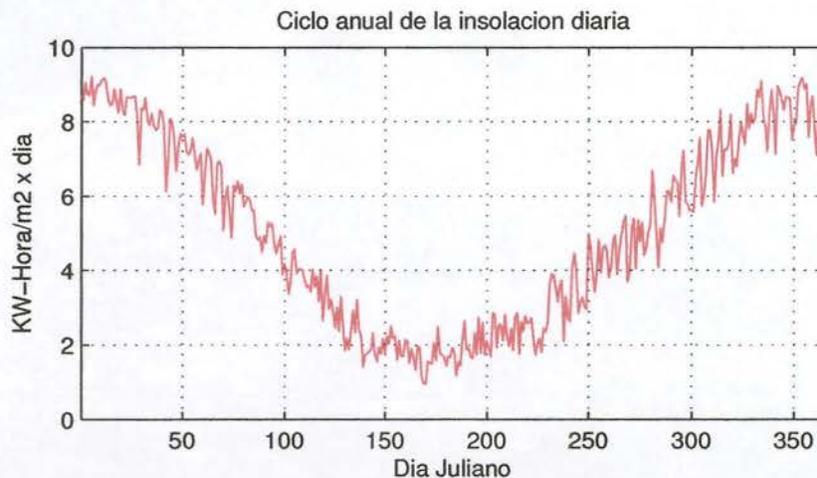


Figura 4: La figura muestra el promedio entre los años 2003 y 2011 de la insolación diaria.





## 4. Nubosidad

En los siguientes gráficos se presenta la frecuencia de la nubosidad estimada a partir de los datos satelitales. La frecuencia de nubosidad es un número entre 0 y 1, que indica la fracción de tiempo en que el sitio estuvo cubierto por nubes, a una determinada hora y/o mes.

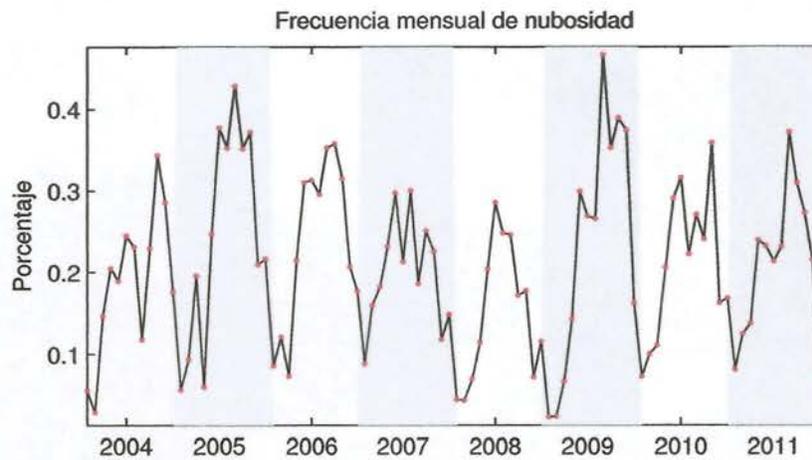


Figura 5: La figura muestra la frecuencia de nubosidad entre las 08:00 y 20:00 horas para cada mes.



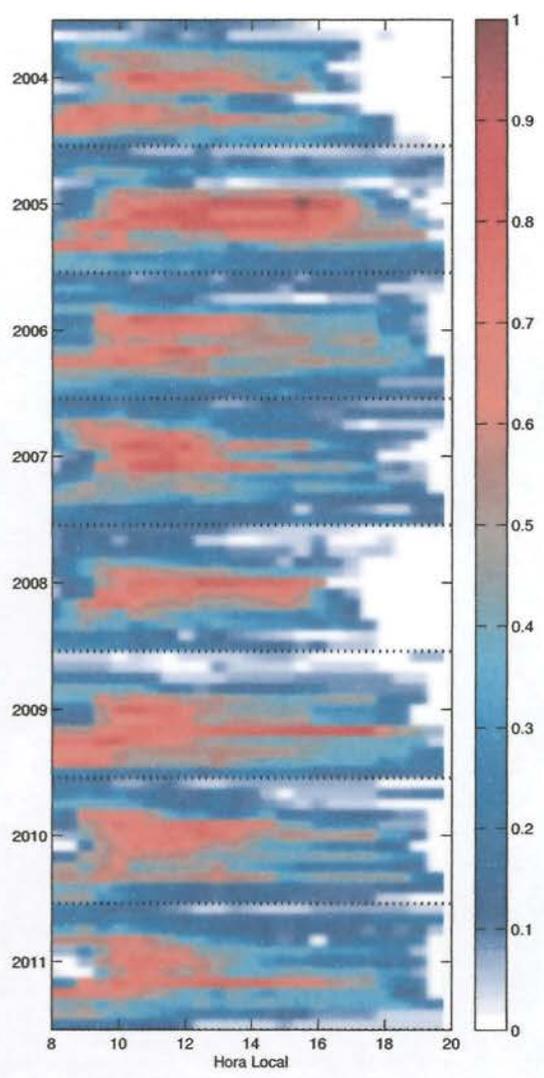
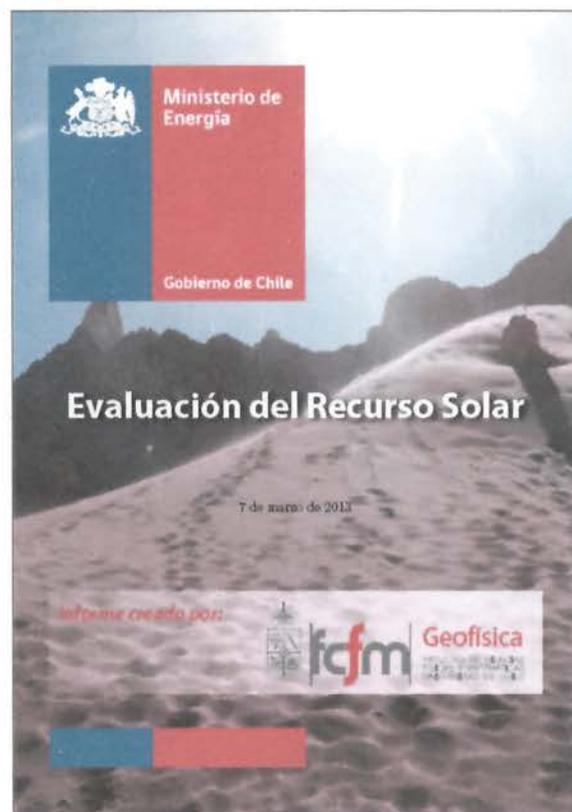


Figura 6: Ciclo diario y estacional de la frecuencia de nubosidad. En cada casillero se muestra la frecuencia de nubosidad para una cierta hora del día y un cierto mes.



Apéndice  
A3

## La fuente de los datos meteorológicos



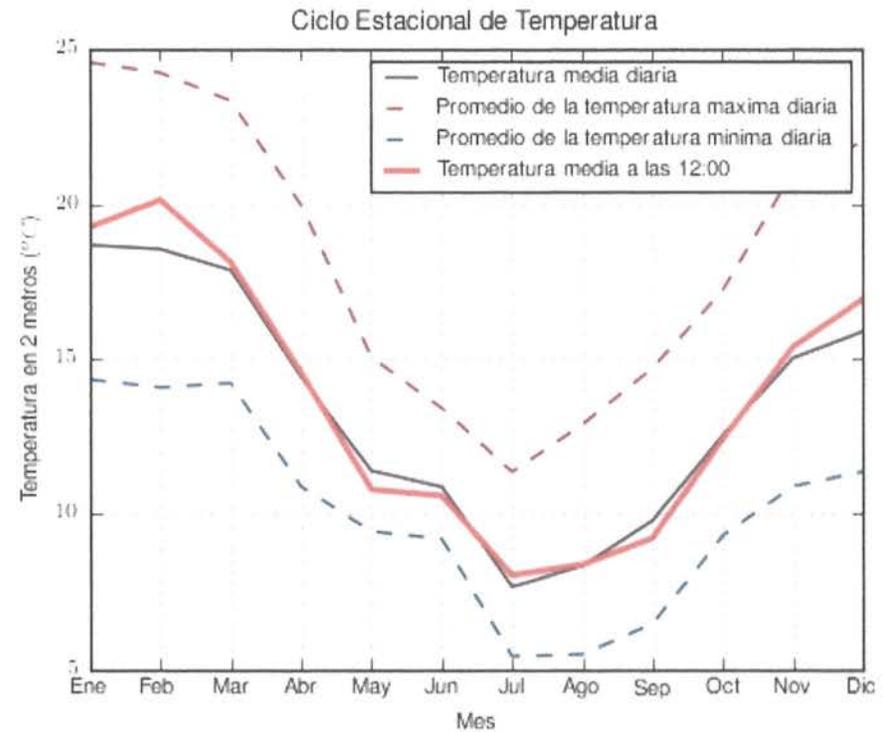
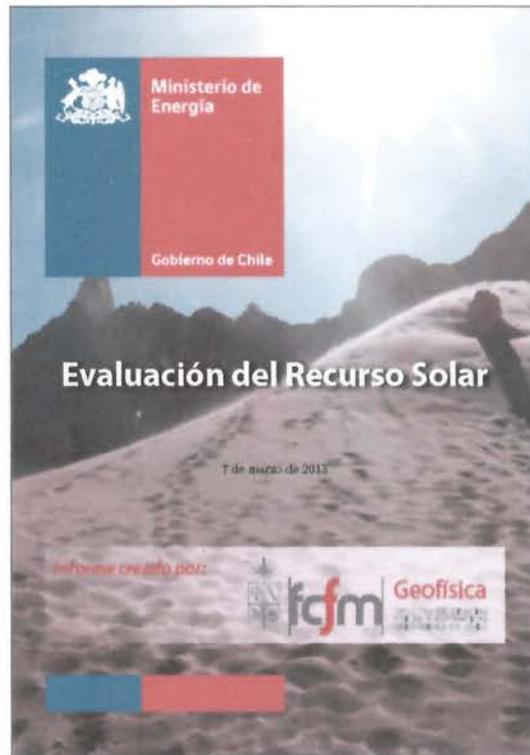
### 3.1. Radiación Global Horizontal Mensual

Mes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio
Enero	8.88	8.49	8.71	8.47	8.36	8.63	8.86	8.63	8.49	8.62
Febrero	7.93	7.85	7.31	7.14	7.22	7.60	7.93	7.60	7.32	7.55
Marzo	6.33	5.52	5.50	6.27	5.45	6.14	6.27	5.90	5.89	5.92
Abril	3.97	3.74	4.52	4.21	3.70	4.19	4.30	4.01	4.07	4.08
Mayo	2.42	2.53	2.29	2.14	2.19	2.38	2.38	2.19	2.38	2.32
Junio	1.62	1.78	1.65	1.66	1.85	1.80	1.85	1.68	1.92	1.76
Julio	2.26	2.01	1.86	2.10	1.98	2.01	2.15	2.10	2.20	2.07
Agosto	3.09	3.08	2.34	2.70	3.15	2.84	2.45	2.91	2.64	2.80
Septiembre	4.05	4.23	4.28	4.06	4.41	4.41	3.98	4.38	4.25	4.23
Octubre	5.97	5.18	5.68	5.54	6.25	6.23	5.34	5.45	5.98	5.74
Noviembre	7.38	6.65	7.62	7.52	8.10	8.06	6.66	7.77	7.60	7.48
Diciembre	8.46	8.22	7.87	8.20	8.56	8.37	8.48	8.14	8.79	8.35

Cuadro 3: El valor de radiación presentado en la tabla es el valor del promedio mensual de la energía sumada sobre todas las horas del día.

La irradiación horizontal es la base de datos para la simulación de rendimiento con PV-Syst

## También los datos de temperatura son importantes



Temperaturas medias son base de datos para simulación

## Meteorología y energía incidente

Meteo and incident energy

	GlobHor	DiffHor	T Amb	WindVel	GlobInc	DifSInc	Alb Inc	DifS/GI
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	m/s	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	
January	267.2	57.56	18.70	2.6	266.4	57.09	0.406	0.214
February	211.4	49.02	18.60	2.1	217.5	49.56	0.321	0.228
March	183.5	50.32	17.80	1.8	196.7	51.92	0.279	0.264
April	122.4	44.62	14.40	1.6	138.0	46.88	0.186	0.340
May	71.9	40.61	11.50	1.8	81.4	42.16	0.109	0.518
June	52.8	33.05	10.90	2.9	60.3	34.41	0.080	0.570
July	64.2	35.51	7.80	2.4	73.5	37.03	0.097	0.504
August	86.8	45.27	8.40	2.0	96.3	46.72	0.132	0.485
September	126.9	62.60	9.90	2.1	136.1	63.89	0.193	0.470
October	177.9	63.30	12.80	2.4	185.1	64.00	0.270	0.346
November	224.4	67.95	15.00	2.3	226.3	67.79	0.341	0.300
December	258.9	66.63	15.90	2.3	255.6	65.75	0.393	0.257
Year	1848.3	616.43	13.44	2.2	1933.1	627.19	2.808	0.324

Legends:	GlobHor	Horizontal global irradiation
	DiffHor	Horizontal diffuse irradiation
	T Amb	Ambient Temperature
	WindVel	Wind velocity
	GlobInc	Global incident in coll. plane
	DifSInc	Sky Diffuse incident in coll. plane
	Alb Inc	Albedo incident in coll. plane
	DifS/GI	Incident Sky Diffuse / Global ratio

# Apéndice

## A4

## 220 - 250 Watt

Módulo fotovoltaico policristalino (en aluminio y en negro)

El módulo ZXP6-60 pertenece al grupo de los preferidos de ZNSHINE SOLAR. Con potencias que van desde los 220W hasta los 250W y debido a su gran versatilidad, es perfecto para uso industrial sobre cubierta, residencial o para grandes campos solares.



-Eficiencia del módulo hasta 15,27%



Potencia asegurada durante 25 años



Certificados medio-ambientales: RoHS, PV-Cycle, huella de carbono



PID-free- Libre de PID (Degradación por Potencia Inducida)



Resistencia al amoníaco y ambientes salinos



Resistente a cargas por nieve de 5400 Pascal



Para su fabricación se escogen los mejores componentes tras una selección cuidadosa. La garantía de potencia es de 25 años y la que ofrecemos sobre el producto es de 10 años, cumpliendo también así con los más altos controles de calidad y las normas internacionales: IEC, ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001. Al final de su vida útil el reciclado de nuestros módulos está garantizado mediante nuestra adhesión a PV-CYCLE.

### Garantía de potencia reasegurada a través de Power-Guard durante 25 años



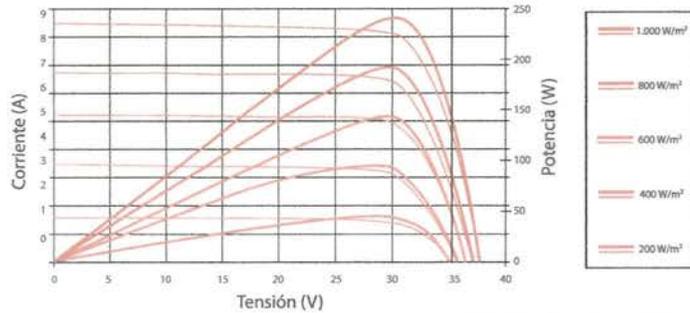
Somos uno de los primeros productores en reasegurar todos los módulos de ZNSHINE SOLAR a través de la participación en el programma de PowerGuard. Así se puede garantizar una potencia del 90% durante los primeros 10 años y del 80% los siguientes 15 años, incluso en caso de bancarrota. Más seguridad para conseguir rendimientos fiables, ¡es casi imposible!

**SGS**  
CARBON FOOTPRINT  
Sustainability Services

Impacto medioambiental: el balance de emisiones de CO<sub>2</sub> de este módulo equivale a 255 kg CO<sub>2</sub>-equivalentes, según cálculos realizados en 07/2012  
SGS Report No.: PCF\_S212122



**Dimensiones del módulo**

**Curvas de corriente-tensión y potencia-tensión**

**Características Eléctricas**

	ZXP6 220	ZXP6 225	ZXP6 230	ZXP6 235	ZXP6 240	ZXP6 245	ZXP6 250
Potencia nominal $P_{max}$ ( $W_p$ )	220	225	230	235	240	245	250
Tolerancia de potencia $P_{max}$ (%)	0 ~ +3	0 ~ +3	0 ~ +3	0 ~ +3	0 ~ +3	0 ~ +3	0 ~ +3
Tensión en el punto de máxima potencia $V_{max}$ (V)	28.95	29.15	29.35	29.55	29.75	29.95	30.15
Corriente en el punto de máxima potencia $I_{Mpp}$ (A)	7.60	7.72	7.84	7.95	8.07	8.18	8.29
Tensión en circuito abierto $V_{oc}$ (V)	36.87	37.04	37.21	37.38	37.55	37.72	37.89
Corriente de cortocircuito $I_{sc}$ (A)	8.13	8.22	8.31	8.39	8.47	8.53	8.61
Eficiencia del módulo $\eta_m$ (%)	13.44	13.75	14.05	14.36	14.66	14.97	15.27
Eficiencia de las células $\eta_c$ (%)	15.13	15.50	15.88	16.26	16.64	17.02	17.44

**Características Mecánicas**

Célula solar	Silicio Policristalino 156 x 156 mm
Número de células	60 (6 x 10)
Dimensiones	1650 x 992 x 40 mm / 45 mm
Peso	19.5 kg
Vidrio	Alta transmisividad, texturado y templado de 3.2 mm
Marco	Aluminio anodizado. Marco en aluminio o en negro. (lámina posterior)
Caja de conexión	IP 65
Cables y conector	Ø 4 mm², 900 mm, MC4-compatible
Número de Diodos	6

**Coefficientes de temperatura**

Temperatura nominal de empleo de la célula solar (NOCT)	45 °C (±2 °C)
Coefficiente de temperatura de $P_{mpp}$	-0.42 %/K
Coefficiente de temperatura de $V_{oc}$	-0.33 %/K
Coefficiente de temperatura de $I_{sc}$	0.06 %/K

**Características de operación**

Tensión máxima admisible	1000 V DC (TÜV)
Temperatura de funcionamiento	from -40 to +85 °C
Carga máxima de corriente inversa	15 A
Carga máxima (nieve/viento)	5400 Pa / 2400 Pa
Resistencia al amoníaco/niebla salina	✓ IEC 62716, 61701

**Garantías**

- 10 años garantía del producto
- 10 años de garantía sobre el 90% de la potencia nominal
- + 15 años adicionales sobre el 80% de la potencia nominal

**Embalaje**

Modulos por palet	28 unid. (40 mm)
	26 unid. (45 mm)
Modulos por 40ft HQ contenedor	784 unid. (40 mm)
	728 unid. (45 mm)

<sup>1</sup> Tolerancia de medición STC: ± 3% ( $P_{max}$ ), ± 10% ( $V_{max}$ ,  $I_{Mpp}$ ,  $V_{oc}$ ,  $I_{sc}$ ). Comportamiento en STC (AM 1.5, Irradiancia 1000 W/m², temperatura de célula 25 °C)  
 Lea todas las instrucciones y advertencias de este manual antes de usar el producto | Sujeto a cambios sin previo aviso © ZNSHINE SOLAR 2013 | Versionscode: ZXP6-60-1306.E5



Apéndice  
A5

Solar inverters

## ABB string inverters TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD 20 to 27.6 kW



The three-phase commercial inverter offers more flexibility and control to installers who have large installations with varying aspects or orientations.

The dual input section containing two, independent Maximum Power Point Tracking (MPPT), allows optimal energy harvesting from two sub-arrays oriented in different directions.

The TRIO features a high speed and precise MPPT algorithm for real power tracking and improved energy harvesting.

**High efficiency at all output levels**  
Flat efficiency curves ensure high efficiency at all output levels ensuring consistent and stable performance across the entire input voltage and output power range.

This device has an efficiency rating of up to 98.2%.

The very wide input voltage range makes the inverter suitable for installations with reduced string size.

In addition to its new look, this inverter has new features including a special built-in heat sink compartment and front panel display system. The unit is free of electrolytic capacitors, leading to a longer product lifetime.

**Highlights of the improved design – first time shown at Intersolar 2014**

- True three-phase bridge topology for DC/AC output converter
- Transformerless topology
- Each inverter is set on specific grid codes which can be selected in the field
- Detachable wiring box to allow an easy installation
- Wide input range
- ‘Electrolyte-free’ power converter to further increase the life expectancy and long term reliability

Power and productivity  
for a better world™

**ABB**

### Additional highlights

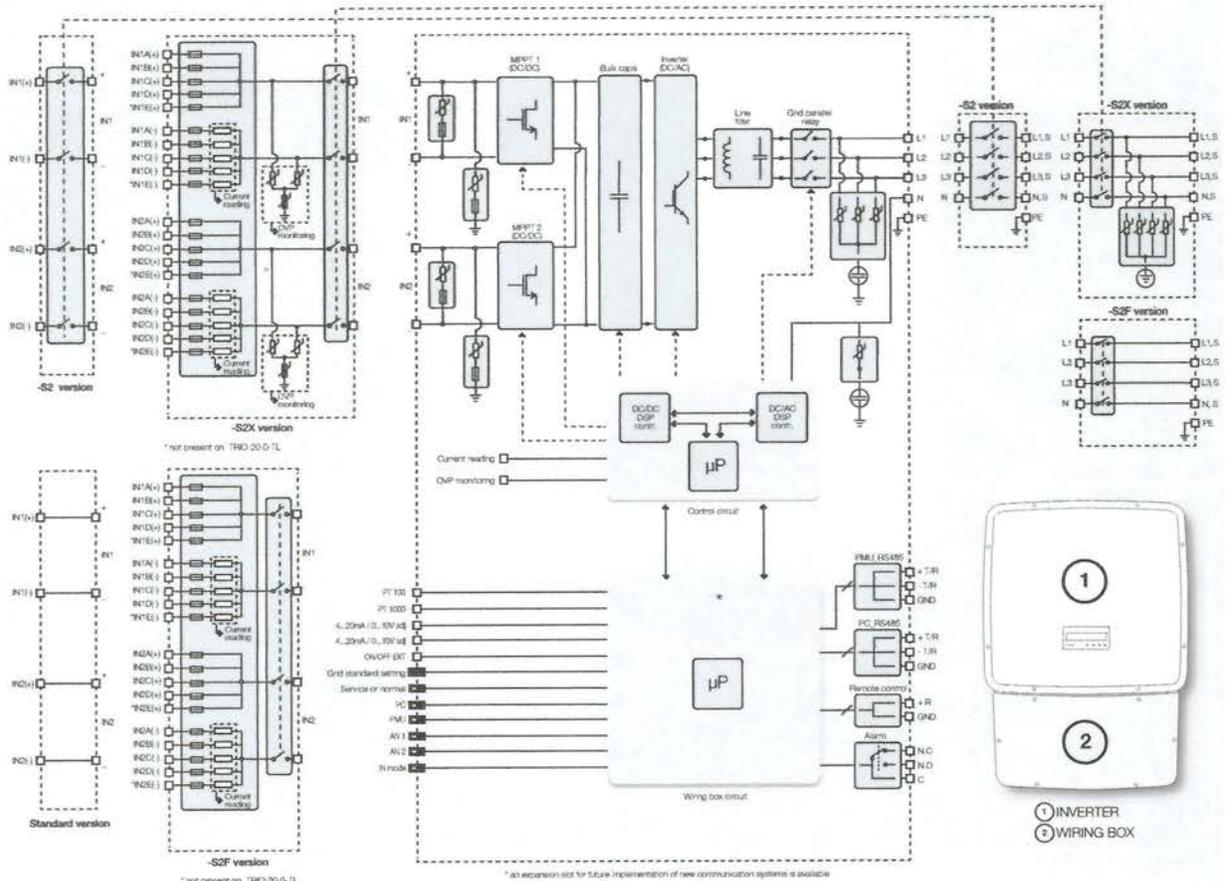
- Integrated string combiner with different options of configuration which include DC and AC disconnect switch in compliance with international standards (-S2, -S2F and -S2X versions)
- Natural convection cooling for maximum reliability
- Outdoor enclosure for unrestricted use under any environmental conditions
- Capability to connect external sensors for monitoring environmental conditions
- Availability of auxiliary DC output voltage (24V, 300mA)



### Technical data and types

Type code	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
<b>Input side</b>		
Absolute maximum DC input voltage ( $V_{max,abs}$ )	1000 V	
Start-up DC input voltage ( $V_{start}$ )	360 V (adj. 250...500 V)	
Operating DC input voltage range ( $V_{dcm,lin}...V_{dcm,max}$ )	0.7 x $V_{start}...950$ V	
Rated DC input voltage ( $V_{dc,r}$ )	620 V	
Rated DC input power ( $P_{dc,r}$ )	20750 W	28600 W
Number of independent MPPT	2	
Maximum DC input power for each MPPT ( $P_{MPPT,max}$ )	12000 W	16000 W
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at $P_{dc,r}$	440...800 V	500...800 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null [800V≤ $V_{MPPT}$ ≤950V]	
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at $P_{dc,r}$ , max unbalance example	12000 W [480V≤ $V_{MPPT}$ ≤800V] the other channel: $P_{dc,r}$ -12000W [350V≤ $V_{MPPT}$ ≤800V]	16000 W [500V≤ $V_{MPPT}$ ≤800V] the other channel: $P_{dc,r}$ -16000W [400V≤ $V_{MPPT}$ ≤800V]
Maximum DC input current ( $I_{dc,max}$ ) / for each MPPT ( $I_{MPPT,max}$ )	50.0 A / 25.0 A	64.0 A / 32.0 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	30.0 A	40.0 A
Number of DC inputs pairs for each MPPT	1 (4 in -S2X and -S2F Versions)	1 (5 in -S2X and -S2F Versions)
DC connection type	Tool Free PV connector WM / MC4 (Screw terminal block on standard and -S2 versions)	
<b>Input protection</b>		
Reverse polarity protection	Inverter protection only, from limited current source, for standard and -S2 versions, and for fused versions when max 2 strings are connected	
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	2	
Input over voltage protection for each MPPT - plug in modular surge arrester (-S2X version)	3 (Class II)	
Photovoltaic array isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	40 A / 1000 V	
Fuse rating (versions with fuses)	15 A / 1000 V	
<b>Output side</b>		
AC grid connection type	Three phase 3W or 4W+PE	
Rated AC power ( $P_{ac,r}$ @ $\cos\phi=1$ )	20000 W	27600 W
Maximum AC output power ( $P_{ac,max}$ @ $\cos\phi=1$ )	22000 W <sup>(3)</sup>	30000 W <sup>(4)</sup>
Maximum apparent power ( $S_{max}$ )	22200 VA	30000 VA
Rated AC grid voltage ( $V_{ac,r}$ )	400 V	
AC voltage range	320...480 V <sup>(1)</sup>	
Maximum AC output current ( $I_{ac,max}$ )	33.0 A	45.0 A
Contributory fault current	35.0 A	46.0 A
Rated output frequency ( $f_r$ )	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ( $f_{min}...f_{max}$ )	47...53 Hz / 57...63 Hz <sup>(2)</sup>	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{ac,r}=20.0$ kW, ± 0.8 with max 22.2 kVA	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{ac,r}=27.6$ kW, ± 0.8 with max 30 kVA
Total current harmonic distortion	< 3%	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland PG36	
<b>Output protection</b>		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum AC overcurrent protection	34.0 A	46.0 A
Output overvoltage protection - varistor	4	
Output overvoltage protection - plug in modular surge arrester (-S2X version)	4 (Class II)	
<b>Operating performance</b>		
Maximum efficiency ( $\eta_{max}$ )	98.2%	
Weighted efficiency (EURO/CEC)	98.0% / 98.0%	
Feed in power threshold	40 W	
Stand-by consumption	< 8W	

## Block diagram of TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD



## Technical data and types

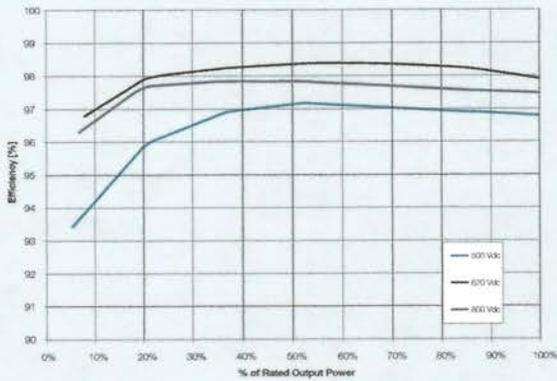
Type code	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
<b>Communication</b>		
Wired local monitoring	PVI-USB-RS232_485 (opt.)	
Remote monitoring	VSN300 Wifi Logger Card <sup>®</sup> (opt.), PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.)	
Wireless local monitoring	VSN300 Wifi Logger Card <sup>®</sup> (opt.)	
User interface	Graphic display	
<b>Environmental</b>		
Ambient temperature range	-25...+60°C / -13...140°F with derating above 45°C/113°F	
Relative humidity	0...100% condensing	
Noise emission	< 50 dB(A) @ 1 m	
Maximum operating altitude without derating	2000 m / 6560 ft	
<b>Physical</b>		
Environmental protection rating	IP 65	
Cooling	Natural	
Dimension (H x W x D)	1061 mm x 702 mm x 292 mm/ 41.7" x 27.6" x 11.5"	
Weight	< 70.0 kg / 154.3 lb (Standard version)   < 75.0 kg / 165.4 lb (Standard version)	
Mounting system	Wall bracket	
<b>Safety</b>		
Isolation level	Transformerless	
Marking	CE (50 Hz only)	
Safety and EMC standard	EN 50178, EN62109-1, EN62109-2, AS/NZS3100, AS/NZS 60950, EN61000-6-2, EN61000-6-3, EN61000-3-11, EN61000-3-12	
Grid standard (check your sales channel for availability)	CEI 0-21, CEI 0-16, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G59/3, C10/11, EN 50438 (not for all national appendices), RD1699, RD 1565, AS 4777, BDEW, ABNT NBR 16149, NRS-097-2-1, CLC/FprTS 50549, PEA, MEA	
<b>Available products variants</b>		
Standard	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-400
With DC+AC switch	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2-400
With DC+AC switch and fuse	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2F-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2F-400
With DC+AC switch, fuse and surge arrester	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2X-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X-400

- The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard
- The Frequency range may vary depending on specific country grid standard
- Limited to 20000 W for Germany

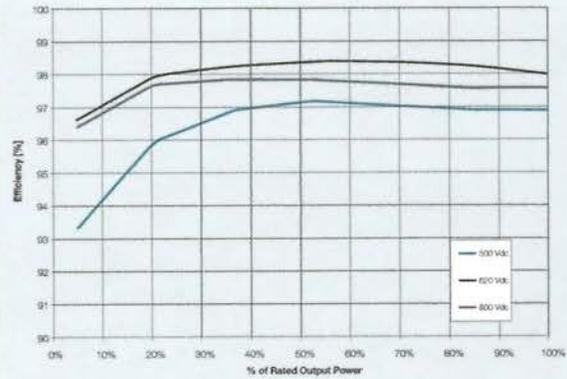
- Limited to 27600 W for Germany
- Check availability before to order

Remark. Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product

Efficiency curves of TRIO-20.0-TL-OUTD



Efficiency curves of TRIO-27.6-TL-OUTD



BCD.00379 Rev. A EN 20.05.2014

**Support and service**

ABB supports its customers with dedicated, global service organization in more than 60 countries and strong regional and national technical partner networks providing complete range of life cycle services.

For more information please contact your local ABB representative or visit:

[www.abb.com/solarinverters](http://www.abb.com/solarinverters)

[www.abb.com](http://www.abb.com)

© Copyright 2014 ABB. All rights reserved. Specifications subject to change without notice.



# Apéndice A6

(NO SE IMPRIME POR EL TAMAÑO, SOLO EN VERSIÓN DIGITAL)

# Apéndice

## A7



## Tarifas Eléctricas Cooperativa Eléctrica Curicó Ltda

MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y RECONSTRUCCION

### TARIFAS DE DISTRIBUCION A PRECIOS REGULADOS

Decreto N° 1T : Fija fórmulas tarifarias para las empresas eléctricas concesionarias de servicio público de distribución a contar del 01.11.2012

Decreto N° 4T : Fija Precios de Nudo Corto Plazo a contar del 01.05.2013

Decreto N° 1 : Fija Precios de Nudo Promedio Ponderado a contar del 01.11.2012

Decreto N° 320 : Fija Precios de STx a contar del 01.01.2007

TARIFA BT-1	Abril (1)	2014	Area 2
Cargo fijo mensual	(\$/cliente)		1.052,66
Cargo por energía base	(\$/kWh)		107,01
Cargo por energía adic.invierno	(\$/kWh)		156,68

TARIFA BT-2			
Cargo fijo mensual	(\$/cliente)		1.052,66
Cargo por energía	(\$/kWh)		57,35
Cargo potencia parcial% presente punta	(\$/kW)		10.423,20
Cargo potencia presente punta	(\$/kW)		13.120,65

TARIFA BT-3			
Cargo fijo mensual	(\$/cliente)		1.776,86
Cargo por energía	(\$/kWh)		57,35
Cargo potencia parcial% presente punta	(\$/kW)		10.423,20
Cargo potencia presente punta	(\$/kW)		13.120,65

#### TARIFA B.T.-4

TARIFA BT-4.1			
Cargo fijo mensual	(\$/cliente)		1.052,66
Cargo por energía	(\$/kWh)		57,35
Cargo potencia contratada	(\$/kW)		3.449,75
Cargo potencia contratada en horas punta	(\$/kW)		9.670,89

TARIFA BT-4.2			
Cargo fijo mensual	(\$/cliente)		1.776,86
Cargo por energía	(\$/kWh)		57,35
Cargo potencia contratada	(\$/kW)		3.449,75
Demanda máxima leída en horas punta	(\$/kW)		9.670,89

TARIFA BT-4.3			
Cargo fijo mensual	(\$/cliente)		1.878,23
Cargo por energía	(\$/kWh)		57,35
Demanda máxima suministrada	(\$/kW)		3.449,75
Demanda máxima leída en horas punta	(\$/kW)		9.670,89



## Tarifas Eléctricas Cooperativa Eléctrica Curicó Ltda

MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y RECONSTRUCCION

### TARIFAS DE DISTRIBUCION A PRECIOS REGULADOS

Decreto N° 1T : Fija fórmulas tarifarias para las empresas eléctricas concesionarias de servicio público de distribución a contar del 01.11.2012

Decreto N° 4T : Fija Precios de Nudo Corto Plazo a contar del 01.05.2013

Decreto N° 1 : Fija Precios de Nudo Promedio Ponderado a contar del 01.11.2012

Decreto N° 320 : Fija Precios de STx a contar del 01.01.2007

TARIFA AT-2	Abril (1)	2014	Area 2
Cargo fijo mensual	(\$/cliente)		1.052,66
Cargo por energía	(\$/kWh)		54,08
Cargo potencia presente punta	(\$/kW)		9.376,38
Cargo potencia parcial% presente punta	(\$/kW)		7.287,48

#### TARIFA AT-3

Cargo fijo mensual	(\$/cliente)	1.776,86
Cargo por energía	(\$/kWh)	54,08
Cargo potencia presente punta	(\$/kW)	9.376,38
Cargo potencia parcial% presente punta	(\$/kW)	7.287,48

#### TARIFA A.T.-4

##### TARIFA AT-4.1

Cargo fijo mensual	(\$/cliente)	1.052,66
Cargo por energía	(\$/kWh)	54,08
Cargo potencia contratada	(\$/kW)	1.720,81
Cargo potencia contratada en horas punta	(\$/kW)	7.655,57

##### TARIFA AT-4.2

Cargo fijo mensual	(\$/cliente)	1.776,86
Cargo por energía	(\$/kWh)	54,08
Cargo potencia contratada	(\$/kW)	1.720,81
Demanda máxima leída en horas punta	(\$/kW)	7.655,57

##### TARIFA AT-4.3

Cargo fijo mensual	(\$/cliente)	1.878,23
Cargo por energía	(\$/kWh)	54,08
Demanda máxima suministrada	(\$/kW)	1.720,81
Demanda máxima leída en horas punta	(\$/kW)	7.655,57

#### TODAS LAS TARIFAS

Cargo único por uso de sistema troncal	(\$/kWh)	0,953
--	----------	-------

Apéndice  
A8

Apéndice  
A9

Apéndice  
**A10**



## **Selección de Proyectos**

Enero 2014

**Plantas FV comerciales montadas sobre suelo**

Plantas FV comerciales montadas sobre techo

Plantas FV residenciales

Plantas FV fuera de red para ahorro de combustible

## Subsole

> 90% de la energía solar es usada directamente para la riego



<i>Ubicación</i>	Copiapó, Chile
<i>Potencia FV</i>	307,2 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Autoconsumo (>90%) Inyectado a la red (<10%)
<i>Energía FV producida</i>	~ 600.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	Canadian Solar CS6P 240P
<i>Inversor</i>	Power-One 330.0
<i>Sistema de montaje</i>	Zimmerman PV-Stahlbau
<i>Instalación</i>	3 semanas
<i>Fecha de instalación</i>	Enero 2012

## Solar Park Wiesenberg

Beneficio de las tarifas de alimentación  
a la red en Alemania



<i>Ubicación</i>	Alsleben, Alemania
<i>Potencia FV</i>	2.000 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Venta a la red eléctrica
<i>Energía FV producida</i>	~ 1.235.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	Yingli YL 40P-29b
<i>Inversor</i>	Power-One TRIO 27.6
<i>Sistema de montaje</i>	Arausol
<i>Instalación</i>	4 semanas
<i>Fecha de instalación</i>	Junio 2012

Plantas FV comerciales montadas sobre suelo

**Plantas FV comerciales montadas sobre techo**

Plantas FV residenciales

Plantas FV fuera de red para ahorro de combustible

## EMK Kunststofftechnik

> 70% de la energía solar producida utilizada para procesos de producción de polímeros



<i>Ubicación</i>	Ober-Mörlen, Alemania
<i>Potencia FV</i>	63 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Autoconsumo (>70%) Inyectado a la red (<30%)
<i>Energía FV producida</i>	~ 61.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	ZN Shine Solar ZXP6 250
<i>Inversor</i>	Power-One TRIO 27.6
<i>Sistema de montaje</i>	Renusol
<i>Instalación</i>	1 semana
<i>Fecha de instalación</i>	Agosto 2013

## Bargfeld

Energía solar para la agricultura



<i>Ubicación</i>	Bargfeld, Alemania
<i>Potencia FV</i>	117 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Autoconsumo (>50%) Inyectado a la red (<50%)
<i>Energía FV producida</i>	~ 103.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	ZN Shine Solar ZXP6 250
<i>Inversor</i>	Power-One TRIO 27.6
<i>Sistema de montaje</i>	Renusol; K2 Systems
<i>Instalación</i>	1 semana
<i>Fecha de instalación</i>	Junio 2013

## Gnölbzig

Beneficio de las tarifas de alimentación  
a la red en Alemania



<i>Ubicación</i>	Gnölbzig, Alemania
<i>Potencia FV</i>	271 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Venta a la red eléctrica
<i>Energía FV producida</i>	~ 228.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	Luxor LX-240P
<i>Inversor</i>	Power-One TRIO 27.6
<i>Sistema de montaje</i>	Renusol
<i>Instalación</i>	2 semanas
<i>Fecha de instalación</i>	Junio 2012

## Hans Hall GmbH 2

> 70% de la energía solar producida  
utilizada para procesos de producción



<i>Ubicación</i>	Weingarten, Alemania
<i>Potencia FV</i>	39 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Autoconsumo (>70%) Inyectado a la red (<30%)
<i>Energía FV producida</i>	~ 39.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	ZN Shine Solar ZXP6 245
<i>Inversor</i>	SMA Sunny Tripower
<i>Sistema de montaje</i>	Renusol
<i>Instalación</i>	4 días
<i>Fecha de instalación</i>	Marzo 2013

## Almacén de sal, Stassfurt

Beneficio de las tarifas de alimentación  
a la red en Alemania



<i>Ubicación</i>	Stassfurt, Alemania
<i>Potencia FV</i>	201 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Venta a la red eléctrica
<i>Energía FV producida</i>	~ 187.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	Yingli Panda YL260C-20b
<i>Inversor</i>	Power-One TRIO 27.6
<i>Sistema de montaje</i>	K2 Systems
<i>Instalación</i>	2 semanas
<i>Fecha de instalación</i>	Diciembre 2011

## Schwerin

Beneficio de las tarifas de alimentación  
a la red en Alemania



<i>Ubicación</i>	Schwerin, Alemania
<i>Potencia FV</i>	32 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Venta a la red eléctrica
<i>Energía FV producida</i>	~ 30.500 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	Tianwei poly TW225
<i>Inversor</i>	Siemens SINVERT PVM17
<i>Sistema de montaje</i>	Kösslinger SUNPOSET
<i>Instalación</i>	1 semana
<i>Fecha de instalación</i>	Octubre 2010

Plantas FV comerciales montadas sobre suelo

Plantas FV comerciales montadas sobre techo

**Plantas FV residenciales**

Plantas FV fuera de red para ahorro de combustible

## Lüben

Beneficio de las tarifas de alimentación  
a la red en Alemania



<i>Ubicación</i>	Wittingen, Alemania
<i>Potencia FV</i>	11 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Venta a la red eléctrica
<i>Energía FV producida</i>	~ 10.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	Suntech STP190S-24/Ad+
<i>Inversor</i>	SMA Sunny Tripower
<i>Sistema de montaje</i>	K2 Systems
<i>Instalación</i>	3 días
<i>Fecha de instalación</i>	Junio 2011

## Steinweiler

Mayor independencia de los alto  
precios de electricidad en Alemania



<i>Ubicación</i>	Steinweiler, Alemania
<i>Potencia FV</i>	11 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Autoconsumo (>20%) Inyectado a la red (<80%)
<i>Energía FV producida</i>	~ 10.965 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	ZN Shine Solar ZXP6 255
<i>Inversor</i>	Power-One PVI-10.0
<i>Sistema de montaje</i>	K2 Systems
<i>Instalación</i>	2 días
<i>Fecha de instalación</i>	Mayo 2013

## Ravensburg

Mayor independencia de los alto  
precios de electricidad en Alemania



<i>Ubicación</i>	Ravensburg, Alemania
<i>Potencia FV</i>	4 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Conectado a la red
<i>Modelo de negocio</i>	Autoconsumo (>20%) Inyectado a la red (<80%)
<i>Energía FV producida</i>	~ 3.700 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	ZN Shine Solar ZXP6 250
<i>Inversor</i>	StecaGrid 3600
<i>Sistema de montaje</i>	K2 Systems
<i>Instalación</i>	2 días
<i>Fecha de instalación</i>	Abril 2013

Plantas FV comerciales montadas sobre suelo

Plantas FV comerciales montadas sobre techo

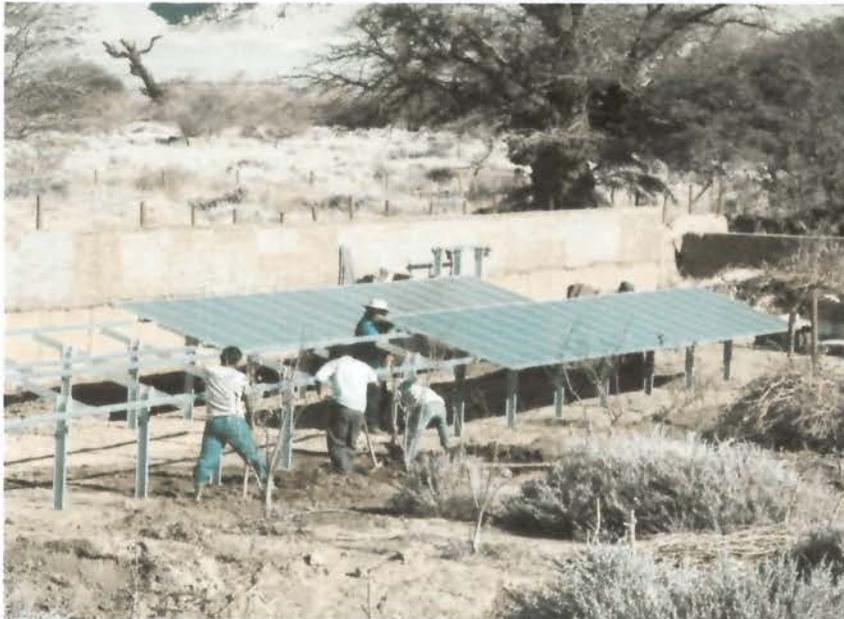
Plantas FV residenciales

**Plantas FV fuera de red para ahorro de combustible**

## Tierra Atacama

Durante el día, la planta FV produce  
>50% de la energía del hotel

AHORRO DE DIESEL



<i>Ubicación</i>	San Pedro de Atacama, Chile
<i>Potencia FV</i>	23 kWp
<i>Tipo de sistema</i>	Fuera de la red; PV-diesel-hybrid
<i>Modelo de negocio</i>	Autoconsumo (100%) Ahorro de combustible
<i>Energía FV producida</i>	~ 46.000 kWh p.a.
<i>Módulos</i>	Canadian Solar CS6P 240P
<i>Inversor</i>	PLATINUM R3 series; HybridControl
<i>Sistema de montaje</i>	Mounting System
<i>Instalación</i>	1 semana
<i>Fecha de instalación</i>	Julio 2013

Apéndice  
A1

### Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

**Proyecto :** Planta solar montada en techo

<b>Lugar geográfico</b>	<b>Curicó</b>	<b>País</b>	<b>Chile</b>	
<b>Ubicación</b>	Latitud	35.0°S	Longitud	71.4°W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT-5	Altitud	226 m
	Albedo	0.20		

**Datos climatológicos :** Curicó, Synthetic Hourly data

**Variante de simulación :** Techo con 165 kWp

Fecha de simulación 24/06/14 16h13

#### Parámetros de la simulación

<b>Orientación Plano Receptor</b>	Inclinación	10°	Acimut	-20°
<b>Perfil obstáculos</b>	Sin perfil de obstáculos			
<b>Sombras cercanas</b>	Sin sombreado			

#### Características generadores FV (3 Tipo de generador definido)

<b>Módulo FV</b>	Si-poly	Modelo	<b>ZXP6-60-250/P</b>		
		Fabricante	ZNSHINE PV-Tech Co., Ltd.		
<b>Generador#1</b>	Número de módulos FV	En serie	20 módulos	En paralelo	24 cadenas
	N° total de módulos FV	N° módulos	480	Pnom unitaria	250 Wp
	Potencia global generador	Nominal (STC)	<b>120 kWp</b>	En cond. funciona.	108 kWp (50°C)
	Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	553 V	I mpp	195 A
<b>Generador#2</b>	Número de módulos FV	En serie	23 módulos	En paralelo	4 cadenas
	N° total de módulos FV	N° módulos	92	Pnom unitaria	250 Wp
	Potencia global generador	Nominal (STC)	<b>23.00 kWp</b>	En cond. funciona.	20.66 kWp (50°C)
	Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	636 V	I mpp	32 A
<b>Generador#3</b>	Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	4 cadenas
	N° total de módulos FV	N° módulos	88	Pnom unitaria	250 Wp
	Potencia global generador	Nominal (STC)	<b>22.00 kWp</b>	En cond. funciona.	19.76 kWp (50°C)
	Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	608 V	I mpp	32 A
<b>Total</b>	Potencia global generadores	Nominal (STC)	<b>165 kWp</b>	Total	660 módulos
	Superficie módulos		<b>1080 m²</b>		
<b>Generador#1 : Inversor</b>		Modelo	<b>TRIO-27_6-TL-OUTD-S2X-400</b>		
		Fabricante	Power-One		
Características	Tensión Funciona.	175-800 V	Pnom unitaria	28 kW AC	
Banco de inversores	N° de inversores	4.0 unidades	Potencia total	110 kW AC	
<b>Generador#2 : Inversor</b>		Modelo	<b>TRIO-20_0-TL-OUTD-S2X-400</b>		
		Fabricante	Power-One		
Características	Tensión Funciona.	175-800 V	Pnom unitaria	20 kW AC	
<b>Generador#3 : Inversor</b>		Modelo	<b>TRIO-20_0-TL-OUTD-S2X-400</b>		
		Fabricante	Power-One		
Características	Tensión Funciona.	175-800 V	Pnom unitaria	20 kW AC	

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación (continuación)

**Factores de pérdida Generador FV**

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m <sup>2</sup> K	Uv (viento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K / m/s
=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m <sup>2</sup> , Tamb=20° C, Viento=1m/s)			TONC	56 °C
Pérdida Óhmica en el Cableado	Generador#1	48 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Generador#2	331 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Generador#3	316 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	0.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	2.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parámetro bo	0.05

**Factores de pérdida del sistema**

AC wire loss inverter to transfo	Inverter voltage	400 Vac tri		
	Cables	50 m 3x120	Fracción de Pérdidas	0.9 % en STC
Transformador externo	Pérdida fierro (24H connection)	162 W	Fracción de Pérdidas	0.1 % en STC
	Pérdidas Resistivas/Inductivas	0.0 mOhm	Fracción de Pérdidas	0.0 % en STC

**Necesidades de los usuarios :** Carga ilimitada (red)

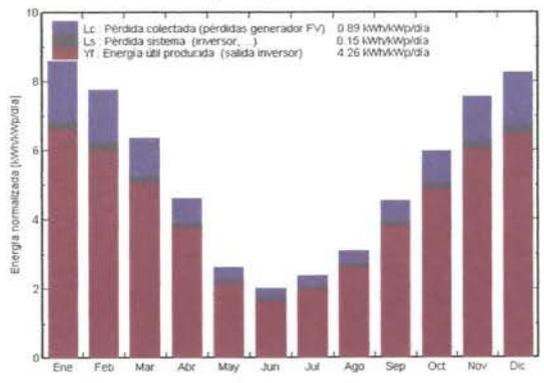
### Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

**Proyecto :** Planta solar montada en techo  
**Variante de simulación :** Techo con 165 kWp

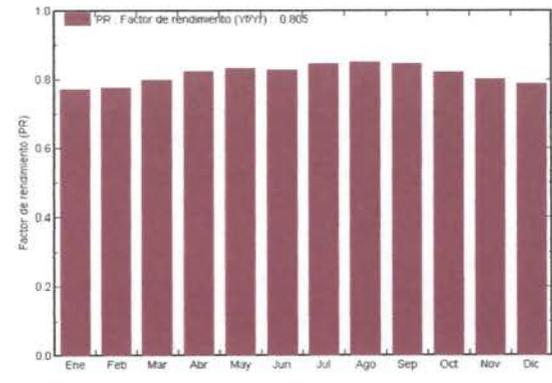
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV		inclinación	10°	acimut -20°
Módulos FV		Modelo	ZXP6-60-250/P	Pnom 250 Wp
Generador FV		N° de módulos	660	Pnom total <b>165 kWp</b>
Inversor		Modelo	TRIO-27_6-TL-OUTD-S2X-#00m	27.60 kW ac
Inversor		Modelo	TRIO-20_0-TL-OUTD-S2X-#00m	20.00 kW ac
Banco de inversores		N° de unidades	6.0	Pnom total <b>150 kW ac</b>
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)		

Resultados principales de la simulación	
Producción del Sistema	<b>Energía producida 256.7 MWh/año</b>
	Factor de rendimiento (PR) 80.5 %
	Produc. específico 1556 kWh/kWp/año

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 165 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Techo con 165 kWp  
Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
Enero	267.2	16.70	266.4	-259.1	35.07	33.90	12.19	11.78
Febrero	211.4	18.60	217.5	211.2	28.78	27.81	12.24	11.84
Marzo	183.5	17.80	196.7	190.3	26.78	25.92	12.60	12.19
Abril	122.4	14.40	138.0	132.6	19.38	18.74	12.98	12.57
Mayo	71.9	11.50	81.4	77.7	11.61	11.18	13.21	12.72
Junio	52.8	10.90	60.3	57.5	8.60	8.25	13.20	12.66
Julio	64.2	7.80	73.5	70.1	10.67	10.26	13.44	12.93
Agosto	86.8	8.40	96.3	92.4	13.98	13.50	13.44	12.98
Septiembre	126.9	9.90	136.1	131.3	19.60	18.98	13.33	12.91
Octubre	177.9	12.80	185.1	179.3	25.89	25.06	12.95	12.54
Noviembre	224.4	15.00	226.3	219.8	30.84	29.86	12.62	12.22
Diciembre	258.9	15.90	255.6	248.5	34.33	33.21	12.43	12.03
Año	1848.3	13.44	1933.1	1869.8	265.50	256.67	12.71	12.29

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador  
 T Amb Temperatura Ambiente E\_Grid Energía reinyectada en la red  
 GlobInc Global incidente en plano receptor EffArrR Eficiencia Esal campo/superficie bruta  
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados EffSysR Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

### Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

**Proyecto :** Planta solar montada en techo

**Variante de simulación :** Techo con 165 kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	10°	acimut -20°
Módulos FV	Modelo	ZXP6-60-250/P	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	660	Pnom total <b>165 kWp</b>
Inversor	Modelo	TRIO-27_6-TL-OUTD-S2X-700m	27.60 kW ac
Inversor	Modelo	TRIO-20_0-TL-OUTD-S2X-700m	20.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	6.0	Pnom total <b>150 kW ac</b>
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

#### Diagrama de pérdida durante todo el año

