

## Informe

Visita técnica a CESFAM de San Clemente. Evaluación de condiciones de instalación de un sistema solar fotovoltaico en techo.



Informe solicitado por:

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

José Miguel Gutiérrez

EFFERGY S.A.

03/06/2015

## Contenido

1.	Introducción .....	2
2.	Objetivos .....	2
3.	Datos generales del inmueble.....	3
4.	Lugares disponibles y seleccionados para instalar los módulos fotovoltaicos .....	5
5.	Características de la superficie seleccionada.....	6
6.	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico. ....	7
7.	Conexión a instalación eléctrica existente.....	9
8.	Interfaz de monitorización y diagrama informativo .....	10
9.	Ahorro estimado. ....	11
10.	Datos ejecución de la instalación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
11.	Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución.....	12
12.	Recomendaciones al proyecto.....	13
13.	Descripción general del proyecto.....	14



## 1. Introducción

Según la Ley 20.571 de Net Billing, publicada el 22 de Marzo de 2012, los usuarios finales sujetos a regulación de precios pueden disponer, para su propio consumo, de equipamiento de generación eléctrica, e inyectar los excedentes a la red de la empresa distribuidora.

Dichas inyecciones solamente pueden realizarse mediante fuentes ERNC y cogeneración eficiente con capacidad máxima 100 kW.

Energía inyectada a la red es valorizada de acuerdo a la componente energía del precio al nivel generación-transporte, que las concesionarias de distribución traspasan a sus clientes regulados.

En el marco de esta Ley el Ministerio de Energía se dispone a licitar instalaciones en edificios públicos en todo el territorio nacional.

Como paso previo a la publicación de los pliegos de licitación se necesitan evaluar las condiciones básicas de cada edificio para no licitar una instalación inviable técnica o económicamente.

## 2. Objetivos

- El presente informe es la justificación de las bases técnicas para la licitación del proyecto.
- Permite a una persona que no estuvo en terreno entender el proyecto y su evaluación.
- Permite tener documentado el proyecto para que la eventual inspección técnica de obra lo tenga como referencia.
- Permite a las instituciones públicas conocer las características del proyecto a realizar y las condiciones necesarias para ejecutarlo.



### 3. Datos generales del inmueble

DATOS DEL INMUEBLE			
<b>Dirección</b>	Huamachuco S/N	<b>Ciudad</b>	San Clemente.
<b>Institución pública responsable</b>	I.M. de San Clemente.		
<b>Identificación del Inmueble</b>	CESFAM		



Ilustración 1. Fachada principal del edificio

**Antigüedad del edificio:** construido en el 2008.

**Antigüedad de la cubierta:** construido en el 2008.

**Reformas previstas:** no hay.

**Plano o esquema general:** ver ilustraciones siguientes.





Ilustración 2: ubicación del edificio.

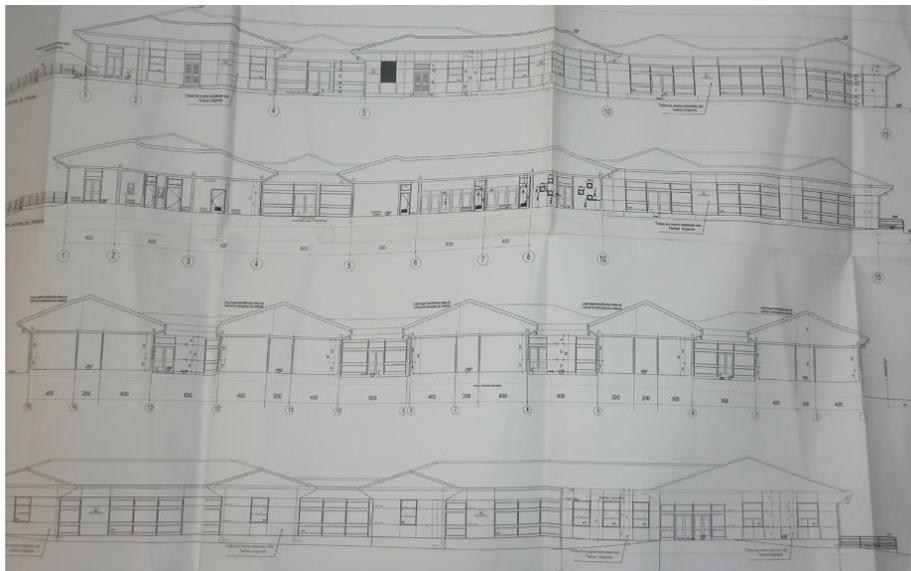


Ilustración 3: esquema del edificio.



#### 4. Lugares disponibles y seleccionados para instalar los módulos fotovoltaicos

El techo seleccionado es la cara norte de la cubierta.



Ilustración 4: áreas seleccionadas.

De la observación de los techos en la visita, se propone utilizar la cara norte de la cubierta, de chapa metálica, tejados a dos aguas con pendientes variables en función de la superficie, orientada 7° al este, no transitable, con altura de 5 metros, en su punto más alto. Se asume que fue diseñada de acuerdo a la normativa vigente y por tanto es apta para incorporar un sistema fotovoltaico.

## 5. Características de la superficie seleccionada.

- **Forma de acceso:** se accedió a la cubierta mediante una escalera de mano.
- **¿Es posible el tránsito para una visita a terreno durante la licitación?:** no. La cubierta no dispone de pasillo técnico y no es transitable.
- **¿Es necesario alguna obra adicional para permitir un fácil acceso y tránsito para la mantención del sistema fotovoltaico?:** si, se recomienda construir un pasillo técnico para la mantención de la instalación con línea de vida y una gatera fija con acceso restringido.
- **Antigüedad de la techumbre:** 6 años.
- **Cobertura:** chapa metálica.
- **Estructura:** metálica.
- **Deterioros:** no se aprecian.
- **Filtraciones:** no se aprecian.
- **Orientación:** -7°, este.
- **Inclinación:** variable en función de la cara, entre 12° y 20°.
- **Elementos dentro del área seleccionada:** en la cara elegida no hay elementos externos.
- **Elementos dentro del área seleccionada que hay que retirar o relocalizar:** no.
- **Espacios necesarios de circulación:** el área seleccionada no tiene uso alternativo, por lo que solo se necesita un piso técnico adicional para efectuar labores de mantenimiento a la instalación fotovoltaica.
- **Esquema o plano simple de la superficie seleccionada:** ver ilustración n° 3.
- **Área bruta disponible:** 450 m<sup>2</sup>.
- **¿Estructura de la superficie es capaz de soportar un sistema fotovoltaico?:** Si.



## 6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

- **Condiciones de sombra:**
  - **Externas:** no hay sombras externas.
  - **Internas:** no hay.
- **Estimación de espacio para el sistema fotovoltaico:**

Se considera cuatro grupos de SFV ubicados en la cara norte de la cubierta.



- **Solución fotovoltaica recomendada:**

Estructura fijada a las cerchas o costaneras, con la inclinación de las cubiertas y manteniendo la orientación de la estructura, 7° al este.

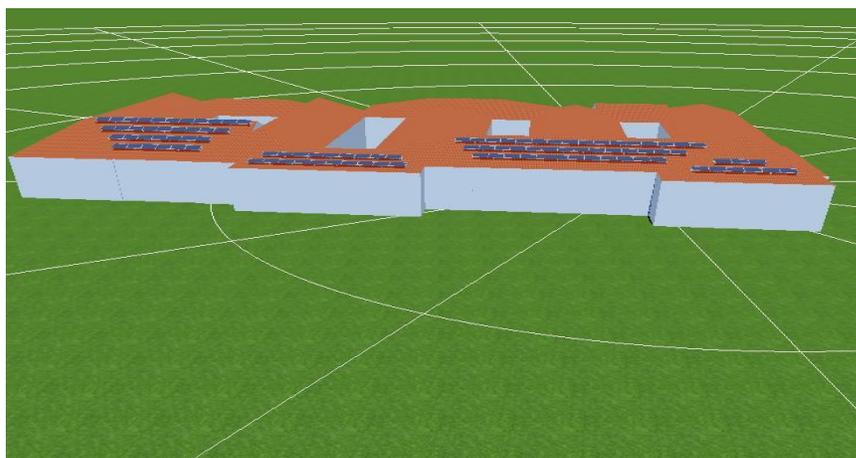


Ilustración 5: vista norte.

- **Cantidad de módulos:**

Suponiendo la instalación de un módulo estándar de 250W con dimensiones de 1,6 x 1 m ésta techo podría albergar 103 módulos dispuestos con la inclinación de las cubiertas, de acuerdo a la tabla 1, con una potencia conjunta de kW.

Zona	Superficie (m2)	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia (kW)
Generador FV 1	14,7	2	variable	9	2,25
Generador FV 2	68,6	3	variable	42	10,5
Generador FV 3	31	2	variable	19	4,75
Generador FV 4	53,9	4	variable	33	8,25
<b>Total</b>	<b>168,2</b>			<b>103</b>	<b>25,75</b>

Tabla 1: dimensionado del sistema.

Con el objeto de poder estandarizar los sistemas y hacerlos escalables se recomienda licitar una instalación de 25 kW.



## 7. Conexión a instalación eléctrica existente.

- **Distribuidora:** EMELECTRIC S.A.
- **Tarifa:** AT3
- **Potencia conectada:** 200 kW.
- **Estado de la instalación eléctrica interior:** se aprecian irregularidades menores en la instalación recogidas en el informe SEC.
- **Estado de los tableros eléctricos:** presenta incumplimientos normativos.
- **Declaración eléctrica interior:** pendiente.
- **Grupo electrógeno:** sí.
- **Lugar del inversor:** en patio interior, ubicado entre los SFV y el tablero de conexión.
- **Justificación:** lugar cercano al SFV de fácil mantenimiento.
- **Accesorios adicionales para el inversor:** armario metálico.
  - **Número de MPPT mínimos:** por orientación se requiere al menos cuatro inversores o un inversor multientrada de cuatro entradas.
- **Canalización entre el generador FV y el inversor:** canalización exterior sobre la cubierta.
- **Distancia aproximada:** el SFV más alejado se encuentra a 20 m.
- **Lugar del punto de conexión:** “Tablero General Auxiliar” de la instalación.
  - **Justificación:** facilidad de instalación, tiene espacio disponible para poder realizar la normalización del mismo y para albergar las protecciones del equipamiento de generación.
  - **Distancia aproximada:** 10 m.
  - **Caída de tensión entre el punto de conexión y empalme:** menor al 1%, (ver informe SEC).
- **Canalización entre el inversor y el punto de conexión:** sobre muro exterior.



## 8. Interfaz de monitorización y diagrama informativo

Se deberán comunicar los inversores con el equipo en el que se instale la interfaz de monitorización.

De igual manera debe estar comunicado el equipo que contiene la interfaz con una pantalla que dispondrá de un diagrama informativo.

- Lugar: primer piso, punto exacto, por definir.
- Método de conexión con el inversor: internet.
- Internet y electricidad disponible: sí.



## 9. Ahorro estimado.

Con los datos del software de simulación PV-Sol se obtuvieron las siguientes estimaciones:

Potencia instalada kW	Inyección anual a la red (kWh/año)	Tarifa	Costo energía (kWh) *	Ahorro estimado al año CLP
25	18.573	AT3	62,45	1.159.779

Tabla 2: ahorros estimados.

(\*) Fuente: CGE de distribución.

[http://www.cgedistribucion.cl/mercadoelectrico/Peajes\\_Servicio\\_Suministros/Tarifas%20de%20Sunistro%20CGED%2001-05-2015.pdf](http://www.cgedistribucion.cl/mercadoelectrico/Peajes_Servicio_Suministros/Tarifas%20de%20Sunistro%20CGED%2001-05-2015.pdf)

Factor de rendimiento: 74,6%.

Perdida por ensuciamiento: 5%.

Perdida por cableado: 1,5%.

Rendimiento anual esperado: 1.182,97 kWh/kWp.



## 10. Datos ejecución de la instalación.

	Lunes a Viernes	Sábado	Domingo
Horario de trabajo de obra en el techo			
Lugar disponible para almacenar materiales			
Estacionamiento disponible			
Otros aspectos a tener en cuenta para la instalación			

### Información para el adjudicatario

A continuación se muestra la información que se tiene del edificio, la cual puede ser entregada al adjudicatario de la licitación para la mejor ejecución del proyecto

	Digital (CAD)	No digital	Observación
Planos Eléctricos	–	✓	–
Planos de cubierta	–	✓	–
Planos de estructura	–	✓	–



## 11. Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución.

En el techo se realizarán labores de montaje del sistema fotovoltaico lo que se considera como trabajos que generan ruidos (cortes y perforaciones de material). Esto se puede minimizar si se reciben en terreno los materiales cortados y perforados.

Las labores de montaje incluyen que se utilicen espacios y lugares para el traslado de materiales hasta el techo.

La conexión del inversor se considera un trabajo silencioso.

Posiblemente, en el primer piso se realizarán labores de conexión del sistema fotovoltaico y la conexión del sistema de monitoreo, las cuales se consideran como trabajos silenciosos.

El plazo de ejecución será de aproximadamente 15 días hábiles una vez aprobado el diseño técnico.

## 12. Recomendaciones al proyecto.

- De las superficies estudiadas se recomienda considerar las cubiertas ubicadas en la cara norte del edificio por la superficie disponible y por la facilidad de instalación.
- La ubicación del inversor se recomienda que se realice en el patio interior, entre los SFV y el tablero eléctrico de conexión.
- El plazo de ejecución, recomendado es de 15 días.



### 13. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la instalación en un techo de un SFV de módulos solares sobre estructura metálica que debe ir anclada a la estructura actual de la cubierta. Este anclaje se realiza de tal manera que no perjudica la impermeabilización del techo, protegiendo de forma adecuada las zonas afectadas por la instalación.

Se instalan los módulos con la misma inclinación que la cubierta, la que varía entre 12° y 20°.



Ilustración 6: ejemplo de inversor.



Ilustración 7: ejemplo paneles fotovoltaicos integrados en cubierta.

La energía generada por los módulos es transformada de corriente continua a corriente alterna por el inversor que será instalado en muro exterior ubicado en patio interior de la instalación.

La conexión entre los módulos y el/los inversores se realizará mediante cable instalado en exterior bajo tubo.



Ilustración 8: ejemplo de instalación bajo tubo.

#### 14. Condiciones para la ejecución del Proyecto

- Confirmar que el edificio fue construido de acuerdo a la normativa vigente en el momento de su construcción.
- Confirmar que la cubierta de su edificio está en buenas condiciones y que no serán necesarias reparaciones en el largo plazo. Considerar que cualquier reparación que se quiera hacer en la cubierta, será difícil de realizar una vez que los sistemas fotovoltaicos se encuentren instalados.



**ANEXO Nº 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR PROYECTO**

**1.- Especificaciones.**

Código Proyecto	<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 15px;"></span>
Identificación del edificio	CESFAM.
Identificación del propietario	I.M. de San Clemente.
Ubicación del edificio	Huamachaco S/N.
Capacidad a Instalar	25 kW
Área disponible	Ver en el esquema
Instalación del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugar de instalación del generador fotovoltaico: cubiertas del edificio, cara norte.</li> <li>• Lugar de instalación del inversor: muro exterior de patio</li> </ul>



	<p>interior central.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de conexión sugerido: tablero general auxiliar.</li> </ul>
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación: 7° este, (ver esquema de referencia)</li> <li>• Inclinación: entre 12° y 20° (inclinación de la cubierta).</li> <li>• La estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos se debe fijar a las cerchas o costaneras de la estructura del techo.</li> </ul>
Medidas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe instalar soportes para las líneas de vida.</li> <li>• Se debe instalar un piso técnico que permita la mantención de la instalación.</li> </ul>
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -.</li> </ul>
Obras adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de una gatera con acceso restringido.</li> </ul>
Información adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar armario metálico para protección del inversor.</li> </ul>
Horario de trabajo de obra en el techo	-
Horario ingreso de materiales	-



Lugar disponible para almacenar materiales de obra*:	-
Acceso con vehículos:	-
Visita a terreno	-
Garantía Seriedad de la oferta	\$500.000 (quinientos mil pesos)
Glosa Boleta Garantía Seriedad de la Oferta	<i>“Para garantizar la seriedad de la oferta presentada a la Subsecretaría de Energía en la licitación para la “Adquisición e instalación de sistemas fotovoltaicos para el Programa Techos Solares Públicos: Proyecto PTSP-2015-00x””.</i>

\*Es responsabilidad del adjudicatario velar por la seguridad de los materiales que almacena en el lugar de la obra.



## 2.- Plazos máximos de implementación

	Plazos
<b>Diseño técnico del proyecto</b>	<b>10 días hábiles desde la adjudicación de la propuesta</b>
<b>Construcción y declaración de puesta en servicio</b>	<b>25 días hábiles desde la total tramitación del contrato</b>
<b>Conexión a la Red y Protocolo de Conexión</b>	<b>55 días hábiles desde la total tramitación del contrato.</b>



### 3.- Información sobre la Respuesta a la solicitud de conexión.

#### Respuesta a la Solicitud de Conexión

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

#### Respuesta a la Solicitud de Conexión:

Capacidad Instalada Permitida	_____ [kW]
Factor de potencia con el que deberá operar	
Costo de las actividades de conexión:	\$ _____
¿Se requieren Obras Adicionales?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Se requiere modificación del empalme?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No



#### 4.- Esquema de techumbre.



Ilustración: esquema del edificio.

#### 5.- Diseño de referencia.

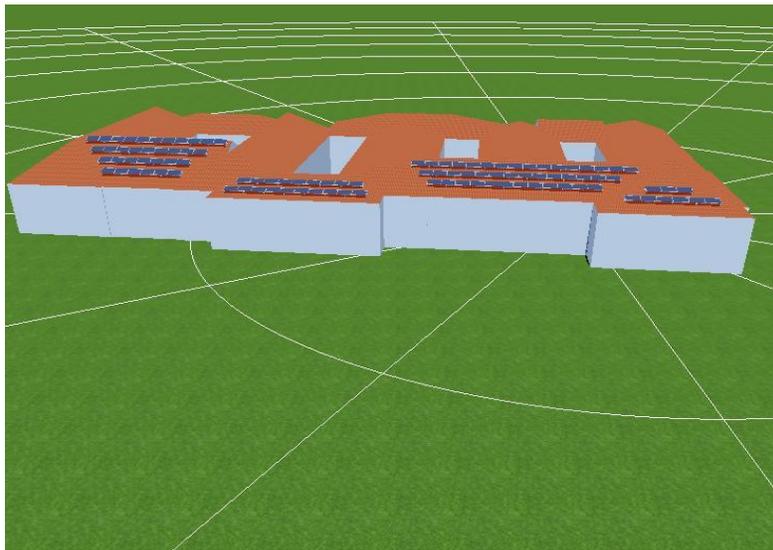


Ilustración: vista norte.

**ANEXO Nº 2 FOTOS ADICIONALES**



Ilustración 9: fachada del edificio.



Ilustración 10: vista noreste de la cubierta seleccionada.





Ilustración 11: vista noroeste de la cubierta.seleccionada.



Ilustración 12: vista norte de las cubiertas.





Ilustración 13: vista patio ubicación del inversor desde la cubierta seleccionada.



Ilustración 14: vista sureste desde el extremo de la cubierta seleccionada.





Ilustración 15: vista techo seleccionado desde el patio interior ubicación de inversor.



Ilustración 16: ubicación sugerida del inversor.





Ilustración 17: vista de patio interior.



Ilustración 18: vista de patio interior y tablero de conexión.



**ANEXO Nº 3 INFORME SEC**



INFORME TÉCNICO DE  
TERRENO

UNIDAD DE ENERGÍAS RENOVABLES NO  
CONVENCIONALES

UNIDAD DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

**INFORME TÉCNICO DE TERRENO**

(ACC: - DOC:)

DESCRIPCIÓN: FISCALIZACIÓN

DESTINO: PROYECTOS DE TECHO SOLAR – TALCA – SAN CLEMENTE

TIPO DE FISCALIZACIÓN: INSPECCIÓN DE INSTALACIÓN INTERIOR DE EDIFICIOS PÚBLICOS  
EN LAS CIUDADES DE TALCA Y SAN CLEMENTE

FECHA DE FISCALIZACIÓN: 06-05-2015 – 08-05-2015



### 3.12 CESFAM



*Tablero General Auxiliar de la instalación*

#### 3.12.1 Observaciones:

- a) Partes metálicas del tablero no se encuentran protegidos contra tensiones peligrosas incumpliendo los numerales 6.2.4.2 y 10.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
- b) Existe cableado de Puesta a Tierra pero, no se pudo verificar la resistividad de la puesta a tierra, ya que no se encontró la camarilla de registro.

#### 3.12.2 Punto de conexión recomendado:

Dado que la instalación interior del Tablero General Auxiliar evaluado presenta incumplimientos normativos menores, se recomienda como punto de conexión, el mismo tablero evaluado, ya que tiene espacio disponible al interior para poder realizar la normalización del mismo y para albergar las protecciones para el equipamiento de generación.

Se debe tener presente que CESFAM cuenta con un grupo electrógeno, razón por la cual se debe considerar que el ingreso de éste no permita la producción de la generación fotovoltaica para inyectarla a la red.

#### 3.12.3 Caída de tensión:

La caída de tensión entre la unidad generadora y el punto de conexión, considerando la longitud entre estos dos puntos es de 30 metros aproximadamente, según lo propuesto por el Consultor, es menor al 1%.

