

## Informe

Visita técnica a Regimiento Infantería N°23 Copiapó. Evaluación de condiciones de instalación de un sistema solar fotovoltaico en techo.



Informe solicitado por:

José Miguel Gutiérrez

EFFERGY S.A.

15/04/2015

## Contenido

1. Introducción.....	2
2. Objetivos.....	2
3. Datos generales del inmueble.....	3
4. Lugares disponibles y seleccionados para instalar los módulos fotovoltaicos. ....	6
5. Características de la superficie seleccionada.....	7
6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico. ....	8
7. Conexión a instalación eléctrica existente.....	10
8. Interfaz de monitorización y diagrama informativo.....	11
9. Ahorro estimado. ....	12
10. Datos ejecución de la instalación. ....	13
11. Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución.....	14
12. Recomendaciones al proyecto. ....	14
13. Descripción general del proyecto.....	15
14. Condiciones para la ejecución del Proyecto .....	16



## 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>	Los Carrera 1723	<b>Ciudad</b>	Copiapó
<b>Institución pública responsable</b>	Ejército de Chile		
<b>Identificación del Inmueble</b>	RI N23 Copiapó, cuadra de la compañía de morteros.		



Ilustración 1. Fachada del edificio.

**Antigüedad del edificio:** edificio construido en 2013.

**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.

Localizaciones posibles para el proyecto:

De la observación de los techos en la visita, se propone utilizar el techo identificado en el esquema por el buen estado de la techumbre y por la proximidad al punto de conexión.

Ver imágenes de los mismos en anexo n°2.

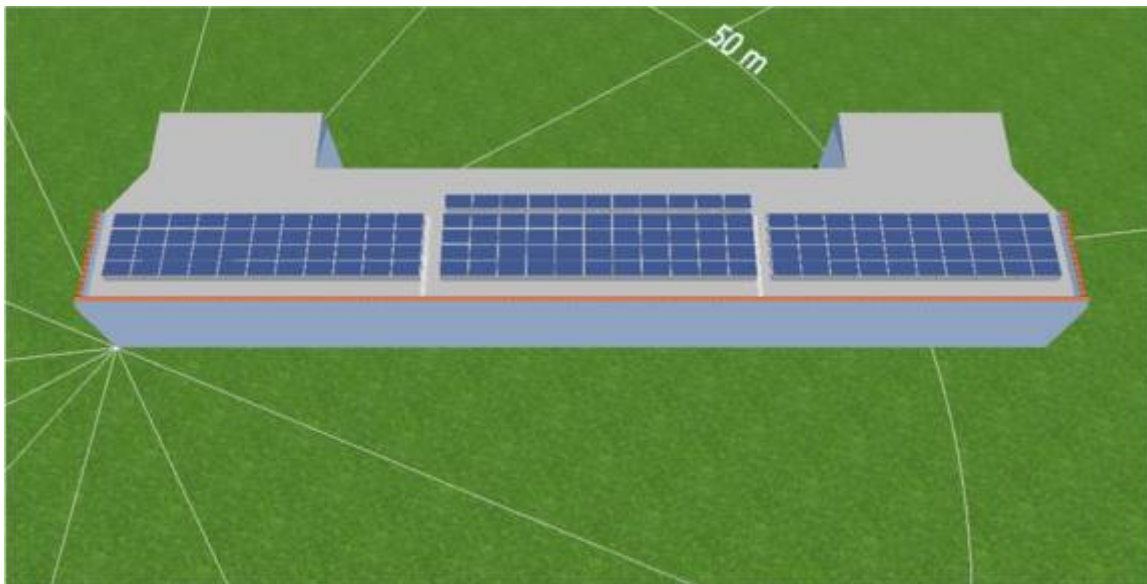


Ilustración 4: Esquema de techo con posible solución. Vista Norte.



## 5. Características de la superficie seleccionada.

- **Forma de acceso:** acceso mediante escalera vertical adosada a paramento del edificio.



Ilustración 5. Forma de acceso.

- **¿Es posible el tránsito para una visita a terreno durante la licitación?:** si es posible.
- **¿Es necesario alguna obra adicional para permitir un fácil acceso y tránsito para la mantención del sistema fotovoltaico?:** si, se recomienda ampliar pasillos técnicos para la mantención de la instalación.
- **Antigüedad de la techumbre:** construida en 2013.
- **Cobertura:** plancha metálica.
- **Estructura:** estructura metálica.
- **Deterioros:** no se observan.
- **Filtraciones:** no se aprecian filtraciones.



- **Orientación:** las superficies a intervenir se encuentran orientadas 35° hacia el este.
- **Inclinación:** techo plano con inclinación de 17°.
- **Elementos dentro del área seleccionada:** existen en la cubierta del edificio equipos termo solares, se distribuirá la instalación fotovoltaica de forma que no interfieran ambos sistemas.
- **Elementos dentro del área seleccionada que hay que retirar o relocalizar:** no hay elementos que retirar.
- **Espacios necesarios de circulación:** el área seleccionada no tiene uso alternativo, por lo que solo se necesita ampliar el piso técnico existente para efectuar labores de mantenimiento a la instalación fotovoltaica.
- **Esquema o plano simple de la superficie seleccionada:** ver ilustración n° 4.
- **Área bruta disponible:** la superficie bruta disponible en el edificio es de 456 m<sup>2</sup>.
- **¿Estructura de la superficie es capaz de soportar un sistema fotovoltaico?:** Si. La mayor carga que solicitara el techo es la carga de viento. De acuerdo a las tablas del anexo 9.I de la guía de validación de techos para instalación de generadores fotovoltaicos de la GIZ, las condiciones de inclinación de techo y panel aplicarían sobrecargas de viento aceptables de acuerdo a norma.

## 6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

- **Condiciones de sombra:**
  - **Externas:** existen árboles al norte de la instalación, los cuales deberán ser mantenidos con el menor follaje y altura posible.
  - **Internas:** existe un peto de aproximadamente 1 en el borde de la cubierta.
- **Estimación de espacio para el sistema fotovoltaico:**

Se consideran tres campos de paneles FV. Se considera un mínimo de borde de 1 metro con el borde del techo como medida de seguridad.



- **Solución fotovoltaica recomendada:**

Estructura fijada a la estructura del edificio con una inclinación de  $17^\circ \pm 5^\circ$  manteniendo la orientación del edificio.

- **Cantidad de módulos:**

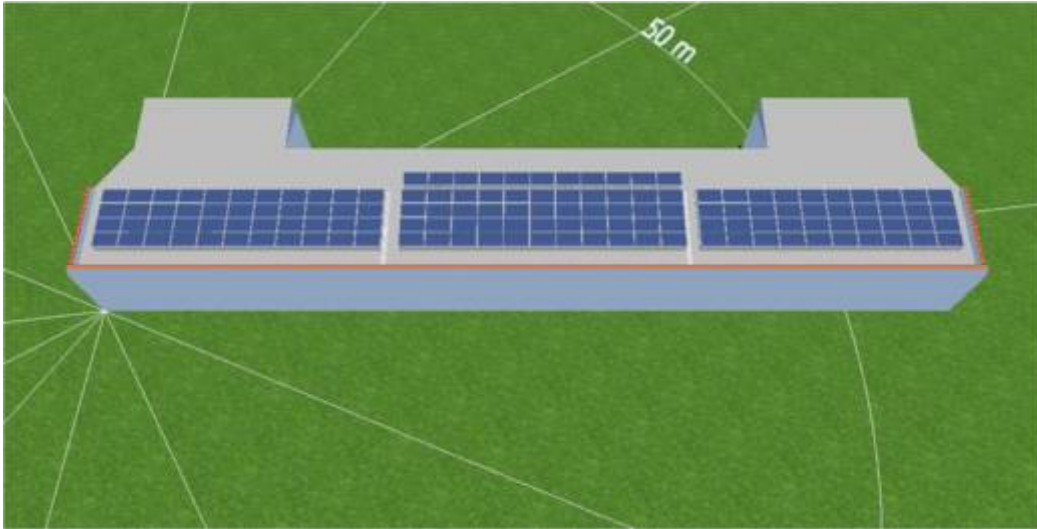


Ilustración 6. Superficies propuestas. Vista Norte.

Suponiendo la instalación de un módulo estándar de 250W con dimensiones de 1,65 x 1 m y teniendo en cuenta las condiciones de sombra por elementos propios, éste techo podría albergar 139 módulos dispuestos con la inclinación de la cubierta,  $17^\circ \pm 5^\circ$ , con una potencia conjunta de 34,75 kWp y una superficie efectiva de módulos de 222,4 m<sup>2</sup>.

Zona	Superficie (m2)	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia (kW)
Generador FV oeste	64	4	10	40	10
Generador FV centro	88	5	11	55	13,75
Generador FV este	70,4	4	11	44	11
<b>Total</b>	<b>222,4</b>			<b>139</b>	<b>34,75</b>

Tabla 1: dimensionado del sistema.

Con el objeto de poder estandarizar los sistemas y hacerlos escalables se recomienda licitar una instalación de 30 kW.



## 7. Conexión a instalación eléctrica existente.

- **Distribuidora:** EMELAT S.A.
- **Tarifa:** AT4 3.
- **Potencia conectada:** 83 kW.
- **Estado de la instalación eléctrica interior:** fuera de norma.
- **Estado de los tableros eléctricos:** fuera de norma.
- **Declaración eléctrica interior:** pendiente.
- **¿El edificio cuenta con un sistema de puesta a tierra, verificable a través de una camarilla de registro, cajas de tierra u otro medio donde se puede verificar la existencia?:** pendiente.
- **Grupo electrógeno:** no.
- **Lugar del inversor:** existen dos alternativas posibles, en el interior del edificio, cerca de la bomba del sistema térmico o en muro sur del edificio.
  - **Justificación:** lugar cercano al sistema fotovoltaico y al lugar de conexión y con posibilidad de internet con wifi que permite conectarse con el display de información.
- **Accesorios adicionales para el inversor:** se requiere armario de protección si se instala en el exterior.
  - **Número de MPPT mínimos:** hay tres campos con distinto número de módulos, se recomienda tres inversores o un inversor con tres entradas de MPPT.
- **Canalización entre el generador FV y el inversor:** el inversor y los GFV estarán en el mismo edificio, canalización sobre muro desde la cubierta del edificio.
- **Distancia aproximada:** 4 metros.
- **Lugar del punto de conexión:** a través de un nuevo tablero eléctrico junto a medidor.
  - **Justificación:** por proximidad al SFV.
  - **Distancia aproximada:** 17 m.



- **Caída de tensión entre el punto de conexión y empalme:** dado que la conexión es directa al medidor está por debajo de 3%.
- **Canalización entre el inversor y el punto de conexión:** aérea.

## 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: por confirmar.
- 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
30	45.103	AT4.3.	58,377	2.632.962

Tabla 2: ahorros estimados.

(\*) Fuente: EMELAT

<http://www.emelat.cl/mercadoelectrico/Documents/Pliego%20de%20Tarifas%20de%20Suministro%20EI%C3%A9ctrico%20EMELAT%2001-03-2015.pdf>

Factor de rendimiento: 74,6%.

Perdida por sombra: 0,5 % año.

Perdida por ensuciamiento: 5%.

Perdida por cableado: 4,5%.

Rendimiento anual esperado: 1.503,42 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	Observaciones
Planos Eléctricos	–	–	
Planos de cubierta	–	✓	Existentes en la instalación en papel.
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 20 días hábiles una vez aprobado el diseño técnico.

## 12. Recomendaciones al proyecto.

- 🌿 El plazo de ejecución recomendado es de cuatro semanas.
- 🌿 Se recomienda ampliar los pasillos técnicos e incorporar líneas de vida en el perímetro del sistema fotovoltaico para el mantenimiento adecuado.
- 🌿 Podar y mantener poco follaje y baja altura árboles situados al frente de la instalación.



### 13. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la instalación en el techo del edificio de dos campos de módulos solares fotovoltaicos sobre estructura metálica que debe ir anclada a la estructura actual del techo. 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 de acuerdo a esquema.



Ilustración 7.



Ilustración 8.

La energía generada por los módulos es transformada de corriente continua a corriente alterna por los inversores.

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



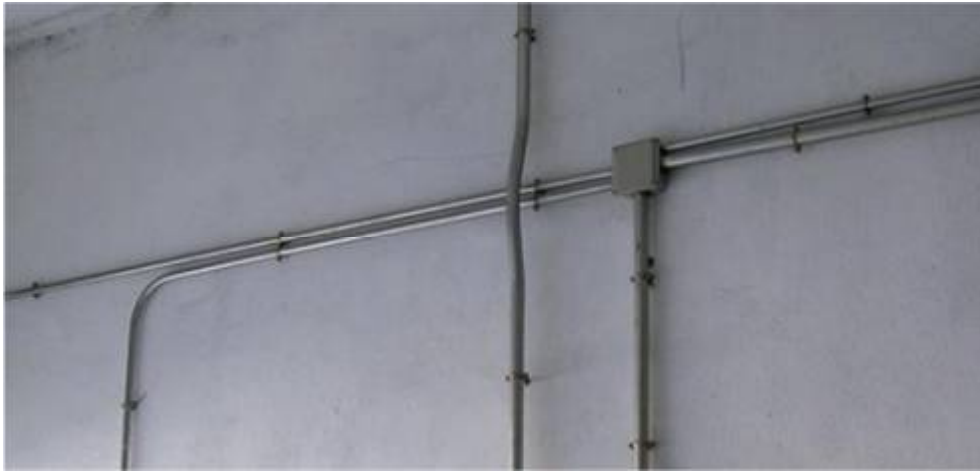


Ilustración 9. Ejemplo de instalación bajo tubo.

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

- Se sugiere enviar planos de cubierta, sin ser imprescindible.
- Se sugiere enviar planos eléctricos, sin ser imprescindible.
- 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 N° 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR PROYECTO**

**1.- Especificaciones.**

Código Proyecto	<u>          </u>
Identificación del edificio	RI N23 Copiapó, cuadra de la compañía de morteros.
Identificación del propietario	Ejército de Chile.
Ubicación del edificio	Los Carrera, 1723.
Capacidad a Instalar	20 kW
Área disponible	Ver en el esquema
Instalación del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugar de instalación del generador fotovoltaico: Techo del edificio analizado.</li> <li>• Lugar de instalación del inversor: muro exterior sur del edificio o al interior de la bodega del edificio.</li> <li>• Punto de conexión sugerido: nuevo tablero eléctrico auxiliar junto medidor.</li> </ul>



Estructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación: siguiendo la orientación del edificio (ver esquema de referencia).</li> <li>• Inclinación: a 17° +/- 5° sobre la horizontal.</li> <li>• La estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos se debe fijar a la estructura de losa 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 ampliar el piso técnico para permitir 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>• N/A.</li> </ul>
Información adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El o los inversores propuestos, en su conjunto, deben tener, al menos, tres entradas de MPPT.</li> <li>• Instalar armarios metálicos para protección de los inversores.</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 “ [REDACTED] ”.”</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 máximos de implementación	Plazos
Ingeniería de detalle del proyecto	10 días hábiles desde la adjudicación de la propuesta
Instalación GFV	20 días hábiles desde la total tramitación del contrato
Declaración de puesta en servicio, conexión a la red y protocolo de conexión.	55 días hábiles desde la total tramitación del contrato.



### 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.



5.- Diseño de referencia.

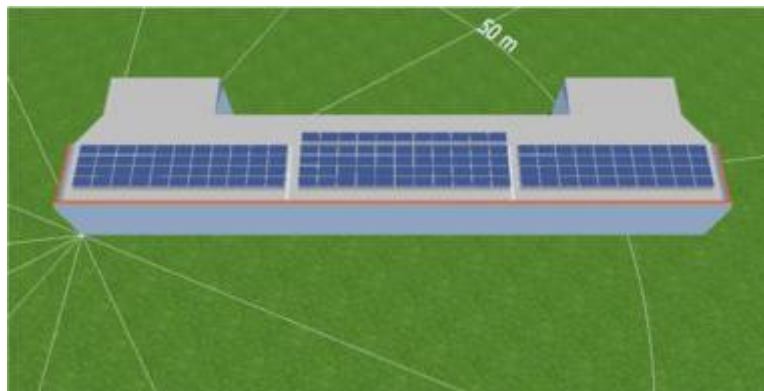


Ilustración 11. Vista Norte.



**ANEXO N° 2 FOTOS ADICIONALES**



Ilustración 12: vista sur edificio.



Ilustración 13: vista suroeste edificio.





Ilustración 14: medidor.







Ilustración 15: detalle cubierta del edificio.