

Informe

Visita técnica a “CESFAM Arraú Méndez”, Parral. 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.

18/04/2015

Contenido

1. Introducción.....	2
2. Objetivos.....	2
3. Datos generales del inmueble.....	3
4. Lugares disponibles y seleccionados para instalar los módulos fotovoltaicos.	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.	12
11. Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución.....	13
12. Recomendaciones al proyecto.	13
13. Descripción general del proyecto.....	14
14. Condiciones para la ejecución del Proyecto	15



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

Dirección	Población Arraú Méndez – C/ Tres Sur 0115	Ciudad	Parral
Institución pública responsable	Municipalidad de Parral		
Identificación del Inmueble	CESFAM Arraú Méndez.		



Ilustración 1. Fachada del edificio.

Antigüedad del edificio: edificio construido en el año 2008.

Reformas previstas: no hay.

Plano o esquema general: ver ilustraciones siguientes.





Ilustración 2: ubicación del edificio.

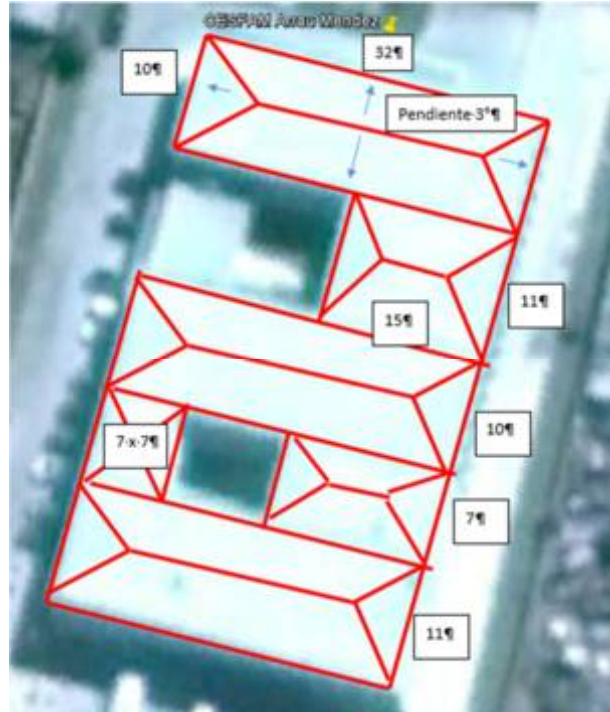


Ilustración 3: esquema de instalaciones.



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 disponer el generador fotovoltaico ocupando la totalidad del espacio libre de la cubierta. Los techos son de cubierta metálica y estructura metálica.

Ver imágenes de los mismos en anexo n°2.

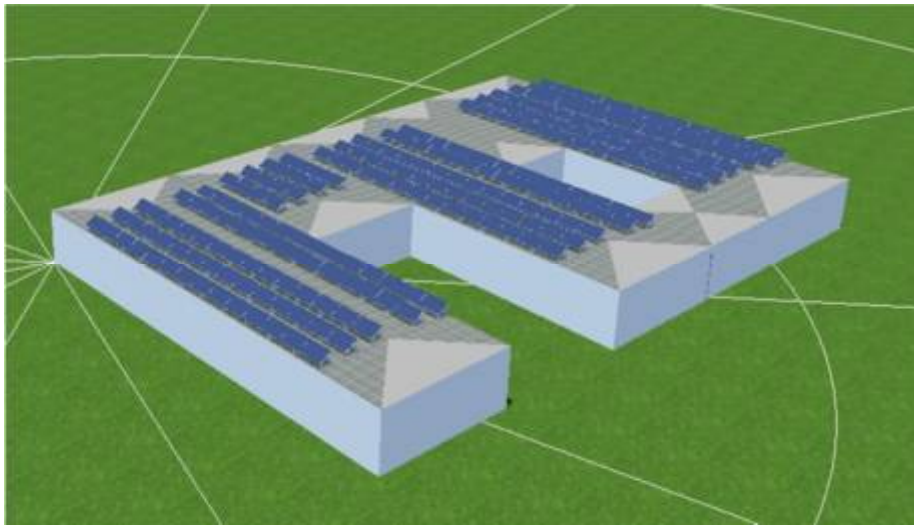


Ilustración 4: Esquema de techo con posible solución. Vista Norte.

5. Características de la superficie seleccionada.

- **Forma de acceso:** se accede a los mismos a través de escalera portátil hasta el primer nivel y a la cubierta definitiva con escalera gatera.



Ilustración 5. Forma de acceso.

- **¿Es posible el tránsito para una visita a terreno durante la licitación?:** no es posible. La cubierta no dispone de pasillo técnico y no es transitable. Si es posible visualizar desde la escalera gatera.
- **¿Es necesario alguna obra adicional para permitir un fácil acceso y tránsito para la mantención del sistema fotovoltaico?:** si, se recomienda construir pasillos técnicos para la mantención de la instalación y mejorar la escalera con acceso restringido para el adecuado mantenimiento de la instalación.
- **Antigüedad de la techumbre:** 2008.
- **Cobertura:** cintac PV4.
- **Estructura:** estructura metálica apoyada sobre losa.
- **Deterioros:** no se aprecian daños.
- **Filtraciones:** no se aprecian filtraciones en el techo de dependencias interiores.
- **Orientación:** noreste 13°.
- **Inclinación:** techos planos con inclinaciones de 5° para recogidas de aguas.

- **Elementos dentro del área seleccionada:** chimeneas de ventilación y antenas.
- **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 un piso técnico adicional 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 la cubierta del CESFAM es de 1.300 m².
- **¿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:** no hay.
 - **Internas:** chimeneas de ventilación y antenas, sombras mínimas.
- **Estimación de espacio para el sistema fotovoltaico:**

El tejado en su totalidad constituye un campo fotovoltaico, ya que todos los módulos tendrán la misma orientación e inclinación.

- **Solución fotovoltaica recomendada:**

Estructura fijada a las cerchas o costaneras, con una inclinación de 10° +/- 5° y orientada 13° al este, manteniendo la geometría del edificio.



- **Cantidad de módulos:**

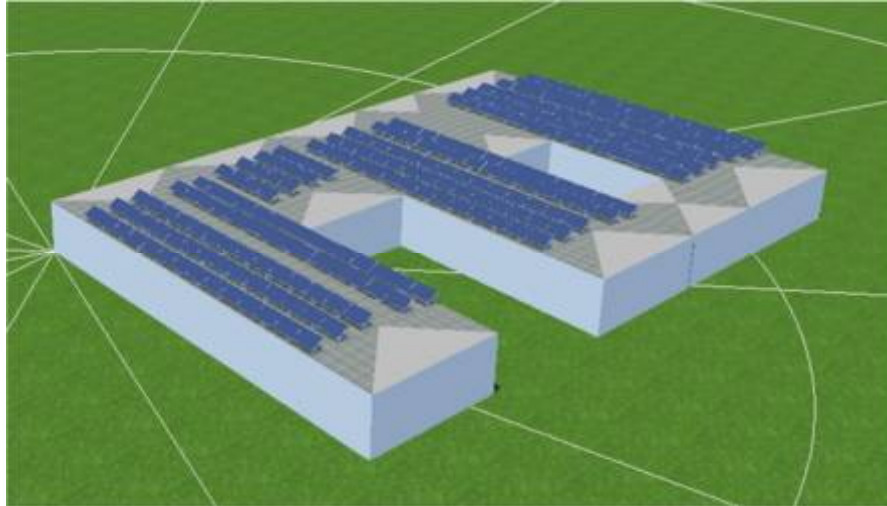


Ilustración 6. Superficies propuestas. Vista Norte.

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, ésta techo podría albergar módulos dispuestos con una inclinación de 10° +/- 5°, con una potencia conjunta de 80 kWp y una superficie efectiva de módulos de 522,7 m².

Zona	Superficie (m2)	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia (kW)
Generador FV 1	384	20	Variable	240	60
Total	384			240	60

Tabla 1: dimensionado del sistema.



7. Conexión a instalación eléctrica existente.

- **Distribuidora:** CGE Distribución.
- **Tarifa:** AT 3
- **Potencia conectada:** 166 kW.
- **Estado de la instalación eléctrica interior:** no se aprecian irregularidades en la instalación.
- **Estado de los tableros eléctricos:** no están normalizados.
- **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?:** cuenta con cableado de puesta a tierra pero no se pudo verificar la resistividad ya que no se encontró la camarilla de registro. Aunque se encuentra en plano.
- **Grupo electrógeno:** hay grupo electrógeno.
- **Lugar del inversor:** en muro exterior sobre cornisa a la entrada de la sala eléctrica.
 - **Justificación:** espacio sombreado, lugar cercano al sistema fotovoltaico y al tablero de conexión con acceso cercano que permite conectarse con el display de información.
- **Accesorios adicionales para el inversor:** armario metálico de protección.
 - **Número de MPPT mínimos:** por inclinación y orientación puede usarse un solo inversor pero se recomienda, para un mayor control de la instalación dividir el campo en un mínimo de 8 inversores o inversor multientrada.
- **Canalización entre el generador FV y el inversor:** sobre fachada oeste del edificio.
- **Distancia aproximada:** 20 m.
- **Lugar del punto de conexión:** tablero adosado al tablero TG interior ubicado en sala del grupo electrógeno.



- **Justificación:** cuadro cercano y apto de acuerdo a informe SEC.
- **Distancia aproximada:** 2 m.
- **Caída de tensión entre el punto de conexión y empalme:** menor al 1%, ver informe anexo 3.
- **Canalización entre el inversor y el punto de conexión:** desde el exterior se accede a la sala sobre la puerta de acceso.

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 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
60	78.216	AT 3.	65,427	5.117.438

Tabla 2: ahorros estimados.

(*) Fuente: EMELECTRIC

http://www.cgedistribucion.cl/nuestraempresa/InformacionFinanciera/Tarifas_emetal_emelectric/Tarifa_Suministro_Interno%20y%20Web_Emelectric_Emet_al_2014_11_01_d1T-4T.PDF

Factor de rendimiento: 82,1%.

Perdida por orientación e inclinación distinta a la óptima: 1,5%.

Perdida por sombra: 1,9% año.

Perdida por ensuciamiento: 5%.

Perdida por cableado: 4,5%.

Rendimiento anual esperado: 1.303,59 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	–	✓	En administración del edificio.
Planos de cubierta	–	✓	En administración del edificio.
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.

- De las superficies estudiadas se puede aprovechar la totalidad de la cubierta.
- Los inversores se recomienda se ubiquen en fachada sobre entrada al grupo generador.
- El plazo de ejecución recomendado es de cuatro semanas.
- Se recomienda instalar pasillos técnicos para el mantenimiento adecuado y mejorar la escalera con acceso restringido.



13. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la instalación en un techo de un campo de módulos solares fotovoltaicos sobre estructura metálica que debe ir anclada a la estructura actual de cada 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 que serán instalados en fachada sobre puerta de acceso a la sala eléctrica.

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

- 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.

Identificación del edificio	CESFAM Arraú Méndez
Identificación del propietario	Municipalidad de Parral
Ubicación del edificio	Población Arraú Méndez – Calle Tres Sur 0115.
Capacidad a Instalar Mínima	60 kWp
Área disponible	Ver en el esquema
Instalación del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Lugar de instalación del generador fotovoltaico: cubierta de edificio. • Lugar de instalación del inversor: en la cubierta. • Punto de conexión sugerido: tablero adosado al tablero TG interior ubicado en la sala del grupo electrógeno.
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Orientación: 13° al este, respetando la geometría del edificio. • Inclinación: a 30° +/- 5° sobre la horizontal.



	<ul style="list-style-type: none"> La estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos se debe fijar a las cerchas o costaneras de la estructura del techo.
Medidas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> Se debe instalar soportes para las líneas de vida. Se debe instalar un piso técnico que permita la mantención de la instalación. Se debe instalar una escalera con acceso restringido.
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> Distancia aproximada entre el campo solar e inversor: 20 metros Distancia aproximada entre inversor y punto de conexión: 2 metros CC: Según Instructivo Técnico RGR N°02/2014 CA: Según Norma 4/2003
Obras o requerimientos adicionales	<ul style="list-style-type: none"> No se requieren obras adicionales.
Información adicional	<ul style="list-style-type: none"> El edificio cuenta con un grupo electrógeno.
Horario de trabajo de obra en el techo	<ul style="list-style-type: none"> Será informado mediante aclaración en Portal Chilecompras.
Horario ingreso de materiales	<ul style="list-style-type: none"> Será informado mediante aclaración en Portal Chilecompras.
Lugar disponible para almacenar materiales de	<ul style="list-style-type: none"> Se debe realizar instalación de faena.



obra*:	
Acceso con vehículos:	<ul style="list-style-type: none">• Coordinación con personal del CESFAM
Visita a terreno	<ul style="list-style-type: none">• Será informada mediante aclaración en Portal Chilecompras.

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



2.- Información sobre la respuesta a la solicitud de conexión

Respuesta a la Solicitud de Conexión

Ubicación geográfica del punto de conexión:	2
Propiedad empalme:	Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Empresa Distribuidora <input type="checkbox"/>
Capacidad del empalme:	164 [kW]
Tipo de empalme:	<input type="checkbox"/> monofásico <input checked="" type="checkbox"/> trifásico
Opción tarifaria:	AT3

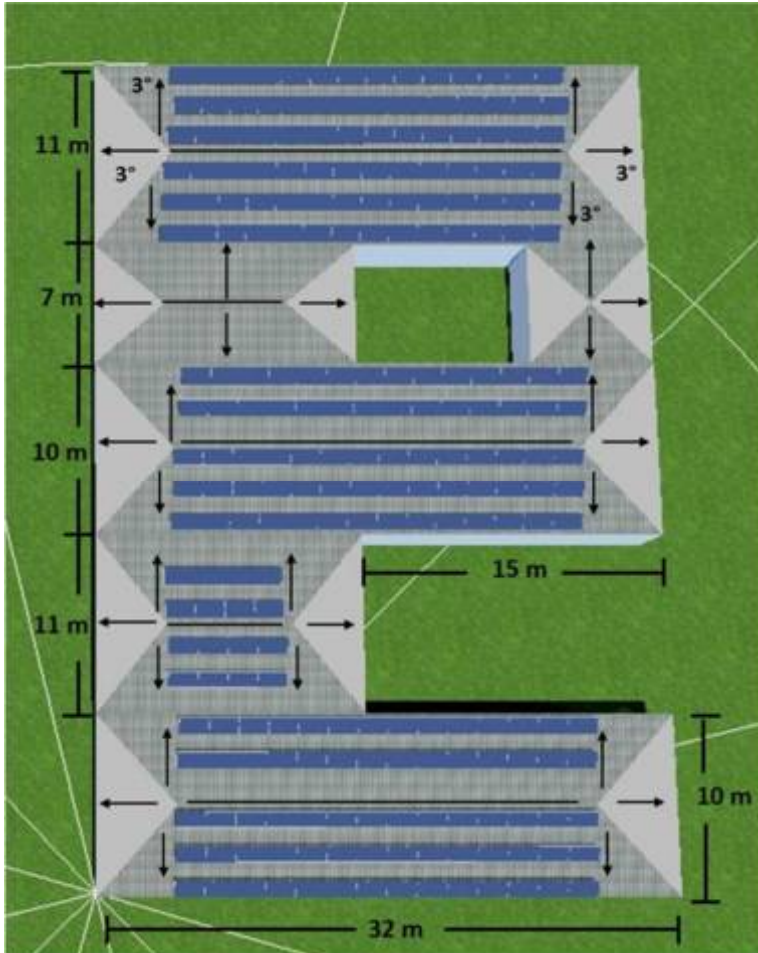
Respuesta a la Solicitud de Conexión:

Capacidad Instalada Permitida	100[kW] ¹
Factor de potencia con el que deberá operar	1
Costo de las actividades de conexión:	-
¿Se requieren Obras Adicionales?	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
¿Se requiere modificación del empalme?	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No

¹ Cliente solicita conexión de EG con Capacidad Instalada de 80 kW. El CIP entregado es válido al conectarse de forma trifásica



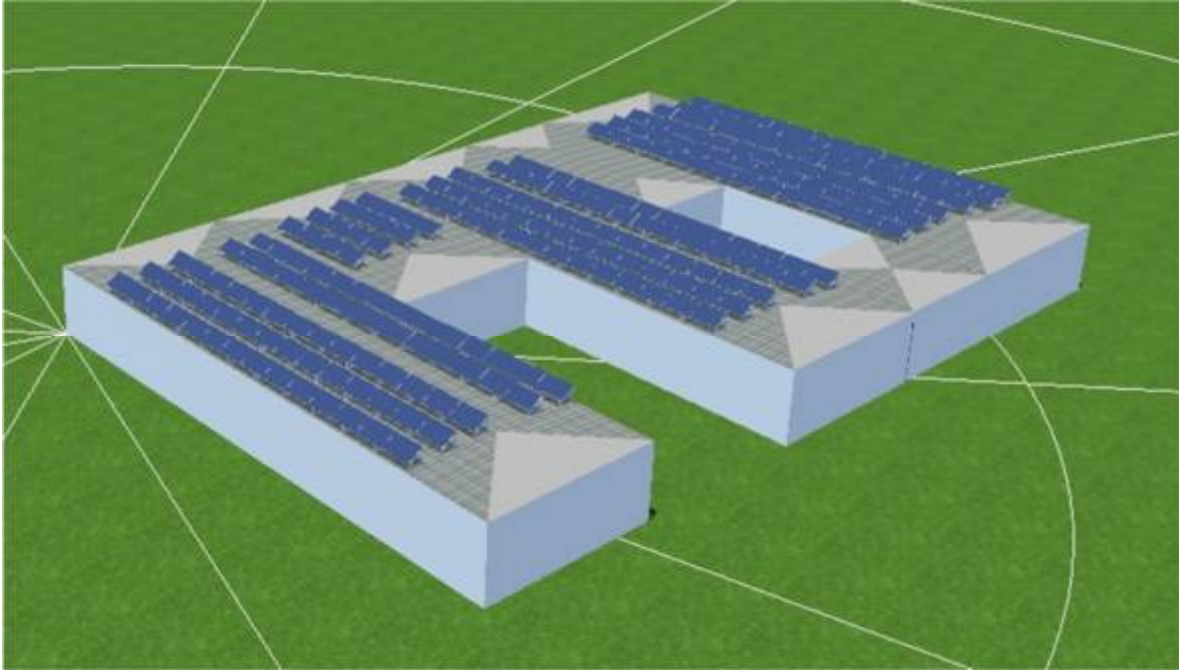
3.- Esquema de techumbre



* Medidas referenciales



4.- Diseño de referencia



* Modelo referencial.



ANEXO N° 2 FOTOS ADICIONALES



Ilustración 10: vista sur, cubierta.



Ilustración 11: vista este cubierta edificio.



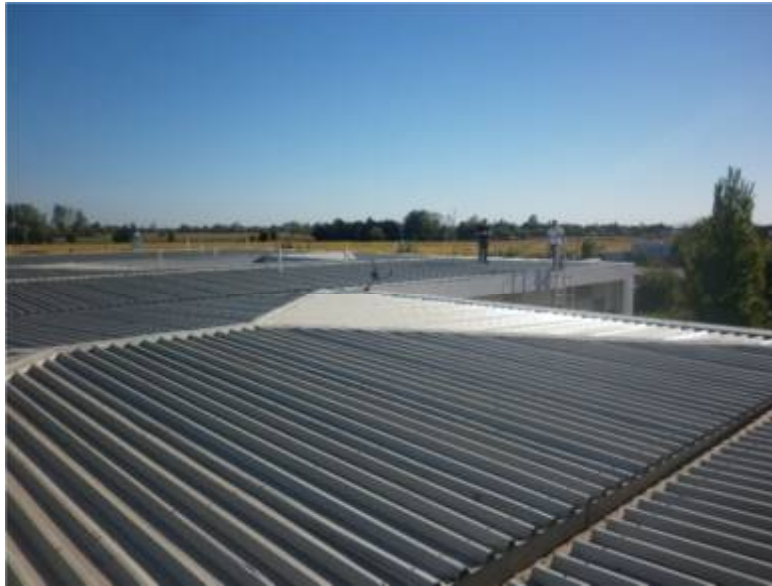


Ilustración 12: vista sur este, cubierta del edificio.



Ilustración 13: vista sur cubierta edificio.





Ilustración 14: punto de instalación inversor.

ANEXO N° 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 - PARRAL

**TIPO DE FISCALIZACIÓN: INSPECCIÓN DE INSTALACIÓN INTERIOR DE EDIFICIOS PÚBLICOS EN
LA CIUDAD DE PARRAL**

FECHA DE FISCALIZACIÓN: 30-03-2015 al 01-04-2015



1.1. Cesfam Arrau Mendez

El Cesfam se construyó hace pocos años, por lo que se cuenta con los planos del sistema de puesta a tierra y con información del proyecto eléctrico.



Tablero General de la instalación, ubicado al interior de la sala del grupo electrógeno.

3.1.1 Observaciones:

- Tablero no cumple con el volumen de espacio libre de 25% para proveer de ampliaciones incumpliendo el numeral 6.2.1.8 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
- Los alimentadores del Tablero General no quedan protegidos ante la sobrecarga como al cortocircuito incumpliendo el numeral 7.1.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003. Alimentador de la protección general del Tablero General es de sección $1 \times 107.2 \text{ mm}^2$ (1x4/0 AWG) mientras que la protección es de 3x400A.
- Los conductores de los circuitos no quedan protegidos por la capacidad del disyuntor incumpliendo el numeral 8.1.1.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003. Alimentador aguas debajo de la protección general del banco de condensadores (protección de 3x200A con conductor $1 \times 50 \text{ mm}^2$).



- d) Se aprecia que luces piloto de tablero general tiene luces piloto fuera de servicio.
- e) Tablero no tiene estampada la identificación, la tensión, la corriente y el número de fases incumpliendo el numeral 6.0.4 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
- f) 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.

3.1.2 Punto de conexión recomendado:

Dado que la instalación interior del Tablero General evaluado presenta incumplimientos normativos, no se recomienda la conexión de un equipamiento de generación en estas instalaciones.

Sin perjuicio de lo anterior y teniendo presente que la instalación es existente por lo que al interior del tablero no hay espacio disponible, se aceptará la instalación de un nuevo tablero eléctrico (fotovoltaico) al costado del T.G. para realizar solamente la conexión a las barras de distribución, teniendo presente que se debe normalizar el alimentador que llega al tablero general donde se realizará la conexión.

3.1.3 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%.

