



Informe

Visita técnica a edificio Corporación Centro Cultural Gabriela Mistral de Santiago. Evaluación de condiciones de instalación de un sistema solar fotovoltaico en techo.



Informe solicitado por:



José Miguel Gutiérrez

EFFERGY S.A.

05/04/2015

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.....	7
6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.....	9
7. Conexión a instalación eléctrica existente.....	12
8. Interfaz de monitorización y diagrama informativo.....	13
9. Ahorro estimado.	14
10. Datos ejecución de la instalación.	16
11. Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución.....	17
12. Recomendaciones al proyecto.	17
13. Descripción general del proyecto.....	18
14. Condiciones para la ejecución del Proyecto	19



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	Av. Libertador Bernardo O'Higgins N° 227	Ciudad	Santiago
Institución pública responsable	Corporación Centro Cultural Gabriela Mistral		
Identificación del Inmueble	Centro Cultural Gabriela Mistral		



Ilustración 1. Fachada del edificio.

Antigüedad del edificio: edificio construido en el año 2010.

Reformas previstas: no hay.

Plano o esquema general: ver ilustraciones siguientes.





Ilustración 2: ubicación del edificio.

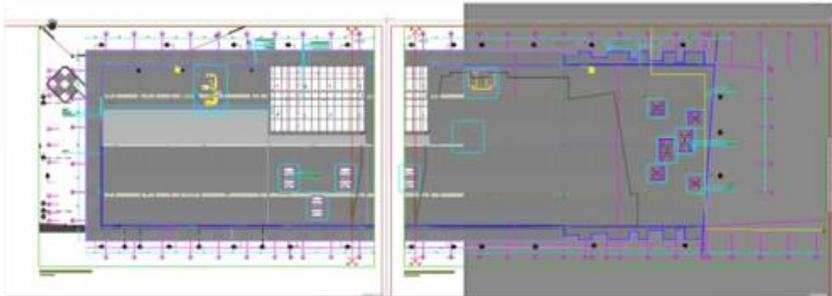


Ilustración 3: esquema de las instalaciones.



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

Localizaciones posibles para el proyecto:

De la observación de los techos o cubiertas, en la visita, se propone disponer el sistema generador fotovoltaico (SFV) sobre la superficie del techo que minimiza las sombras externas en la totalidad del año y sin elementos propios sobre el mismo. Ver imágenes de los mismos en anexo n°2.

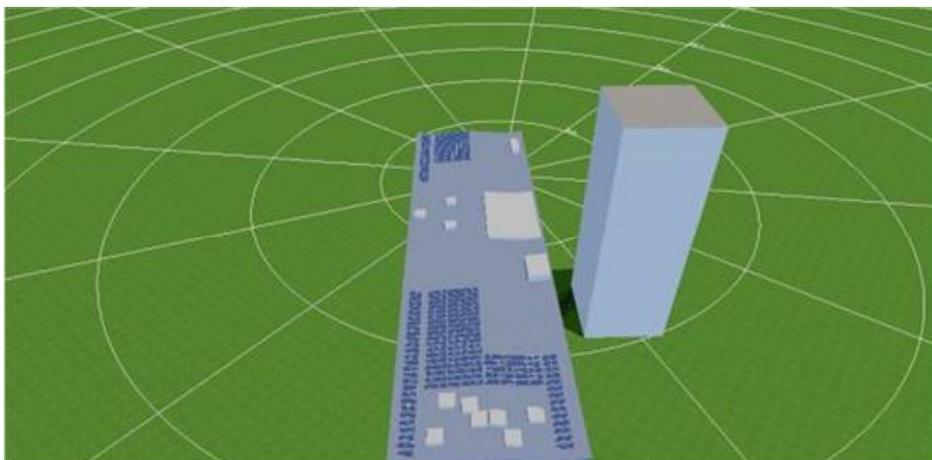


Ilustración 4: esquema de techo con posible solución, alternativa 1. Vista este.

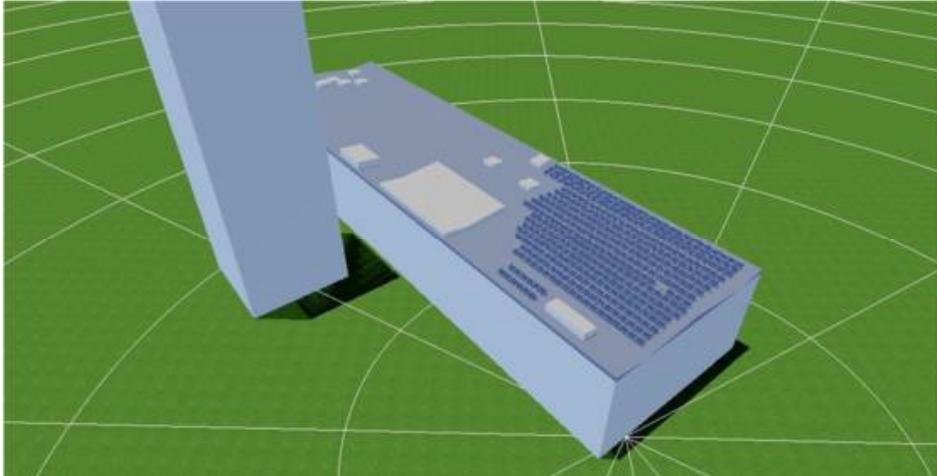


Ilustración 5: esquema de techa con solución alternativa 2. Vista noroeste.



5. Características de la superficie seleccionada.

- **Forma de acceso:** desde el tercer piso, mediante escaleras de servicio por el interior del entretecho.



Ilustración 6. Forma de acceso.

- **¿Es posible el tránsito para una visita a terreno durante la licitación?:** sí es posible. La cubierta no es transitable pero dispone de pasillos técnicos para acceder a los equipos de climatización existentes en el techo.
- **¿Es necesario alguna obra adicional para permitir un fácil acceso y tránsito para la mantención del sistema fotovoltaico?:** sí, se recomienda ampliar la superficie de pasillos técnicos existentes para la mantención de la instalación.
- **Antigüedad de la techumbre:** 2010.
- **Cobertura:** paneles aislantes tipo sándwich.
- **Estructura:** Estructura metálica.

- **Deterioros:** estructura en buen estado de conservación, no se aprecian deterioros.
- **Filtraciones:** no se aprecian.
- **Orientación:** el eje longitudinal del edificio se encuentra orientado 50° hacia el Este.
- **Inclinación:** techo plano con inclinación de 5°.
- **Elementos dentro del área seleccionada:** elementos de climatización, ventiladores, torres de refrigeración, pararrayos y lucernarios. Están detallados en la ilustración n°3.
- **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, de similares características del existente.
- **Esquema o plano simple de la superficie seleccionada:** ver ilustración n° 4.
- **Área bruta disponible:** la superficie bruta disponible en la cubierta es de 7.500 m².
- **¿Estructura de la superficie es capaz de soportar un sistema fotovoltaico?:** Si. La mayor carga que solicitará el SFV al 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 normativa.



6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

- **Condiciones de sombra:**

- **Externas:** edificio anexo al GAM con una altura de 23 pisos más azotea y helipuerto.
- **Internas:** equipos de refrigeración ventiladores, lucarnas y pararrayos.

- **Estimación de espacio para el sistema fotovoltaico:**

Existe la suficiente superficie para producir 100 kW de energía. Se propone dividir la instalación en seis campos fotovoltaicos para mejorar el control de la instalación.

- **Solución fotovoltaica recomendada:**

Estructura fijada a las cerchas o costaneras, con una inclinación de $30^\circ \pm 5^\circ$.



- **Cantidad de módulos:**

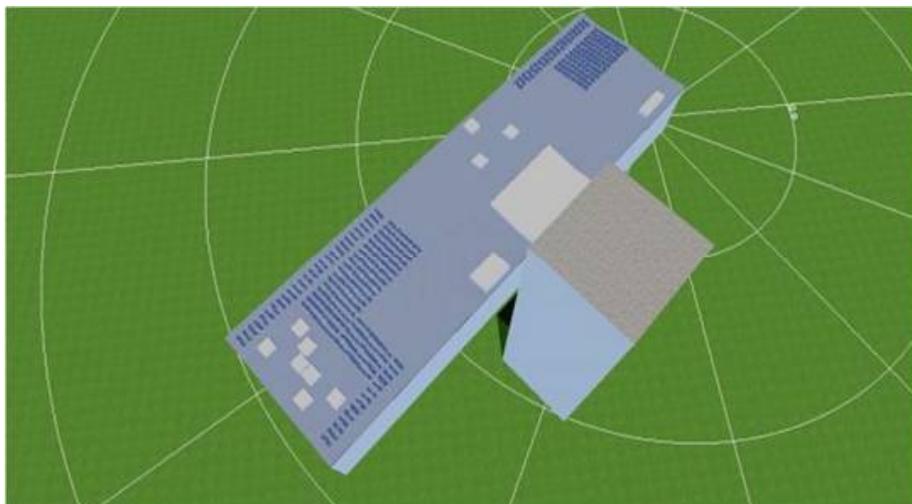


Ilustración 7. Superficies propuestas. Alternativa 1. Vista noreste.

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 hasta 400 módulos, dispuestos con una inclinación de 30° +/- 5°, con una potencia conjunta de 100 kWp y una superficie efectiva de módulos de 653,4 m².

Zona	Superficie (m ²)	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia (kW)
Generador FV 1. Alternativa 1.	653,4	Variable	Variable	400	100
Total	653,4			400	100

Tabla 1: dimensionado del sistema. Alternativa 1.



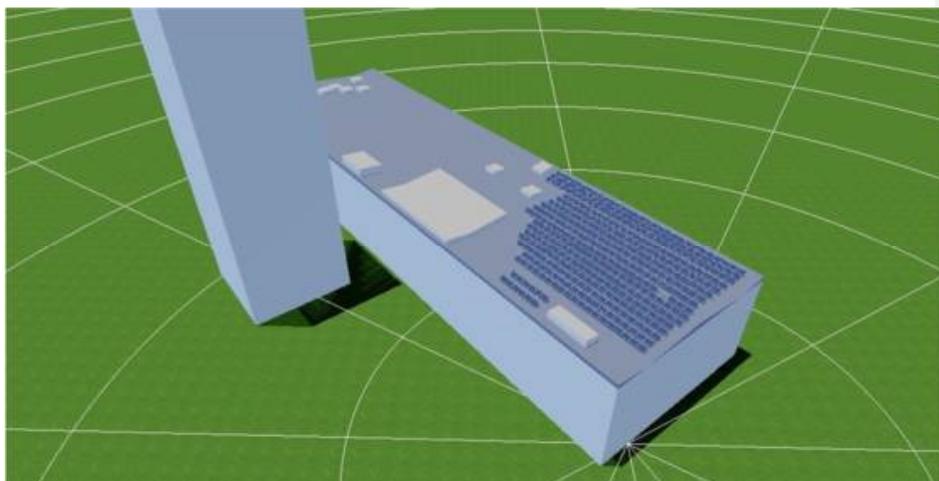


Ilustración 8: Superficies propuestas. Alternativa 2. Vista noroeste.

Zona	Superficie (m2)	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia (kW)
Generador FV 1. Alternativa 2.	653,4	Variable	Variable	400	100
Total	653,4			400	100

Tabla 2: dimensionado del sistema. Alternativa 2.



7. Conexión a instalación eléctrica existente.

- **Distribuidora:** Chilectra.
- **Tarifa:** AT 4.3
- **Potencia conectada:** 1.860 kW.
- **Estado de la instalación eléctrica interior:** se aprecia que las instalaciones no cumplen con la canalización adecuada. Ver anexo n°3.
- **Estado de los tableros eléctricos:** en buen estado.
- **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?:** sí.
- **Grupo electrógeno:** hay grupo electrógeno.
- **Lugar del inversor:** en el entretecho ubicado junto al tablero de conexión del tercer piso.
 - **Justificación:** espacio protegido de fácil acceso, lugar más cercano al sistema fotovoltaico y con posibilidad de internet con acceso cercano que permite conectarse con el display de información. Se sugiere que por lo emblemático del edificio y dada la posibilidad de conectarse mediante cableado al sistema de internet se utilice este método para aumentar la seguridad en el suministro de información.
- **Accesorios adicionales para el inversor:** protección contra entrada de generador.
 - **Número de MPPT mínimos:** se recomienda al menos 6 MPPT, y un mínimo de 2 inversores, por seguridad de suministro, control de la instalación, estandarización y modelización de los sistemas
- **Canalización entre el generador FV y el inversor:** bandeja de cableado existente, que alimenta desde los tableros de conexión los equipos de climatización de cubierta.
- **Distancia aproximada:** 12 m.



- **Lugar del punto de conexión:** tablero eléctrico interior ubicado en sala de acceso restringido en tercer piso.
 - **Justificación:** punto de conexión más cercano y que permite conectar por potencia.
 - **Distancia aproximada:** 5 m.
 - **Caída de tensión entre el punto de conexión y empalme:** la caída de tensión entre la unidad generadora y el punto de conexión, considerando la longitud entre estos dos puntos, es menor al 3%. Por las características del cuadro y la potencia a conectar esta es menor al 3%.
- **Canalización entre el inversor y el punto de conexión:** inversor y punto de conexión están en salas aledañas, se propone canalizar desde el inversor al tablero, adosando la canalización al techo de la sala del inversor.

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: acceso principal, **ubicación exacta por definir por GAM.**
- Método de conexión con el inversor: se propone conectarse al servidor informático ubicado en la sala donde se instalara el inversor.
- 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	Generación Fotovoltaica (kWh/año)	Tarifa	Costo energía (kWh) *	Ahorro estimado al año CLP
100	122.494	AT 4.3	51,6042	6.321.205

Tabla 3: ahorros estimados. Alternativa 1.

(*) Fuente: Chilectra

http://www.chilectra.cl/wps/wcm/connect/0a30ad0044100acc96999e65fe3686ef/Tarifas_Suministro_ClientesRegulados_2015_04_01.pdf?MOD=AJPERES&Tipo=DOC

Factor de rendimiento: 70,1%.

Perdida por sombra: 7,2 % año.

Perdida por ensuciamiento: 5%.

Perdida por cableado: 4,5%.

Rendimiento anual esperado: 1.224,94 kWh/kWp.



Potencia instalada kW	Generación Fotovoltaica (kWh/año)	Tarifa	Costo energía (kWh) *	Ahorro estimado al año CLP
100	123.530	AT 4.3	51,6042	6.374.66

Tabla 4: ahorros estimados. Alternativa 2.

(*) Fuente: Chilectra

http://www.chilectra.cl/wps/wcm/connect/0a30ad0044100acc96999e65fe3686ef/Tarifas_Suministro_ClientesRegulados_2015_04_01.pdf?MOD=AJPERES&Tipo=DOC

Factor de rendimiento: 70%.

Perdida por sombra: 8,3 % año.

Perdida por ensuciamiento: 5%.

Perdida por cableado: 4,5%.

Rendimiento anual esperado: 1.235,30 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 realizaran labores de conexión de transmisión de datos entre el SFV 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 aprobada la ingeniería de detalle.

12. Recomendaciones al proyecto.

- De las superficies estudiadas se puede aprovechar la superficie completa de la cubierta. Se propone utilizar las superficies que permiten minimizar las sombras, lo que debe ser debidamente justificado en la ingeniería de detalle.
- La ubicación de los inversores, se recomienda, se instalen en la sala anexa al tablero de distribución, ubicada en el edificio A, acceso sala de máquinas.
- El plazo de ejecución recomendado es de cuatro semanas.
- Se recomienda instalar pasillos técnicos para el mantenimiento adecuado, de similares características a los existentes.



13. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la instalación en un techo de un campo de módulos solares fotovoltaicos, dividido en siete grupos, sobre estructura metálica, la 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. Tareas que deberán ser consideradas explícitamente en la oferta técnica o indicadas en el plan de trabajo.

Se instalan los módulos de acuerdo a esquema.



Ilustración 8



Ilustración 9

La energía generada por los módulos es transformada de corriente continua a corriente alterna por los inversores que serán instalados en la sala contigua a los tableros de distribución eléctrica del tercer piso.

La conexión entre los módulos y el/los inversores se realizará mediante cable conducido por bandeja de conductores eléctricos existente.

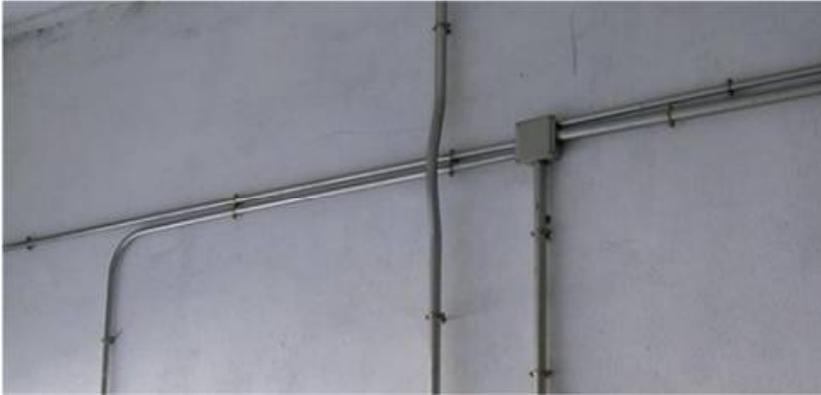


Ilustración 10. Ejemplo de instalación bajo tubo.

14. Condiciones para la ejecución del Proyecto

- No hay condiciones.





ANEXO N° 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR PROYECTO

1.- Especificaciones.

Código Proyecto	
Identificación del edificio	Centro Cultural Gabriela Mistral.
Identificación del propietario	Corporación Centro Cultural Gabriela Mistral.
Ubicación del edificio	Av. Libertador Bernardo O'Higgins N° 227.
Capacidad a Instalar	100 kW
Área disponible	Ver en el esquema
Instalación del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Lugar de instalación del generador fotovoltaico: Techo del Edificio. • Lugar de instalación del inversor: sala contigua a los tableros de distribución eléctrica del tercer piso del edificio A.



	<ul style="list-style-type: none"> Lugar de instalación de la interfaz de visualización: por definir. Punto de conexión sugerido tablero eléctrico de distribución ubicado en altillo del tercer piso.
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> Orientación: manteniendo la orientación del edificio, ver diseño de referencia. Inclinación: a 30° +/- 5° sobre la horizontal. 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.
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> -
Obras adicionales	<ul style="list-style-type: none"> -
Información adicional	<ul style="list-style-type: none"> El edificio cuenta con un grupo electrógeno. El o los inversores propuestos, en su conjunto deben tener, a lo menos 6 entradas de MPPT.
Horario de trabajo de obra en el techo	<u>Agregar por el GAM</u>
Horario ingreso de materiales	<u>Agregar por el GAM</u>



Lugar disponible para almacenar materiales de obra*:	Agregar por el GAM
Acceso con vehículos:	Agregar por el GAM
Visita a terreno	- Fecha
Garantía Seriedad de la oferta	Define Ministerio de Energía

*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.

Comentario [ER1]: Agregar informe SC. Lo hará el Ministerio

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 1: esquema de techumbre

5.- Diseño de referencia.

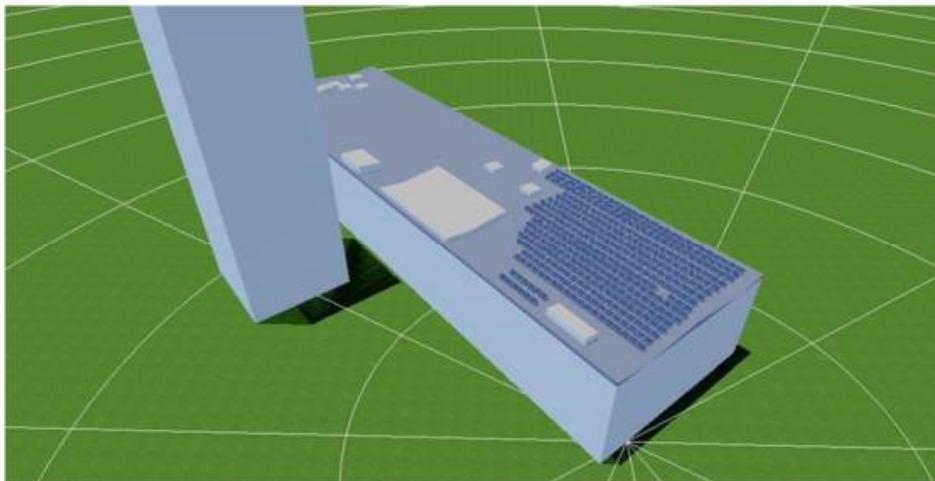


Ilustración 3: vista noroeste. Alternativa 2.



ANEXO Nº 2 FOTOS ADICIONALES

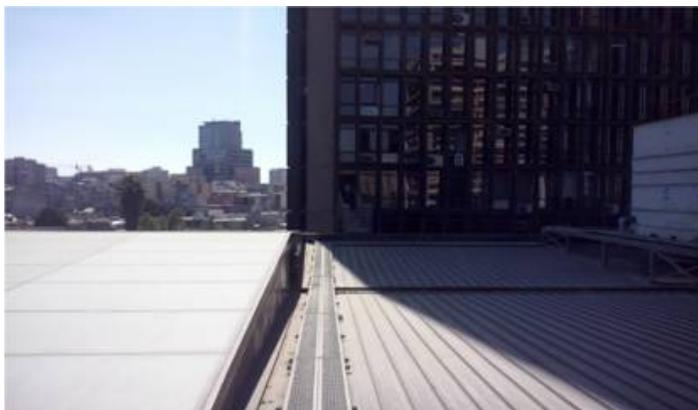


Ilustración 11: vista norter cubierta edificio.



Ilustración 12: vista oriente cubierta edificio.





Ilustración 13: foto vista poniente cubierta.



Ilustración 14: vista sur, cubierta.





Ilustración 15: sala del inversor.



Ilustración 16: detalle tablero de conexión.



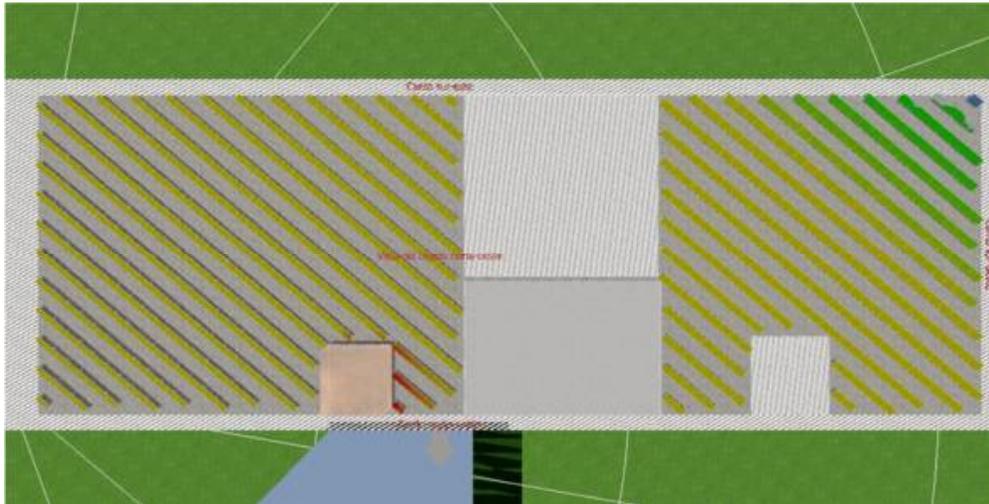


Ilustración17: detalle de frecuencia de sombreado del total de la superficie disponible.

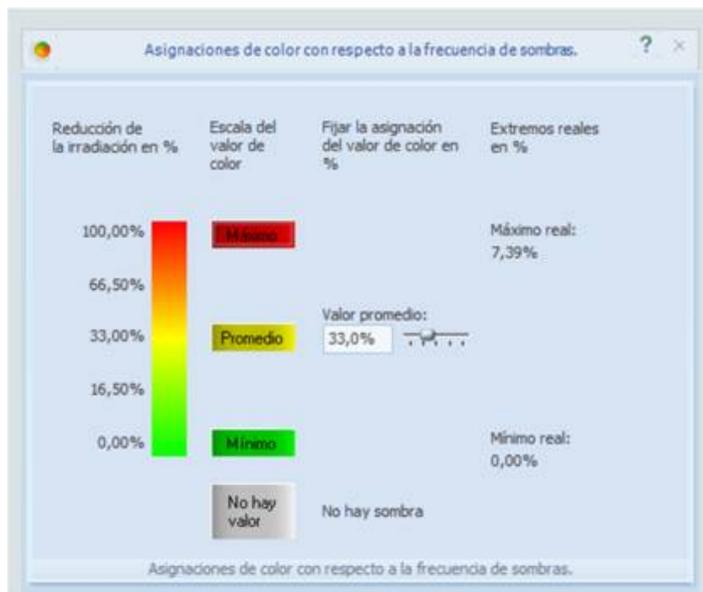


Ilustración 18: leyenda, asignación de color con respecto a la frecuencia de sombras.



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: PROYECTO DE TECHO SOLAR - GAM**

TIPO DE FISCALIZACIÓN: INSPECCIÓN DE EDIFICIO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO

FECHA DE FISCALIZACIÓN: 26-03-2015

ELABORADO POR:

Enzo Fortini Vargas
Fiscalizador de ERNC
Unidad ERNC

FECHA: 26-03-2015



1. Descripción de la fiscalización

Con fecha 26.03.2015, profesionales de esta Superintendencia inspeccionaron el edificio GAM, Centro Gabriela Mistral que participará en el proyecto "Techos Solares Públicos" que está llevando a cabo el Ministerio de Energía en la comuna Santiago de la Región Metropolitana.

Cabe destacar que esta Superintendencia no realizó una fiscalización a la instalación interior, sólo se inspeccionaron diferentes posibles puntos de conexión desde el tablero general de la instalación hacia el futuro punto de interconexión con el equipamiento de generación fotovoltaico.

2. Normas y referencias

- a) NCH Elec. 4/2003: Electricidad. Instalaciones de consumo en baja tensión.
- b) NCH Elec. 2/84: Electricidad. Elaboración y presentación de proyectos
- c) Ley N° 20.571: Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales.

3. Resultados de la fiscalización

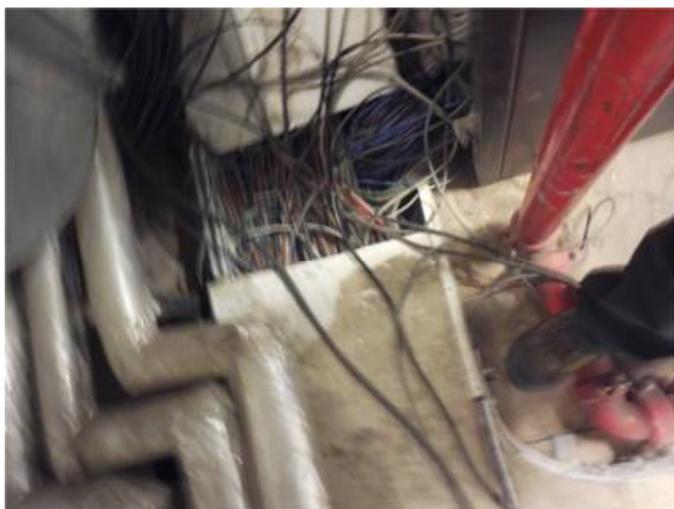
Las instalaciones observadas corresponden a un posible proyecto que postulará al programa techo solares públicos, el cual se indica a continuación.

GAM-Santiago

3.1.1. Observaciones:

- a) Se aprecia que Las instalaciones no cumplen con la canalización adecuada incumpliendo con el numeral 8.2.0 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.





3.1.2 Punto de conexión recomendado:

De los puntos de conexión sugeridos por el personal contratista que se encontraba en la visita, se recomienda la conexión del proyecto en el TGAux. AyF del tercer piso del edificio, llamado "3° piso Edificio Poniente red normal", considerando la capacidad y el dimensionamiento del alimentador.





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 igual a 50 metros, es menor al 3%.

