

## Informe

Visita técnica a “Gimnasio Municipal Manuel Escárte”, Parral.  
Evaluación de condiciones de instalación de un sistema solar  
fotovoltaico en techo.



Informe solicitado por:

## 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			
<b>Dirección</b>	Delicias Norte n° 797.	<b>Ciudad</b>	Parral
<b>Institución pública responsable</b>	Municipalidad de Parral		
<b>Identificación del Inmueble</b>	Gimnasio Municipal Manuel Escárate.		



Ilustración 1. Fachada del edificio.

**Antigüedad del edificio:** edificio construido en el año 1971, techumbre rehabilitada en el 2014.

**Reformas previstas:** no hay.

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





Ilustración 2: ubicación del edificio.

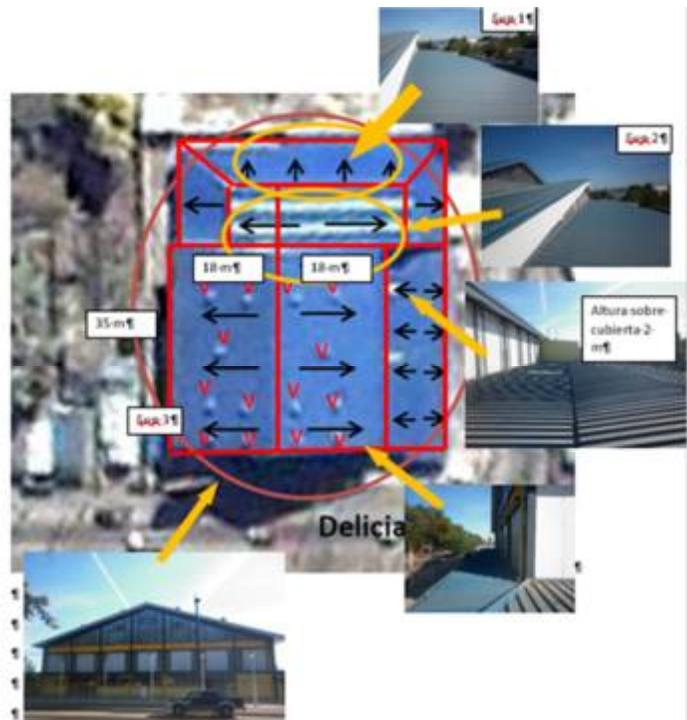


Ilustración 3: esquema de instalaciones.



#### 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 las superficies n° 1, n° 2 y la cara norte de la cubierta principal, superficie n° 3.

Ver imágenes de los mismos en anexo n°2.

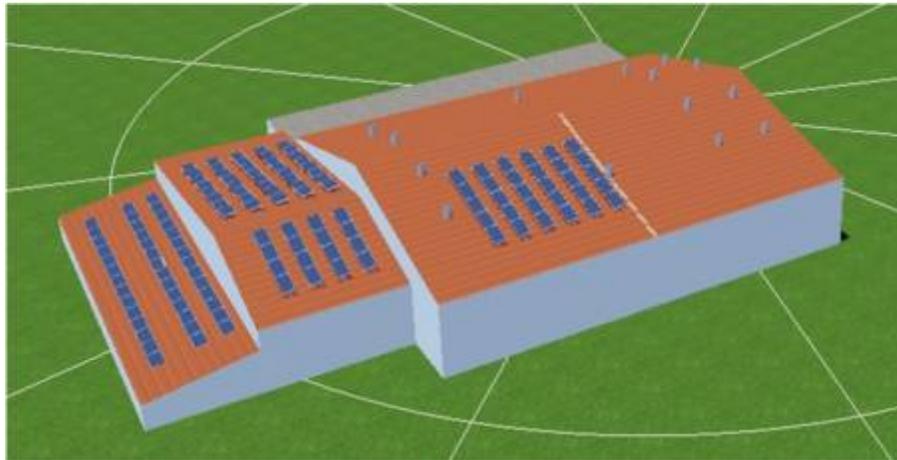


Ilustración 4: Esquema de techo con posible solución. Vista Norte.

## 5. Características de la superficie seleccionada.

- **Forma de acceso:** se accede a los mismos a través de escalera portátil.
- **¿Es posible el tránsito para una visita a terreno durante la licitación?:** no es posible. Si es posible visualizar la cubierta con las dificultades de acceder desde una escalera de estas características. 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 pasillos técnicos para la mantención de la instalación e instalar escalera con acceso restringido para el adecuado mantenimiento de la instalación.
- **Antigüedad de la techumbre:** 2014.
- **Cobertura:** zinc alum PV-6.
- **Estructura:** estructura metálica.
- **Deterioros:** no se aprecian daños.
- **Filtraciones:** no se aprecian filtraciones en el techo de dependencias interiores.
- **Orientación:** el eje longitudinal del edificio está orientado 15° hacia el este.
- **Inclinación:** superficie 1, inclinación de 10°. Superficie 2, tejado a dos aguas, con cumbrera central orientada 15° al este inclinación de 6°. Superficie 3, inclinación 12°.
- **Elementos dentro del área seleccionada:** en superficie 1 no hay, en superficie 2, lucernarios, y en superficie 3 equipos de ventilación.
- **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 las cubiertas del polideportivo susceptibles de ser intervenidas es de 1.350 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:** sobre la superficie 1, muro de edificio aledaño.
  - **Internas:** no hay.
- **Estimación de espacio para el sistema fotovoltaico:**

Se ocupara la totalidad de la superficie analizada instalando cuatro campos fotovoltaicos.
- **Solución fotovoltaica recomendada:**
  - **Superficie 1.** Estructura fijada a las cerchas o costaneras, con una inclinación de  $25^{\circ} \pm 5^{\circ}$  y orientados  $15^{\circ}$  al este, igual que la orientación de la cubierta.
  - **Superficie 2.** Estructura fijada a las cerchas o costaneras, con una inclinación de  $20^{\circ} \pm 5^{\circ}$  y orientados  $15^{\circ}$  al este, perpendiculares a la orientación de la cubierta.
  - **Superficie 3.** Estructura fijada a las cerchas o costaneras, con una inclinación de  $20^{\circ} \pm 5^{\circ}$  y orientados  $15^{\circ}$  al este, perpendiculares a la orientación de la cubierta.



- **Cantidad de módulos:**

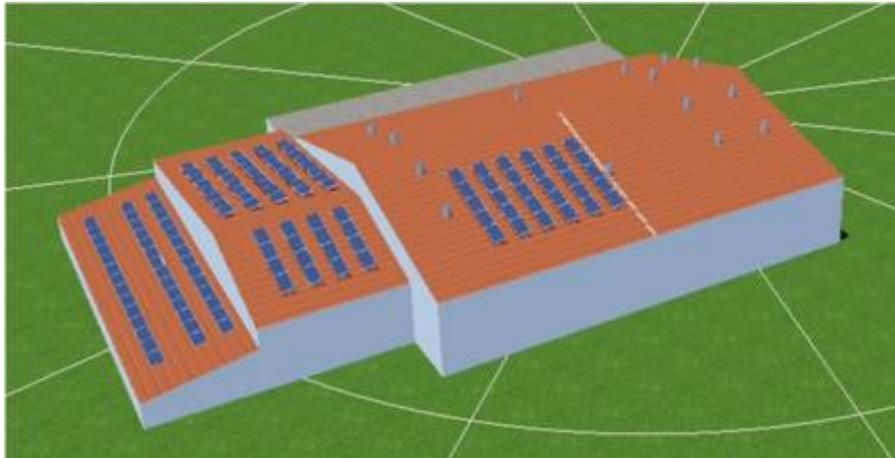


Ilustración 5. Superficies propuestas. Vista Norte.

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 entre 20° y 25° +/- 5°, dependiendo del techo y con una potencia conjunta de 35 kWp y una superficie efectiva de módulos de 224 m<sup>2</sup>.

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia (kW)
Superficie 3. Tejado oeste.	630	5	8	40	10
Superficie 2. Tejado oeste.	106	4	4	16	4
Superficie 2. Tejado este.	223	5	8	40	10
Superficie 1. Tejado norte.	378	3	14	42	10.5
<b>Total</b>	<b>1.336</b>			<b>185</b>	<b>35</b>

Tabla 1: dimensionado del sistema.

Con el objeto de poder estandarizar los sistemas y hacerlos escalables se recomienda licitar una instalación de 35 kW.



## 7. Conexión a instalación eléctrica existente.

- **Distribuidora:** CGE Distribución.
- **Tarifa:** BT 3
- **Potencia conectada:** 54 kW.
- **Estado de la instalación eléctrica interior:** no está de acuerdo a norma.
- **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.
- **Grupo electrógeno:** no hay grupo electrógeno.
- **Lugar del inversor:** en muro bajo SFV, al interior del edificio y al exterior de la cancha deportiva frente a sala multiuso.
  - **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:** se requiere un mínimo de cuatro inversores o un inversor multientrada.
- **Canalización entre el generador FV y el inversor:** sobre cubierta por exterior y luego internamente sobre muro.
- **Distancia aproximada:** 15 m.
- **Lugar del punto de conexión:** nuevo tablero exterior ubicado a la entrada del gimnasio conectado entre el medidor y el tablero general existente.
  - **Justificación:** medidor cercano y apto de acuerdo a informe SEC.
  - **Distancia aproximada:** 45 m.



- **Caída de tensión entre el punto de conexión y empalme:** menor al 1,5%, ver informe anexo 3.
- **Canalización entre el inversor y el punto de conexión:** sobre muro, en una primera parte interna y los últimos metros externa, hasta conectar con tablero.

## 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
35	44.754	BT3	69,326	3.241.312

Tabla 2: ahorros estimados.

(\*) Fuente: EMELECTRIC

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

Factor de rendimiento: 82%.

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

Perdida por sombra: 2,4% año.

Perdida por ensuciamiento: 5%.

Perdida por cableado: 4,5%.

Rendimiento anual esperado: 1.298,74 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	–	–	Dada la antigüedad del edificio se pueden obtener a través de la SEC.
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 20 días hábiles una vez aprobado el diseño técnico.

## 12. Recomendaciones al proyecto.

- 🌿 El inversor se recomienda se ubique al interior del edificio en muro frente a sala multiuso.
- 🌿 El plazo de ejecución recomendado es de cuatro semanas.
- 🌿 Se recomienda instalar pasillos técnicos para el mantenimiento adecuado e instalar una escalera con acceso restringido desde el exterior.
- 🌿 Se recomienda instalar un nuevo tablero auxiliar entre el medidor y el tablero existente de acuerdo a norma.



### 13. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la instalación en cuatro techos de cuatro campos 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 6



Ilustración 7

La energía generada por los módulos es transformada de corriente continua a corriente alterna por los inversores que serán instalados al interior del edificio.

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 N° 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR PROYECTO**

**1.- Especificaciones.**

Identificación del edificio	Gimnasio Municipal Manuel Escárate de Parral
Identificación del propietario	Municipalidad de Parral
Ubicación del edificio	Calle Delicias Norte N° 797
Capacidad a Instalar Mínima	35 kWp
Área disponible	Ver en el esquema
Instalación del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugar de instalación del generador fotovoltaico: cubierta de edificio.</li> <li>• Lugar de instalación del inversor: al interior del edificio, en muro frente a Sala Multiuso</li> <li>• Punto de conexión sugerido: nuevo tablero exterior ubicado a la entrada del gimnasio conectado entre el medidor y el tablero general existente.</li> </ul>
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación: 15° al este, respetando la geometría del edificio en el tejado 1 y perpendicular a la superficie de los tejados 2</li> </ul>



	<p>y 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinación: cubierta 1 paralelo 10°, cubiertas 2 y 3 con inclinación de 15°</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> <li>• Instalar escalera con acceso restringido.</li> </ul>
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia aproximada entre el campo solar e inversor: 15 metros</li> <li>• Distancia aproximada entre inversor y punto de conexión: 45 metros</li> <li>• CC: Según Instructivo Técnico RGR N°02/2014</li> <li>• CA: Según Norma 4/2003</li> </ul>
Obras o requerimientos adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armario metálico para protección de inversor.</li> <li>• Se requieren como mínimo 4 MPPT.</li> </ul>
Información adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El edificio no cuenta con un grupo electrógeno.</li> </ul>
Horario de trabajo de obra en el techo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será informado mediante aclaración en Portal Chilecompras.</li> </ul>
Horario ingreso de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será informado mediante aclaración en Portal Chilecompras.</li> </ul>



Lugar disponible para almacenar materiales de obra*:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El gimnasio cuenta con lugar para almacenaje de materiales.</li> </ul>
Acceso con vehículos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación con personal del gimnasio</li> </ul>
Visita a terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será informada mediante aclaración en Portal Chilecompras.</li> </ul>

\*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:	65 [kW]
Tipo de empalme:	<input type="checkbox"/> monofásico <input checked="" type="checkbox"/> trifásico
Opción tarifaria:	BT3

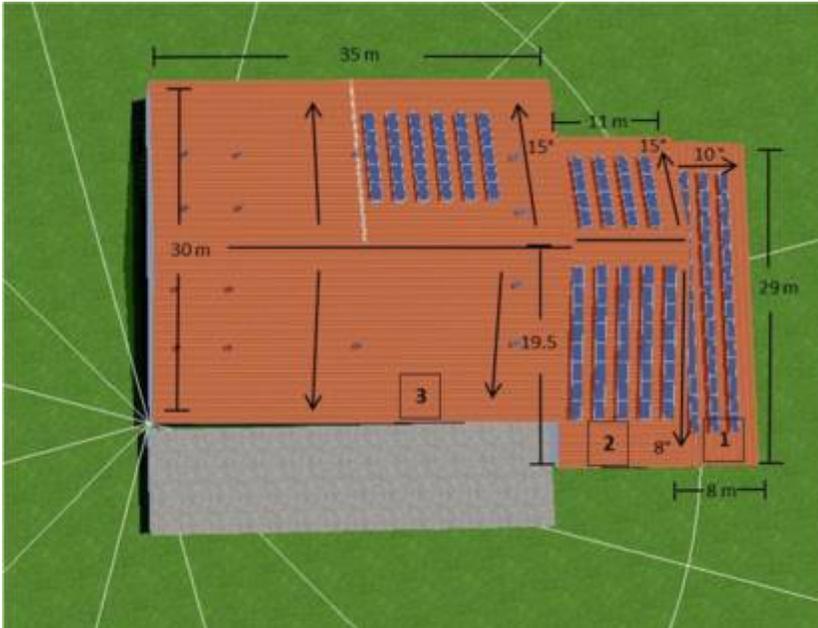
### Respuesta a la Solicitud de Conexión:

Capacidad Instalada Permitida	40 [kW] <sup>1</sup>
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

<sup>1</sup> Cliente solicita conexión de EG con Capacidad Instalada de 50 kW. El CIP entregado es válido al conectarse de forma trifásica

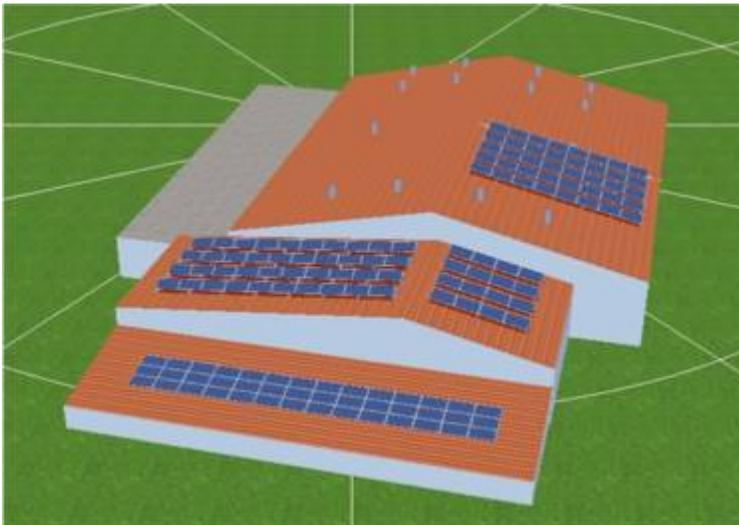


### 3.- Esquema de techumbre



\* Medidas referenciales.

### 4.- Diseño de referencia



\* Modelo referencial.



**ANEXO N° 2 FOTOS ADICIONALES**



Ilustración 9: vista nor este del edificio.



Ilustración 10: vista tejado 1. Vista este.





Ilustración 11: vista este tejado 2.



Ilustración 12: intersección tejados 1,2 y 3 desde la vista este.





Ilustración 13: vista oeste tejado 1.



Ilustración 14: detalles cubierta desde interior del gimnasio.





Ilustración 15: ubicación propuesta para inversores:



Ilustración 16: pasillo por donde canalizar inversor con tablero exterior.



**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**



## 1.2. Gimnasio Municipal Manuel Escárte

El Gimnasio 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 eléctrico T.D.A. Ubicado en el gimnasio y caja de conexión ubicada en el acceso principal del recinto.

### 3.9.1 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 de Distribución 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 Distribución es de sección  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$ , mientras que la protección es de  $3 \times 25 \text{ A}$ .
- Tablero no cuenta con regletas de conexión ni luces piloto incumpliendo los numerales 6.2.2.6 y 6.2.2.8 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.



- d) 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.
- e) 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.
- 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.

### **3.9.2 Punto de conexión recomendado:**

Dado que la instalación interior del Tablero de Distribución 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, se aceptará como punto de conexión, la instalación un nuevo Tablero General aguas arriba del existente (entre el Medidor y el Tablero General existente) debiendo colocar al menos dos protecciones en el tablero general, las que serán utilizadas como protección general de la instalación interior y la segunda como protección general del equipamiento de generación. El nuevo Tablero se debe instalar en una ubicación apropiada para un local de reunión de personas como estipula la normativa.

### **3.9.3 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 50 metros aproximadamente, según lo propuesto por el Consultor, es menor al 1,5%.

