



## MEMORIA EXPLICATIVA PROYECTO FOTOVOLTAICO

### LICEO AMÉRICA

Rev. 1	Elaboración Loreto Maturana	Fecha Junio 2016	Firma
	Aprobación Arturo Letelier	Fecha Junio 2016	Firma

1	DESCRIPCION	3
1.1	OBJETO DE LA MEMORIA	3
1.2	DATOS GENERALES	3
1.2.1	Emplazamiento de la instalación	3
1.2.2	Clasificación de la instalación	3
1.3	REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES CONSIDERADAS	3
2	INFORMACION UTILIZADA	4
3	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	4
3.1	Características de la instalación	4
3.2	Características de la Techumbre	5
3.3	Equipos	6
3.4	Estructura soporte	7
3.5	Inversores	8
4	CONFIGURACION DE LA PLANTA	8
4.1	Sombras	9
4.2	Resultados	10
4.3	Cableado	12
4.3.1	Conductor de CA: Tablero Fotovoltaico - Tablero de Conexión	12
4.3.2	Conductor de DC: Caja String - Inversor	13
4.3.2	Conductor de DC: String - Caja String	15
5	PUNTO DE CONEXIÓN	17
5.1	Puesta a tierra.	18
5.2	Protecciones eléctricas	19
6	PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	20

## **1 DESCRIPCION**

### **1.1 OBJETO DE LA MEMORIA**

La presente memoria tiene por objeto describir las características de la instalación fotovoltaica sobre techo on-grid en el Liceo América de la comuna de Los Andes. Este proyecto se conectará a la red de distribución acogiéndose a la Ley N° 20.571.

### **1.2 DATOS GENERALES**

#### **1.2.1 Emplazamiento de la instalación**

Dirección: Avenida Chile N°198, Los Andes.  
Provincia: Los Andes

#### **1.2.2 Clasificación de la instalación**

La instalación fotovoltaica es de 30 kWp de capacidad, por lo cual se clasifica en instalaciones menores o iguales a 30 kW

### **1.3 REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES CONSIDERADAS**

- Procedimiento de comunicación de puesta en servicio de generadoras residenciales RGR N°1/2014.
- Instructivo diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, RGR N° 02/2014.
- Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, y Norma Chilena Eléctrica 4/2003 para Instalaciones de consumo en baja tensión.
- Instrucciones y Resoluciones de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), contenidas en sus normas técnicas y otros documentos oficiales.
- Decreto Supremo No 327, del Ministerio de Minería, de 1997: Reglamento de la ley General de Servicios eléctricos y sus modificaciones posteriores.
- Diseño Estructural – Cargas de viento NCh.432-2010.
- Diseño Sísmico de Edificios NCh.433-1996 Mod 2009.
- Diseño Estructural –Cargas de Nieve Nch.431-2010.
- Materiales a utilizar para construcción de estructuras de soporte, en general normas del Instituto Nacional de Normalización (INN).

## 2 INFORMACION UTILIZADA

A continuación se detalla la información y documentos utilizados para la confección de este informe:

- Informe de factibilidad realizado por el Ministerio de Energía - Planos Arquitectura.
- Registro fotográfico del inmueble
- levantamiento en terreno del sistema eléctrico y las superficies útiles en techumbre. Visitas días 26/05 y 01/06.

## 3 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### 3.1 Características de la instalación

El proyecto fotovoltaico Liceo América contiene 120 paneles de 250W en total. Dado que la superficie disponible en el agua norte de la techumbre no es suficiente para instalar la totalidad de los paneles, el proyecto se dividió en 80 paneles sobre estructura coplanar fija sobre el agua norte de la techumbre y 40 paneles sobre estructura triangular sobre el agua sur de la techumbre. Una referencia de ubicación se puede observar en la Fig. 1.



Fig.1 Ubicación proyecto Liceo América - Googlemaps

□ Potencia de la instalación: **30 KWp**

### 3.2 Características de la Techumbre

Techo metálico a dos aguas con vigas y cerchas metálicas de madera. Los paneles se instalaron en la cara norte del techo con inclinación paralela al techo. Se resumen las características de la techumbre en la tabla 1.

TECHUMBRE			
<b>Lugar seleccionado</b>	Techo aguas norte		
<b>Orientación</b>	18° (Noroeste)	<b>Inclinación</b>	20°
<b>Elementos a considerar</b>	Muros laterales centrales.		
<b>Área</b>	53 m de largo 5.2 m aguas norte y sur		
<b>Material de la cubierta</b>	Zinc		
<b>Antigüedad de la cubierta</b>	2 años		
<b>Material de la estructura</b>	Vigas y costaneras de madera		
<b>Separación vigas o costaneras</b>	0,9 m		



Fig.2 Vista techumbre, fuente: Ministerio de Energía

Los módulos fotovoltaicos sobre estructura coplanares se han dispuesto en la cubierta existente de, con una **inclinación de 20°** sobre la horizontal, y un **azimut de 18° noreste**, como se aprecia en la fig 3. Como se mencionó la superficie del agua norte no es suficiente para instalar 120 paneles por lo cual se utilizó un segundo grupo de 60 paneles sobre estructura inclinada sobre el agua sur de la techumbre, Fig.4.

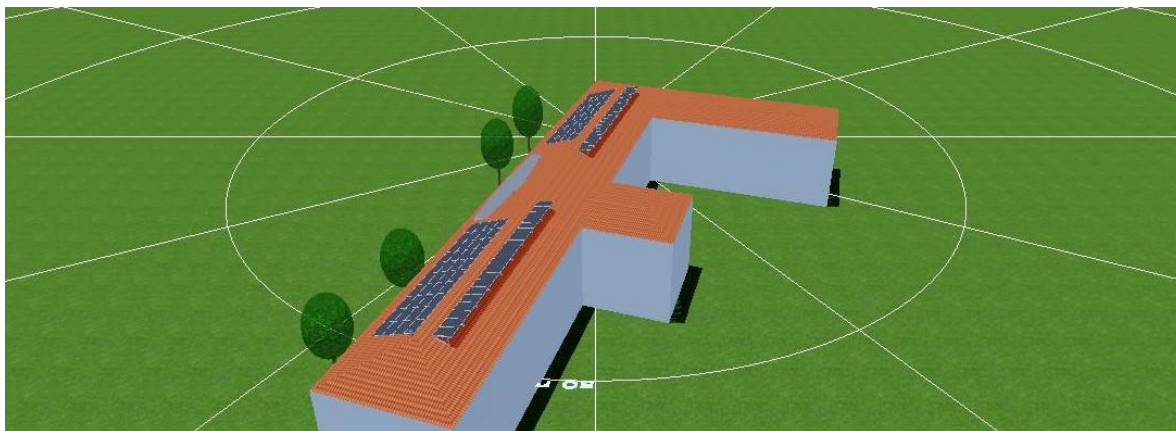


Fig.3 Vista oeste de disposición de paneles software PVSOL

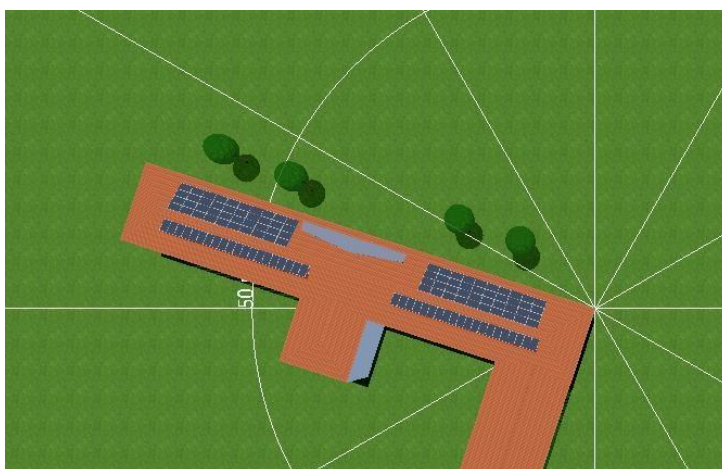


Fig.4 Planta de disposición de paneles software PVSOL

### 3.3 Equipos

Se entrega un resumen de las características principales de los equipos utilizados, detalle de fichas técnicas en Anexo 1.

<b>MODULOS FOTOVOLTAICOS</b>	
<b>Marca (*)</b>	JS SOLAR
<b>Modelo(*)</b>	JS 250W 6" POLY
<b>Características</b>	Módulo Policristalino con Marco de aluminio anodizado
<b>Tecnología de la Célula fotovoltaica (*)</b>	POLICRISTALINO
<b>Potencia Módulo STC (W) (*)</b>	250Wp
<b>Tolerancia a la Potencia [w] mayor o igual a cero (*)</b>	0-3%
<b>Años de garantía del fabricante igual a 10 años</b>	10 años
<b>Potencia de salida, igual o superior al 80% al año 25 después de la puesta en operación (*)</b>	0,81
<b>Cantidad de módulos totales</b>	60,00
<b>Resolución SEC</b>	012123 del 29 de enero del 2016
<b>Adjunta especificaciones de montaje de los módulos fotovoltaicos</b>	si

### 3.4 Estructura soporte

La estructura de soporte de aluminio para techos metálicos empotrada en las costaneras de la techumbre,

<b>Marca</b>	SolarStruct TM
<b>Modelo</b>	SolarStruct SolarRoof co-planares con L-feet para techos con vigas de madera SolarStruct SolarRoof para techos con vigas metálicas con SolarStrut Triangle frame XR-TF
<b>Estructura de aluminio</b>	Si
<b>Clasificación del acero inoxidable de la pernería (A2 ó A4). Especificar</b>	SUS 304 equivalente a A2. Normas TUV, AS/NZS 1170.2
<b>Angulo de inclinación estructura de soporte según el proyecto</b>	20°
<b>Cinco (5) Años años de garantía de la estructura</b>	10 años



<b>Componente de fijación a la estructura del techo</b>	Ancladas a las vigas metálicas con ST6.3 tapping screw.

### 3.5 Inversores

El proyecto contempla 2 inversores de 15 kW con 2 MPPT instalados anclado a muro existente sobre la techumbre que contiene la planta fotovoltaica.

<b>Marca y modelo</b>	Ingeteam Ingecom Sun 3 play TL M
<b>Potencia Nominal AC [kW]</b>	15KW
<b>Características</b>	Protección IP 65
<b>Eficiencia</b>	98.5%
<b>¿Cuál es el rango de modificación del Cos Ø ?</b>	96,77%
<b>Garantía del fabricante</b>	5 años
<b>Número de la Resolución de autorización</b>	9334
<b>Número de MPPT del inversor</b>	2

## 4 CONFIGURACION DE LA PLANTA

Los paneles del campo fotovoltaico se agruparán haciendo series y agrupaciones en paralelo, manteniendo los valores de tensión y corriente de las entradas de los inversores dentro de márgenes del inversor, para las temperaturas de paneles entre -15º y 75ºC. Para este proyecto se utilizaron 2 series de 20 paneles en serie conectados al MPPT 1 y 1 serie de 20 paneles agrupados al MPPT2, como se observa en la fig.

El dimensionamiento, análisis de sombras y la estimación de la producción del sistema fotovoltaico fue realizado utilizando el software fotovoltaico PVSol 7.5 Premium®.



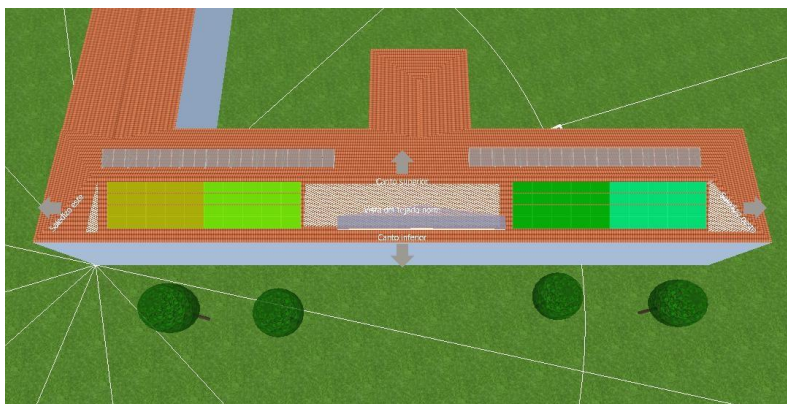


Fig.5 Esquema conexión de String en el ala norte de la techumbre software PVSOL

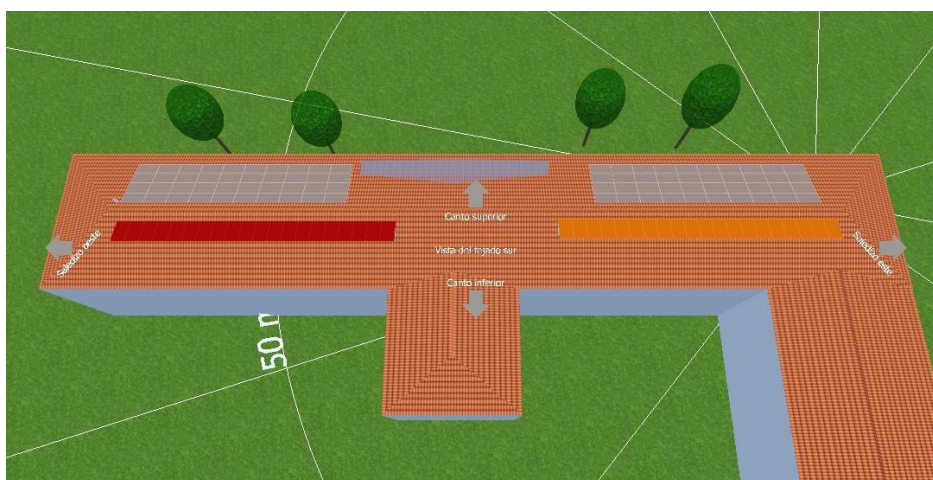


Fig.6 Esquema conexión de String en el ala sur de la techumbre software PVSOL

## 4.1 Sombras

El área sobre el techo donde se proyecta instalar el sistema fotovoltaico no presenta sombras permanentes que puedan afectar la radiación incidente y en consecuencia la producción de energía del campo fotovoltaico. Cabe destacar que se contempla reinstalar la antena que provoca sombra hacia la planta fotovoltaica.

Se realizó un análisis de sombra de la planta fotovoltaica en el software PV SOL 7.1 considerando las sombras parciales que provocan los muros centrales en la zona de emplazamiento de los paneles. La altura de los muros centrales se verificó en terreno:

### Elementos considerados en el análisis de sombras

<b>Internas</b>	Muros de fachada sobre el área central de altura 1.5 m
-----------------	--

De acuerdo con la simulación y como se observa en la fig. 7, el mayor porcentaje de sombra en los paneles es de 2,6%.

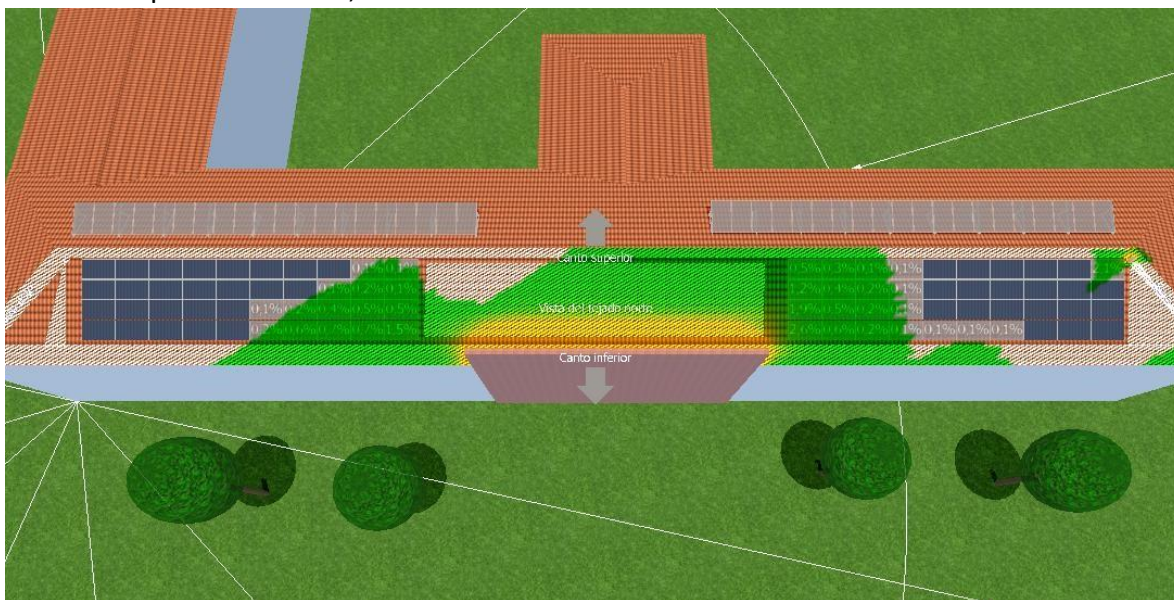


Fig.7 resultados simulación de sombras en software PVSOL

## 4. 2 Resultados

Los parámetros eléctricos de entrada y salida se obtuvieron del software INGECOM, SUN PLANNER desarrollado por Ingeteam. y se resumen en la siguiente tabla:

DIMENSIONADO POR INVERSOR					
<b>DC</b>		<b>RESULTADOS</b>	<b>MPP1</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>MPP2</b>
Total de módulos solares	60	Vmpp (70 °C)	514,53 V OK	Vmpp (70 °C)	514,53 V OK
Potencia	15 kWp	Vmpp (STC)	614 V OK	Vmpp (STC)	614 V OK
		Voc (-10 °C)	828,74 V OK	Voc (-10 °C)	828,74 V OK
		Idc max (STC)	8,15 A OK	Idc max (STC)	16,3 A OK
<b>Factor dimensionado</b>		Nº módulos solares en serie	20	Nº módulos solares en serie	20
SF	0,99	Nº Strings	1	Nº Strings	2
<b>AC</b>	Max. potencia	15,2 kVA			

INVERSOR Ingecon Sun 3Play TLM 15TL M					
Max. eficiencia	98,5 %	<b>DC</b>		<b>AC</b>	
Dimensiones (LxAxH)	268 x 735 x 706 mm	Vmpp range (MPP1)	200 - 820 V	Max. potencia	15,2 kVA
Peso	47 kg	Vmpp range (MPP2)	200 - 820 V	Tensión nominal	400 V
Rango de temperatura	(-25 °C) - (65 °C)	V range	200 - 1000 V	Rango de frecuencia	50 / 60 Hz
MPPT	2	Idc max (MPP1/MPP2)	30 / 20 A	THD	< 3 %

MODULO SOLAR		Jiangsu Jiasheng Photovoltaic Technology (JS)[2014] / JS250M60-24V
--------------	--	--

Fig.8 resultados simulación en software INGECOM SUN PLANNER

Capacidad del sistema FV simulado	30 KW
Cantidad de módulos a instalar	120
Factor de rendimiento	78,8%
Superficie del campo fotovoltaico	195,3 m2
Pérdidas totales por cableado	1,11%
Generación anual específica	1.417,45 kWh/kWp
Producción anual esperada	42.523 kWh/año
Toneladas de CO <sub>2</sub> evitadas	12.812 kg/año
Voc	828.74 V
I sc	16.3 V

### 4.3 Cableado

Las secciones del cableado se dimensionaron en función de la distancia para evitar caídas de voltaje mayores a 3% del voltaje nominal para el circuito de corriente alterna y de 1,5% para circuitos de corriente continua.

#### 4.3.1 Conductor de CA: Tablero Fotovoltaico - Tablero de Conexión

Datos:

Longitud	: 70m.
Potencia	: 15000 W.
Tensión de salida del Inversor	: 380 V.
Temp. Ambiente / Temp. Nominal	: 30°C / 60°C
Factor de potencia	: 1
l inversor	: 22 A
con factor de seguridad 1.25	: 27,5 A
Factores de corrección por temperatura (Ft) y N° conductores (Fn)	: 0,82 / 0,8
Máxima caída tensión (3%) / Resistividad especiada del cobre	: 11,4 /0,018

**Calculo de sección:**

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\delta} =$$

Reemplazando valores:

$$S = 5,26 \text{ mm}^2$$

Se verifica la caída de tensión para cable AWG 6 de 13,3 mm<sup>2</sup>


**Caída de tensión:**

$$\delta = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot \rho}{S}$$

$$\delta = 3,6 = 0,9\% < 3\%$$

El cálculo da como resultado un valor menor a 3% como lo requerido en la Norma RGR N° 02/2014.

El cable utilizado para este tramo es el: EVA libre de halógenos, según la tabla del fabricante, la corriente admisible es de 75A



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Calibre (AWG)	Código Venta	Diámetro Aprox (m.m.)	Corriente (A) DUCTO/AIRE
1X14	15330101	6.5	25/35
1X12	15330201	7.0	30/40
1X10	15330301	7.5	40/55
1X8	15330401	8.5	55/80
1X6	15330501	10.0	75/105
1X4	15330601	11.0	95/140
1X3	15330701		
1X2	15330801	13.0	130/190
1X1	15330901	14.0	150/220
1X1/0	15331001	15.0	170/260
1X2/0	15331101	16.0	195/300
1X3/0	15331201	18.0	225/350
1X4/0	15331301	19.0	260/405
1X250 MCM	15331401	22.0	290/455
1X300 MCM	15331501		
1X350 MCM	15331601	26.0	350/570
1X500 MCM	15331701	30.0	430/700
1X750 MCM	15331801		

Fuente: NCH Elec.4/2003

#### 4.3.2 Conductor de DC: Caja String - Inversor

**Datos:** (caso más desfavorable)

Distancia máxima de estos conductores	: 20 m.
Tensión máxima Vmp	: 607 V.
Temp. Ambiente / Temp. Nominal	: 40°C / 60°C
Corriente máxima	: 16,5 A.
Con FS=1,25	: 20,6 A.
- Factores de corrección por temperatura (Ft) y N° conductores (Fn)	: 0,82 / 0,8
- Máxima caída tensión / Resistividad especifica del cobre	: 9,1V/0,018



**Calculo de sección:**

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{\delta} =$$

$S=1,6 \text{ mm}^2$

Se verifica la caída de tensión para cable de sección 4mm<sup>2</sup>

El cable utilizado para este tramo es el Cable TOP Solar PV-ZZ-F, según la tabla N°3 del fabricante, la corriente admisible es de 55A, a esta corriente le aplicamos los factores de corrección indicados en la norma NCH4/2003 y RGR N° 2, nos da 45,1A por lo tanto está cumpliendo los requerimientos del circuito.

## Top Cable

BAJA TENSIÓN CA: 0,6/1kV · CC: 1,8 kV

## TOPSOLAR PV

Norma de referencia

EA 0038

Norma nacional / Europea UNE-EN 60231-1 / UNE-EN 50364 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50364-1 / UNE-EN 50364-2 / UNE-EN 50364-3 / UNE-EN 50364-4 / UNE-EN 50364-5

## ZZ-F (AS)

Cables para instalaciones solares fotovoltaicas

### DISEÑO

#### Conductor

Cobre electrolítico estallado, clase 5 (flexible) según EN 60228.

#### Aislamiento

Goma libre de halógenos tipo E16.

#### Cubierta

Goma (plugged) tipo EMB, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.

### APLICACIONES

Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Cables de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aptos para instalaciones interiores y exteriores.

## Top Cable

### TOPSOLAR PV ZZ-F (AS)

#### DIMENSIONES

Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre (Å)	Superficie (Å)	Caida tensión (V/A · km)
1 x 2,5	5,6	52	41	33	23,0
1 x 4	6,3	68	55	44	14,3
1 x 6	6,7	89	70	57	9,49
1 x 10	7,8	136	98	79	5,46
1 x 16	8,8	193	132	107	3,47
1 x 25	10,8	294	176	142	2,23
1 x 35	11,9	390	218	176	1,58

### Tabla Cable Solar TopSolar PV1-ZZ-F

**Caída de tensión:**

$$\delta = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \rho}{S}$$

Reemplazando valores:

$$\delta = 2,97 = 0,48\% < 1.5\%$$

El cálculo da como resultado un valor menor a 1,5% como lo requerido en la Norma RGR N° 02/2014.

#### 4.3.2 Conductor de DC: String - Caja String

**Datos:** (caso más desfavorable)

Distancia máxima de estos conductores	: 10 m.
Tensión máxima Vmp	: 607 V.
Temp. Ambiente / Temp. Nominal	: 40°C / 60°C
Corriente máxima	: 16,5 A.
Con FS=1,25	: 20,6 A.
- Factores de corrección por temperatura (Ft) y N° conductores (Fn)	: 0,82 / 0,8
- Máxima caída tensión / Resistividad específica del cobre	: 9,1V/0,018

**Calculo de sección:**

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{\delta} =$$

$$S=1,62 \text{ mm}^2$$

Se verifica la caída de tensión para cable de sección 4mm<sup>2</sup>


El cable utilizado para este tramo es el Cable TOP Solar PV-ZZ-F, según la tabla N°3 del fabricante, la corriente admisible es de 55A, a esta corriente le aplicamos los factores de corrección indicados en la norma NCH4/2003 y RGR N° 2, nos da 45,1A por lo tanto está cumpliendo los requerimientos del circuito.



Top Cable

BAJA TENSIÓN CA: 0,6/1kV · CC: 1,8 kV

TOPSOLAR PV



Norma de referencia

EA 0038

Norma nacional / Europea

UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 60332-2 / UNE-EN 60332-3 / UNE-EN 60332-4 / UNE-EN 60332-5 / UNE-EN 60332-6 / UNE-EN 60332-7 / UNE-EN 60332-8 / UNE-EN 60332-9 / UNE-EN 60332-10 / UNE-EN 60332-11 / UNE-EN 60332-12 / UNE-EN 60332-13 / UNE-EN 60332-14 / UNE-EN 60332-15 / UNE-EN 60332-16 / UNE-EN 60332-17 / UNE-EN 60332-18 / UNE-EN 60332-19 / UNE-EN 60332-20 / UNE-EN 60332-21 / UNE-EN 60332-22 / UNE-EN 60332-23 / UNE-EN 60332-24 / UNE-EN 60332-25 / UNE-EN 60332-26 / UNE-EN 60332-27 / UNE-EN 60332-28 / UNE-EN 60332-29 / UNE-EN 60332-30 / UNE-EN 60332-31 / UNE-EN 60332-32 / UNE-EN 60332-33 / UNE-EN 60332-34 / UNE-EN 60332-35 / UNE-EN 60332-36 / UNE-EN 60332-37 / UNE-EN 60332-38 / UNE-EN 60332-39 / UNE-EN 60332-40 / UNE-EN 60332-41 / UNE-EN 60332-42 / UNE-EN 60332-43 / UNE-EN 60332-44 / UNE-EN 60332-45 / UNE-EN 60332-46 / UNE-EN 60332-47 / UNE-EN 60332-48 / UNE-EN 60332-49 / UNE-EN 60332-50 / UNE-EN 60332-51 / UNE-EN 60332-52 / UNE-EN 60332-53 / UNE-EN 60332-54 / UNE-EN 60332-55 / UNE-EN 60332-56 / UNE-EN 60332-57 / UNE-EN 60332-58 / UNE-EN 60332-59 / UNE-EN 60332-60 / UNE-EN 60332-61 / UNE-EN 60332-62 / UNE-EN 60332-63 / UNE-EN 60332-64 / UNE-EN 60332-65 / UNE-EN 60332-66 / UNE-EN 60332-67 / UNE-EN 60332-68 / UNE-EN 60332-69 / UNE-EN 60332-70 / UNE-EN 60332-71 / UNE-EN 60332-72 / UNE-EN 60332-73 / UNE-EN 60332-74 / UNE-EN 60332-75 / UNE-EN 60332-76 / UNE-EN 60332-77 / UNE-EN 60332-78 / UNE-EN 60332-79 / UNE-EN 60332-80 / UNE-EN 60332-81 / UNE-EN 60332-82 / UNE-EN 60332-83 / UNE-EN 60332-84 / UNE-EN 60332-85 / UNE-EN 60332-86 / UNE-EN 60332-87 / UNE-EN 60332-88 / UNE-EN 60332-89 / UNE-EN 60332-90 / UNE-EN 60332-91 / UNE-EN 60332-92 / UNE-EN 60332-93 / UNE-EN 60332-94 / UNE-EN 60332-95 / UNE-EN 60332-96 / UNE-EN 60332-97 / UNE-EN 60332-98 / UNE-EN 60332-99 / UNE-EN 60332-100

ZZ-F (AS)

Cables para instalaciones solares fotovoltaicas

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estallado, clase 5 (flexible) según EN 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos tipo E16.

Cubierta

Goma ignífuga tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.

APLICACIONES

Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Cables de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aptos para instalaciones interiores y exteriores.

Top Cable

TOPSOLAR PV ZZ-F (AS)

DIMENSIONES					
Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	Aire libre (A)	Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	5,6	32	41	33	23,0
1 x 4	6,1	68	55	44	14,3
1 x 6	6,7	89	70	57	9,9
1 x 10	7,8	136	98	79	5,46
1 x 16	8,8	193	132	107	3,47
1 x 25	10,8	294	176	142	2,23
1 x 35	11,9	392	218	176	1,58

Tabla Cable Solar TopSolar PV1-ZZ-F

Caída de tensión:

$$\delta = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \rho}{S}$$

Reemplazando valores:

$$\delta = 1,49 = 0,24\% < 1,5\%$$

El cálculo da como resultado un valor menor a 1,5% como lo requerido en la Norma RGR N° 02/2014.

**Los factores de corrección:** de acuerdo a la norma NCH Elec. 4/2003 y RGR N°2 se usaron las siguientes tablas para calcular la capacidad de corriente admisible, corregida por los factores de corrección  $f_n$  y  $f_t$ .

Temperatura Ambiente °C	Temperatura nominal de los conductores			
	60°C	75°C	90°C	105°C
30	1	1	1	1
31-35	0,91	0,94	0,96	0,97
36-40	0,82	0,88	0,91	0,93
41-45	0,71	0,82	0,87	0,89
46-50	0,58	0,75	0,82	0,86
51-55	0,41	0,67	0,76	0,82
56-60	-	0,58	0,71	0,77
61-70	-	0,33	0,58	0,68
71-80	-	-	0,41	0,58

**Factor de Corrección de Capacidad de Transporte de Corriente por Cantidad de Conductores en Tubería.**

Cantidad de conductores	Factor de corrección $f_n$
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

En resumen tenemos la siguiente tabla de cables:

	Material	Largo	Área	Pérdida
DC	Cobre	20 m	4 mm <sup>2</sup>	0,48%
		10 m		0,24%
AC	Cobre	70 m	13,3 mm <sup>2</sup>	0,9%

La canalización eléctrica para el lado de CC, será a través de ductos de acero galvanizado para uso eléctrico, según lo indicado en la Normativa RGR N°2 SEC y lo establecido en la Norma 4/2003 para el número máximo de conductores en ducto. Se canaliza en un solo ducto galvanizado el conductor de polo positivo (+) y el conductor de polo negativo (-).

## 5 PUNTO DE CONEXIÓN

A continuación se detallan las características del punto de conexión:

PUNTO DE CONEXIÓN	
<b>Tablero Fotovoltaicos</b>	Se ubica al costado del inversor, muro norte sobre techumbre.
<b>Tablero o punto de conexión</b>	Tablero Nuevo lado empalme conexión a tablero general de 125A.
<b>Protección de Tablero de conexión</b>	3x 50A

Según las características de la edificación, se propuso instalar un tablero fotovoltaico con protecciones tetrapolares adyacente al inversor. Dado que la distancia al punto de conexión son 70 metros se debe instalar un tablero con una protección tripolar antes del punto de conexión.

A continuación se muestra un esquema de los componentes principales del sistema fotovoltaico propuesto.

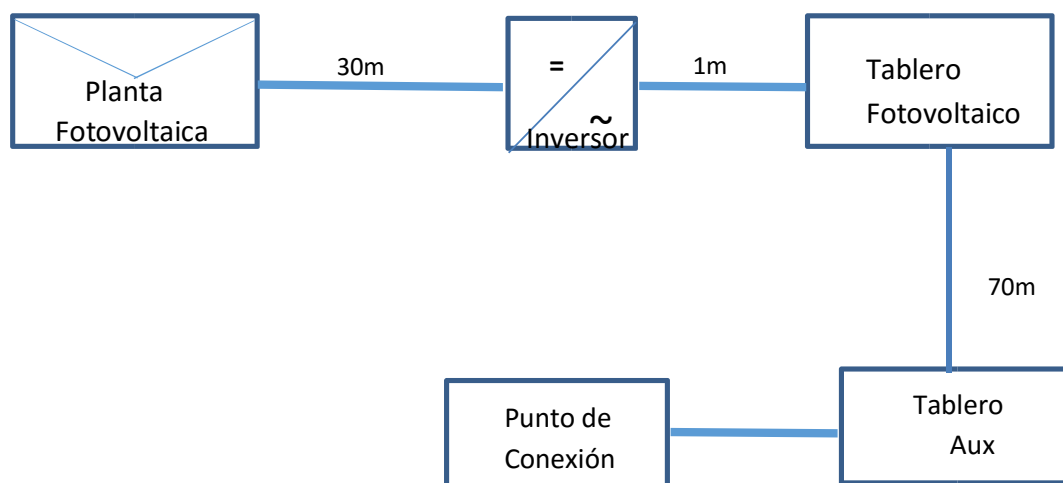


Fig.8 Esquema conexión

## 5.1 Puesta a tierra.

La puesta de tierra de la instalación comprenderán los módulos, la estructura de módulos, los inversores y las bandejas metálicas, creando una única red equipotencial distribuida según planos, asegurándose una correcta puesta a tierra.

- Sección calculada:

Material	Cobre
Metros	40m
Sección	6 mm <sup>2</sup>

## 5.2 Protecciones eléctricas

El cuadro de protecciones estará ubicado junto al inversor, o lo más cerca posible y contendrá:

Inversores 15kW:

- Magnetotérmico trifásico cuadripolar de **25A**
- Diferencial trifásico cuadripolar de **25A 300mA**

Tablero de conexión:

- Magnetotérmico trifásico tripolar de **50A**
- Diferencial trifásico cuadripolar de **50A 300mA**

Se verifica la siguiente formula:

$$I_{\max \text{ inversor}} = 22A$$

La protección diferencial debe

$$I_{dif} \geq I_{aut}$$

### Protecciones tramo: String - Inversor

Para este tramo se utilizará una caja de conexión CC o “junction box”, la cual cuanta con todos los elementos exigidos en la RGR N°2 y cumple con la norma IEC 61439-1.

## 6 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Dados los datos obtenidos de la simulación de la planta en el software PV SOL 7.1, la estimación de producción de la instalación será:

Mes	Radiación sobre la horizontal kWh/m <sup>2</sup>	Inyección en la red kWh
Ene	229,86	5133,3
Feb	185,79	4346,5
Mar	160,4	3920,1
Abr	109,68	2939,7
Mayo	77,295	2180,8
Jun	58,366	1699,7
Jul	70,642	2087,4
Ago	92,966	2565,1
Sep	125,48	3284
Oct	172,45	4243,6
Nov	208,13	4818,2
Dic	233,01	5188,1
año	1.724,1	42.406,5

