



Memoria Explicativa

“Planta Fotovoltaica Liceo Carlos Mondaca Cortés”

Elaborado por: Luis Parra C.

Revisado por: Eduardo García B.

Cliente: Ministerio de Energía

Fecha: 31/01/2017

Contenido

1.- INTRODUCCIÓN	3
2.- OBJETIVOS	3
3.- NORMATIVA.....	3
4.- ANTECEDENTES GENERALES.....	4
4.1.- Emplazamiento	4
4.2.- Características del recurso solar y generación estimada	5
5.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	8
5.1.- Unidad Generadora	8
5.2.- Inversor Solar	9
5.3.- Estructura de Montaje.....	10
6.- DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO.....	11
6.1.- Configuración Strings y perdidas DC	11
6.2.- Perdidas AC y selección de protecciones.	14
6.3.- Coordinación y selectividad de protecciones.....	16
6.4.- Verificación de parámetros del inversor.	17
6.5.- Canalizaciones DC.	17
6.6.- Canalizaciones AC.....	19
7.- Sistemas Complementarios.....	19
7.1.- Sistema Monitoreo Remoto.....	19
7.2.- Equipo medida Bidireccional.....	19
8.- Sistema de Seguridad.	21
9.- Cubicaciones.....	22
10.- Anexos	23

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene se enmarca en la política de desarrollo sustentable del Ministerio de Energía con el fin de desarrollar proyectos de eficiencia energética utilizando medios de generación de energía renovable. Con este fin el ministerio ha desarrollado en comunión con la GIZ el programa de techos solares públicos con el objetivo de materializar esta política.

2.- OBJETIVOS

Los objetivos del informe son los siguientes:

- Definir las condiciones de diseño del proyecto a ejecutar.
- Dimensionar las pérdidas eléctricas por conducción del sistema.
- Entregar las especificaciones técnicas de los productos más relevantes a instalar.

3.- NORMATIVA

Las normativas de referencia utilizadas para la elaboración del proyecto son las siguiente:

- NCH ELEC. 2/84, Electricidad, Elaboración y Presentación de Proyectos.
- NCH ELEC. 4/2003, Instalaciones de Consumo en Baja tensión.
- RGR N° 02/2014, Diseño y Ejecución de las Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a la Red.
- NCH 2369.Of2003 Norma Chilena de Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales.
- Ley 20.571 Regula el Pago de las Tarifas Eléctricas de las Generadoras Residenciales.
- IEEE 80-2000. Guide for safety in AC substation grounding.
- IEEE 81, Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth Surface potential of a ground systems.

4.- ANTECEDENTES GENERALES

4.1.- Emplazamiento

El proyecto se emplaza en la ciudad de Vicuña ubicada en la región de Coquimbo. El edificio a intervenir alberga al Liceo Carlos Mondaca Cortés en el 617 de la calle Gabriela Mistral.



Fig N°1. Techumbre Liceo Carlos Mondaca Cortés.

Por ala de techumbre se estima que se disponen de 120m² con una inclinación de 25°. La desviación general de la edificación en de 4° respecto al norte. Para fines de diseño se utilizará la misma inclinación de la techumbre como la inclinación de los paneles solares.

4.2.- Características del recurso solar y generación estimada

Con el fin de definir las características del recurso solar se utiliza la herramienta de simulación Explorador Solar desarrollado por el Ministerio de Energía en colaboración con la facultad de geofísica de la Universidad de Chile. Dadas las características de la techumbre se simulan en las dos orientaciones norte y oeste con una potencia de 12,1 KWp para el techo norte y 8,1 KWp para el techo oeste.

Para la cara norte se obtiene:

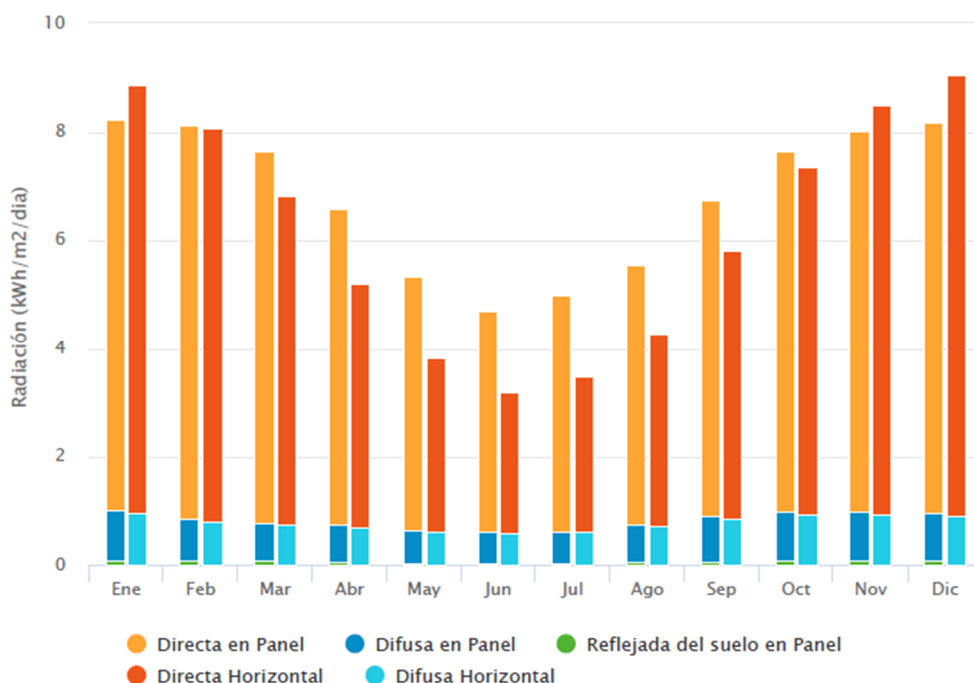
Radiación incidente en plano horizontal

	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa (kWh/m ² /día)	5.43	7.91	7.28	6.1	4.51	3.2	2.62	2.89	3.56	4.96	6.43	7.56	8.13
Difusa (kWh/m ² /día)	0.78	0.95	0.82	0.74	0.71	0.62	0.58	0.6	0.72	0.86	0.94	0.94	0.91
Global (kWh/m ² /día)	6.21	8.86	8.1	6.84	5.22	3.82	3.2	3.49	4.29	5.82	7.38	8.5	9.04

Radiación incidente en panel

	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa (kWh/m ² /día)	5.99	7.21	7.25	6.87	5.83	4.69	4.09	4.38	4.83	5.85	6.66	7.05	7.21
Difusa (kWh/m ² /día)	0.75	0.91	0.78	0.71	0.68	0.59	0.56	0.57	0.69	0.82	0.9	0.89	0.87
Suelo (kWh/m ² /día)	0.07	0.1	0.09	0.08	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07	0.08	0.1	0.1
Global (kWh/m ² /día)	6.81	8.22	8.12	7.66	6.57	5.33	4.68	4.99	5.56	6.74	7.64	8.04	8.18

Variación anual de la radiación



Explorador Solar / MINENERGIA / DGF

Fig N°2. Extracto radiación informe explorador solar.

Para la cara oeste se obtiene:

Radiación incidente en plano horizontal

	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa (kWh/m ² /día)	5.43	7.91	7.28	6.1	4.51	3.2	2.62	2.89	3.56	4.96	6.43	7.56	8.13
Difusa (kWh/m ² /día)	0.78	0.95	0.82	0.74	0.71	0.62	0.58	0.6	0.72	0.86	0.94	0.94	0.91
Global (kWh/m ² /día)	6.21	8.86	8.1	6.84	5.22	3.82	3.2	3.49	4.29	5.82	7.38	8.5	9.04

Radiación incidente en panel

	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa (kWh/m ² /día)	5.01	7.23	6.69	5.7	4.25	3.01	2.42	2.71	3.35	4.6	5.91	6.86	7.38
Difusa (kWh/m ² /día)	0.75	0.91	0.78	0.71	0.68	0.59	0.56	0.57	0.69	0.82	0.9	0.89	0.87
Suelo (kWh/m ² /día)	0.07	0.1	0.09	0.08	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07	0.08	0.1	0.1
Global (kWh/m ² /día)	5.82	8.24	7.57	6.48	4.98	3.64	3.01	3.32	4.08	5.49	6.89	7.84	8.34

Variación anual de la radiación

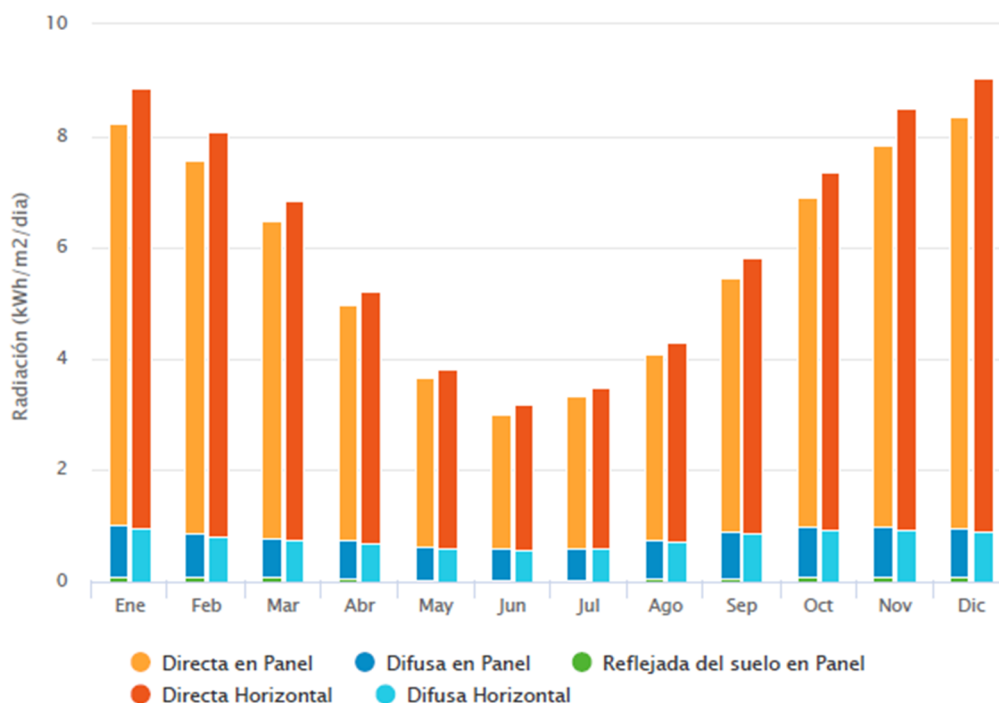


Fig N°3. Extracto radiación informe explorador solar.

Con este perfil de radiación se estima que la generación anual de energía, considerando una pérdida adicional por conductividad del 5%, es de 37.613 KWh/año. A continuación se muestra el perfil mensual de generación

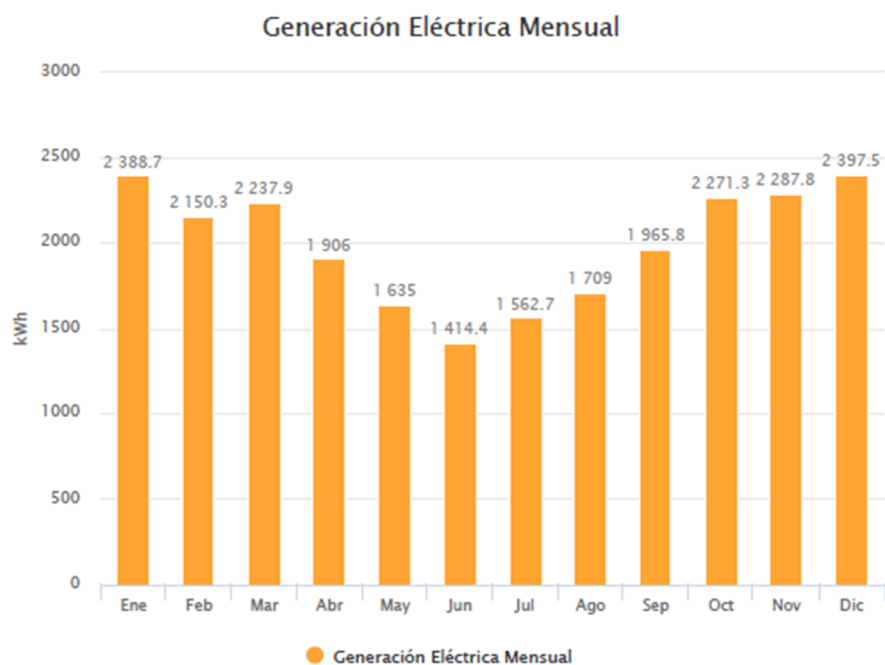


Fig N°4. Generación solar estimada del sistema a implementar norte.

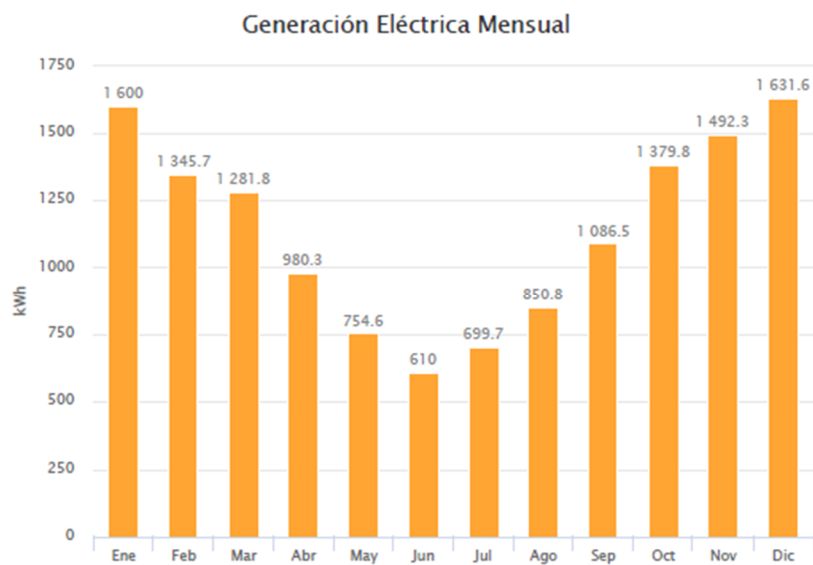


Fig N°5. Generación solar estimada del sistema a implementar oeste.

En el anexo 10.1 se entrega los informes de simulación completos.

5.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1.- Unidad Generadora

Para el proyecto se suministrara 75 paneles solares marca Jinko Solar modelo JKM 270PP-60, con una potencia 20,25 KWp. Estos paneles cuentan con las siguientes características:

Panel Fotovoltaico Marca Jinko Solar, Modelo JKM-270PP-60		
Característica	Unidad	Valor
Potencia Máxima STC – Pmax	W	270
Voltaje de operación óptimo - Vmp	V	31.7
Corriente de operación óptima - Imp	A	8.52
Voltaje de circuito abierto - Voc	V	38.8
Corriente de corto circuito - Isc	A	9.09
Eficiencia de Módulo	%	16.50%
Tolerancia de potencia Nominal	%	0-3%
Estructura	-	Aluminio Anodizado
Peso	kg	19
Dimensiones	-	1.650x992x40 mm
Certificado SEC	-	Folio 7132
Garantía	-	10 años garantía producto 25 años garantía de potencia lineal (80% a 25 años)
Certificados	-	Certificado IEC 61215 e IEC 62730

Tabla N°1. Datos técnicos paneles JKM 270PP-60.

En el anexo 10.2 y 10.3 se entrega la ficha técnica y el certificado SEC.

5.2.- Inversor Solar

El inversor a utilizar en el proyecto es el INGECON SUN 3Play 20TL M S+, el cual presenta las siguientes características:

Inversor Solar Ingetem INGECON SUN 3Play 20TL-M S+		
Característica	Unidad	Valor
Potencia DC	W	26.800 máx
MPPT independientes	Un	2
Rango de tensión MPP1	V	200-820
Rango de tensión MPP2	V	200-820
Tensión máxima	V	1000
Corriente máxima MPPT1	A	30
Corriente máxima MPPT2	A	20
Potencia nomina AC	W	20.000
Corriente máxima	A	29
Frecuencia	Hz	50/60
Factor de potencia	-	-1 a 1
THD	%	<3
Eficiencia Europea	%	98,3
IP	-	65
Comunicación	-	RS-485
Perfil de red	-	Chileno de fabrica
Certificado SEC	-	Folio 9334
Garantía	-	5 años garantía producto
Certificados	-	EN 61000-6-1 ,EN 61000-6-2 EN 61000-6-3,EN 61000-6-4 EN 61000-3-2,EN 61000-3-3 EN 61000-3-11,EN 61000-3-12 EN 62109-1,EN 62109-2 IEC 62103,EN 50178

Tabla N°2. Datos técnicos Inversor Ingecom.

En el anexo 10.4 y 10.5 se entrega la ficha técnica y el certificado SEC.

5.3.- Estructura de Montaje

Como estructura de montaje se utilizará el sistema de montaje para techos inclinados marca Ironridge. Este sistema de montaje será fijado a las vigas principales de la techumbre respetando la distancia entre vigas. Las características del sistema a utilizar son las siguientes:

Sistema de Montaje Ironridge	
Característica	Valor
Materialidad	Aluminio
Pernería	Acero Inoxidable A2
Pieza fijación techumbre	Bonded L-Feet
Fijaciones a techumbre	Pernos autoperforantes 5/16" x 2"
Sello techumbre	Sika Flex 211
Garantía	20 años por el fabricante

Tabla N°3. Datos técnicos estructura Ironridge.

En el anexo 10.6 se entrega la ficha técnica.

6.- DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO

6.1.- Configuración Strings y pérdidas DC

El inversor a utilizar en el proyecto es el INGECON SUN 3Play TLM 20TL M, el cual cuenta con dos entrada MPPT independiente. Utilizando la característica anterior y que las aguas de la techumbre tienen distintas orientaciones se utilizará las dos entradas disponibles. Los paneles serán instalados verticalmente, disponiendo 45 paneles en la cara norte y 30 en la cara oeste.

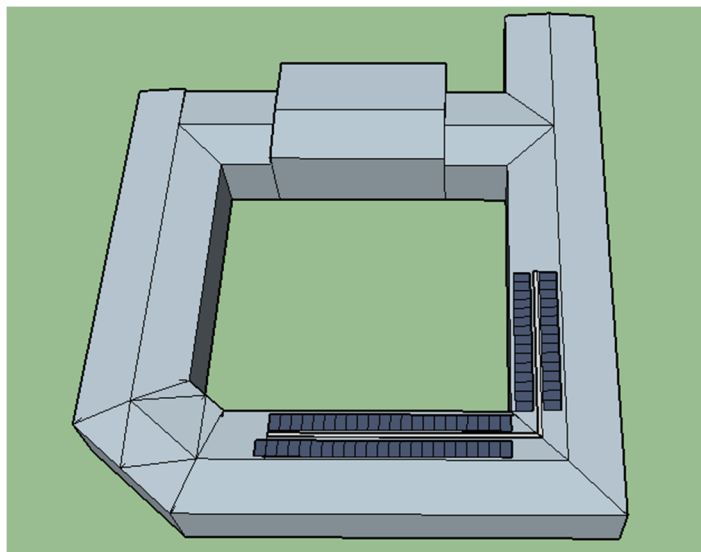


Fig N°6. Distribución de los paneles en la techumbre.

Las características eléctricas de los strings son las siguientes:

STRING	MPPT	POTENCIA	N° MODULOS	Vmpp (STC)	Idc max (STC)
String N°1	A	4.050 W	15	475,5 V	8,52 A
String N°2	A	4.050 W	15	475,5 V	8,52 A
String N°3	A	4.050 W	15	475,5 V	8,52 A
String N°4	B	4.050 W	15	475,5 V	8,52 A
String N°5	B	4.050 W	15	475,5 V	8,52 A

Tabla N°4. Configuración Strings.

Los strings serán canalizados desde los paneles solares hasta el inversor en bandejas ranuradas 100x50 mm.

Para fines de cálculo de las perdidas por conducción se considera las siguientes distancias entre los string de paneles y el inversor.

String N°1	22 ml
String N°2	29 ml
String N°3	18 ml
String N°4	30 ml
String N°5	42 ml

Tabla N°5. Largo máximo strings.

Adicionalmente, como condición establecida en el numeral 11.9 de la RGR 02, se considera como perdida máxima un 1.5%.

Para calcular la sección de los cables se utilizará la siguiente formula:

$$S = 2 \cdot L \cdot 0,018 \cdot \frac{I_{max}}{\Delta V}$$

Donde

Largo Total sección	:	Metros
I_{max}	:	Corriente Salida Circuito Fotovoltaico
V_{mpp}	:	Voltaje punto máxima transferencia de potencia en condiciones STC
S	:	Sección del Conductor en mm ²
ΔV	:	Caída de voltaje en volt.

Según la norma RGR 02 en el numeral 10.2, se considera como corriente salida circuito fotovoltaico 1,25 la corriente máxima paneles. Para estos fines se considerará la corriente máxima la corriente en condiciones STC.

Se procede a realizar el cálculo en base al más largo de los strings:

$$S = 2 \cdot 42 \cdot 0,018 \cdot \frac{1,25 \cdot 8,52}{1,5\% \cdot 475,5}$$

$$S = 2,257 \text{ mm}^2$$

Utilizando los datos técnicos del cable solar TopSolar PV ZZ-F(AS), se extrae que cualquier cable con una sección mayor a 2.5mm² tiene la capacidad de transporte necesaria para los strings. Para fines de diseño se selecciona un conductor de 4mm².

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

Fig. N°4.-Capacidad de transporte cable solar TopSolar PV ZZ-F (AS).

Dadas las condiciones de montaje se aplica los factores de corrección de temperatura, con lo cual se obtiene la nueva capacidad de transporte del conductor. Se considera que en la techumbre se tiene una temperatura de 45°C.

Tabla N° 8.9
Factor de Corrección de la Capacidad de Transporte de Corriente
por Variación de Temperatura Ambiente. Secciones Métricas.

Temperatura ambiente [°C]	Factor de corrección f_t
10	1,22
15	1,17
20	1,12
25	1,07
30	1,00
35	0,93
40	0,87
45	0,79
50	0,71
55	0,61
60	0,50
65	-

Fig. N°5.-Extracto norma técnica Nch 4/2003. Factor de temperatura f_t .

$$I_c = I_n \cdot f_t$$

$$I_c = 55 \cdot 0,79$$

$$I_c = 43,45$$

Finalmente, se obtiene que la nueva capacidad de transporte del conductor cumpla con los requerimientos de corriente del string calculado y utilizando el conductor de 4mm² la caída de tensión máxima para todos los strings es de 0,677%.

Al llegar los strings al inversor deben pasar por un tablero de unión que permita unir los dos grupos en un par de cable para el string A y el B. Con este fin se agrega un tablero donde se unen los diferentes grupos, mayores detalles en el plano N°9. Para estos tramos se obtiene:

Strings A:

$$S = 2 \cdot 2 \cdot 0,018 \cdot \frac{1,25 \cdot 8,52 \cdot 3}{0,5\% \cdot 475,5}$$

$$S = 0,96 \text{ mm}^2$$

Strings B:

$$S = 2 \cdot 2 \cdot 0,018 \cdot \frac{1,25 \cdot 8,52 \cdot 2}{0,5\% \cdot 475,5}$$

$$S = 0,64 \text{ mm}^2$$

Con lo anterior y considerando los cálculos para el cableado directo de strings se utiliza el conductor de 4mm² para cada strings obteniendo una caída de tensión de 0,0967% y 0,0806% respectivamente.

6.2.- Perdidas AC y selección de protecciones.

En el lado AC se considera dimensionar los tramos de unión entre el sistema fotovoltaico y el tablero de inyección final. Se considera que el tramo total a instalar tenga una pérdida máxima de 2%. Para lo anterior se calcula la corriente nominal del inversor.

$$I_n = \frac{P_n}{V_n \cdot fp}$$

$$I_n = \frac{20.000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 1}$$

$$I_n = 30,39 \text{ A}$$

Los tramos a instalar tienen la siguiente configuración:

Inversor a T.D.FV	2 ml
T.D.FV a T.D.Aux. FV	35 ml
T.D.Aux.FV a T.G	2 ml

Tabla N°6. Tramos AC a instalar.

Considerando los tramos anteriores se calcula la sección utilizando un largo equivalente de 39mts.

$$S = L \cdot 0,018 \cdot \frac{I_{max}}{\Delta V}$$

$$S = 39 \cdot 0,018 \cdot \frac{1,25 \cdot 30,39}{4,4}$$

$$S = 6,06 \text{ mm}^2$$

Considerando el cálculo de la sección mínima y utilizando los datos de la figura n°6 se ratifica que el cable a utilizar es un cordón RV-K 5x10mm², el cual cumple con la sección milimétrica solicitada.

Conductor de Cobre							
Sección Nominal	Diametro aislamiento	Diámetro Exterior	Resistencia a 20°C max.	Peso del Cable	Intensidad	Caída de tensión cos F = 1	Radio mínimo de curvatura
mm ²	mm	Mm	Ω/km	Kg/Km	(A)	V/A km	mm
1 x 1,50	2.90	5,7	13,3	50	18	26.72	23
1 x 2,50	3.40	6,2	7,98	60	26	16.37	25
1 x 4,00	3.90	6,7	4,95	75	35	10.18	27
1 x 6,00	4.40	7,2	3,30	95	46	6.8	29
1 x 10,00	5.70	8,5	1,91	145	64	4.04	35
1 x 16,00	6.80	9,6	1,21	205	86	2.54	39
1 x 25,00	8.40	11.2	0,780	295	120	1.61	45
1 x 35,00	10.0	12,8	0,554	395	145	1.16	55
1 x 50,00	11.7	14.5	0,386	540	180	0,85	60
1 x 70,00	13.9	16.7	0,272	745	230	0,59	70
1 x 95,00	15.4	18.4	0,206	960	285	0,43	71
1 x 120,00	17.5	20.5	0,161	1.205	335	0,34	85
1 x 150,00	19.6	22.8	0,129	1.500	385	0,27	95

Fig. N°6.-Capacidad de transporte cable cable RV-K

Al conductor seleccionado se le aplica los factores de corrección establecidos en la norma. El factor por cantidad de conductores no se aplica, ya que se utilizará un solo cordón en la instalación. Se considera que la temperatura promedio de operación es de 30°.

$$I_c = I_n \cdot f_t \cdot f_n$$

$$I_c = 64 \cdot 1 \cdot 1$$

$$I_c = 64$$

Con los factores aplicados se obtiene que el conductor seleccionado tenga la capacidad de transporte suficiente para la corriente de diseño. La caída de tensión del tramo completo con el conductor de 10mm² es de 0,965%, lo cual cumple con la condición de diseño.

La protección del circuito se dimensiona en base a la corriente de carga que por normativa se define un 25% mayor que la corriente nominal del circuito.

$$I_c = I_n \cdot 1,25 \text{ A}$$

$$I_c = 30,39 \cdot 1,25 A$$

$$I_c = 37,98 A$$

Con este resultado se obtiene que la protección a instalar deba ser de 4x40 A curva "C" 10KA de ruptura. Adicionalmente se debe instalar un diferencia 4x40A 300mA clase A con el fin de cumplir con la norma técnica RGR N°2. Adicionalmente a las protecciones anteriores, debido a que el alimentador tiene un largo mayor a 10mts se debe instalar un tablero auxiliar con las mismas protecciones anteriores.

6.3.- Coordinación y selectividad de protecciones.

El proyecto contempla las siguientes protecciones en un primer nivel las protecciones integradas al inversor, posterior las protecciones de los tableros fotovoltaicos y finalmente la protección general de la instalación.

El inversor Inversor Solar Ingetem INGECOM SUN 3Play 20TL-M S+ posee las siguiente protecciones

- Protección de sobretensión lado AC y DC en conformidad a la EN62109-1 y EN62109-2
- Polarización inversa
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida (Corriente protección 31,9 A rms)
- Anti-Isla con desconexión automática
- Fallo de aislamiento

En los tableros fotovoltaicos se instalarán protecciones 4x40A en base a lo establecido en el punto 6.2. Esta protección se considera con una curva "C" y una ruptura de 10KA. Por normativa adicionalmente se considera instalar una protección diferencial clase "A" de 4x40A 300mA.

Adicionalmente, la conexión de la tierra de protección al sistema fotovoltaico será realizada desde el tablero del empalme y será propagada por los distintos conductores hasta el campo fotovoltaico, mayores detalle en el plano n°10. Posterior a la instalación total se realizará una nueva medición de la puesta a tierra para ratificar que la medición en menor al 20 ohms.

6.4.- Verificación de parámetros del inversor.

Con el fin de verificar los parámetros eléctricos del inversor para las temperaturas extremas se utiliza la herramienta de verificación de Ingeteam Sun Planner. Los resultados se entregan en el a continuación:

DIMENSIONADO POR INVERSOR							
DC		RESULTADOS		MPP1	RESULTADOS		MPP2
Total de módulos solares	75	Vmpp (70 °C)	411,31 V	OK	Vmpp (70 °C)	411,31 V	OK
Potencia	20,25 kWp	Vmpp (STC)	475,5 V	OK	Vmpp (STC)	475,5 V	OK
		Voc (-10 °C)	643,11 V	OK	Voc (-10 °C)	643,11 V	OK
Factor dimensionado		Idc max (STC)	25,56 A	OK	Idc max (STC)	17,04 A	OK
SF	1,01	Nº módulos solares en serie		15	Nº módulos solares en serie		15
AC Max. potencia	20,1 kVA	Nº Strings		3	Nº Strings		2

Fig. N°7.-Verificaciones de condiciones de operación a temperaturas límites.

La herramienta indica que no existe limitante por temperatura para el diseño planteado. El informe completo se entrega en el anexo 10.7.

6.5.- Canalizaciones DC.

Con el fin de transportar el cableado DC desde el campo de paneles al inversor se utilizará distintos tramos de canalización C.A.G. Dentro de los tramo existen de 3, 4 y 5 conductores. Para estos tramos se obtiene lo siguiente:

La sección mínima se define como:

$$SC_{cañerías} = \sqrt{\frac{\sum D^2}{k1}}$$

$$SC_{bandejas} = \frac{\pi \cdot \sum D^2}{4 \cdot k1}$$

Donde

- SC** : Sección Canalización en mm
- K1** : Factor de dimensionamiento, donde es 50% para un conductor y 35% para 3 o más conductores y 20% para bandejas.
- D** : Diámetro del Conductor en mm2

Tramo 3 conductores:

$$SC = \sqrt{\frac{3 \cdot 6,1^2}{0,35}}$$

$$SC = 17,86 \text{ mm}$$

Para este tramo se considera utilizar una canalización de 3/4".

Tramo 4 conductores:

$$SC = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,1^2}{0,35}}$$

$$SC = 20,62 \text{ mm}$$

Para este tramo se considera utilizar una canalización de 1".

Tramo 5 conductores:

$$SC = \sqrt{\frac{5 \cdot 6,1^2}{0,35}}$$

$$SC = 23,06 \text{ mm}$$

Para este tramo se considera utilizar una canalización de 1".

En el tramo de baja desde el segundo al primer piso se tienen que la sección minimiza de la canalización a utilizar es la siguiente:

$$SC = \sqrt{\frac{12 \cdot 6,1^2}{0,35}}$$

$$SC = 35,717 \text{ mm}$$

Para este tramo se considera utilizar una canalización de 1 1/2".

En el tramo de unión entre el tablero T.DC y el inversor se considera:

$$SC = \sqrt{\frac{5 \cdot 6,1^2}{0,35}}$$

$$SC = 23,05 \text{ mm}$$

Finalmente para este tramo se considera utilizar una canalización de 1".

6.6.- Canalizaciones AC.

La canalización en corriente alterna que conecta el inversor con el tablero de inyección se calcula utilizando las mismas ecuaciones del punto anterior y considerando que el cordón RV-K 5x10mm² posee un diámetro de 18,1mm.

$$SC_{cañerías} = \sqrt{\frac{\sum D^2}{k1}}$$

$$SC = \sqrt{\frac{18,1^2}{0,5}}$$

$$SC = 25,59 \text{ mm}^2$$

Dado lo anterior la cañería C.A.G ANSI C80.1 a utilizar es de 1 ¼".

7.- Sistemas Complementarios

7.1.- Sistema Monitoreo Remoto

Se instalará un equipo de monitoreo suministrado por el Ministerio de Energía el cual se comunica con el inversor por protocolo RS-485. El equipo de monitoreo será instalado al costado del inversor y la toma de internet se sacará desde una sala de informática ubicada en el primer piso del liceo. Este tramo será canalizado hasta el inversor.

7.2.- Equipo medida Bidireccional

Con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la ley de generación distribuida se instalará en coordinación con la distribuidora la instalación de un medidor bidireccional Kamstrup Omnipower CT685. Esto debido a que el equipo existente no está autorizado para este uso.



Fig. N°8. Actual equipo en terreno.

En el anexo 10.8 se adjunta la ficha técnica del medidor propuesto.

8.- Sistema de Seguridad.

Con el fin de desarrollar los trabajos de mantención e instalación del sistema solar se instalará un pasillo técnico de un largo de 43ml en cual será acompañado por una cuerda de vida. Además, para garantizar el acceso seguro al pasillo se instalará una escalera gatera. Su ubicación se definirá en terreno.

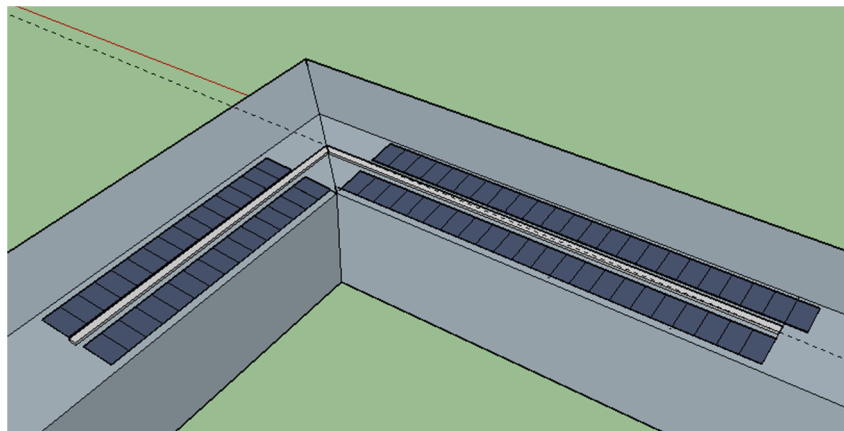


Fig. N°9.- Emplazamiento pasillo técnico.

El pasillo técnico será construido con grating galvanizado en caliente con un ancho de 45 cms, uniones o piezas especiales fabricadas en terreno serán galvanizadas en frío.

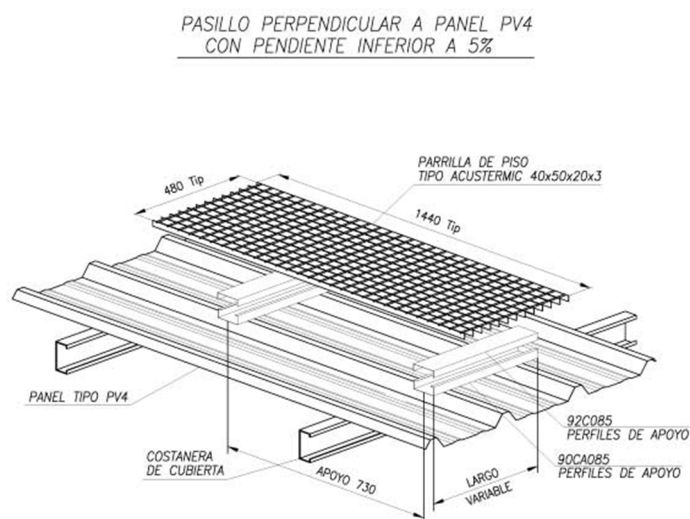


Fig. N°10.- Detalle típico montaje pasillo técnico sobre cubierta plana.

Para mayores detalles en los planos de la ingeniería de detalle.

9.- Cubicaciones.

A continuación se presenta la cubicación de los principales materiales a utilizar:

Descripción	Unidad	Cantidad
Cable solar 4mm2	ml	360
Cable de Red Cat5E	ml	60
Cable 5x10mm2	ml	50
Cable 5x16mm2	ml	15
CAG 1 1/4"	ml	42
CAG 1/2"	ml	60
CAG 3/4"	ml	60
CAG 1"	ml	40
Conector MC4 4mm2-6mm2	cu	20
Cuerda de Vida	ml	82
Piso Técnico	ml	82
Escalera Gatera	cu	1
Estructura IronRidge, Riel XR100	cu	36
Estructura IronRidge, Unión Perfil XR100	cu	34
Estructura IronRidge, Kit Soporte 5"	cu	54
Estructura IronRidge, Unión de Paneles	cu	56
Estructura IronRidge, Tope Final	Cu	16
Ingecon Sun 3Play 20TL M S+	cu	1
String box 2 entradas	Cu	2
Panel Jinko Solar JKM 270PP-60	cu	75
Tablero IP54 800x600x300	cu	1
Tablero IP54 700x500x250	cu	1
Tablero IP54 500x400x200	cu	2
Repartidor tetrapolar 100A	cu	1
Repartidor bipolar 100A	cu	4
Portafusible 10x38 32A con fusible 2A	cu	4
Protección monopolar 1x16A "C" 6KA	cu	2
Diferencial 2x25A 30mA "AC"	cu	1
Bornera a tierra 7 posiciones	cu	3
Luz piloto roja	cu	4
Enchufe 10A a riel din con adaptador	cu	1
Riel din	ml	4
Canaleta Ranurada 40x60mm	ml	12
Canaleta Ranurada 40x40mm	ml	2
Protección Tetrapolar 4x40A "C" 10KA ABB o similar	cu	1
Protección diferencial 4x40A 300mA ABB o similar	cu	1
Protección Tripolar caja moldeada 3x50A	cu	1

10.- Anexos

- 10.1.- Simulación Explorador Solar
- 10.2.- Ficha Técnica Panel Solar Jinko Solar JKM 270PP-60
- 10.3.- Resolución Exenta SEC 7132
- 10.4.- Ficha Técnica Inversor Ingeteam Ingecon Sun 3 Play TL-M
- 10.5.- Resolución Exenta SEC 9334
- 10.6.- Ficha Técnica estructura IronRidge Flush Mount.
- 10.7.- Ratificación diseño Sun Planner.
- 10.8.- Ficha medidor Kamstrup Omnipower