

APÉNDICE L. DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

De acuerdo a los datos del **Apéndice H** se obtuvo una irradiación promedio de 5 [kWh/m²/día]. Uno de los parámetros clave utilizados en este análisis es la Hora Sol Pico (HSP), la cual representa la cantidad de horas diarias durante las que la irradiación solar es equivalente a 1.000 [W/m²]. Teniendo en cuenta esta información, se calculó un valor promedio de 5 [HSP], este dato presenta condiciones favorables para la implementación de estos sistemas.

1. CANTIDAD DE MÓDULOS SOLARES FV

Para la implementación del sistema fotovoltaico, se realizó una evaluación detallada de las opciones de módulos disponibles en el mercado, considerando criterios de eficiencia, confiabilidad, rendimiento térmico y relación costo-beneficio. Tras un análisis técnico-económico, se seleccionó el módulo fotovoltaico LONGI, modelo LR8-66HGD 610W visto en la figura L1, con tecnología monocristalina. Este modelo ofrece un rendimiento optimizado incluso en condiciones de baja irradiancia, lo que contribuye a una mayor producción anual de energía. La eficiencia del módulo seleccionado es dimensionada respecto a las pérdidas de energía del sistema que se establecen en la Tabla L1.

Tabla L1. Pérdidas estimadas.

Concepto evaluado	Pérdida estimada (%)	Factor de rendimiento asociado (%)
Acumulación de polvo y suciedad en módulos	3	97
Variabilidad de parámetros eléctricos del generador	2	98

Eficiencia del inversor	2	95
Tabla L1. (Continuación)		
Pérdidas por cableado	2	98
Efectos de reflectancia angular y espectral	2	97
Desviaciones en el seguimiento del punto de máxima potencia (MPP)	2	98
Incremento de temperatura en los módulos	2	98
Pérdidas totales del sistema	15	85

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el consumo mensual de energía y en la irradiación solar promedio del sitio, se determina la potencia instalada requerida para atender la demanda de la institución, incorporando un factor de eficiencia del sistema de 0,98. Dicho factor contempla las pérdidas propias de la instalación y permite que la generación energética se ajuste al consumo interno, evitando la entrega de excedentes a la red eléctrica.

Calculamos la energía generada por el sistema solar usando el factor de eficiencia y el consumo diario promedio del corregimiento.

$$\text{Energía generada} = (268,463 \text{ kWh/día}) * (0,98) = 263.09 \text{ kWh/día}$$

Este valor representa la cantidad máxima de energía que el sistema fotovoltaico puede producir para cubrir la demanda requerida sin sobrepasarla. Para el dimensionamiento de la potencia instalada del sistema fotovoltaico, para la capacidad instalada se emplea la siguiente expresión:

$$CI = \frac{\text{Energía generada}}{(HSP) * (Fr)}$$

$$CI = \frac{263.09 \text{ kWh/día}}{(5) * (0.85)} = 61,9 \text{ kWp}$$

A partir de la capacidad instalada estimada de 61,9 kWp y de la potencia nominal de cada módulo fotovoltaico seleccionado, equivalente a 610 W, se establece el número total de paneles requeridos para satisfacer la demanda energética. El procedimiento de cálculo se presenta a continuación:

$$\text{Número paneles Fv} = \frac{CI}{\text{Potencia panel Fv}}$$

$$\text{Número paneles Fv} = \frac{61900 \text{ W}}{610 \text{ W}} = 102$$

Por lo que para suplir el 100% del consumo del corregimiento se necesitaría más o menos 102 paneles de 610 Wp.

Llegando a este punto y con los datos de cantidad instalada necesaria para cubrir la totalidad del consumo y la cantidad de paneles solares necesarios, se plantea las siguientes opciones para luego proceder a analizar cada uno por separado para entender su viabilidad:

- Realizar el dimensionamiento para cubrir la totalidad del consumo promedio del corregimiento asumiendo un nuevo transformador dedicado al sistema de generación.
- Realizar el dimensionamiento para cubrir el 50% de la capacidad transformadores actuales.

Figura L1. Ficha técnica panel solar.

Hi-MO7

LR8-66HGD 595~625M

23.1%
MAX MODULE
EFFICIENCY

0~3%
POWER
TOLERANCE

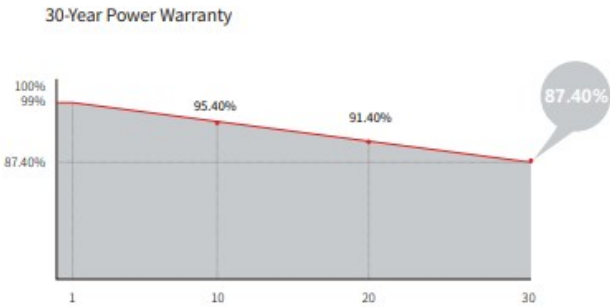
<1%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.4%
YEAR 2-30
POWER DEGRADATION

HALF-CELL
Lower operating temperature

Fuente:

Additional Value

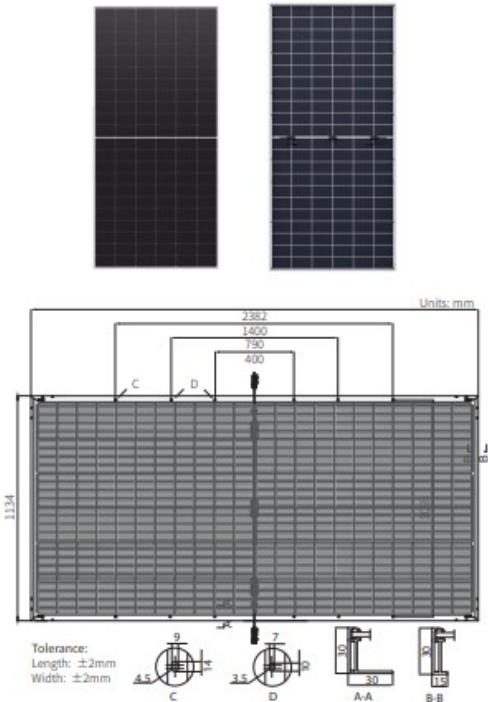


Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm², +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0+2.0mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	33.5kg
Dimension	2382×1134×30mm
Packaging	36pcs per pallet / 144pcs per 20' GP / 720pcs or 576pcs (only for USA) per 40' HC

Electrical Characteristics

Module Type	STC : AM1.5 1000W/m² 25°C				NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1.0 m/s				Test uncertainty for Pmax: ±3%			
	LR8-66HGD-595M	LR8-66HGD-600M	LR8-66HGD-605M	LR8-66HGD-610M	LR8-66HGD-615M	LR8-66HGD-620M	LR8-66HGD-625M					
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	595	452.9	600	456.7	605	460.5	610	464.3	615	468.1	620	471.9
Open Circuit Voltage (Voc/V)	47.78	45.41	47.98	45.60	48.18	45.79	48.38	45.98	48.58	46.17	48.78	46.36
Short Circuit Current (Isc/A)	15.80	12.69	15.85	12.73	15.90	12.77	15.95	12.81	16.00	12.85	16.05	12.89
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	39.91	37.93	40.11	38.12	40.31	38.31	40.51	38.50	40.71	38.69	40.91	38.88
Current at Maximum Power (Imp/A)	14.91	11.94	14.96	11.98	15.01	12.02	15.06	12.06	15.11	12.10	15.16	12.14
Module Efficiency(%)	22.0		22.2		22.4		22.6		22.8		23.0	



DIMENSIONAMIENTO PARA CUBRIR LA TOTALIDAD DEL CONSUMO PROMEDIO DEL CORREGIMIENTO ASUMIENDO EL CAMBIO DEL TRANSFORMADOR 1.

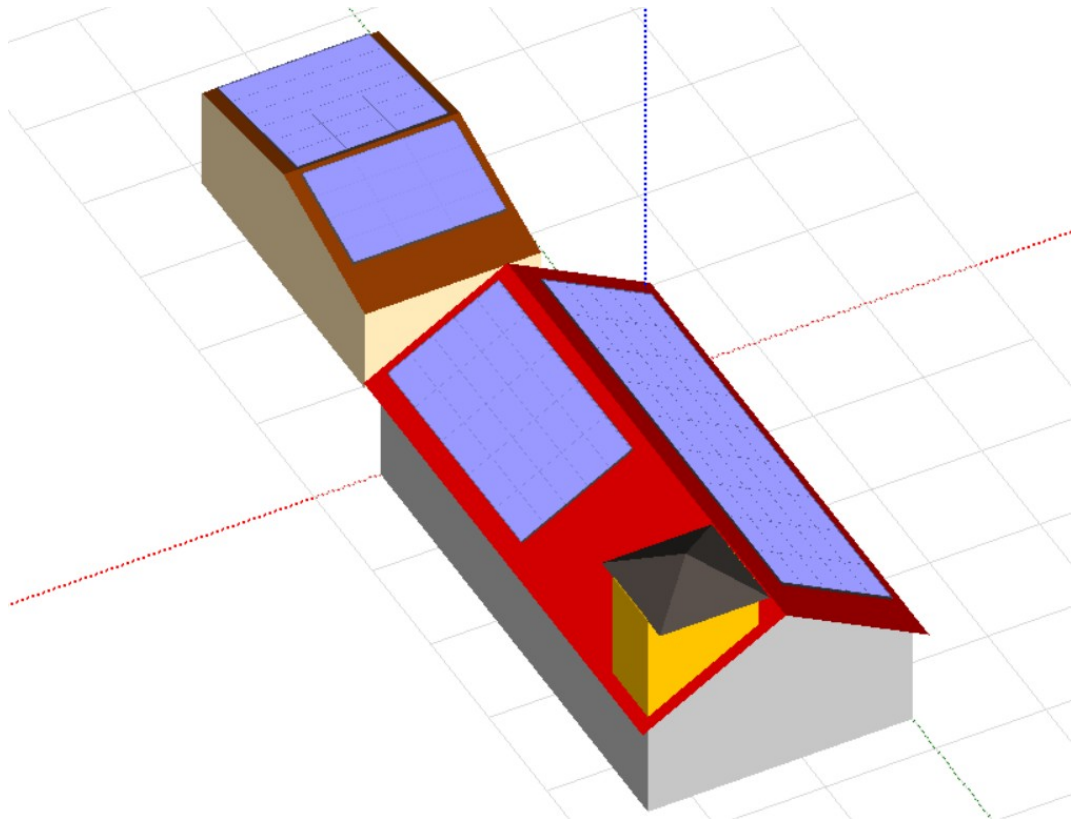
Teniendo en cuenta que por normativa la capacidad disponible de autogeneración de cada transformador no debe superar el 50% de la potencia nominal y siendo la capacidad

instalada de 61,9 kWp el transformador debe ser mínimo de 150 KVA por lo que supone un nuevo costo al sistema de generación.

2.1 Tipo de arreglo del sistema. Una vez identificada la tipología de los techos, junto con el área, se propone instalar la totalidad de los paneles repartidos entre el centro de salud y la iglesia principal ya que se encuentran a escasos 5 metros del transformador y punto de conexión de media tensión esto representaría un beneficio en cuanto al dimensionamiento del cable que llevaría la energía a la red.

Realizando la distribución de los paneles, teniendo en cuenta su área y dimensiones se estima que, en el techo de la iglesia, respetando el espacio de la campana hay espacio para la instalación de 45 paneles por un sentido y 25 por el otro. En el centro de salud se instalarían 16 por un lado y 14 por el otro, los que nos daría la posibilidad de instalar un total de 100 paneles de 610 Wp visto en la Figura L2.

Figura L2. Diseño 3D de arreglos.



Fuente: Elaboración propia en software PVsyst.

La configuración eléctrica resultante se observa en la Tabla L2.

Tabla L2. Arreglos del sistema propuesto.

Voc del panel	48,38	Vmp	40,51	Imp	15,05	
Ubicación	# strings	Módulos por string	Tensión total por string	Tensión operativa aproximada	Corriente por string (Imp):	Corriente total
Izq-Iglesia	5	9	435,42	364,59	15,05	75,25
Der-Iglesia	5	5	241,9	202,55	15,05	75,25
Frente-Csalud	3	4	193,52	162,04	15,05	45,15

Tabla L2. (Continuación)

Detrás- Csalud	3	6	290,28	243,06	15,05	45,15
Total	16				Sumatoria	240,8

Fuente: elaboración propia

Esta configuración fue planteada para ajustarse a las condiciones de entrada del inversor fotovoltaico seleccionado, garantizando un funcionamiento confiable y óptimo. Asimismo, la organización del sistema en varios strings independientes permite reducir las pérdidas asociadas a diferencias de desempeño entre los módulos, efectos de sombreado parcial, acumulación de polvo o variaciones en la orientación. De esta manera, se favorece una mayor captación de la radiación solar y se optimiza el desempeño general del sistema fotovoltaico.

3. DIMENSIONAMIENTO PARA CUBRIR EL 50% DE LA CAPACIDAD TRANSFORMADORES ACTUALES

Según los datos técnicos de los transformadores existentes en la comunidad vistos en la Tabla L3 solo es posible utilizar el 50% de su capacidad nominal de potencia según la normativa por lo que se realiza el cálculo de cantidad de paneles que podrían soportar los transformadores a esa capacidad de trabajo.

Tabla L3. Inventario técnico de transformadores y derivación de potencia en paneles.

Activo (Código)	Capacidad para generación kVA	# paneles de 610 Wp	# paneles Redondeado
Transformador 1 (0207589)	22,5	36,8852459	36
Transformador 2 (0207587)	37,5	61,47540984	61

Tabla L3. (Continuación)

Suma	60	98,36065574	97
------	----	-------------	----

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal de Autogeneración ESSA

De acuerdo con la distribución de capacidad de generación el equivalente en paneles, la cantidad total de paneles es casi idéntica a la propuesta principal, solo que se distribuye entre los dos transformadores existentes por lo que el análisis de generación será el mismo. En este caso se adiciona infraestructura de instalación, lugar y elementos eléctricos. Para el transformador de 75 kVA se necesita la adquisición de un predio abandonado que está justo al lado del transformador, con medidas de 10 m x 20 m lo que supone el espacio necesario para instalar posibles 64 paneles solares de 610 Wp, pero es necesario el uso de dicho terreno para poder utilizar la potencia disponible del transformador. De ser así, se podría hacer uso del espacio y la configuración sería la siguiente.

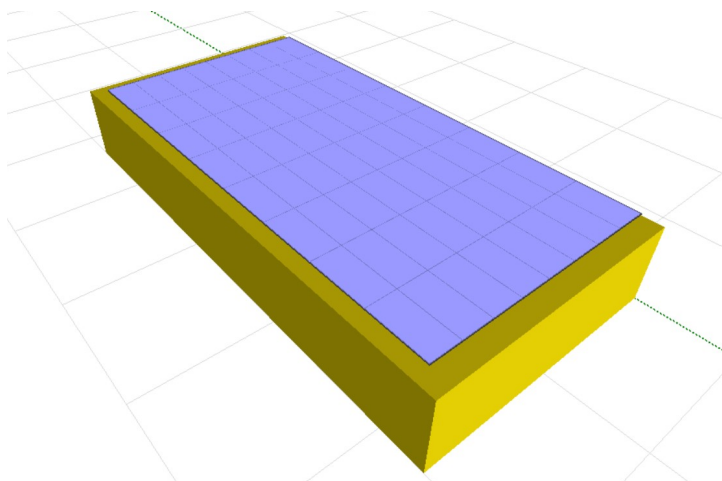
Tabla L4. Arreglos del sistema propuesto

Voc del panel	48,38	Vmp	40,51	Imp	15,05	
Ubicación	# strings	Módulos por string	Tensión total por string	Tensión operativa aproximada	Corriente por string (Imp):	Corriente total
Izq-Iglesia	6	6	290,28	243,06	15,05	90,3
Terreno abandonado	8	8	387,04	324,08	15,05	120,4
Total	6				Sumatoria	90,3

Fuente: elaboración propia.

Se propone construir un soporte elevado para que no se vea afectado por las sombras que producen las casas aledañas, debido a que el terreno no posee techo. Sistema para conexión del transformador de 75 kVA.

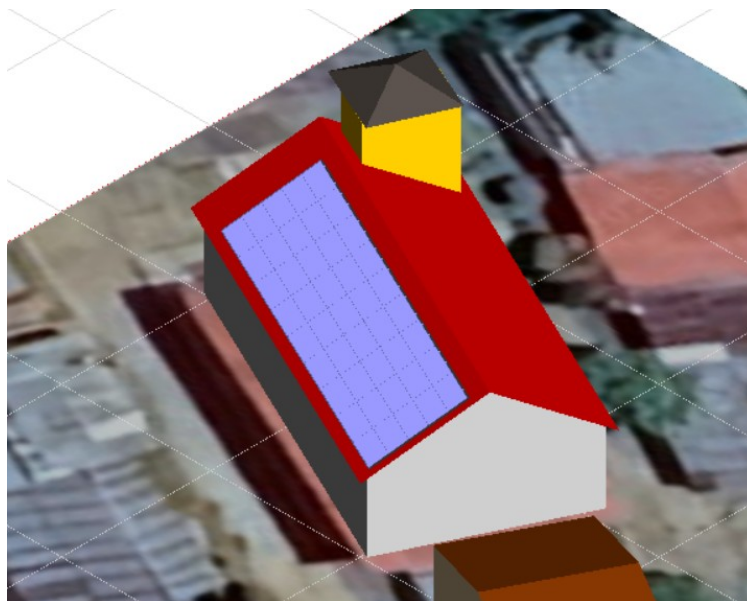
Figura L3. Diseño 3D del arreglo.



Fuente: Elaboración propia en software PVsyst.

Diseño del sistema para el transformador de 45 kVA ubicado en el techo de la iglesia principal.

Figura L4. Diseño 3D del arreglo.



Fuente: Elaboración propia en software PVsyst.