

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**ESTUDIO, DISEÑO DE PROTOTIPO GENERAL DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA  
PROYECTO "CENTRO URBANO DE BIENESTAR Y OPORTUNIDADES (CUBO)**

PRESENTADO POR:

**Carlos Mauricio Aguirre Andasol**

**Christian Rodrigo Sánchez Morales**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE de 2023

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

SECRETARIO GENERAL:

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA**

SECRETARIO:

**ARQ. RAUL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

DIRECTOR INTERINO:

**ING. WERNER DAVID MELENDEZ**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

Título:

**ESTUDIO, DISEÑO DE PROTOTIPO GENERAL DE SISTEMA FOTOVOLTAICO  
PARA PROYECTO “CENTRO URBANO DE BIENESTAR Y OPORTUNIDADES  
(CUBO)**

Presentado por:

**CARLOS MAURICIO AGUIRRE ANDASOL  
CHRISTIAN RODRIGO SANCHEZ MORALES**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**ING. GERARDO MARVIN JORGE HERNANDEZ**

San Salvador, Diciembre 2023


## NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, domingo 22 de octubre de 2023, en la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 9:00 a.m. horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. Werner David Meléndez Valle  
Director Interino


  
\_\_\_\_\_  
Firma 

MSc. José Wilber Calderón Urrutia  
Secretario

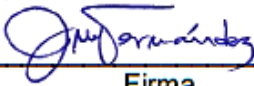
  
\_\_\_\_\_  
Firma

Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:

- ING. GERARDO MARVIN JORGE HERNÁNDEZ  
(Docente Asesor)

  
\_\_\_\_\_  
Firma

- ING. JOSE MIGUEL HERNANDEZ

  
\_\_\_\_\_  
Firma

- MSC. LUIS ROBERTO CHEVEZ PAZ

  
\_\_\_\_\_  
Firma

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

ESTUDIO, DISEÑO DE PROTOTIPO GENERAL DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA  
PROYECTO "CENTRO URBANO DE BIENESTAR Y OPORTUNIDADES (CUBO)

A cargo de los Bachilleres:

- AGUIRRE ANDASOL CARLOS MAURICIO

- SÁNCHEZ MORALES CHRISTIAN RODRIGO

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final: 9.1  
( Nueve punto uno )

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios por mantenerme cada día con vida y gozar de buena salud, permaneciendo en ocasiones lejos del bullicio y manteniéndome con la percepción de todos los sentidos para poder enfocarme en culminar con mi carrera Universitaria. Dándome la ayuda y compañía de familia y amigos que han sido piezas claves de mi formación profesional como personal y poder seguir compartiendo momentos de infinitas sensaciones que me hacen sentir vivo y el obsequio de tener unos padres Sublimes. A mi Madre Aminta Aracely Morales Alegría que me demuestra un amor incondicional y de hacerme sentir el ser más importante y afortunado, También de un Padre Juan Rodrigo Sánchez López que en la distancia me ayuda y sin su apoyo no hubiese podido obtener la posibilidad de seguir estudiando.

Hacer mención también a mis amados abuelos. A mi abuelita Felipa de Jesús Morales Franco (Q.E.P.D.) que indirectamente a mis estudios proporciono muchas sonrisas con sus anécdotas y experiencias contadas de su persona de la cual estimo mucho y me hace sentir su ausencia. A mi abuelito Juan Rodrigo Sánchez que es una de las personas que más admiro por su conocimiento, sabiduría, dedicación y apoyo en los momentos críticos.

A mi hermana Kathaline Ivette Escobar Morales por sus cuidados y aporte a mis necesidades del querer que siempre me encuentre bien, aun con sus responsabilidades, me agradas mucho y tu empatía es única. A mi primo hermano Olson Salvador Alegría García quien impulso una visión en mí desde temprana edad hasta donde quiero llegar, descubrir lo grandioso que es la rama de la electricidad, afrontar los temores y estar al pendiente.

Dedico este trabajo y esfuerzo a todos ustedes, Espero después de esta etapa poder retribuir todo lo que han hecho por mí y estar orgullosos, los amo.

**Christian Sanchez**

## **DEDICATORIA**

A mí mismo, en reconocimiento del esfuerzo, dedicación y perseverancia, al completar esta tesis que representa el fruto de mi trabajo y aprendizaje.

**Mauricio Andasol**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por todo el apoyo que me ha dado durante los años que he venido haciendo mi carrera profesional, pues sin su ayuda y la fe que tengo puesta en él, no lo hubiera podido lograr, dándome fuerzas para persistir desde el principio hasta el fin.

Agradecer a mis compañeros y amistades que se fueron sumando a la causa, que los colocale por su orden de llegada Jose Alvarenga, Byron Cantor, Jorge Palacios, Francisco Martínez, Imelda Sánchez, Franklin Palacios, Aguirre Andasol, Jose Araujo, Jafet Cordero, Ariel Rivera, Cristian Rodríguez, Rubén Henríquez, Carlos Luna. Todos son auténticos y fue grato haber compartido desesperación, euforia, decepción, todo tipo de dificultades y alegrías, pues juntos como equipo conseguimos muchos triunfos cuando se creía estar perdido. También el haber podido trabajar con un compañero y amigo de equipo en esta tesis, el cual se facilito el entendimiento, proceso y ensamblado del trabajo de graduación, sin ningún mal entendido u problema.

Agradecer a nuestro asesor de tesis ING. Gerardo Marvin Jorge Hernández por el tiempo prestado, sus recomendaciones, orientación, conocimientos y brindar ideas de la forma de como representar el trabajo de graduación. Al honorable jurado ING. Jose Miguel Hernández, MSC. Luis Roberto Chevez Paz, por su disposición y recomendaciones. A todos los docentes de la escuela de ingeniería eléctrica y encargados de proporcionar los equipos de laboratorio Juancito y Don Posada.

Agradecer a Sra. Reina Isabel Vides por su apoyo, atención, consejos, cuidado de los procesos académicos y asumir con gran responsabilidad todas las funciones de trámite de nuestro trabajo.

Agradecer a los padres de la Electricidad que hicieron mover a todo el mundo. Estaré eternamente agradecido a todos los que hice mención, en esta vida y en la otra, gracias totales.

**Christian Sanchez**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas que han estado, a los que un día se fueron, a los que se quedaron, a los que en mí creyeron y que siempre me apoyaron, agradezco también a los que nos enseñaron.

A mi madre, por dar todo el cariño, desde niño, a veces a la fuerza regresándome al camino, impulsando con recursos para que viajara y creciera, sin ella no estaría aquí, por eso es la primera.

Gracias Iliana, por levantarte más temprano algunos días, para hacerme desayunos, y por incorporarme en tu vida, por no dejarme rendirme dando vibras positivas, por todo el aguante y las risas compartidas.

A mi padre, por todo el apoyo y los consejos, por hablarme sobre el mal y que se le mire desde lejos, porque aun con dificultades y otra filosofía, aportaba en nuestra casa para mantener la economía.

Gracias hermana igualmente, por brindar todo tu apoyo, celebrando muchas veces algunos de mis logros, aunque sabiendo muy poco de lo que se trataba, como sea con cariño tu siempre ahí estabas.

Gracias a todos los amigos que hice aquí, que nos apoyamos hasta llegar al finish, a todos les aprecio y les pido un brindis, por cada uno de los miembros del "Speak Only English".

Gracias Imelda por acercarte para la tarea de aquella tarde, gracias a Franky por enseñarme de la materia que recursaste, gracias a Christian por ayudarme en el apuro que andaba un martes, entrelazamos nuestras historias, batallando juntos hicimos arte.

Gracias Cristian y Ariel, que aportaron en muchos temas, Gracias Leo y José ayudaban a resolver problemas, Gracias asimismo a Jorge y Jafet también tuvieron buenas ideas, entre todos pudimos vencer y hoy recogemos nuestras cosechas.

No he olvidado donde comencé y también debo agradecer, con quienes vi más de un amanecer, por actividades de una carrera, que hace tiempo yo dejé, profesionalmente estamos lejos, pero con la amistad aun en pie, les agradezco por el apoyo, Irma Maravilla, Corleto y Daniel.

Y entre todos no olvido que debo agradecer, a los docentes que con paciencia nos ayudaron para crecer, en especial al ingeniero Gerardo Hernandez, quien nos acompañó en esta ultima parte, con dedicación, amabilidad y sencillez.

Finalmente, tambien agradezco a quien me inculcó, el amor por la electricidad, y algunas cosas me enseñó, Gracias Saul por los regaños y el conocimiento que compartió, fue parte fundamental del camino que seguí yo.

**Mauricio Andasol**



## CONTENIDO

CAPITULO I .....	15
1 INTRODUCCION.....	15
1.1 INTERÉS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.2 MOTIVACIÓN.....	15
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN.....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
1.4 ORGANIZACIÓN.....	16
CAPITULO II .....	18
2 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	18
2.1 ELEMENTOS BASICOS EN UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA U “ON GRID”.....	18
2.2 CALCULOS TEORICOS.....	20
2.2.1¿Cuánta energía esperamos que consuman los usuarios de los CUBOS durante el día? .	20
2.2.2¿Cuántas horas de sol al día se esperan en la ubicación de los CUBOS? .....	23
2.2.3¿Cuál es el tamaño de la superficie disponible en el techo de los CUBOS para instalar paneles solares? .....	24
2.2.4¿Qué tipo de paneles solares planeamos utilizar? (mono o policristalino) .....	25
2.2.5 Cálculos .....	25
CAPITULO III .....	30
3 SIMULACIÓN DEL SFV.....	30
3.1 HELIOSCOPE .....	30
3.2 RECOPIACIÓN DE DATOS.....	30
3.3 SIMULACIÓN EN HELIOSCOPE .....	32
Paso 1: Crear una Cuenta.....	32
Paso 2: Iniciar Sesión.....	33
Paso 3: Crear un Nuevo Proyecto.....	33
Paso 4: Configurar la Ubicación y Orientación.....	34
Paso 5: Diseñar el Sistema.....	34
Paso 6: Configurar Sombras .....	35
Paso 7: Configurar Parámetros Eléctricos .....	35
Paso 8: Simular y Generar Informes.....	36
Paso 9: Revisar Resultados.....	42

CAPITULO IV .....	43
4 DISEÑO .....	43
4.1 DIAGRAMA UNIFILAR .....	43
4.2 PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE DISEÑO .....	45
CAPITULO V .....	49
5 COTIZACIONES.....	49
5.1 LISTA DE MATERIALES .....	49
5.2 COTIZACION REALIZADA A SOLAR PLANTEL S.A. de C.V.....	51
5.3 COTIZACION REALIZADA A.ENSOSAL S.A. DE C.V.....	52
5.4 COTIZACION REALIZADA A VIDUC S.A. DE C.V. ....	53
5.5 COTIZACION REALIZADA A VIDRI S.A. DE C.V.....	54
5.6 COTIZACION REALIZADA A FREUND S.A. DE C.V. ....	55
5.7 COTIZACION REALIZADA A PELSA S.A. DE C.V. ....	56
5.8 COTIZACION REALIZADA A GRUPO NEW S.A. DE C.V. ....	59
5.9 COTIZACION REALIZADA A EPA S.A. DE C.V.....	60
5.8 COTIZACIONES REALIZADAS A DIFERENTES PROVEEDORES POR MEDIO DE PAGINA WEB	61
CONCLUSIONES.....	66
Viabilidad del Diseño Fotovoltaico para Centros Urbanos y Edificaciones Similares .....	66
Adecuación de la Energía Solar Fotovoltaica (SFV): .....	66
Mejora de la Calidad del Servicio Eléctrico en los CUBOS: .....	66
Evaluación del Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico: .....	66
Importancia del Diagrama Unifilar On-Grid: .....	66
Precisión de Simulaciones y Cálculos: .....	66
Potencial de Software Especializado:.....	67
Reiteración de la Importancia de Cálculos y Simulaciones: .....	67
Integralidad Visual del Proyecto: .....	67
BIBLIOGRAFIA.....	68
ANEXOS .....	69
Anexo A .....	69
Ficha de datos Solis-1P8K-4G-208-240V [7].....	69
Ficha de datos panel QUAD-PRO_570-590_2207_EN [8] .....	71
Anexo B .....	73
Anexo C .....	78

Anexo D .....	82
Anexo E.....	87

## LISTA DE IMAGENES

Imagen 2.1: Sistema solar fotovoltaico on-grid. ....	19
Imagen 2.2: Resultados de lecturas realizadas el 13 de enero de 2023. ....	20
Imagen 2.3: Resultados de lecturas realizadas el 13 de febrero de 2023. ....	21
Imagen 2.4: Art. 53- De los Terminos y Condiciones al Consumidor Final 2023-2027 de la SIGET ..	21
Imagen 2.5: Medidor Landys 45S del CUBO IVU .....	22
Imagen 2.6: vista de planta CUBO IVU .....	23
Imagen 2.7: Proceso de medición de CUBO IVU .....	24
Imagen 2.8 Panel QUAD-PRO_570-590_2207 .....	26
Imagen 2.9 Selección del panel QUAD-PRO_570-590_2207 .....	26
Imagen 2.10 Ficha técnica del panel QUAD-PRO_570-590_2207.....	28
Imagen 2.11 Ficha técnica del inversor Solis-3P17K-4G-HV .....	28
Imagen 3.1 Coordenadas obtenidas con App GPS Coordinates para Android .....	31
Imagen 3.2 Altura máxima solar obtenida con App Solar PV para Android .....	31
Imagen 3.3 Creación de cuenta de Helioscope creada con correo institucional.....	32
Imagen 3.4 Log In a cuenta de Helioscope creada con correo institucional.....	33
Imagen 3.5 Creación del proyecto en HELIOSCOPE .....	33
Imagen 3.6 Creación de espacio de trabajo con datos específicos.....	34
Imagen 3.7 Configuración del SFV.....	34
Imagen 3.8 Configuración de sombras.....	35
Imagen 3.9 Configuración de parámetros eléctricos .....	35
Imagen 3.10 Simulación del proyecto para obtener informes con resultados.....	36
Imagen 3.11 Datos generales del reporte de la simulación del SFV .....	36
Imagen 3.12 Datos de producción mensual estimada .....	37
Imagen 3.13 Datos de fuentes de perdidas contempladas por la simulación .....	37
Imagen 3.14 Datos de produccion anual estimada.....	38
Imagen 3.15 Datos de condiciones físicas del SFV .....	39
Imagen 3.16 Datos de componentes del SFV.....	40
Imagen 3.17 Datos sobre zonas de cableado.....	40
Imagen 3.18 Datos de segmentos de campo .....	40
Imagen 3.19 Mapa de calor sombreado porcentual.....	40
Imagen 3.20 Datos de sombreado por segmento de campo.....	41

Imagen 3.21 Datos de acceso solar mes a mes.....	41
Imagen 3.22 Simulacion angulo suroeste .....	41
Imagen 3.23 Simulacion angulo sureste .....	42
Imagen 4.1 Diagrama unifilar del SFV On-Grid .....	44
Imagen 4.2 Vista Noroeste capturada desde Dron DJI Mini SE .....	46
Imagen 4.3 Vista suroeste .....	46
Imagen 4.4 Vista sur .....	47
Imagen 4.5 Vista sureste .....	47
Imagen 4.6 Vista noroeste .....	48
Imagen 4.7 Vista este .....	48
Imagen 5.1 Cotizacion realizada a SOLAR PLANTEL S.A. DE C.V.....	51
Imagen 5.2 Cotizacion realizada a ENSOSAL S.A. DE C.V. ....	52
Imagen 5.3 Cotizacion realizada a VIDUC S.A. DE C.V.....	53
Imagen 5.4 Cotizacion realizada a VIDRI S.A. DE C.V. ....	54
Imagen 5.5 Cotizacion realizada a FREUND S.A. DE C.V.....	55
Imagen 5.6 Cotizacion realizada a PELSA S.A. DE C.V. pag 1.....	56
Imagen 5.7 Cotizacion realizada a PELSA S.A. DE C.V. pag 2.....	57
Imagen 5.8 Cotizacion realizada a PELSA S.A. DE C.V. pag 3.....	58
Imagen 5.9 Cotizacion realizada a Grupo NEW S.A. DE C.V. ....	59
Imagen 5.10 Cotizacion realizada a EPA S.A. DE C.V. ....	60
Imagen B.1 Acometida .....	73
Imagen B.2 Visualización del Medidor .....	74
Imagen B.3 Toma de mediciones .....	75
Imagen B.4 Vista suroeste a nivel del suelo .....	75
Imagen B.5 Vista noroeste a nivel del suelo .....	76
Imagen B.6 Vista sureste capturada desde Dron DJI Mini SE .....	76
Imagen B.7 Vista suroeste capturada desde Dron DJI Mini SE .....	77
Imagen C.1 Medidor Landis equivalente al CUBO IVU.....	78
Imagen C.2 Cable óptico USB para medidor Landis+Gyr .....	79
Imagen C.3 Cable óptico USB conectado a medidor.....	79
Imagen C.4 Cable óptico USB conectado a medidor.....	80
Imagen C.5 Hoja de resultados de mediciones .....	81
Imagen D.1 Componentes principales del SFV.....	82

Imagen D.2 Alimentadores principales del SFV .....	82
Imagen D.3 tubería a utilizar en el SFV .....	83
Imagen D.4 Elementos de soporte del SFV .....	84
Imagen D.5 Elementos de utilidades del SFV .....	86
Imagen E.1 Tabla 310.16 del NEC2008.....	87
Imagen E.2 Tabla C.1 del NEC2008.....	88
Imagen E.3 Tabla 250.122 del NEC2008.....	89

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Resumen de resultados de lecturas de enero y febrero de 2023 .....	21
Tabla 3.1 Comparación de datos obtenidos en simulación vrs. datos teóricos calculados .....	422
Tabla 4.1 Datos de placa de los paneles .....	444
Tabla 4.2 Datos de placa del inversor .....	455
Tabla 4.3 Datos de cableado para conexión de paneles hasta inversor .....	455
Tabla 5.1 Materiales a utilizar .....	50
Tabla 5.2 Materiales cotizados en catalogo web de FREUND S.A. DE C.V. ....	622
Tabla 5.3 Materiales cotizados en catalogo web de VIDRI S.A. DE C.V.....	633
Tabla 5.4 Materiales cotizados en catalogo web de EPA S.A. DE C.V. ....	655

# CAPITULO I

## 1 INTRODUCCION.

Los "CUBOS" son una iniciativa del gobierno salvadoreño que se enfoca en brindar servicios básicos y acceso a la tecnología a comunidades rurales y urbanas de bajos ingresos.

Los "CUBOS" son centros comunitarios equipados con computadoras, impresoras, acceso a Internet y otros servicios básicos. Estos centros son administrados por líderes comunitarios y promotores de desarrollo, y están diseñados para brindar capacitación en tecnología y servicios básicos a las personas que viven en áreas rurales y urbanas de bajos ingresos.

La iniciativa "CUBOS" es una forma en la que el gobierno salvadoreño está tratando de cerrar la brecha digital y mejorar el acceso a los servicios básicos en todo el país. Es una iniciativa importante que está ayudando a mejorar la calidad de vida de muchas personas en El Salvador [1].

### 1.1 INTERÉS DE LA INVESTIGACIÓN.

La electricidad es una parte integral de nuestra vida diaria y es fundamental para el funcionamiento de nuestra sociedad tal como la conocemos. Esta es la razón detrás de la concepción de un diseño que busca reducir los costos asociados con la energía utilizada por los CUBOS. En este sistema, los únicos gastos se derivarían del mantenimiento preventivo y correctivo, ya que no habría necesidad de incurrir en otros gastos.

Además, promovemos el uso de la energía solar fotovoltaica (SFV) debido a su carácter de energía renovable y limpia, así como su alta eficiencia. Este sistema podría funcionar durante todo el año, sin importar las interrupciones en el suministro eléctrico por parte de las empresas distribuidoras.

### 1.2 MOTIVACIÓN.

Hasta ahora, los CUBOS han dependido exclusivamente de un diseño de suministro eléctrico convencional. Nuestro objetivo es presentar una propuesta que pueda implementarse para mejorar el ahorro económico a largo plazo y, sobre todo, reducir el impacto ambiental. Esta iniciativa busca servir como un incentivo para que se amplíe o adapte a más instituciones gubernamentales.

### 1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN.

#### Objetivo general.

Desarrollar un diseño de un sistema fotovoltaico para ser utilizado en los centros urbanos de bienestar y oportunidades y edificaciones similares.

#### Objetivos específicos.

Analizar en base a cálculos y posibles simulaciones la factibilidad del proyecto

Elaborar una propuesta que contribuya a mejorar el impacto climático que generan algunos tipos de producción de energía

Mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica que usan estos locales, al menos ofreciendo una propuesta que funcione durante las horas soleadas para evitar el uso de un banco de baterías por cuestiones de espacio y costos de mantenimiento a corto plazo.

### 1.4 ORGANIZACIÓN.

#### Capítulo I: Introducción

En el primer capítulo, se introduce la iniciativa de los "CUBOS", que son centros comunitarios en El Salvador destinados a proporcionar servicios básicos y acceso a la tecnología en comunidades de bajos ingresos. Se destaca la relevancia de cerrar la brecha digital y mejorar el acceso a servicios fundamentales en el país.

#### Capítulo II: Dimensionamiento del Sistema y Marco Teórico

El segundo capítulo presenta el marco teórico que respalda la investigación. Se abordan conceptos relacionados con la energía solar fotovoltaica, su funcionamiento y beneficios. También se exploran diversos tipos de instalaciones solares y se evalúa su viabilidad en el contexto de los "CUBOS".

#### Capítulo III: Simulación del SFV

En el tercer capítulo, se detalla la metodología empleada para llevar a cabo la simulación. Se describen los pasos seguidos, como el análisis de viabilidad, el diseño del sistema fotovoltaico y las simulaciones realizadas. Además, se menciona el software utilizado para realizar cálculos y representaciones visuales.

#### Capítulo IV: Diseño

El cuarto capítulo presenta los resultados derivados de la investigación. Se exhiben los cálculos, simulaciones y representaciones visuales del diseño propuesto. La conclusión principal es que la



implementación de un sistema fotovoltaico en los "CUBOS" es no solo viable sino también beneficioso, fomentando el uso sostenible de la energía en El Salvador.

#### Capítulo V: Cotizaciones

Este capítulo presenta una visión general de los materiales que se emplearán en el Sistema Fotovoltaico (SFV). Además, se detalla el proceso de cotización realizado con algunos de los proveedores más prominentes de la región, con el propósito de obtener una estimación precisa del costo económico asociado a la adquisición del SFV.

## CAPITULO II

### 2 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA.

Para crear un prototipo de sistema fotovoltaico para los "CUBOS" del gobierno de El Salvador, es importante conocer los requisitos eléctricos del edificio y de los equipos que se van a alimentar con el sistema solar.

En primer lugar, es necesario realizar un análisis detallado de la carga eléctrica del edificio y determinar la cantidad de energía que se necesita para alimentar los equipos. Esto incluye los equipos de iluminación, ventilación, aire acondicionado, computadoras, sistemas de sonido y otros equipos eléctricos.

Luego, es importante seleccionar los paneles solares adecuados para la región donde se encuentran los "CUBOS". Esto depende del clima, la radiación solar y la temperatura de la zona. Además, se debe tener en cuenta la eficiencia y la capacidad de los paneles solares, así como la capacidad del inversor solar y el tipo de batería que se utilizará para almacenar la energía solar.

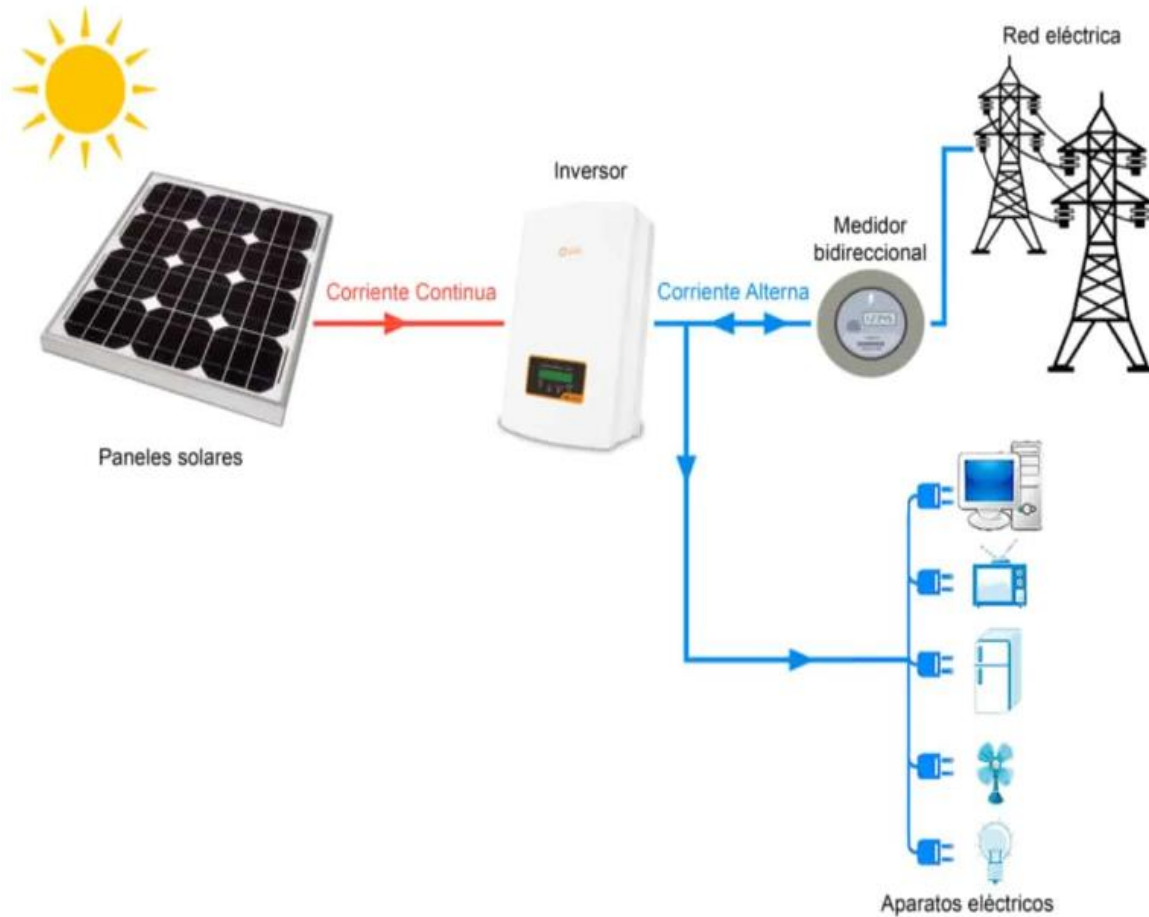
Una vez que se han identificado los requisitos eléctricos y se ha seleccionado el equipo solar adecuado, es importante diseñar y dimensionar el sistema solar para garantizar una alimentación constante y confiable. Es importante que el diseño sea escalable para permitir futuras expansiones del sistema, y se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica y la protección contra rayos.

#### 2.1 ELEMENTOS BASICOS EN UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA U "ON GRID"

Los elementos clave de este tipo de configuración incluyen [2]:

- Paneles solares.
- Inversor.
- Medidor bidireccional o contador inteligente.
- Dispositivos de seguridad.

Este servirá como el punto de partida para nuestros prototipos. A continuación, se describe el funcionamiento general de un SFV On Grid.



*Imagen 2.1: Sistema solar fotovoltaico on-grid.*

El funcionamiento de un sistema de energía solar on grid se puede explicar de la siguiente manera:

1- Captación de Energía Solar: Las placas solares, también conocidas como paneles fotovoltaicos, capturan la energía solar mediante células fotovoltaicas. Estas células convierten la radiación solar en electricidad en forma de corriente continua (CC).

2- Inversión a Corriente Alterna (CA): La corriente continua generada por los paneles solares se envía a un dispositivo llamado inversor. El inversor convierte esta corriente continua en corriente alterna (CA), que es la forma de electricidad que utilizan la mayoría de los dispositivos y aparatos eléctricos en hogares y empresas.

3- Consumo de Energía: La electricidad generada por el inversor está lista para ser utilizada en tiempo real en tu hogar o negocio. Los dispositivos eléctricos funcionan con esta electricidad solar cuando están en uso.

4- Inyección en la Red Eléctrica: Si el sistema solar produce más energía de la que se necesite, la energía adicional puede inyectarse en la red eléctrica local. Algunas regiones permiten que los propietarios de sistemas solares reciban créditos o compensación por la energía que vuelcan a la red, lo que se conoce como medición neta.

5- Consumo de Energía en Tiempos de Poca Generación Solar: Durante la noche o en días nublados cuando no se genera suficiente electricidad solar, el sistema puede cambiar automáticamente al suministro eléctrico convencional de la red. Esto garantiza un suministro de energía constante.

En resumen, un sistema de energía solar On grid combina la generación de electricidad solar con la capacidad de inyectarla en la red eléctrica. Esto permite aprovechar al máximo la energía solar y reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales.

## 2.2 CALCULOS TEORICOS.


Antes de iniciar los cálculos en este proyecto, es esencial tener en cuenta ciertos detalles. Estos aspectos se han abordado en las siguientes preguntas:

### 2.2.1¿Cuánta energía esperamos que consuman los usuarios de los CUBOS durante el día?

Para abordar esta pregunta, en un primer paso adquirimos los registros de medición proporcionados por Delsur S.A. de S.V., relativos a los meses de enero y febrero del año en curso, con fecha de referencia en el día 13 de cada uno de esos meses.

DISTRIBUTORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR S.A. DE C.V.		LECTURA	
NC: 60526500	Medidor: 1105573	Mult. x60	Marca: Landis
Tipo: #650	Nombre Cliente: ministerio de Justicia		
MRU: 78-7	Tarifa:		
CODIGO	CONCEPTOS		
1	FECHA DE LECTURA A FACTURAR	13 / 01 / 23	
2	HORA DE TOMA DE LECTURA MEDIDOR	7.:32:	
3	LECTURA ENERGIA PUNTA	00239.9	
4	LECTURA ENERGIA VALLE	0066.0	
5	LECTURA ENERGIA RESTO	00636.1	
6	POTENCIA REGISTRADA (MAX. DEMANDA)	600.247	
7	FECHA DE REGISTRO DE POTENCIA	21 / 12 / 22	
8	HORA DE REGISTRO DE POTENCIA	15.:30:	
9	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO O KWH TOTALES (F.P.)	1.000	

Imagen 2.2: Resultados de lecturas realizadas el 13 de enero de 2023.

**DELSUR**  **DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR**  
S.A. DE C.V.

Grupo-epm

NC: 60528500 Medidor: 1105573 Mult. 460 Marca: Lanchas + 6yr.  
 Tipo: 2650 Nombre Cliente: Ministerio de Justicia  
 MRU: 71-7 Tarifa:

CODIGO	CONCEPTOS	LECTURA
1	FECHA DE LECTURA A FACTURAR	13/02/23
2	HORA DE TOMA DE LECTURA MEDIDOR	7:47
3	LECTURA ENERGIA PUNTA	0875.88
4	LECTURA ENERGIA VALLE	00078.1
5	LECTURA ENERGIA RESTO	00625.2
6	POTENCIA REGISTRADA (MAX. DEMANDA)	000-2.88
7	FECHA DE REGISTRO DE POTENCIA	09/02/23
8	HORA DE REGISTRO DE POTENCIA	15:30
9	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO O KWH TOTALES (F.P.)	1.000

Imagen 2.3: Resultados de lecturas realizadas el 13 de febrero de 2023.

A partir de estas lecturas, hemos calculado la máxima demanda y el consumo mensual estimado. En la Tabla 2.1, presentamos estos cálculos basados en las horas en las que se utilizará el sistema de energía solar fotovoltaica (SFV), es decir, desde las 10 a.m. hasta las 4 p.m. En este análisis, según el Art. 53- De los *Terminos y Condiciones al Consumidor Final 2023-2027* de la SIGET [3] mostrado en la Imagen 2.4, identificamos que la lectura relevante para obtener el valor deseado corresponde a la categoría denominada "Resto".

	punta	valle	resto
13/01/2023	239.9	66	636.1
13/02/2023	258.8	70.1	685.2
Total			
Consumo			
KWH	18.9	4.1	49.1

Tabla 2.1 Resumen de resultados de lecturas de enero y febrero de 2023

**Art. 53.-** Para los efectos de los suministros con medición horaria, se definen los horarios tarifarios de la siguiente manera:

- a) Punta: de las 18:00 a 22:59 horas;
- b) Resto: de las 05:00 a 17:59 horas; y
- c) Valle: de las 23:00 a 04:59 horas.

Imagen 2.4: Art. 53- De los *Terminos y Condiciones al Consumidor Final 2023-2027* de la SIGET

En base a lo visto anteriormente calculamos la energía que se consumirá de 10 am a 4 pm, tomando en cuenta además que debemos usar el multiplicador de 60 según lo vimos en el contador instalado en la acometida del CUBO de la colonia IVU



Imagen 2.5: Medidor Landys 45S del CUBO IVU

$$\text{Consumo Resto}_{\text{mensual}} = 49.1\text{kWh} * 60 = \mathbf{2946\text{kWh}/\text{mes}}$$

$$\text{Consumo Resto}_{\text{diario}} = \frac{2946\text{kWh}}{31} = \mathbf{95.0323\text{kWh}/\text{dia}}$$

$$\text{Max}_{\text{demanda}} = 0.288\text{kW} * 60 = \mathbf{17.28\text{kW}}$$



Esperamos que el CUBO consuma aproximadamente 95.0323kWh, en horas de resto y que el SFV pueda satisfacer una demanda máxima de 17.28kW.

### 2.2.2¿Cuántas horas de sol al día se esperan en la ubicación de los CUBOS?

En la ubicación prevista, anticipamos disponer de alrededor de 12 horas diarias de luz solar. De este extenso periodo, nuestra estrategia se enfoca en capitalizar hasta 8 horas durante un día típicamente soleado, que comprende desde las 8 a.m. hasta las 4 p.m. Esta elección se fundamenta en la ausencia de cualquier objeto tanto alrededor como por encima del cubo que pudiera actuar como una obstrucción a la radiación solar, como se evidencia claramente en la Imagen 2.6. La captura de esta imagen fue posible gracias al empleo del Dron DJI Mini SE [4], una herramienta invaluable que no solo nos permitió verificar la falta de obstrucciones, sino también explorar y analizar detalladamente el techo del cubo.



*Imagen 2.6: vista de planta CUBO IVU*

2.2.3 ¿Cuál es el tamaño de la superficie disponible en el techo de los CUBOS para instalar paneles solares?

Se llevaron a cabo mediciones precisas utilizando una cinta métrica Toolcraft, tal como se ilustra en la Imagen 2.7, con el objetivo de obtener las dimensiones exactas de 11 metros por 15 metros. Estas mediciones fueron cruciales para determinar con precisión el área total de la estructura, que se calculó como  $165m^2$



*Imagen 2.7: Proceso de medición de CUBO IVU*



## 2.2.4 ¿Qué tipo de paneles solares planeamos utilizar? (mono o policristalino)

Hay varios tipos de paneles solares en el mercado, pero algunos de los más recomendados por su alta eficiencia y durabilidad son:

Paneles Solares Monocristalinos:

- Eficiencia: Tienden a tener una mayor eficiencia en comparación con otros tipos.
- Espacio: Son más eficientes en cuanto a espacio; ocupan menos espacio para generar la misma cantidad de electricidad.
- Costo: Generalmente son más costosos de producir, pero su eficiencia puede compensar este costo [5].

Paneles Solares Policristalinos:

- Eficiencia: Ligeramente menos eficientes que los monocristalinos, pero la diferencia es menor.
- Espacio: Ocupan más espacio en comparación con los monocristalinos para generar la misma cantidad de electricidad.
- Costo: A menudo son más asequibles que los monocristalinos [5].

Dado que no disponemos de un presupuesto predeterminado para el sistema de energía solar fotovoltaica (SFV), hemos tomado la decisión de utilizar paneles solares monocristalinos.

## 2.2.5 Cálculos

$$\text{ConsumoLocal} = 2946 \text{ kWh/mes}$$

$$\text{IndiceProduccion} = 1600 \text{ kWh/kWp/año}$$

$$\text{ConsumoLocal}(90\%) = 2946 \text{ kWh/mes} * 0.9 = 2651.4 \text{ kWh/mes}$$

$$\text{PotenciaRequerida} = \frac{\text{ConsumoLocal}(90\%) * 12}{\text{IndiceProduccion}} = \frac{2651.4(\text{kWh/mes}) * 12(\text{mes/año})}{1600 (\text{kWh/kWp/año})}$$

$$\text{PotenciaRequerida} = 19.8855 \text{ kWp}$$

Panel a utilizar



Imagen 2.8 Panel QUAD-PRO\_570-590\_2207

QUAD PRO

www.bluesunpv.com

SPECIFICATIONS

Module Type	BSM570PMB6-60SC		BSM575PMB6-60SC		BSM580PMB6-60SC		BSM585PMB6-60SC		BSM590PMB6-60SC	
	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT
Maximum Power (Pmax/W)	570	426	575	434	580	438	585	442	590	446
Operating Voltage (Vmp/V)	39.5	37.50	39.60	37.70	39.70	37.80	39.80	37.90	39.90	38.00
Operating Current (Imp/A)	14.44	11.36	14.53	11.52	14.62	11.59	14.71	11.67	14.80	11.74
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	47.50	45.20	47.60	45.40	47.70	45.50	47.80	45.67	47.90	45.70
Short-Circuit Current (Isc/A)	15.36	12.30	15.46	12.46	15.56	12.55	15.65	12.63	15.75	12.71
Module Efficiency ηm(%)	21.60		22.00		22.20		22.40		22.60	

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 NMOT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Air Mass AM1.5, Wind Speed 1m/s

Imagen 2.9 Selección del panel QUAD-PRO\_570-590\_2207

Utilizando paneles de **585 Wp**

Calculamos el número de paneles

$$**Pot. Panel = 0.585 kWp**$$

$$\#**Paneles** = \frac{PotenciaRequerida}{Pot. Panel} = \frac{19.8855 kWp}{0.585 kWp} = 33.9923$$

Por tanto, determinamos que se utilizarán 34 paneles solares

$$**PotenciaInstalada = 34 * Pot. Panel = 34 * 0.585 kWp = 19.89 kWp**$$

Selección Del Inversor

$$**FactorCargaOptimo = 1.25**$$

$$**Inversor = \frac{PotenciaInstalada}{FactorCargaOptimo} = \frac{19.89 kWp}{1.25} = 15.912 kWp**$$

Por tanto, el valor más próximo es de **16 kWp AC**

$$**Pot. Inversor = 16 kWp AC**$$

Verificación de la carga del inversor

$$**CargaInversor = \frac{PotenciaInstalada}{Pot. Inversor} * 100 = \frac{19.89 kWp}{16 kWp} * 100 = 124.31%**$$

## Selección de las cadenas o strings de paneles solares

### Datos Voc y Isc del panel

#### SPECIFICATIONS

Module Type	BSM570PMB6-60SC		BSM575PMB6-60SC		BSM580PMB6-60SC		BSM585PMB6-60SC		BSM590PMB6-60SC	
	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT
Maximum Power (Pmax/W)	570	426	575	434	580	438	585	442	590	446
Operating Voltage (Vmp/V)	39.5	37.50	39.60	37.70	39.70	37.80	39.80	37.90	39.90	38.00
Operating Current (Imp/A)	14.44	11.36	14.53	11.52	14.62	11.59	14.71	11.67	14.80	11.74
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	47.50	45.20	47.60	45.40	47.70	45.50	47.80	45.67	47.90	45.70
Short-Circuit Current (Isc/A)	15.36	12.30	15.46	12.46	15.56	12.55	15.65	12.63	15.75	12.71
Module Efficiency $\eta_m(\%)$	21.60		22.00		22.20		22.40		22.60	

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 NMOT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Air Mass AM1.5, Wind Speed 1m/s

Imagen 2.10 Ficha técnica del panel QUAD-PRO\_570-590\_2207

$$V_{oc} = 47.80 \text{ V}; \quad I_{sc} = 16 \text{ A}$$

### Voltaje Máximo y Voltaje de arranque del inversor

#### Tabla de datos

Modelo	Solis-1P8K-4G
<b>Entrada (CC)</b>	
Potencia de entrada máxima recomendada	9.2kW
Voltaje máxima de entrada	600V
Voltaje de nominal	330V
Voltaje de arranque	120V
Rango de voltaje MPPT	100-500V
Corriente máxima de entrada	10A/10A/10A
Corriente máxima de cortocircuito	15.6A/15.6A/15.6A
Número de MPPT/Número máxima de cadenas de entrada	3/3
<b>Salida (CA)</b>	
Potencia nominal de salida	8kW
Potencia máxima de salida aparente	8kVA
Potencia máxima de salida	8kW
Voltaje nominal de la red	1/N/PE, 220V
Frecuencia nominal de la red	60Hz
Corriente nominal de salida de red	36.4A
Corriente máxima de salida	36.6A

Imagen 2.11 Ficha técnica del inversor Solis-3P17K-4G-HV

$$\text{Volt. Max. Entrada} = 600 \text{ V}$$

$$\text{VoltajeArranque} = 120 \text{ V}$$

$$\text{Isc. Max. Inversor} = 15.6 \text{ A}$$

$$\text{CorrienteSalidaRed} = 36.4 \text{ A}$$

$$\# \text{MaximoPaneles} = \frac{\text{Volt. Max. Entrada}}{V_{oc}} = \frac{600 \text{ V}}{47.80 \text{ V}} = 12.55$$

$$\# \text{MinimoPaneles} = \frac{\text{VoltajeArranque}}{V_{oc}} = \frac{120 \text{ V}}{47.80 \text{ V}} = 2.51$$

Por tanto, el número máximo de paneles que se pueden conectar en serie es de 12 y el número mínimo para que el inversor arranque es de 3.

En consecuencia, se elegirán dos cadenas de 9 paneles cada una y dos cadenas de 8 paneles cada una. Pero conectados 17 a cada inversor.

$$\text{ProduccionAnual} = \text{PotencialInstalada} * \text{IndiceProduccion}$$

$$\text{ProduccionAnual} = 19.89 \text{ kWp} * 1600 \text{ kWh/kWp/año}$$

$$\text{ProduccionAnual} = 31824 \text{ kWh/año} = \mathbf{31.824 \times 10^3 \text{ kWh/año}}$$

$$\text{ProduccionMensual} = \frac{\text{ProduccionAnual}}{12(\text{mes/año})} = \frac{31.824 \times 10^3 (\text{kWh/año})}{12(\text{mes/año})} = \mathbf{2652 \text{ kWh/mes}}$$

$$\text{Ahorro} = \frac{\text{ProduccionMensual}}{\text{ConsumoLocal}} * 100 = \frac{2652 \text{ kWh/mes}}{2946 \text{ kWh/mes}} * 100 = \mathbf{90.02\%}$$

#### Cálculo de Protecciones

$$\# \text{CableFV} = I_{sc} \text{ Panel} * 1.25 = 16 \text{ A} * 1.25 = \mathbf{20 \text{ A}}$$

**AWG#12 Fotovoltaico 1000V XLPE+Tierra#10**

$$\# \text{Cable.AC. Inversor} = \text{CorrienteSalidaRed} * 1.25 = 20.5 \text{ A} * 1.25 = \mathbf{25.625 \text{ A}}$$

**AWG#8 + Tierra#10**

**Breaker 30A**

# CAPITULO III

## 3 SIMULACIÓN DEL SFV

### 3.1 HELIOSCOPE

Para respaldar los cálculos previos, hemos empleado la aplicación HELIOSCOPE, reconocida por sus capacidades especializadas en el diseño de sistemas fotovoltaicos. Esta aplicación realiza análisis de sombras, cálculos de rendimiento energético y simplifica el proceso de ingeniería al integrar herramientas de diseño fácilmente accesibles con modelos de rendimiento. Esta solución permite a cualquier usuario generar diseños y rendimientos solares de alta calidad sin la necesidad de descargar software, ya que es accesible desde cualquier ordenador conectado a Internet.

HELIOSCOPE lleva a cabo un análisis detallado de sombras en la ubicación específica del sistema, permitiendo la inserción de dimensiones de edificios o la disposición del arreglo. También realiza evaluaciones integrales del sitio, incluyendo análisis de cableado, eficiencia de componentes y ajustes de instalación. El resultado final incluye informes detallados que simulan el proyecto, proporcionando información general como la dirección, descripción y autor, seguido por un informe del sistema que abarca la potencia directa, producción anual, eficiencia de conversión, producción mensual detallada en una tabla y pérdidas del sistema.

En el informe de sombras, la herramienta presenta datos segmentados que incluyen la cantidad de módulos, potencia, irradiancia por metro cuadrado, el Factor de Inclinación (TOF), que indica el aprovechamiento en el ángulo especificado, y el Solar Access, que mide la cantidad de luz solar recibida. Además, proporciona un análisis detallado de las posibles pérdidas del sistema, considerando factores como los componentes, el clima y la temperatura.

En resumen, HelioScope permite evaluar la viabilidad y optimizar el diseño de instalaciones fotovoltaicas y se presenta como una herramienta integral y sencilla para realizar simulaciones completas de sistemas fotovoltaicos [6].

### 3.2 RECOPIACIÓN DE DATOS.

Antes de emplear el software, es fundamental obtener información adicional que complemente los cálculos previos. Esto incluye datos como las coordenadas del CUBO IVU, su orientación con respecto al norte geográfico y la altura máxima solar. Para garantizar una simulación más precisa, nos trasladamos de nuevo al lugar de instalación para recopilar estos datos, los cuales se presentan detalladamente en las imágenes 3.1 y 3.2.

**Latitude:** 13.68972  
N 13°41'23.00161"  
**Longitude:** -89.20933  
W 89°12'33.58876"

Imagen 3.1 Coordenadas obtenidas con App GPS Coordinates para Android

**ALTURA SOLAR MÁXIMA**  $\alpha = 90 - L + \delta$   
**DECLINACIÓN SOLAR**  
 $\delta = 23,45 \text{ sen}(0,973N - 77,84)$

LATITUD 13.69  
GPS

FECHA PARA ALTURA MÁXIMA 28/2

CALCULAR

**ALTURA SOLAR MÁXIMA AL MEDIODÍA**  
**68.12°**

VOLVER

### HEMISFERIO NORTE

En el Hemisferio Norte los paneles solares deben mirar directamente al SUR

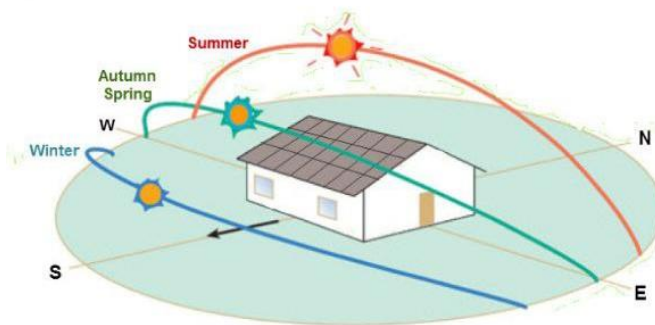


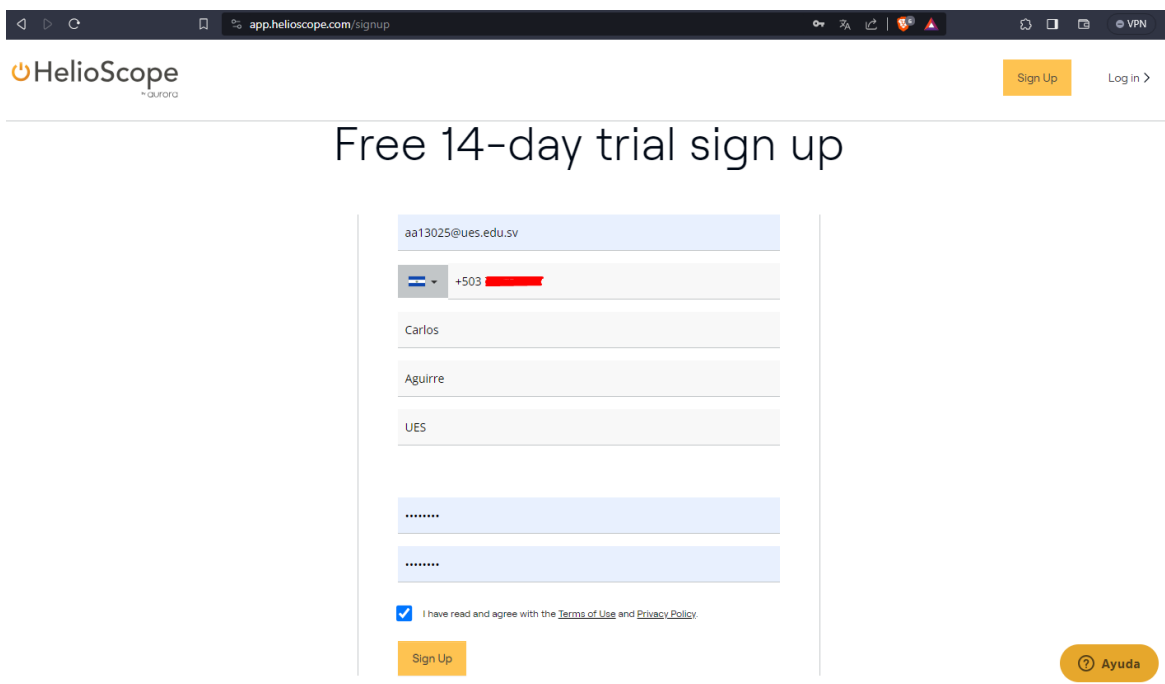
Imagen 3.2 Altura máxima solar obtenida con App Solar PV para Android

### 3.3 SIMULACIÓN EN HELIOSCOPE

A continuación, detallamos la secuencia general para ingresar datos y realizar una simulación en HelioScope:

#### Paso 1: Crear una Cuenta

- Accede al sitio web oficial de HelioScope.
- Crea una cuenta si aún no la tienes. Esto podría requerir proporcionar información básica y crear un nombre de usuario y contraseña.
- Validamos la información ingresada con un correo de verificación que recibiremos en nuestro correo ingresado



The screenshot shows a web browser window with the URL `app.helioscope.com/signup`. The page features the HelioScope logo and navigation links for 'Sign Up' and 'Log in'. The main heading is 'Free 14-day trial sign up'. The sign-up form includes the following fields and elements:

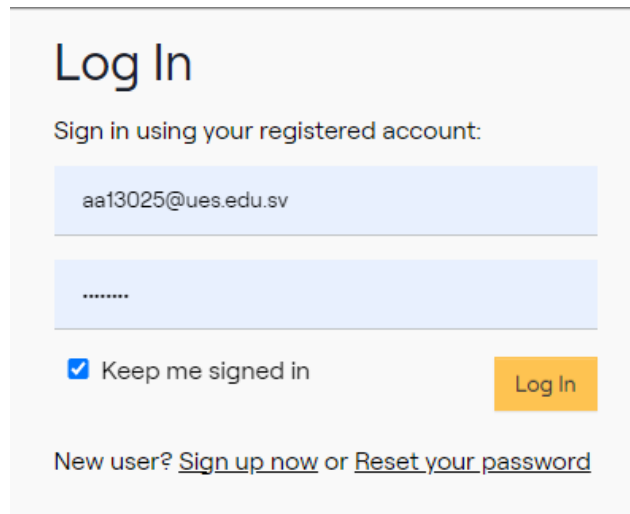
- Email: `aa13025@ues.edu.sv`
- Country: Spain (ES) with a dropdown arrow
- Phone Number: `+503` followed by a redacted number
- First Name: `Carlos`
- Last Name: `Aguirre`
- Organization: `UES`
- Two password fields, both masked with dots
- A checkbox labeled 'I have read and agree with the [Terms of Use](#) and [Privacy Policy](#)' which is checked.
- A 'Sign Up' button at the bottom left of the form.
- An 'Ayuda' (Help) button at the bottom right of the page.

*Imagen 3.3 Creación de cuenta de Helioscope creada con correo institucional*



## Paso 2: Iniciar Sesión

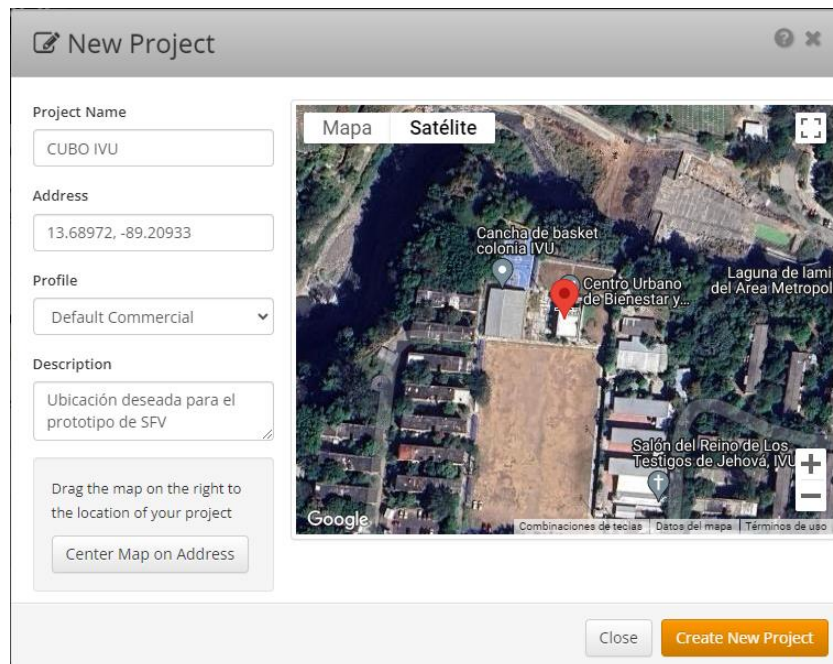
- Inicia sesión en tu cuenta de HelioScope.



*Imagen 3.4 Log In a cuenta de Helioscope creada con correo institucional*

## Paso 3: Crear un Nuevo Proyecto

- Una vez dentro, busca la opción para crear un nuevo proyecto.
- Proporciona detalles básicos del proyecto, como nombre, ubicación y tipo de instalación (residencial, comercial, etc.).



*Imagen 3.5 Creación del proyecto en HELIOSCOPE*

#### Paso 4: Configurar la Ubicación y Orientación

- Ingresa las coordenadas geográficas del lugar del proyecto.
- Configura la orientación y la inclinación del sistema solar según las características del lugar.

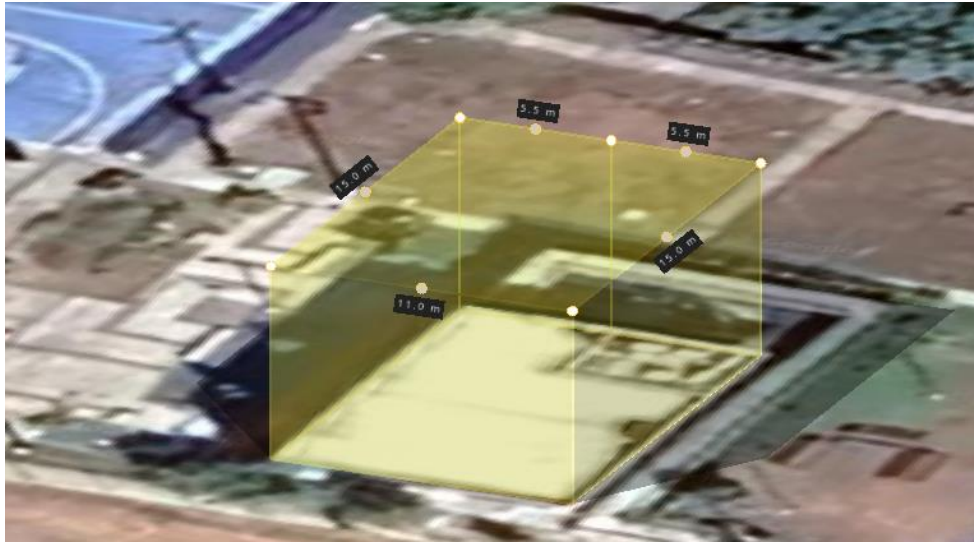


Imagen 3.6 Creación de espacio de trabajo con datos específicos

#### Paso 5: Diseñar el Sistema

- Utiliza las herramientas de diseño para colocar los paneles solares en el techo o en la ubicación especificada.
- Define la configuración del sistema, como la cantidad de paneles, la disposición y otros detalles.



Imagen 3.7 Configuración del SFV

### Paso 6: Configurar Sombras

- Realiza análisis de sombras para evaluar cómo los objetos circundantes afectan la producción de energía solar.
- Ajusta la configuración para minimizar sombras y maximizar la producción.
- En esta situación, no es necesario ajustar la configuración de sombras, ya que no hay ningún obstáculo que proyecte sombras sobre nuestros paneles, como se mencionó previamente.

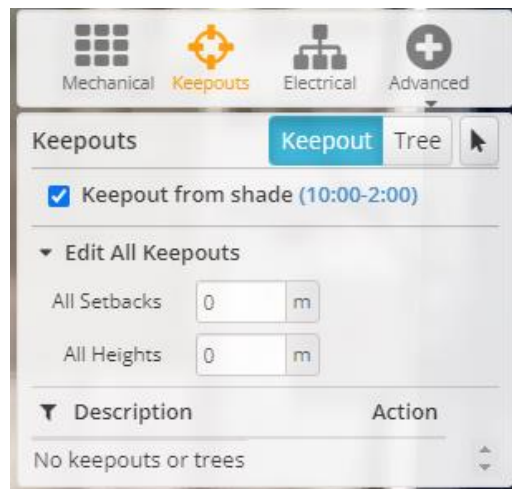


Imagen 3.8 Configuración de sombras

### Paso 7: Configurar Parámetros Eléctricos

- Ingresas detalles sobre el inversor, las baterías (si las hay) y otros componentes eléctricos del sistema.
- Define la capacidad del inversor y otros parámetros relacionados.



Imagen 3.9 Configuración de parámetros eléctricos

## Paso 8: Simular y Generar Informes

- Ejecuta la simulación para evaluar el rendimiento del sistema bajo diversas condiciones.
- Genera informes que detallen la producción de energía estimada, la eficiencia y otros datos relevantes.

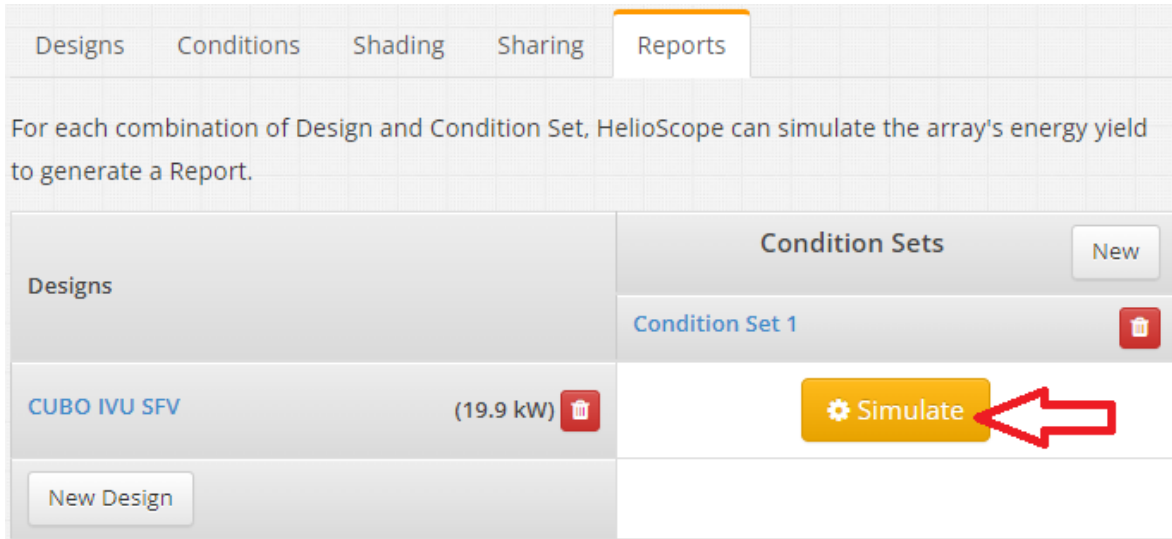
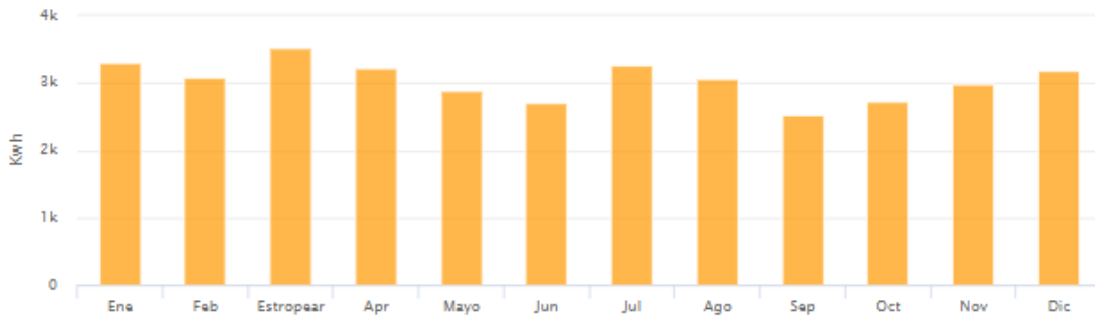


Imagen 3.10 Simulación del proyecto para obtener informes con resultados



Imagen 3.11 Datos generales del reporte de la simulación del SFV

Producción mensual



Ocultar tabla

Mes	GHI (kWh/m <sup>2</sup> )	POA (kWh/m <sup>2</sup> )	Sombreado (kWh/m <sup>2</sup> )	Placa de identificación (kWh)	Red (kWh)
Enero	182.5	198.6	198.3	3,757.3	3,309.1
Febrero	177.2	188.1	187.9	3,563.4	3,085.2
Marzo	212.1	217.8	217.5	4,127.7	3,524.1
Abril	196.5	196.3	196.0	3,712.6	3,214.2
Mayo	176.6	173.6	173.3	3,262.3	2,887.5
Junio	166.9	162.2	162.0	3,053.1	2,705.0
Julio	202.0	196.5	196.2	3,718.3	3,267.6
Agosto	187.0	185.2	184.9	3,499.4	3,060.2
Septiembre	149.1	150.7	150.5	2,836.8	2,517.4
Octubre	157.1	163.3	163.0	3,084.4	2,720.6
Noviembre	165.1	177.8	177.6	3,359.6	2,981.5
Diciembre	172.6	189.5	189.3	3,580.0	3,192.2

Imagen 3.12 Datos de producción mensual estimada

Fuentes de pérdida del sistema

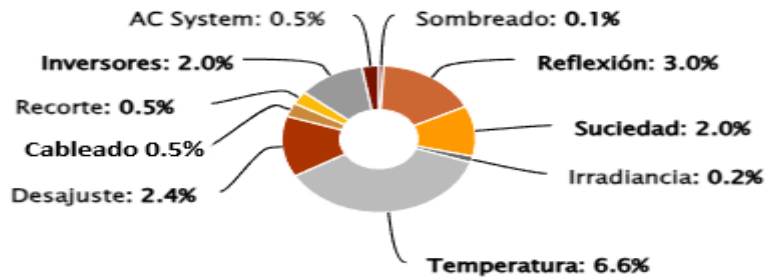


Imagen 3.13 Datos de fuentes de pérdidas contempladas por la simulación

⚡ Producción anual			
	Descripción	Salida	% Delta
Irradiancia (kWh/m <sup>2</sup> )	Irradiancia horizontal global anual	2,144.7	
	Irradiancia POA	2,199.6	2.6%
	Irradiancia sombreada	2,196.4	-0.1%
	Irradiancia después de la reflexión	2,130.0	-3.0%
	Irradiancia después de la suciedad	2,087.4	-2.0%
	<b>Irradiancia total del colector</b>	<b>2,087.4</b>	<b>0.0%</b>
Energía (kWh)	Placa de identificación	41,554.7	
	Salida a niveles de irradiación	41,454.1	-0.2%
	La salida a la temperatura de la celda se reduce	38,736.4	-6.6%
	Salida después de la discordancia	37,803.1	-2.4%
	Salida de CC óptima	37,595.1	-0.6%
	Salida de CC restringida	37,399.9	-0.5%
	Salida del inversor	36,648.0	-2.0%
	<b>Energía a la red</b>	<b>36,464.8</b>	<b>-0.5%</b>
<b>Métricas de temperatura</b>			
	Temperatura ambiente de funcionamiento promedio		25,6 °C
	Temperatura media de la celda de funcionamiento		38,1 °C
<b>Métricas de simulación</b>			
	Horario de atención		4272
	Horas resueltas		4272

Imagen 3.14 Datos de producción anual estimada



☁ Conjunto de condiciones												
Descripción	Conjunto de condiciones 1											
Conjunto de datos meteorológicos	TMY, Cuadrícula de 0,04° (13,69,-89,22), NREL (psm3) ( <a href="#">descargar</a> )											
Ubicación del ángulo solar	Meteo Lat/GNL											
Modelo de transposición	Modelo Pérez											
Modelo de temperatura	Modelo Sandia											
Parámetros del modelo de temperatura	Tipo de bastidor	un	b	Temperatura Delta								
	Inclinación fija	-3.56	-0.075	3°C								
	Montaje empotrado	-2.81	-0.0455	0°C								
	Este-Oeste	-3.56	-0.075	3°C								
	Cochera	-3.56	-0.075	3°C								
Suciedad (%)	J	F	M	Un	M	J	J	Un	S	O	N	D
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Variación de irradiación	5%											
Propagación de la temperatura de la célula	4° C											
Rango de agrupación de módulos	De -2,5% a 2,5%											
Reducción de potencia del sistema de aire acondicionado	0.50%											
Caracterizaciones de módulos	Módulo	Presentado por		Caracterización								
	BSM585PMB6-60SC (BlueSun Solar)	Helioscopio		Caracterización de la hoja de especificaciones, PAN								
Caracterización de componentes	Dispositivo	Presentado por		Caracterización								
	BSM8K-B (Bluesun PV)	Helioscopio		Hoja de especificaciones								

Imagen 3.15 Datos de condiciones físicas del SFV

Componentes		
Componente	Nombre	Contar
Inversores	BSM8K-B (Bluesun PV)	2 (16,0 kW)
Instrumentos de cuerda	10 AWG (Cobre)	4 (91,5 m)
Módulo	BlueSun Solar, BSM585PMB6-605C (585W)	34 (19,9 kW)

Imagen 3.16 Datos de componentes del SFV

Zonas de cableado			
Descripción	Polos combinadores	Tamaño de la cadena	Estrategia de encordado
Zona de cableado	-	3-11	A lo largo de las estanterías

Imagen 3.17 Datos sobre zonas de cableado

Segmentos de campo									
Descripción	Tormento	Orientación	Ladear	Acimut	Espaciado entre filas	Tamaño de la trama	Marcos	Módulos	Poder
Segmento de campo 1	Inclinación fija	Paisaje (Horizontal)	7	185.03067°	0,6 m	1x1	34	34	19,9 kW

Imagen 3.18 Datos de segmentos de campo



Imagen 3.19 Mapa de calor sombreado porcentual



☰ Sombreado por segmento de campo									
Descripción	Ladear	Acimut	Módulos	Placa de identificación	Irradiancia sombreada	Energía de CA	TOF <sup>2</sup>	Acceso solar	Promedio TSRF <sup>2</sup>
Segmento de campo 1	7.0°	185.0°	34	19,9 kWp	2.196,4 kWh/m <sup>2</sup>	36,5 MWh <sup>1</sup>	98.3%	99.9%	98.2%
<b>Totales, ponderados por kWp</b>			<b>34</b>	<b>19,9 kWp</b>	<b>2.196,4 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>36,5 MWh</b>	<b>98.3%</b>	<b>99.9%</b>	<b>98.2%</b>

<sup>1</sup> aproximado, varía según el rendimiento del inversor  
<sup>2</sup> basado en la ubicación Irradiancia óptima de POA de 2.237,0 kWh/m<sup>2</sup> con una inclinación de 18.5° y un acimut de 175.0°

Imagen 3.20 Datos de sombreado por segmento de campo

☰ Acceso solar por mes													
Descripción	ene	Feb	estropear	Apr	Mayo	Jun	Jul	ago	Sep	oct	Nov	dic	
Segmento de campo 1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
<b>Acceso solar, ponderado por kWp</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.9%</b>	<b>99.9%</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.9%</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.9%</b>	<b>99.9%</b>	
<b>Alimentación de CA (kWh)</b>	<b>3,309.1</b>	<b>3,085.2</b>	<b>3,524.1</b>	<b>3,214.2</b>	<b>2,887.5</b>	<b>2,705.0</b>	<b>3,267.6</b>	<b>3,060.2</b>	<b>2,517.4</b>	<b>2,720.6</b>	<b>2,981.5</b>	<b>3,192.2</b>	

Imagen 3.21 Datos de acceso solar mes a mes

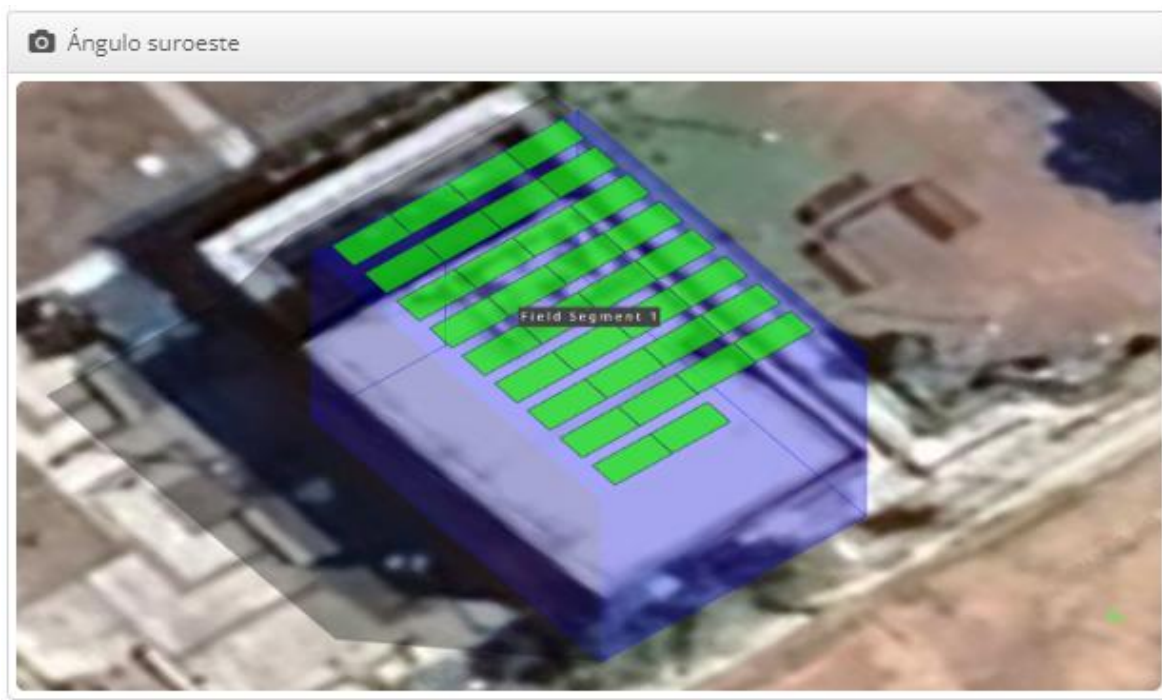


Imagen 3.22 Simulación ángulo suroeste



*Imagen 3.23 Simulación ángulo sureste*

**Paso 9: Revisar Resultados**

- Examina los resultados de la simulación para comprender el rendimiento del sistema en diferentes escenarios.
- Realiza ajustes según sea necesario y repite la simulación si es necesario.

DESCRIPCION	DATOS HELIOSCOPE	DATOS CALCULADOS
<b>PRODUCCION MENSUAL</b>	3038 kWh	2946 kWh
<b>POTENCIA INSTALADA</b>	19.9 kW	19.89 kW
<b>RELACION CARGA INVERSOR</b>	1.24	1.24
<b>POTENCIA INVERSOR</b>	16 kW	15.92 kW
<b>NUMERO DE PANELES</b>	34	33.99

*Tabla 3.1 Comparación de datos obtenidos en simulación vrs. datos teóricos calculados*

En base a la tabla 3.1 podemos determinar que los cálculos manuales realizados para el SFV son confiables pues se asemejan en gran parte a los datos resultantes de la simulación.

# CAPITULO IV

## 4 DISEÑO

La información derivada tanto de HelioScope como de los cálculos previamente mencionados es de gran relevancia. No obstante, para llevar a cabo la construcción física de nuestro Sistema Fotovoltaico (SFV), la representación visual desempeña un papel crucial. En este sentido, proporcionamos a continuación otros aspectos a considerar para la ejecución del proyecto, así como vistas detalladas del modelo en 3D que ofrecen una perspectiva más completa y clara de la implementación planeada. Este enfoque holístico busca no solo respaldar la viabilidad técnica, sino también facilitar una comprensión visual integral del SFV en su contexto físico.

### 4.1 DIAGRAMA UNIFILAR

El diagrama unifilar es una representación gráfica simplificada de un sistema eléctrico que muestra cómo están conectados los componentes principales y cómo fluye la energía a través del sistema. En el contexto de un Sistema Fotovoltaico (SFV) conectado a la red (on-grid), el diagrama unifilar ofrece una visión clara de la configuración eléctrica del sistema.

Componentes Principales en el diagrama del SFV On-Grid:

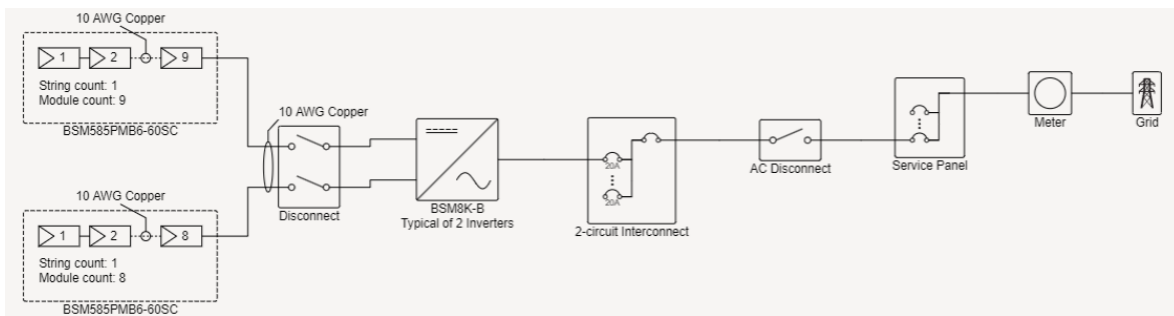
- **Paneles Solares (Módulos Fotovoltaicos):**  
Representados en el diagrama como bloques que simbolizan los paneles solares. Estos generan electricidad a partir de la radiación solar. En el diagrama se representa un arreglo de 2 cadenas en paralelo, cada una con 17 paneles conectados en serie.
- **Inversor:**  
Este componente es esencial en los sistemas on-grid. Transforma la corriente continua (DC) generada por los paneles solares en corriente alterna (AC) que es utilizada en la red eléctrica. En este caso no encontramos el modelo exacto descrito anteriormente, sin embargo, en helioscope encontramos un modelo equivalente con los datos de placa.
- **Medidor Bidireccional:**  
Mide la cantidad de energía que fluye hacia y desde la red eléctrica. Es crucial para el seguimiento de la producción y el consumo. En algunos casos es necesaria la asistencia por parte de la distribuidora de electricidad para reprogramar el medidor, que, si bien puede ser para una medición bidireccional, este debe ser configurado para que capture los valores de inyección como los de consumo.

- Interruptor de Corriente (Breaker) y Protecciones:

Se utilizan para desconectar el sistema en caso de emergencia y para proteger el sistema contra sobrecargas o cortocircuitos.

- Conexión a la Red Eléctrica:

Representa cómo el sistema está conectado a la red de suministro eléctrico. La conexión bidireccional permite que la electricidad fluya tanto desde los paneles al sistema como desde el sistema a la red.



*Imagen 4.1 Diagrama unifilar del SFV On-Grid*

Module Specifications	
34x BlueSun Solar BSM585PMB6-60SC	
STC Rating	585 W
Vmp	39.8 V
Imp	14.71 A
Voc	47.8 V
Isc	15.65 A

*Tabla 4.1 Datos de placa de los paneles*

Inverter Specifications	
2x Bluesun PV BSM8K-B	
Max AC Power Rating	8 kW
Max Input Voltage	550 V
Min AC Power Rating	0 W
Min Input Voltage	90 V

*Tabla 4.2 Datos de placa del inversor*

Wire Schedule		
Tier	Wire	Length
String	4x 10 AWG	92m

*Tabla 4.3 Datos de cableado para conexión de paneles hasta inversor*

## 4.2 PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE DISEÑO

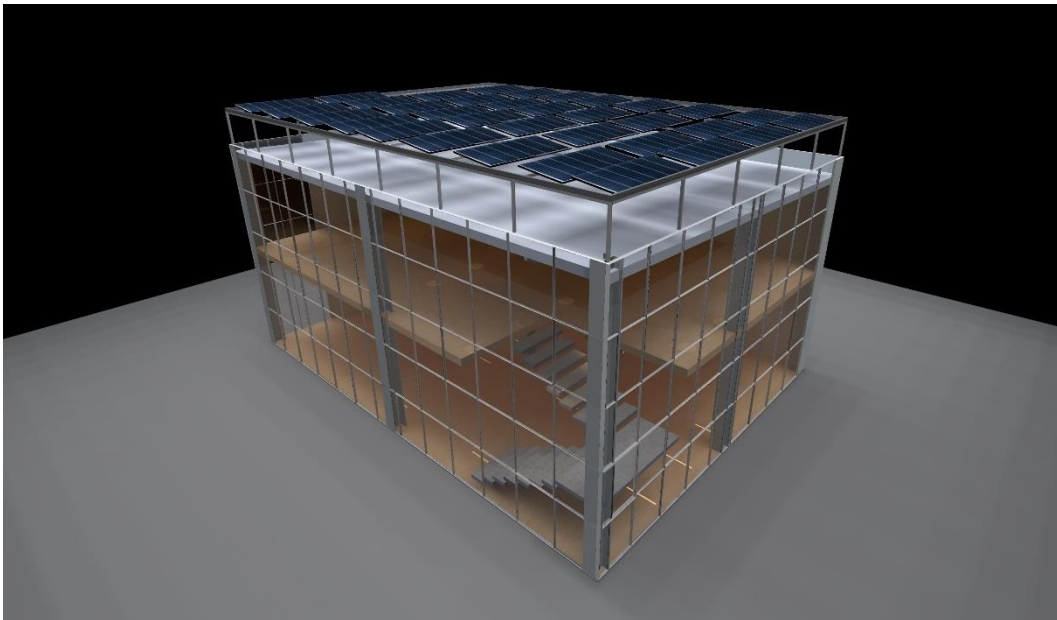
En la elaboración de nuestra presentación, recurrimos a la utilidad del software de diseño gráfico e iluminación Dialux, reconocido por su modelado en 3D de calidad profesional. Aunque originalmente diseñado para simular iluminación, no para sistemas fotovoltaicos, su capacidad para proyectar imágenes con una calidad potente y de alta definición ha enriquecido nuestra representación visual.

Por otro lado, Helioscope ha desempeñado un papel crucial al proporcionar simulaciones detalladas, series de arreglos y dimensionamientos del proyecto. Aunque su presentación visual del Sistema Fotovoltaico (SFV) puede considerarse más rústica en comparación con Dialux, hemos valorado estas características al presentar la distribución. Este enfoque específico se alinea con nuestra búsqueda de un diseño que se integre armoniosamente en la forma de un cubo, sin perder su estructura distintiva, como se detalla a continuación.

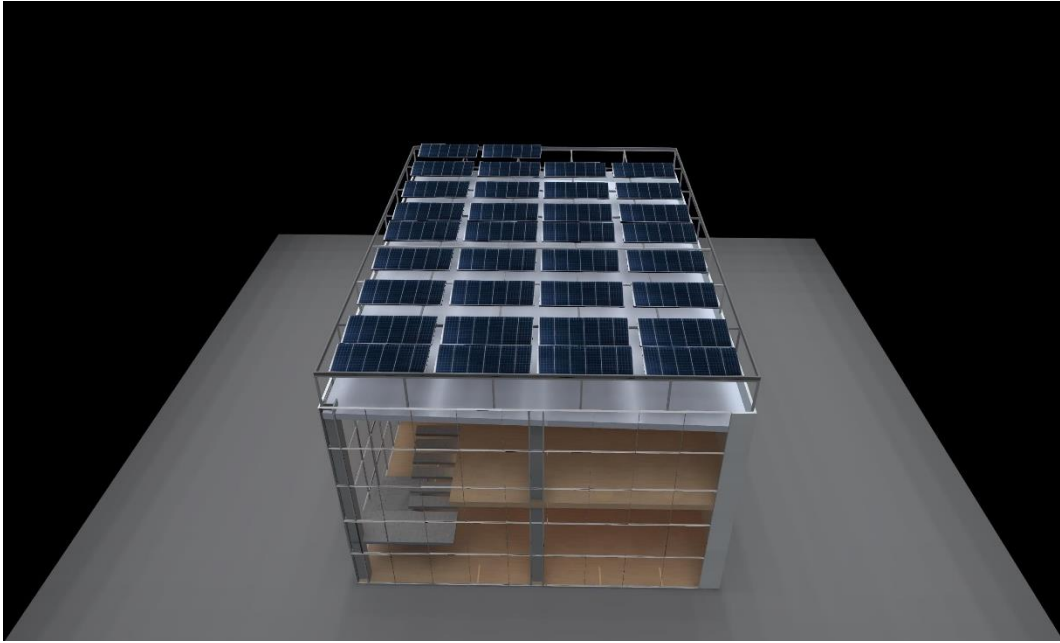




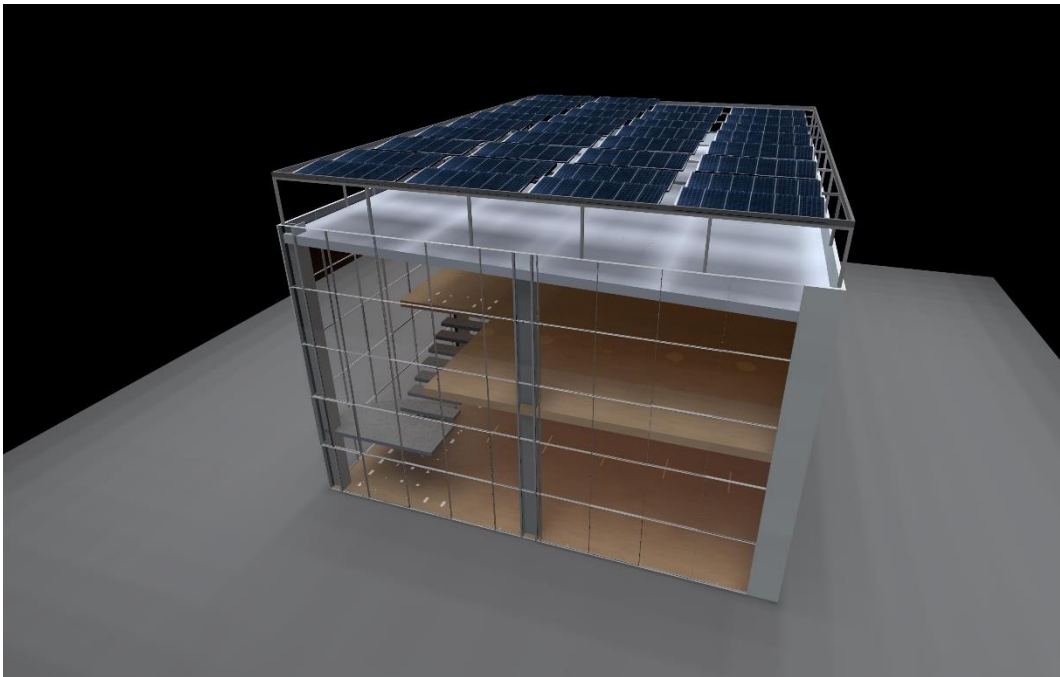
*Imagen 4.2 Vista Noroeste capturada desde Dron DJI Mini SE*



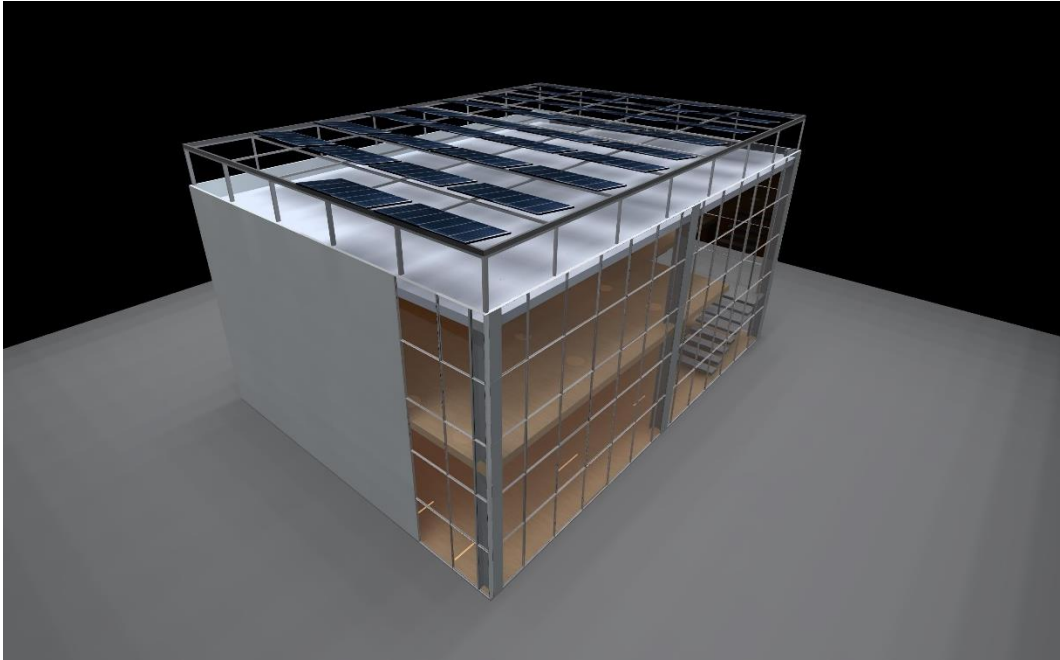
*Imagen 4.3 Vista suroeste*



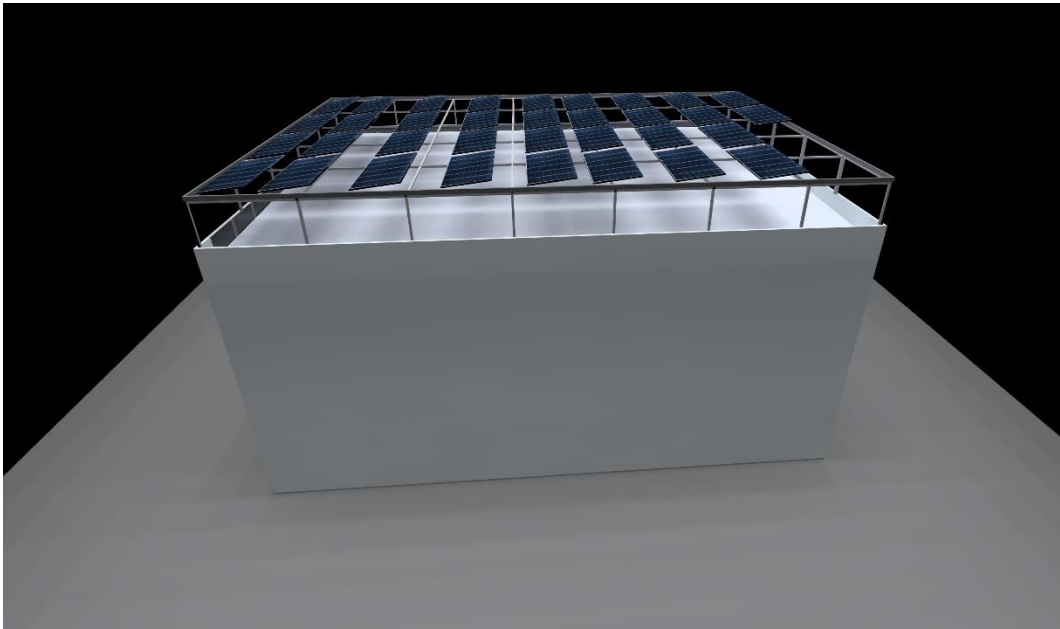
*Imagen 4.4 Vista sur*



*Imagen 4.5 Vista sureste*



*Imagen 4.6 Vista noroeste*



*Imagen 4.7 Vista este*



# CAPITULO V

## 5 COTIZACIONES

Es crucial destacar que las cotizaciones que se presentarán más adelante corresponden a datos válidos durante el último trimestre del año 2023. No obstante, estas cotizaciones son de gran utilidad para efectuar una proyección del ahorro previsto en la fecha en que se tome en cuenta este diseño del Sistema Fotovoltaico (SFV).

### 5.1 LISTA DE MATERIALES

A continuación, se detallan los materiales necesarios y las cantidades correspondientes previstas para la edificación del Sistema Fotovoltaico (SFV). Esta lista se compartió con diversos proveedores con el fin de obtener estimaciones aproximadas de los costos relacionados con el proyecto.

LISTADO DE MATERIALES		
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Componentes	Panel Monocristalino Bluesun BSM585PMB6-60SC	34
	Inversor Monofasico Solis-1P8k-4G 208V/240V	2
	Interruptor Automatico ABB Monofasico 30A/2P	2
	Supresor de Trasientes Monofasico	1
Alimentador	Cable AWG #12 Fotovoltaico 1000V XLPE (1m)	200
	Cable AWG #10 negro (1m)	100
	Cable AWG #8 negro (1m)	20
	Cable AWG #10 verde (1m)	220
	Terminal de ojo 10-12 AWG	70
	Terminal de ojo 8 AWG	70
	Kit Conectores MC4	38
Tuberia	Coraza LT Flexible 1" (1m)	2
	Conector Recto LT 1"	4
	Bushing LT 1"	4
	Camisa IMC 1"	2
	Tube Galvanizado sin rosca EMT 1" (3m)	6

	Curva EMT 1"	2
	Union de presion EMT 1"	10
	Conector Recto de presion EMT 1"	6
	Bushing EMT 1"	6
	Tubo Estructural Cuadrado Galvanizado 2" (6m)	34
Soporte	Rack de Montaje (Riel Pequeño)	120
	EndClamp (Riel Pequeño)	70
	InterClamp (Riel Pequeño)	70
	Ancla Expansiva Metalica 1/4"	180
	Arandela Plana 1/4"	180
	Arandela de Presion 1/4"	180
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 1 1/4"	90
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 3 1/4"	90
	Riel Strut ojo pacho 4x2"	2
	Clamp Strut 1"	25
	Grapa/Abrazadera "	25
	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 3/4" Punta Broca	150
Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 1 1/2" Punta Broca	150	
Utilidades	Impermeabilizante Aqualock (1GLN)	1
	Sellador Poliuterano gris Duretano(300ml)	4
	Brocha 2"	2
	brocha 4"	2
	Cinta Aislante Super 33	2
	Cinta 1711 Roja	2
	Cinta 1711 Azul	2
	Cinta 1711 Blanca	2
	Cinta 1711 verde	2
	Cinchos Plasticos 8"	200
	Base Ahesiva para Cinchos	200
	Broca 1/2" para concreto	2
	Electrodo Hierro Dulce 1/8 (1Lb)	6
	Limpiador Multipropositos Stuff (22onz)	2
	Wipe (1Lb)	10
	Alambre Galvanizado #16 (1Lb)	2

*Tabla 5.1 Materiales a utilizar*

5.2 COTIZACION REALIZADA A SOLAR PLANTEL S.A. de C.V.



**SOLAR PLANTEL S.A. de C.V.**

Residencial Aztlan, Avenida Milua, #24, San Salvador

72645622

[solarplantel@gmail.com](mailto:solarplantel@gmail.com)

NÚMERO 879

FECHA 25/10/2023

VÁLIDO HASTA 25/11/2023

**DATOS DEL CLIENTE**

Nombre: Christian Sánchez

Teléfono: 70895424

E-mail: [sm11076@ues.edu.sv](mailto:sm11076@ues.edu.sv)

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Panel Monocristalino Bluesun BSM585PMB6-60SC	34	\$ 152.00	\$5,168.00
Inversor Monofasico Solis-1P8k-4G 208V/240V	2	\$ 1,200.00	\$2,400.00
Interruptor Automatico ABB Monofasico 30A/2P	2	\$ 25.00	\$50.00
Supresor de Traslentes Monofasico	1	\$ 170.00	\$170.00
Cable AWG #12 Fotovoltaico 1000V XLPE	200	\$ 1.70	\$340.00
Kit conectores MC4 panel solar	38	\$ 4.56	\$173.28
Estructura tipo riel de 2m	120	\$ 99.00	\$11,880.00
End clamp para montaje de panel solar	70	\$ 2.68	\$187.60
Mid clamp para montaje de panel solar	70	\$ 4.40	\$308.00
Weeb lug para montaje de panel solar	70	\$ 3.37	\$235.90

	SUB-TOTAL	\$20,912.78
IVA %	13%	\$ 2,718.66
	<b>TOTAL</b>	<b>\$23,631.44</b>

**Términos y condiciones**

Forma de pago:

40% de anticipo

60% contra entrega

Condición de pago:

Crédito a 30 días

**SOLAR PLANTEL S.A. de C.V.**

Imagen 5.1 Cotizacion realizada a SOLAR PLANTEL S.A. DE C.V

5.3 COTIZACION REALIZADA A.ENSOSAL S.A. DE C.V.



Por medio de la presente y de la manera más atenta le estamos saludando y al mismo tiempo sometemos a su amable consideración nuestra oferta por el siguiente material eléctrico

LISTADO DE MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Unidades	Costo Unitario	Costo Parcial
Componentes	Panel Monocristalino Bluesun BSM585PMB6-60SC	34	c/u	\$ 204.75	\$ 6,961.50
	Inversor Monofasico Solis-1PBk-4G 208V/240V	2	c/u	\$ 1,120.00	\$ 2,240.00
	Interruptor Automatico ABB Monofasico 30A/2P	2	c/u	\$ 19.00	\$ 38.00
	Supresor de Trasientes Monofasico	1	c/u	\$ 165.00	\$ 165.00
Alimentador	Cable AWG #12 Fotovoltaico 1000V XLPE (1m)	200	m	\$ 1.45	\$ 290.00
	Cable AWG #10 negro (1m)	100	m	\$ 0.84	\$ 84.00
	Cable AWG #8 negro (1m)	20	m	\$ 1.56	\$ 31.20
	Cable AWG #10 verde (1m)	220	m	\$ 0.84	\$ 184.80
	Terminal de ojo 10-12 AWG	70	c/u	\$ 0.02	\$ 1.40
	Terminal de ojo 8 AWG	70	c/u	\$ 0.02	\$ 1.40
	Kit Conectores MC4	38	c/u	\$ 2.00	\$ 76.00
Tuberia	Coraza LT Flexible 1" (1m)	2	c/u	\$ 1.95	\$ 3.90
	Conector Recto LT 1"	4	c/u	\$ 0.95	\$ 3.80
	Bushing LT 1"	4	c/u	\$ 0.64	\$ 2.56
	Camisa IMC 1"	2	c/u	\$ 1.50	\$ 3.00
	Tubo Galvanizado sin rosca EMT 1" (3m)	6	c/u	\$ 10.50	\$ 63.00
	Curva EMT 1"	2	c/u	\$ 1.35	\$ 2.70
	Union de presion EMT 1"	10	c/u	\$ 1.90	\$ 19.00
	Conector Recto de presion EMT 1"	6	c/u	\$ 1.90	\$ 11.40
	Bushing EMT 1"	6	c/u	\$ 0.60	\$ 3.60
	Tubo Estructural Cuadrado Galvanizado 2" (6m)	34	c/u	\$ 34.50	\$ 1,173.00
Soporte	Rack de Montaje (Riel Pequeño)	120	c/u	\$ 3.00	\$ 360.00
	EndClamp (Riel Pequeño)	70	c/u	\$ 0.56	\$ 39.20
	InterClamp (Riel Pequeño)	70	c/u	\$ 0.56	\$ 39.20
	Arcla Expansiva Metalica 1/4"	180	c/u	\$ 0.66	\$ 118.80
	Arandela Plana 1/4"	180	c/u	\$ 0.04	\$ 7.20
	Arandela de Presion 1/4"	180	c/u	\$ 0.02	\$ 3.60
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 1 1/4"	90	c/u	\$ 0.11	\$ 9.90
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 3 1/4"	90	c/u	\$ 0.25	\$ 22.50
	Riel Strut ojo pacho 4x2"	2	c/u	\$ 14.90	\$ 29.80
	Clamp Strut 1"	25	c/u	\$ 0.87	\$ 21.75
	Grapa/Abrazadera *	25	c/u	\$ 0.25	\$ 6.25
	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 3/4" Punta Broca	150	c/u	\$ 0.04	\$ 6.00
	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 1 1/2" Punta Broca	150	c/u	\$ 0.06	\$ 9.00
Utilidades	Impermeabilizante Aqualock (1GLN)	1	c/u	\$ 36.50	\$ 36.50
	Sellador Poliuretano gris Duretano(300ml)	4	c/u	\$ 6.00	\$ 24.00
	Brocha 2"	2	c/u	\$ 0.55	\$ 1.10
	brocha 4"	2	c/u	\$ 3.90	\$ 7.80
	Cinta Aislante Super 33	2	c/u	\$ 6.45	\$ 12.90
	Cinta 1711 Roja	2	c/u	\$ 2.05	\$ 4.10
	Cinta 1711 Azul	2	c/u	\$ 2.05	\$ 4.10
	Cinta 1711 Blanca	2	c/u	\$ 2.05	\$ 4.10
	Cinta 1711 verde	2	c/u	\$ 2.05	\$ 4.10
	Ginchos Plasticos 8"	200	c/u	\$ 0.04	\$ 8.00
	Base Adhesiva para Ginchos	200	c/u	\$ 0.17	\$ 34.00
	Broca 1/2" para concreto	2	c/u	\$ 5.25	\$ 10.50
	Electrodo Hierro Dulce 1/8 (1Lb)	6	c/u	\$ 1.95	\$ 11.70
	Limpiador Multipropositos Stuff (22oz)	2	c/u	\$ 4.73	\$ 9.46
	Wipe (1Lb)	10	c/u	\$ 0.95	\$ 9.50
	Alambre Galvanizado #16 (1Lb)	2	libra	\$ 1.10	\$ 2.20
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 12,216.52</b>

ING. RUBEN HENRIQUEZ



Imagen 5.2 Cotizacion realizada a ENSOSAL S.A. DE C.V.

5.4 COTIZACION REALIZADA A VIDUC S.A. DE C.V.

**VIDUC S.A. DE C.V.**  
**COTIZACION DE PRODUCTOS**

NIT: 0614-080645-001-2 NRC: 145-7 TIPO CONTRIBUYENTE: GRANDE  
 CASA MATRIZ AV. ESPAÑA 515 Y ALAMEDA JUAN PABLO II SAN SALVADOR  
 TEL. PBX : 2281-5000 FAX: 2281-5001

1 de 1

CLIENTE: (11647) CLIENTE ATENCION A (11647) CLIENTE NIT: *** TEL: . No. REGISTRO: DIRECCION: SAN SALVADOR	COTIZACION Número: 20231137775 Fecha: 08/11/2023 Forma Pago EFECTIVO
---	---

NO. CODIGO	NOMBRE	UM	MARCA	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTA
2 27004	CABLE CU THHN 10 NEGRO (BOBINA DE 500mts.)	MTO	ENERWIRE	100.00	0.8400	84.00
3 25602	CABLE CU THHN 8 NEGRO (BOBINA DE 500mts.)	MTO	ENERWIRE	20.00	1.5600	31.20
4 27188	CABLE CU THHN 10 VERDE (BOBINA DE 500mts.)	MTO	ENERWIRE	220.00	0.8400	184.80
5 26798	TUBO CONDUIT 1"x3MTS. IMC GALVANIZADO 2.15MM. UL	FZA	OSHENG DA	6.00	12.0000	72.00
6 15879	TUBO 2" CUADRADO ESTRUCTURAL GALVANIZADO CH-14 (1.80mm.)	FZA	MULTIPERFI LES	34.00	30.8400	1048.56
<b>TOTAL: \$</b>						<b>1,420.56</b>

VENDEDOR: JOSE ALVARO PEREZ  
 ASISTENTE: DANIEL ARTURO SALGUERO RUIZ  
 PRECIO DE VENTA INCLUYEN IVA  
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO  
 TIEMPO DE ENTREGA DESPUES DE RECIBIDA ORDEN DE COMPRA: 1 DIAS HABILES  
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 3 DIAS HABILES  
 OBSERVACIONES:  
  
ACEPTADO CLIENTE

ESTIMADO CLIENTE: SE HACE DE SU CONOCIMIENTO QUE SI A LA FECHA DE ESTA COTIZACION, USTED CUENTA CON SALDOS VENCIDOS QUE SUPEREN LAS CONDICIONES COMERCIALES FACTADAS, NO SE PODRA DESPACHAR SU PEDIDO.

Imagen 5.3 Cotizacion realizada a VIDUC S.A. DE C.V.



5.5 COTIZACION REALIZADA A VIDRI S.A. DE C.V.



**ALMACENES VIDRI, S.A. DE C.V.**

SUCURSAL : CENTRO

N.R.F. : 2-7

N.I.T. : 0210-191171-001-6

GIRO : FERRETERIA

DIRECCION : 1a. CALLE PTE. Y AVENIDA ESPANA, SAN SALVADOR

EMAIL : alvisa051@vidri.com.sv

TELEFONO : 2271-3033

**COTIZACION No. 51900065089**



Fecha 08/11/2023 11:42:35

Cliente CRISTIAN SANCHEZ

NRF Cliente

Direccion

CF

Atención a CONSUMIDOR FINAL

Vendedor 0000551 - CENTRO

Validez Oferta

Observaciones

Condición de pago

CONTADO

Código	Descripción	U.M.	Cantidad	Precio	Total
2733	CABLE ELECTRICO THHN 10 NEGRO	RLL	1.00	\$91.1800	\$91.18
46336	CABLE ELECTRICO THHN 10 VERDE	m	220.00	\$0.9400	\$206.80
2664	CABLE ELECTRICO THHN 8 NEGRO	m	20.00	\$1.5600	\$31.20
41127	TERMINAL DE OJO 12-10 CON FORRO 5/4" 3015468	Uni	70.00	\$0.2500	\$17.50
43619	TERMINAL DE OJO 8 STUD-10-1/4" CON FORRO 3205960	Uni	70.00	\$1.2000	\$84.00
42704	TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 2" CHAPA 14 (1.80MM)	Uni	34.00	\$27.1500	\$923.10
4431	CORAZA LT DE 1"	m	2.00	\$4.9500	\$9.90
4272	CONECTOR RECTO PARA CORAZA LT 1"	Uni	4.00	\$2.5000	\$10.00
2472	BUSHING CONDUIT 1"	Uni	4.00	\$0.6000	\$2.40
3104	CAMISA CONDUIT DE 1"	Uni	2.00	\$2.9000	\$5.80
160433	TUBO CONDUIT GALVANIZADO EMT 1"	Uni	6.00	\$9.2500	\$55.50
46232	CODO EMT GALVANIZADO 1"	Uni	2.00	\$1.3500	\$2.70
73350	UNION DE COMPRESION PARA TUBO EMT 1"	Uni	10.00	\$2.3500	\$23.50
73347	CONECTOR DE COMPRESION PARA TUBO EMT 1"	Uni	6.00	\$1.3000	\$7.80

Datos Adicionales:

Sub Total	\$1,471.38
IVA	\$0.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$1,471.38</b>

Precios incluyen IVA

**\*\* Precios sujetos a cambio sin previo aviso \*\***

AUTORIZADO

ACEPTADO

VENDEDOR

Página 1/4

Consumidor Final

Imagen 5.4 Cotizacion realizada a VIDRI S.A. DE C.V.



5.7 COTIZACION REALIZADA A PELS A.S.A. DE C.V.



Código: C141  
Nombre: CRISTIAN

COTIZACIÓN N.º A 428437  
TIPO: NORMAL  
Fecha documento: 08/11/2023  
Fecha Impresión: 08/11/2023 10:38:05

Atención a:  
Estimado(s) Señor(es):

Por medio de la presente y de la manera mas atenta le estamos saludando y al mismo tiempo someteremos a su amable consideración nuestra oferta por el suministro del siguiente material eléctrico.

				Cantidad	Precio Unitario	Total
1	0100000647	+	CONDUCTOR THHN # 10 CABLE NEGRO SWVIAK	100	\$0.8020	\$80.17
2	0100000682	+	CONDUCTOR THHN # 8 NEGRO SWVIAK	20	\$1.3000	\$25.99
3	0100000649	+	CONDUCTOR THHN # 10 CABLE VERDE SWVIAK	220	\$0.8020	\$176.38
4	1202121050	+	TERMINAL D'ENTALLADO #8 TM-10-L	70	\$0.2830	\$19.78
5	0680200100	+	PIE CORAZA LT DE 1"	7	\$1.6050	\$11.23
6	0681000100	+	CONECTOR RECTO LT DE 1"	4	\$1.9780	\$7.91
7	0600600100	+	BUSHING CONDUIT DE 1"	4	\$0.3840	\$1.54
8	0600300100	+	CAMISA GALV.CONDUIT DE 1"	2	\$1.2880	\$2.58
9	0600410100	+	TUBERIA EMT ALUMINIO 1"	6	\$10.7240	\$64.34
10	0640500100	+	CURVA (CODO) EMT DE 1"	2	\$2.6100	\$5.22
11	0640700100	+	UNION PRESION EMT DE 1"	10	\$0.8360	\$8.36
12	0640800100	+	CONECTOR PRESION EMT DE 1"	6	\$1.2320	\$7.39
13	0600600100	+	BUSHING CONDUIT DE 1"	6	\$0.3840	\$2.31
14	1399101020	+	RIEL STRUT PACHO OJO CHINO PERFORADO 2x4CMx10'	2	\$9.1640	\$18.33
15	1399130100	+	CLAMP STRUT UNIVERSALES 1"	25	\$0.6220	\$15.54
16	0640600100	+	GRAPA CONDUIT EMT DE 1"	25	\$0.1920	\$4.80
17	1300103300	+	CINTA SCOTCH SUPER 33 3/4 X 66FT.	2	\$6.8480	\$13.70
18	1300101003	+	CINTA AISLANTE 3M 1711/165 (20YDS.) BLANCO	2	\$1.7290	\$3.46
19	1300101004	+	CINTA AISLANTE 3M 1711/165 (20YDS.) ROJO	2	\$1.7290	\$3.46
20	1300101005	+	CINTA AISLANTE 3M 1711/165 (20YDS.) AZUL	2	\$1.7290	\$3.46
21	1300101006	+	CINTA AISLANTE 3M 1711/165 (20YDS.) VERDE	2	\$1.7290	\$3.46
22	1610200080	+	CINCHOS PLASTICOS 8" BLANCOS	200	\$0.0790	\$15.82

Imagen 5.6 Cotizacion realizada a PELS A.S.A. DE C.V. pag 1



23	1341100600 +	LBS. ALAMBRE GALVANIZADO #16	2	\$1.3560	\$2.71
<hr/>					
<b>CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE 92/100 DÓLARES</b>				<b>SubTotal:</b>	<b>\$497.94</b>
				Descuento:	<b>\$0.00</b>
				Percepción 1%:	<b>\$ 0.00</b>
				Retención (1%):	<b>\$ 0.00</b>
				<hr/>	
				Total:	<b>\$497.94</b>

**Notas:**

VALIDEZ DE LA OFERTA: DE 1 DIAS PREVIO CONSULTA CON EJECUTIVO DE VENTAS  
 PRECIOS Y EXISTENCIAS SUJETOS A DISPONIBILIDAD VENTA GARANTIA SEGUN  
 CONDICIONES DE FÁBRICA. "PRECIO DEL CONDUCTOR VALIDO 1 DIA"

---

**A ESTHEFANY JOVEL ARCE (FLOR BLANCA)**  
**VENDEDOR**

---

**Aceptado por el cliente.**  
**CLIENTE**

---

Correo: [ventas.salaib@grupopel.com](mailto:ventas.salaib@grupopel.com) Teléfono: 78599720

*Imagen 5.7 Cotizacion realizada a PELSA S.A. DE C.V. pag 2*



Estimado cliente,  
**CRISTIAN**

Agradecemos su interés en nuestros productos/servicios y le proporcionamos la siguiente cotización. Sin embargo, hemos notado que algunos campos necesarios para completar la información están pendientes. Estos datos son indispensables para la emisión de la factura electrónica correspondiente. Le solicitamos que amablemente proporcione los siguientes datos:

<b>DUI:</b>	<input type="text"/>	<b>CORREO:</b>	<input type="text" value="giovanni.guzman@grupopelsa.com"/>
<b>DIRECCION:</b>	<input type="text"/>	<b>TELEFONO:</b>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<b>NOMBRE:</b>	<input type="text" value="CRISTIAN"/>	
	<b>PAIS:</b>	<input type="text" value="EL SALVADOR"/>	
	<b>PARTAMENTO:</b>	<input type="text" value="Ahuachapán"/>	
	<b>MUNICIPIO:</b>	<input type="text" value="AHUACHAPÁN"/>	

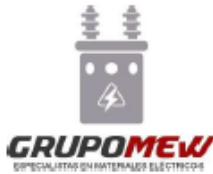
Por favor, tómese un momento para completar la información faltante y volver a enviarnos la cotización. Una vez que recibamos todos los detalles necesarios, estaremos en condiciones de emitir la factura electrónica de acuerdo con sus requerimientos.

Si tiene alguna pregunta o requiere asistencia adicional, no dude en ponerse en contacto con nuestro equipo de atención al cliente.

¡Esperamos poder atenderle pronto!

Imagen 5.8 Cotizacion realizada a PELS A S.A. DE C.V. pag 3

5.8 COTIZACION REALIZADA A GRUPO NEW S.A. DE C.V.



# GRUPO MEW, SA DE CV

MATERIALES ELECTRICOS, TELEFONICOS Y FERRETERIA EN GENERAL

TELF. 2281-1084, 2281-1085 TELEFAX 2281-1063

NRC: 96479-4 NIT: 0614-060996-106-4

San Salvador, 14 de Noviembre del 2023

CONSTRUCTORA A CATALES GIL SA DE CV

Presente.-

ATTE.: DEPTO. DE COMPRAS

Nos es grato saludarles deseándole toda clase de éxitos, en sus funciones diarias. Es un placer someter a su amable consideración la siguiente cotización. Con nuestros mejores precios.

ITEM	CANT	DESCRIPCION	P/Unitario	TOTAL
100		METROS DE CABLE THHN 10 NEGRO	\$0.75	\$75.00
20		METROS DE CABLE THHN 8 NEGRO	\$1.20	\$24.00
220		METROS DE CABLE THHN 10 VERDE	\$0.75	\$165.00
70		TERMINALES DE OJO 12-10 AISLADOS	\$0.35	\$24.50
70		TERMINALES DE OJO 8 SIN AISLAR	\$1.25	\$87.50
8		PIES DE CORAZA LE 1"	\$1.75	\$14.00
4		CONECTOR RECTO LT DE 1"	\$2.80	\$11.20
4		BUSHING CONDUIT DE 1"	\$0.60	\$2.40
2		CAMISA CONDUIT DE 1" IMC	\$2.25	\$4.50
6		TUBO EMT DE 1" GALVANIZADO	\$12.50	\$75.00
2		CURVA EMT DE 1"	\$3.50	\$7.00
10		UNION EMT DE PREION DE 1"	\$1.25	\$12.50
6		CONECTOR RECTO DE PRESION EMT DE 1"	\$1.25	\$7.50
6		BUSHING CONDUIT DE 1"	\$0.60	\$3.60
180		ANCLA EXPANSIVA METALICA DE 1/4"	\$0.45	\$81.00
180		ARANDELA PLANA DE 1/4"	\$0.05	\$9.00
180		ARANDELAS DE PRESION 1/4"	\$0.05	\$9.00
2		RIEL STRUT DE 4" X 2" PACHO	\$12.50	\$25.00
25		CLAMP STRUT DE 1"	\$0.75	\$18.75
150		TORNILLO LAMINA 3/4" PUNTA BROCA	\$0.05	\$7.50
150		TORNILLO LAMINA 1 1/2" PUNTA BROCA	\$0.10	\$15.00

PRECIOS:	UNITARIOS NO INCLUYEN IVA		
TIEMPO DE ENTREGA:	INMEDIATA		
CONDICIONES DE PAGO:	CONTADO		
VALIDEZ DE OFERTA:	05 DIAS Y/O MIENTRAS DURE EN EXISTENCIA		
LUGAR DE ENTREGA:	INMEDIATO		
GARANTIA:	CONTRA DESPERFECTO DE FABRICA,	SUB TOTAL	\$678.95
	NO MAL USO E INSTALACION	IVA 13%	\$88.26
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 767.21</b>

En espera de poder brindarle nuestros servicios, quedamos como siempre a sus apreciables ordenes.

atte.:

F. CARLOS A. BENITEZ

**GRUPO MEW, S.A. de C.V.**  
Avenida Cuscatlan No. 612  
San Salvador  
Tel.: 2281-1063 / 2281-1085

Av. Cuscatlan # 612, San Salvador El salvador

Imagen 5.9 Cotizacion realizada a Grupo NEW S.A. DE C.V.

5.9 COTIZACION REALIZADA A EPA S.A. DE C.V.



Cotización N° 354462  
 Emisión 2023-11-15  
 Señor (a): AGUIRRE ANDAZOL  
 Número de Doc.: EE661  
 e-mail: N/A

Cédula Jurídica: NRC 190088-8

2 Tienda Soyapango: Bulevar del Ejercito Nacional, Kilometro 3 y medio, frente al Hospital Amatepec, Soyapango, San Salvador.

Item	Código	Descripción	U/V	Cantidad	PVP s/Imp	Total Artículo s/Imp
1	28-25-096	CJA CABLE CU THHN 10 NEGRO UL	CJA	1	69.03	69.03
2	28-24-306	CABLE CU THHN 8 NEGRO UL 19H V	MTR	20	1.23	24.60
3	28-25-099	CJA CABLE CU THHN 10 VERDE UL	CJA	2	69.03	138.06
4	28-24-314	CABLE CU THHN 10 VERDE UL 19H	MTR	20	0.74	14.80
5	16-03-035	SCOTCH LOCK ROJO 3M	PZA	70	0.25	17.50
6	16-39-169	12-10 MACHO PLANO 250 AMILLO PR	PZA	7	2.12	14.84
7	16-39-139	22-16 TERM"Y" RJO 5/32 PRE-AIS	PZA	7	1.11	7.77
8	28-33-112	CONECTOR EMT ROMEX 1"	PZA	4	1.19	4.76
9	28-30-110	TUBO FLEXIBLE GALVANIZADO 1 DI	MTR	2	1.33	2.66
10	28-33-248	UNION COMPRESION 1 UL EMT	PZA	2	2.04	4.08
11	28-33-251	CONECTOR COMPRESION 1 UL EMT	PZA	1	1.11	1.11
12	28-32-004	TUBO ALUMINIO EMT 1"	PZA	6	9.38	56.28
13	28-33-262	CONECTOR TORNILLO 1 UL EMT	PZA	6	0.66	3.96
14	30-05-022	TUBO EST CJA GAL 2" C16 1.5MM	PZA	34	22.79	774.86
15	18-70-082	PERNO ANCLA 1/4"X1 3/8" HLC HX	PZA	180	1.06	190.80
16	18-66-146	ARANDELA PLANA 1/4" GALVANIZAD	PZA	180	0.03	5.40
17	18-66-154	ARANDELA PRESIÓN 1/4 ALTO CARB	PZA	180	0.02	3.60
18	18-51-111	PERNO HEX 1/4X1 1/4 TR	PZA	90	0.18	16.20
19	18-51-109	PERNO HEX 1/4X3/4 TR	PZA	90	0.07	6.30
20	28-33-285	ABRAZADERA EMT SENCILLA 1 UL 1	PZA	25	0.22	5.50
21	18-55-022	TOR LAM/LAM 14X3/4 PB 100UDS	PZA	2	4.87	9.74
22	18-55-021	TORNILLO P/LAM 12X1 1/2 PB 100	PZA	2	3.50	7.00
23	02-45-032	SILICONIZER BLANCO 1GL	GAL	1	OP	25.62
24	02-28-022	BROCHA 4" MADERA CERDA COMBINA	PZA	2	2.70	5.40
25	02-28-055	BROCHA 2" MADERA CERDA BLANCA	PZA	2	1.86	3.72
26	16-03-056	CINTA ELECTRICA TESAFLEX 3/4"	PZA	2	OP	1.42
27	16-03-050	CINTA ELECTRICA TESAFLEX 3/4"	PZA	2	OP	0.79
28	16-03-054	CINTA ELECTRICA TESAFLEX 3/4"	PZA	2	OP	0.79
29	16-03-051	CINTA ELECTRICA TESAFLEX 3/4"	PZA	2	OP	0.79
30	16-03-052	CINTA ELECTRICA TESAFLEX 3/4"	PZA	2	OP	0.79
31	16-35-031	CINCHO 250X4.8MM BLANCO 100UND	PZA	2	7.26	14.52
32	14-20-034	ELECTRODO E6013 1/8" LBR	PZA	6	1.11	6.66
33	30-13-004	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 16	LBR	2	0.97	1.94
34	10-02-027	LIMPIADOR DE TAPICERIA TUFF ST	PZA	2	4.65	9.30
35	02-56-032	WIPER DE LIMPIEZA EN TELA COLO	PZA	10	0.84	8.40
36						
37						
38						
39						
40						
<b>Observaciones:</b> Precios unitarios no incluyen IVA Cheque certificado a nombre de Ferreteria EPA, S.A. de C.V. PE Pedido Especial con Tiempo de Entrega Presupuesto Válido por 3 días sujeto a existencias OP Precio de Oferta con fecha de vencimiento <b>Comentarios:</b>					<b>Sub-total</b>	1,463.57
					<b>IVA</b>	189.05
					<b>Total</b>	<b>\$ 1,652.62</b>

Imagen 5.10 Cotizacion realizada a EPA S.A. DE C.V.

## 5.8 COTIZACIONES REALIZADAS A DIFERENTES PROVEEDORES POR MEDIO DE PAGINA WEB

Las siguientes tablas muestran cotizaciones realizadas a FREUND y VIDRI por medio de catalogo web para ampliar el detalle de los costos asumiendo la existencia de todos los elementos que estas nos podrían vender.

LISTADO DE MATERIALES FREUND				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P UNITARIO	P TOTAL
Alimentador	Cable AWG #10 negro (1m)	100	\$0.94	\$94.00
	Cable AWG #8 negro (1m)	20	\$1.56	\$31.20
	Cable AWG #10 verde (1m)	220	\$0.94	\$206.80
	Terminal de ojo 10-12 AWG	70	\$0.25	\$17.50
	Terminal de ojo 8 AWG	70	\$0.30	\$21.00
Tuberia	Coraza LT Flexible 1" (1m)	2	\$1.95	\$3.90
	Conector Recto LT 1"	4	\$1.95	\$7.80
	Bushing LT 1"	4	\$0.60	\$2.40
	Camisa IMC 1"	2	\$1.00	\$2.00
	Tubo Galvanizado sin rosca EMT 1" (3m)	6	\$9.95	\$59.70
	Curva EMT 1"	2	\$1.35	\$2.70
	Union de presion EMT 1"	10	\$1.90	\$19.00
	Conector Recto de presion EMT 1"	6	\$1.50	\$9.00
	Bushing EMT 1"	6	\$0.60	\$3.60
	Tubo Estructural Cuadrado Galvanizado 2" (6m)	34	\$32.50	\$1,105.00
Soporte	Ancla Expansiva Metalica 1/4"	180	\$0.66	\$118.80
	Arandela Plana 1/4"	180	\$0.10	\$18.00
	Arandela de Presion 1/4"	180	\$0.02	\$3.60
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 1 1/4"	90	\$0.11	\$9.90
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 3 1/4"	90	\$0.20	\$18.00
	Riel Strut ojo pacho 4x2"	2	\$9.25	\$18.50
	Clamp Strut 1"	25	\$0.60	\$15.00
	Grapa/Abrazadera 1"	25	\$0.30	\$7.50
	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 3/4" Punta Broca	150	\$0.03	\$4.50

	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 1 1/2" Punta Broca	150	\$0.04	\$6.00
Utilidades	Impermeabilizante Aqualock (1GLN)	1	\$31.10	\$31.10
	Sellador Poliuterano gris Duretano(300ml)	4	\$6.00	\$24.00
	Brocha 2"	2	\$3.90	\$7.80
	brocha 4"	2	\$4.80	\$9.60
	Cinta Aislante Super 33	2	\$6.45	\$12.90
	Cinta 1711 Roja	2	\$1.10	\$2.20
	Cinta 1711 Azul	2	\$1.10	\$2.20
	Cinta 1711 Blanca	2	\$1.10	\$2.20
	Cinta 1711 verde	2	\$1.10	\$2.20
	Cinchos Plasticos 8"	200	\$0.06	\$12.00
	Base Ahesiva para Cinchos	200	\$0.20	\$40.00
	Broca 1/2" para concreto	2	\$5.25	\$10.50
	Electrodo Hierro Dulce 1/8 (1Lb)	6	\$1.05	\$6.30
	Limpiador Multipropositos Stuff (22onz)	2	\$5.25	\$10.50
	Wipe (1Lb)	10	\$1.35	\$13.50
Alambre Galvanizado #16 (1Lb)	2	\$1.15	\$2.30	
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,994.70</b>

Tabla 5.2 Materiales cotizados en catalogo web de FREUND S.A. DE C.V.

<b>LISTADO DE MATERIALES VIDRI</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P UNITARIO</b>	<b>P TOTAL</b>
Alimentador	Cable AWG #10 negro (1m)	100	\$0.94	\$94.00
	Cable AWG #8 negro (1m)	20	\$1.56	\$31.20
	Cable AWG #10 verde (1m)	220	\$0.94	\$206.80
	Terminal de ojo 10-12 AWG	70	\$0.25	\$17.50
	Terminal de ojo 8 AWG	70	\$0.30	\$21.00
Tuberia	Coraza LT Flexible 1" (1m)	2	\$4.95	\$9.90
	Conector Recto LT 1"	4	\$2.50	\$10.00
	Bushing LT 1"	4	\$0.50	\$2.00
	Camisa IMC 1"	2	\$2.90	\$5.80
	Tubo Galvanizado sin rosca EMT 1" (3m)	6	\$10.75	\$64.50
	Curva EMT 1"	2	\$1.35	\$2.70
	Union de presion EMT 1"	10	\$2.25	\$22.50
	Conector Recto de presion EMT 1"	6	\$1.30	\$7.80

	Bushing EMT 1"	6	\$0.50	\$3.00
	Tubo Estructural Cuadrado Galvanizado 2" (6m)	34	\$27.15	\$923.10
Soporte	Ancla Expansiva Metalica 1/4"	180	\$0.64	\$115.20
	Arandela Plana 1/4"	180	\$0.04	\$7.20
	Arandela de Presion 1/4"	180	\$0.02	\$3.60
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 1 1/4"	90	\$0.10	\$9.00
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 3 1/4"	90	\$0.20	\$18.00
	Riel Strut ojo pacho 4x2"	2	\$17.95	\$35.90
	Clamp Strut 1"	25	\$0.80	\$20.00
	Grapa/Abrazadera 1"	25	\$0.25	\$6.25
	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 3/4" Punta Broca	150	\$0.04	\$6.00
	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 1 1/2" Punta Broca	150	\$0.05	\$7.50
Utilidades	Impermeabilizante Aqualock (1GLN)	1	\$37.00	\$37.00
	Sellador Poliutero gris Duretano(300ml)	4	\$9.25	\$37.00
	Brocha 2"	2	\$2.80	\$5.60
	brocha 4"	2	\$5.30	\$10.60
	Cinta Aislante Super 33	2	\$6.45	\$12.90
	Cinta 1711 Roja	2	\$2.05	\$4.10
	Cinta 1711 Azul	2	\$2.05	\$4.10
	Cinta 1711 Blanca	2	\$2.05	\$4.10
	Cinta 1711 verde	2	\$2.05	\$4.10
	Cinchos Plasticos 8"	200	\$0.12	\$24.00
	Base Ahesiva para Cinchos	200	\$0.17	\$34.00
	Broca 1/2" para concreto	2	\$7.95	\$15.90
	Electrodo Hierro Dulce 1/8 (1Lb)	6	\$2.25	\$13.50
	Limpiador Multipropositos Stuff (22onz)	2	\$5.25	\$10.50
	Wipe (1Lb)	10	\$0.80	\$8.00
	Alambre Galvanizado #16 (1Lb)	2	\$1.15	\$2.30
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,878.15</b>

Tabla 5.3 Materiales cotizados en catalogo web de VIDRI S.A. DE C.V.

LISTADO DE MATERIALES EPA				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P UNITARIO	P TOTAL
Alimentador	Cable AWG #10 negro (1m)	100	\$0.84	\$84.00
	Cable AWG #8 negro (1m)	20	\$1.39	\$27.80
	Cable AWG #10 verde (1m)	220	\$0.84	\$184.80
	Terminal de ojo 10-12 AWG	70	\$0.25	\$17.50
	Terminal de ojo 8 AWG	70	\$0.30	\$21.00
Tuberia	Coraza LT Flexible 1" (1m)	2	\$4.95	\$9.90
	Conector Recto LT 1"	4	\$1.85	\$7.40
	Bushing LT 1"	4	\$0.50	\$2.00
	Camisa IMC 1"	2	\$2.00	\$4.00
	Tubo Galvanizado sin rosca EMT 1" (3m)	6	\$10.95	\$65.70
	Curva EMT 1"	2	\$4.20	\$8.40
	Union de presion EMT 1"	10	\$2.31	\$23.10
	Conector Recto de presion EMT 1"	6	\$1.25	\$7.50
	Bushing EMT 1"	6	\$0.50	\$3.00
Tubo Estructural Cuadrado Galvanizado 2" (6m)	34	\$25.75	\$875.50	
Soporte	Ancla Expansiva Metalica 1/4"	180	\$1.20	\$216.00
	Arandela Plana 1/4"	180	\$0.03	\$5.40
	Arandela de Presion 1/4"	180	\$0.02	\$3.60
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 1 1/4"	90	\$0.10	\$9.00
	Perno Cabeza Hexagonal Galvanizado todo rosca 1/4 x 3 1/4"	90	\$0.25	\$22.50
	Riel Strut ojo pacho 4x2"	2	\$13.90	\$27.80
	Clamp Strut 1"	25	\$0.66	\$16.50
	Grapa/Abrazadera 1"	25	\$3.40	\$85.00
	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 3/4" Punta Broca	150	\$0.06	\$9.00
	Tornillo Lamina-Lamina Cabeza Exagonal de 1 1/2" Punta Broca	150	\$0.15	\$22.50
Utilidades	Impermeabilizante Aqualock (1GLN)	1	\$35.90	\$35.90
	Sellador Poliuterano gris Duretano(300ml)	4	\$8.10	\$32.40
	Brocha 2"	2	\$2.70	\$5.40
	brocha 4"	2	\$5.40	\$10.80
	Cinta Aislante Super 33	2	\$6.45	\$12.90
	Cinta 1711 Roja	2	\$1.80	\$3.60
	Cinta 1711 Azul	2	\$1.80	\$3.60



	Cinta 1711 Blanca	2	\$1.80	\$3.60
	Cinta 1711 verde	2	\$1.80	\$3.60
	Cinchos Plasticos 8"	200	\$0.09	\$18.00
	Base Adhesiva para Cinchos	200	\$0.25	\$50.00
	Broca 1/2" para concreto	2	\$7.20	\$14.40
	Electrodo Hierro Dulce 1/8 (1Lb)	6	\$1.25	\$7.50
	Limpiador Multipropositos Stuff (22onz)	2	\$5.50	\$11.00
	Wipe (1Lb)	10	\$0.95	\$9.50
	Alambre Galvanizado #16 (1Lb)	2	\$1.10	\$2.20
<b>TOTAL</b>				<b>\$1,983.30</b>

*Tabla 5.4 Materiales cotizados en catalogo web de EPA S.A. DE C.V.*

# CONCLUSIONES

Al concluir la elaboración de este trabajo de investigación, se derivan las siguientes conclusiones significativas:

## Viabilidad del Diseño Fotovoltaico para Centros Urbanos y Edificaciones Similares:

La concepción de un sistema fotovoltaico para los Centros Urbanos de Bienestar y Oportunidades (CUBOS) y estructuras afines se revela como un proyecto factible. Este enfoque tiene el potencial de mejorar el ahorro económico a largo plazo y mitigar el impacto ambiental.

## Adecuación de la Energía Solar Fotovoltaica (SFV):

La elección de la energía solar fotovoltaica se justifica por su naturaleza renovable, limpia y eficiente. Su capacidad para operar sin interrupciones a lo largo del año, independientemente de los cortes en el suministro eléctrico, la posiciona como una opción robusta.

## Mejora de la Calidad del Servicio Eléctrico en los CUBOS:

La implementación del sistema fotovoltaico en los CUBOS no solo potencia el ahorro económico sino también mejora la calidad del servicio eléctrico, especialmente en horas soleadas. La omisión de un banco de baterías se justifica por consideraciones de espacio y costos de mantenimiento a corto plazo.

## Evaluación del Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico:

La evaluación del dimensionamiento del sistema, realizada mediante cálculos y simulaciones, compara datos prácticos con teóricos, validando así la factibilidad del proyecto.

## Importancia del Diagrama Unifilar On-Grid:

El diagrama unifilar del sistema fotovoltaico conectado a la red brinda una visión clara de la disposición eléctrica. Esto abarca componentes esenciales como paneles solares, inversores, interruptores y protecciones.

## Precisión de Simulaciones y Cálculos:

Las simulaciones y cálculos ejecutados proporcionan datos fidedignos sobre la producción estimada, la potencia instalada y otros parámetros críticos del sistema fotovoltaico. Estos resultados respaldan la eficiencia y viabilidad del diseño propuesto.

#### Potencial de Software Especializado:

La combinación de software de diseño gráfico e iluminación, como Dialux, junto con herramientas especializadas en simulación fotovoltaica, como Helioscope, ha enriquecido la representación visual del sistema propuesto. Esta integración ha facilitado la comprensión y evaluación del diseño en su entorno físico.

#### Reiteración de la Importancia de Cálculos y Simulaciones:

El diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico se sustentan en cálculos y simulaciones. Estos procedimientos permiten evaluar la factibilidad del proyecto, proporcionando datos precisos sobre la producción estimada y otros parámetros críticos.

#### Integralidad Visual del Proyecto:

La fusión de herramientas especializadas, como Helioscope, con software de diseño gráfico e iluminación, como Dialux, ha generado representaciones visuales detalladas y realistas. Estas representaciones han mejorado la comprensión y evaluación del diseño en su contexto físico, brindando una visión holística del proyecto.

En resumen, este trabajo de investigación ha demostrado la viabilidad y beneficios de implementar un sistema fotovoltaico en los Centros Urbanos de Bienestar y Oportunidades (CUBOS) y estructuras similares. Además, los cálculos, simulaciones y representaciones visuales respaldan la eficiencia y viabilidad del diseño propuesto, promoviendo el uso sostenible de la energía en El Salvador.

## BIBLIOGRAFIA

[1] presidencia.gob.sv (s.f.). Recuperado el 10 de Noviembre de 2022

<https://www.presidencia.gob.sv/implementacion-de-los-cubo-en-el-pais-es-parte-de-la-estrategia-de-seguridad-del-presidente-nayib-bukele/>

[2] direnergy.net (s.f.). Recuperado el 15 de Noviembre de 2022

<https://www.direnergy.net/index.php/blog/tipos-instalaciones-solares/>

[3] siget.gob.sv (s.f.). Recuperado el 30 de Agosto de 2023

<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.siget.gob.sv/wp-content/uploads/download-manager-files/Terminos-y-Condiciones-al-Consumidor-Final-2023-2027.pdf>

[4] dji.com (s.f.). Recuperado el 30 de agosto de 2023

<https://www.dji.com/global/mini-se>

[5] grupoturelectric.com (s.f.). Recuperado el 2 de Septiembre de 2023

<https://grupoturelectric.com/tipos-de-paneles-solares-eficiencia-y-rentabilidad/>

[6] keeui.com (s.f.). Recuperado el 2 de Septiembre de 2023

<https://keeui.com/2021/03/19/helioscope-herramienta-para-sistemas-fotovoltaicos/>

[7] tvc.mx (s.f.). Recuperado el 2 de Octubre de 2023

<https://tvc.mx/products/15413/solis-8kw4g-inversor-solis-de-8kw-de-3-mppt-2-fases-208>

[8] powerbluesun.com (s.f.). Recuperado el 2 de Octubre de 2023

[https://www.powerbluesun.com/quad-pro-mono-shingled-585w-solar-panel\\_p53.html](https://www.powerbluesun.com/quad-pro-mono-shingled-585w-solar-panel_p53.html)

# ANEXOS

Anexo A

Ficha de datos Solis-1P8K-4G-208-240V [7]



## Solis-1P8K-4G

Inversores Solis 4G monofásicos



**Características:**

- Más del 98.1% de eficiencia máxima
- Cumplimiento con UL 1741, IEEE1547
- Tecnología de conmutación de alta frecuencia
- Rango de voltaje ultra amplio, voltaje de arranque ultra bajo
- Interrupción de circuito de falla de arco integrado (AFCI)
- Diseño de 3 MPPT con algoritmo preciso
- Compacto y ligero
- Conexión amigable y adaptable a la red



**Modelo:**  
Solis-1P7K-4G





#### BLUESUN SOLAR CO.,LTD

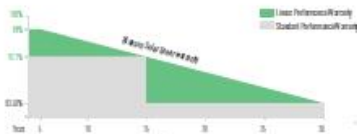
Bluesun, founded in 2004, as a superior photovoltaic manufacturer, is devoted to the R&D and the production of crystalline silicon solar cells and modules for 17 years. The company has its sales areas spread all over more than 100 countries and regions in the world, and the cumulative historical shipments exceeded 12 GW.

#### PERFORMANCE WARRANTY

**15** Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship.

**30** Linear Power Performance Warranty\*

**0.05** Annual Degradation Over 30 years no more than 0.55%



#### MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES

ISO 9001:2015 / Quality management system

ISO 14001:2015 / Standards for environmental

ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety

#### PRODUCT CERTIFICATES

IEC 61215 / IEC 61730 / CE



#### THE IDEAL SOLUTION FOR:

Ground-mounted solar power plants

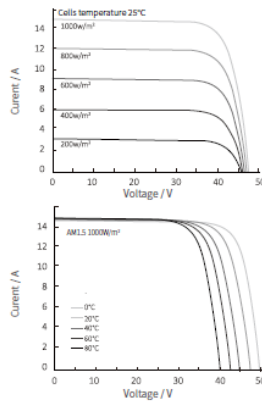
- Shingled Technology**  
Innovative structure, low-temperature adhesive bonding, high-density layout
- Beautiful Appearance**  
Uniform layout, better aesthetic
- Superior safety and Reliability**  
No hidden welding crack, low operating temperature, high pressure resistance
- Low System Cost**  
High module efficiency, reducing system cost
- Low Shading Loss**  
Full parallel arrangement brings high effective power generation hours

## SPECIFICATIONS

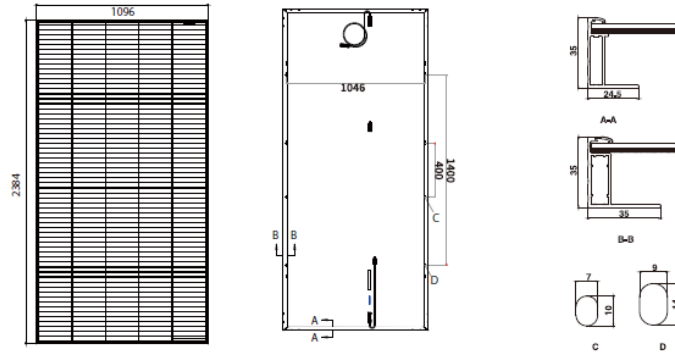
Module Type	BSM570PMB6-60SC		BSM575PMB6-60SC		BSM580PMB6-60SC		BSM585PMB6-60SC		BSM590PMB6-60SC	
	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT
Maximum Power (Pmax/W)	570	426	575	434	580	438	585	442	590	446
Operating Voltage (Vmp/V)	39.5	37.50	39.60	37.70	39.70	37.80	39.80	37.90	39.90	38.00
Operating Current (Imp/A)	14.44	11.36	14.53	11.52	14.62	11.59	14.71	11.67	14.80	11.74
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	47.50	45.20	47.60	45.40	47.70	45.50	47.80	45.67	47.90	45.70
Short-Circuit Current (Isc/A)	15.36	12.30	15.46	12.46	15.56	12.55	15.65	12.63	15.75	12.71
Module Efficiency $\eta$ (%)	21.60		22.00		22.20		22.40		22.60	

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 NMOT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Air Mass AM1.5, Wind Speed 1m/s

## I-V CURVE



## ENGINEERING DRAWINGS



## MECHANICAL SPECIFICATION

Cell Type	Mono-crystalline solar cell
Cell Dimensions	210*210mm
Cell Orientation	345 (69*5)
Weight	28.3kg
Module Dimensions	2384*1096*35mm
Cable Length	Portrait 300mm/Landscape 1200mm/Customized
Cable Cross Section Size	TUV: 4mm <sup>2</sup> (0.006inches <sup>2</sup> )/UL: 12AWG
Front Glass	3.2mm (0.13inches) AR Coating Tempered Glass
No. of Bypass Diodes	3
Packing Configuration	31pcs/carton, 620pcs/40hq
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68

## OPERATING CONDITIONS

Maximun System Voltage	1500V/DC(IEC)
Operating Temperature	-40°C~ +85°C
Maximun Series Fuse	25A
Static Loading	Snow Loading: 5400Pa/ Wind Loading: 2400Pa
Conductivity at Ground	≤0.1Ω
Safety Class	II
Resistance	≥100MΩ
Connector	T01/LJQ-3-CSY/MC4/MC4-EVO2

## TEMPERATURE COEFFICIENT

Temperature Coefficient Pmax	-0.34%/°C
Temperature Coefficient Voc	-0.27%/°C
Temperature Coefficient Isc	+0.04%/°C
NMOT	42.3±2°C

\*Data contained in these specifications is subject to change without notice. Bluesun Solar reserves the right to final interpretation of content.



Anexo B



*Imagen B.1 Acometida*



*Imagen B.2 Visualización del Medidor*





*Imagen B.3 Toma de mediciones*



*Imagen B.4 Vista suroeste a nivel del suelo*





*Imagen B.5 Vista noroeste a nivel del suelo*



*Imagen B.6 Vista sureste capturada desde Dron DJI Mini SE*





*Imagen B.7 Vista suroeste capturada desde Dron DJI Mini SE*

## Anexo C

Para complementar la información de este documento y de quienes lo elaboran y lo leen, se contactó a DELSUR S.A. de C.V. para que nos explicara cómo se reprograman los medidores de la marca LANDIS+GYR. Ellos gentilmente nos derivaron al departamento de INTELIGENCIA DE PERDIDA de la misma empresa, donde nos mostraron en el campo cómo se hace el procedimiento.

Los acompañamos a una recalibración de un medidor de la misma marca como se muestra en la imagen C.1



*Imagen C.1 Medidor Landis equivalente al CUBO IVU*

Para toda comunicación, lectura, reprogramación o calibración de los medidores es necesario un puerto óptico tipo magnético como se muestra en la Imagen C.2 para llevar a cabo la comunicación entre el programa instalado en la computadora del técnico a cargo y el medidor (Imagen C.3 y C.4).



*Imagen C.2 Cable óptico USB para medidor Landis+Gyr*



*Imagen C.3 Cable óptico USB conectado a medidor*





*Imagen C.4 Cable óptico USB conectado a medidor*

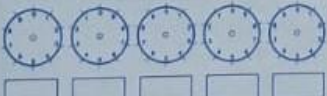
La empresa nos impide revelar el procedimiento exacto por razones de privacidad, pero este consiste en introducir claves de acceso de administrador para que el medidor se comuniquen, luego se entra en una sección donde se establecen los parámetros que queremos que el medidor registre, después se comprueba el orden en que se verán en el display del medidor y finalmente se guardan y aplican todas estas configuraciones.



Para finalizar nuestra visita se nos permitió el acceso a una hoja de resultados de medición de un cliente clasificado, esto con el fin de observar donde se recaban los datos de energía inyectada a la red por un SFV, en la Imagen C.5 se muestran dichos parámetros en el apartado de “Parámetros de inyección”

**DELSUR** **DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR**  
S.A. DE C.V.  
Grupo-epm

NC: Medidor: Mult. 1270 Marca: Landys  
 Tipo: Nombre Cliente:  
 MRU: Tarifa:

CODIGO	CONCEPTOS	LECTURA
1	FECHA DE LECTURA A FACTURAR	/ / 23
2	HORA DE TOMA DE LECTURA MEDIDOR	09:25:30
3	LECTURA ENERGIA PUNTA	84.0
4	LECTURA ENERGIA VALLE	72.0
5	LECTURA ENERGIA RESTO	611.8
6	POTENCIA REGISTRADA (MAX. DEMANDA)	0.114
7	FECHA DE REGISTRO DE POTENCIA	/ / 23
8	HORA DE REGISTRO DE POTENCIA	12:00:00
9	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO O KWH TOTALES (F.P.)	1.00
10	HORAS USO DE BATERIA O KVAH TOTALES	04:14:11
11	PERDIDAS DE POTENCIA O AUSENCIA DE VOLTAJE	68.
12	KW INSTANTANEOS	0.097
13	KVA INSTANTANEOS	0.101
14	FACTOR DE POTENCIA INSTANTANEO	0.964
15	VOLTAJE FASE A (Va)	122.375
16	VOLTAJE FASE B (Vb)	121.597
17	VOLTAJE FASE C (Vc)	123.188
18	AMPERIOS FASE A (Ia)	0.282
19	AMPERIOS FASE B (Ib)	0.273
20	AMPERIOS FASE C (Ic)	0.271
21	CONSUMO TOTAL	269.1
<b>PARAMETROS DE INYECCION</b>		
22	ENERGIA PUNTA INYECTADA	0.0
23	ENERGIA VALLE INYECTADA	0.0
24	ENERGIA RESTO INYECTADA	0.0
25	ENERGIA INYECTADA TOTAL	0.0
<b>OBSERVACIONES DEL MEDIDOR</b>		
NOTAS DEL LECTOR:		
		
HORA DE TOMA DE LECTURA LECTOR: <u>09:25:30</u> Lectura: Lectura máxima demanda: <u>0.114</u> Sello retirado: Sello instalado: Lector: Persona que recibió las lecturas:		

PD - 355 No. 05  
ORIGINAL - COPIA LECTURA

Imagen C.5 Hoja de resultados de mediciones

## Anexo D

A continuación se presentan algunas imágenes de los componentes que se utilizarían en el montaje del SFV.

### COMPONENTES



Panel Monocristalino



Inversor Monofasico



Interrupor Automatico



Supresor de Trasientes  
Monofasico

*Imagen D.1 Componentes principales del SFV*

### ALIMENTADOR



Kit Conectores MC4



Cable AWG



Terminal de Ojo

*Imagen D.2 Alimentadores principales del SFV*

TUBERIA



Coraza LT Flexible



Conector Recto LT



Bushing EMT



Camisa IMC



Curva EMT



Union de presion EMT



Conector Recto de presion EMT



Tubo Galvanizado EMT



Tubo Estructural Cuadrado Gal.

*Imagen D.3 tubería a utilizar en el SFV*

SOPORTE



Rack de Montaje



EndClamp



InterClamp



Ancla Expansiva Metalica



Arandela Plana



Arandela de Presion



Perno Cabeza Hexagonal Gal.



Riel Strut



Clamp Strut



Grapa/Abrazadera



Tornillo Cabeza Exagonal  
P.Broca

*Imagen D.4 Elementos de soporte del SFV*



UTILIDADES



Impermeabilizante



Sellador Poliuterano



Brocha



Cinta Aislante Super 33



Cinta 1711



Cinchos Plasticos



Base Adhesiva para Cinchos



Electrodo



Limpiador Multipropósitos



Wipe



Alambre Galvanizado

*Imagen D.5 Elementos de utilidades del SFV*

Anexo E

Finalizando, mostramos las tablas NEC de donde se extrajeron algunos datos importantes para nuestro SFV

Tabla 310.16 Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F).

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310.13(A)]						Calibre AWG o kcmil
	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	
	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14*	20	20	25	—	—	—	—
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500

Imagen E.1 Tabla 310.16 del NEC2008



**Tabla C.1 Número máximo de conductores o alambres para accesorios en tubería eléctrica metálica (EMT) (con base en la Tabla 1 del Capítulo 9)**

<b>CONDUCTORES</b>											
<b>Tipo</b>	<b>Calibre del conductor (AWG/kcmil)</b>	<b>Indicador métrico (tamaño comercial)</b>									
		<b>16 (½)</b>	<b>21 (¾)</b>	<b>27 (1)</b>	<b>35 (1 ¼)</b>	<b>41 (1 ½)</b>	<b>53 (2)</b>	<b>63 (2 ½)</b>	<b>78 (3)</b>	<b>91 (3 ½)</b>	<b>103 (4)</b>
RHH, RHW, RHW-2 TW, THW, THHW, THW-2	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	
1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	
1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	
2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
THHN, THWN, THWN-2	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	250	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15
	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	
800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	
900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4	
1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	

(Continúa)

Imagen E.2 Tabla C.1 del NEC2008

**Tabla 250.122 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.**

Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conduit, etc., sin exceder de (Amperes)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

*Imagen E.3 Tabla 250.122 del NEC2008*