



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA INGENERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO TÉCNICO ECONÓMICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE
OPERACIONAL DE LA EMPRESA PÚBLICA CUERPO DE BOMBEROS DE
MILAGRO ALIMENTADO POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CON
CONEXIÓN A LA RED**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título De Ingeniero Eléctrico

AUTORES: Anthony Clever Rodríguez Peñafiel

Alex Israel Lemus Gallegos

TUTOR: Juan Carlos Lata García, PhD

GUAYAQUIL – ECUADOR

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Anthony Clever Rodríguez Peñafiel con documento de identificación N° 0954773438 y Alex Israel Lemus Gallegos con documento de identificación N° 1207289354 manifestamos que:

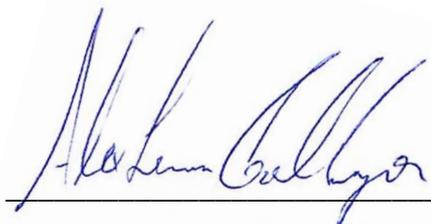
Somos los autores y responsables del presente trabajo y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 3 febrero de 2025

Atentamente;



Anthony Clever Rodríguez Peñafiel
C.I. 0954773438



Alex Israel Lemus Gallegos
C.I. 1207289354

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Nosotros, Anthony Clever Rodríguez Peñafiel con número de identificación N° 0954773438 y Alex Israel Lemus Gallegos con número de identificación N° 1207289354, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de lo que somos autores del Proyecto Técnico: **“DISEÑO TÉCNICO ECONÓMICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE OPERACIONAL DE LA EMPRESA PÚBLICA CUERPO DE BOMBEROS DE MILAGRO ALIMENTADO POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CON CONEXIÓN A LA RED”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en el formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

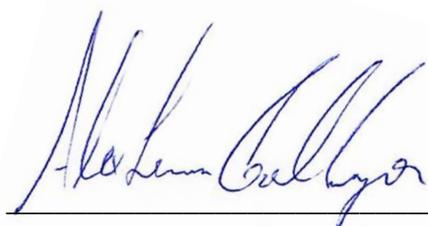
Guayaquil, 3 febrero de 2025

Atentamente;



Anthony Clever Rodríguez Peñafiel

0954773438



Alex Israel Lemus Gallegos

1207289354

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

Yo, Juan Carlos Lata Garcia, PhD con documento de identificación N° 0301791893 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO TÉCNICO ECONÓMICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE OPERACIONAL DE LA EMPRESA PÚBLICA CUERPO DE BOMBEROS DE MILAGRO ALIMENTADO POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CON CONEXIÓN A LA RED”**, realizado por Anthony Clever Rodríguez Peñafiel con número de identificación N° 0954773438 y Alex Israel Lemus Gallegos con número de identificación N° 1207289354, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 3 febrero de 2025

Atentamente;



Juan Carlos Lata García, PhD

0301791893

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a **Mélida Jahaquelina Gualpa Villavicencio** y **María de Lourdes Rodríguez Peñafiel**, por ser un pilar fundamental en mi vida, impulsando mi carrera con su apoyo incondicional y confianza en mi capacidad. A mi familia, por su amor, sacrificio y enseñanzas, que han guiado cada uno de mis pasos, ya mis hermanos, por su apoyo constante y motivación. A mis amigos, por compartir este camino, por las horas de estudio y su amistad sincera, que ha sido un gran apoyo en los momentos difíciles. A mis profesores y mentores, por su guía y confianza, ya todos quienes, con su apoyo desinteresado, hicieron posible este logro. A quienes formaron parte de mi vida y hoy no pueden acompañarme porque les tocó partir con Dios; su recuerdo y enseñanzas siguen iluminando mi camino. Finalmente, a todos los que me enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia, recordándome que, con pasión y compromiso, no hay meta inalcanzable.

Anthony Clever Rodríguez Peñafiel

Dedico esta tesis a mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional me han acompañado en cada paso de este viaje. Agradezco a mis padres por enseñarme la importancia del esfuerzo y la perseverancia, y por siempre estar a mi lado en mis sueños y metas. A mis amigos, quienes han sido una fuente de motivación y compañerismo, gracias por compartir esta experiencia y hacerla más significativa.

Alex Israel Lemus Gallegos

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de una forma u otra, contribuyeron a la realización de esta tesis y que me han acompañado a lo largo de este camino. En primer lugar, a mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante. Gracias por estar ahí en cada paso, por sus palabras de ánimo y por confiar siempre en mí, incluso en los momentos más difíciles. A mis compañeros y amigos, a quienes me acompañaron durante largas horas de estudio, discusión y esfuerzo compartido. Gracias por ser un gran apoyo en esta etapa de aprendizaje y por convertir cada desafío en una oportunidad de crecimiento.

Un agradecimiento especial a **Mélida Jahaquelina Gualpa Villavicencio** y **María de Lourdes Rodríguez Peñafiel**, por su apoyo inquebrantable, por motivarme a seguir adelante y por ser una fuente de inspiración en este proceso. Su confianza en mí y sus palabras de aliento fueron esenciales para alcanzar este meta.

Quisiera también agradecer a mis profesores y mentores, en especial al **PhD Juan Carlos Lata García**, por su guía, paciencia y sabiduría. Sus enseñanzas fueron fundamentales para culminar este proyecto, y su apoyo marcó una gran diferencia en mi formación. Finalmente, agradezco a todas las personas que, directa o indirectamente, contribuyeron a mi desarrollo académico y personal durante estos años. A todos ustedes, les dedico este logro.

Anthony Clever Rodríguez Peñafiel

Agradezco profundamente a mis padres y familiares, quienes con su amor y apoyo constante me han acompañado en cada paso de este camino. También, extendiendo mi gratitud a mis profesores por el conocimiento que fueron clave para el desarrollo de esta tesis. A la Empresa Pública Cuerpo de Bomberos de Milagro, gracias por la confianza y el apoyo brindado para llevar a cabo este estudio. Finalmente, a mis amigos y compañeros, quienes compartieron conmigo momentos de estudio y esfuerzo, mi sincero agradecimiento. A todos, gracias por ser parte de este logro.

Alex Israel Lemus Gallegos

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS	xiii
CAPITULO I	1
1.1 TITULO	1
1.2 INTRODUCCION	1
1.3. EL PROBLEMA	2
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 DELIMITACIÓN	4
1.6 OBJETIVOS	6
1.6.1 OBJETIVOS GENERALES	6
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
CAPITULO II	7
2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	7
2.1.1 ELECTRICIDAD	7
2.1.2 ANÁLISIS DE CARGA (WH)	8
2.1.3 TIPOS DE CORRIENTES	9
2.2 TIPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICAS	12
2.3 ENFOQUE DE ANÁLISIS	13
2.3.1 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	15
2.3.2 CONTROLADOR DE CARGA	15
2.3.3 PANEL SOLAR	18
2.3.4 CONVERSIÓN DE AC A DC	22
2.3.5 BATERÍAS PARA UN SISTEMA FOTOVOLTAICO	25
2.3.6 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	28

2.3.7 TECNOLOGÍAS FOTOVOLTAICAS	29
2.4. EFICIENCIA Y RENDIMIENTO	30
2.5 ANÁLISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD.....	33
CAPITULO III	34
3. METODOLOGÍA	34
3.1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN INICIAL	34
3.2 PLANTEAMIENTO DE LA DEMANDA A EVALUAR	35
3.2.1 POR FACTURA DE ELECTRICIDAD	35
3.2.2 POR GEO PORTAL CNEL	36
3.2.3 ESTUDIO DEL AREA A IMPLEMENTAR POR GOOGLE MAPS	38
3.3 ESTUDIO DE VIABILIDAD	38
3.3.1EVALUACION DE CARGAS POR MES ACORDE A LA FACTURA	38
3.3.2 ANALIZANDO CARGA MES CONSIDERANDO MARGUEN	39
3.3.3 OBTENIENDO HORA SOLAR PICO (HSM O HSP)	41
3.4 DIMENSIONAMIENTO DE FACTOR DE SEGURIDAD.....	44
3.5 DIMENSIONAMIENTO DE LOS PANELES	45
3.6 CÁLCULO DEL CONTROLADOR DE CARGA	48
3.7 CÁLCULO DE LAS BATERÍAS.....	49
3.8 CÁLCULO DEL INVERSOR	52
IV CAPITULO.....	54
4.1 DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	54
4.2 RESULTADOS OBTENIDOS	59
4.3 ANÁLISIS DE COSTOS	63
4.4 PRESUPUESTO.....	65
4.5 CUMPLIMIENTO NORMATIVO	66
4.6 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	70
4.6.1 DOCUMENTACIÓN Y MANUALES	70
V CAPITULO	72
5.1 PROTOTIPO PROPUESTO	72
5.2 CONCLUSIÓN	72
5.3 RECOMENDACIÓN.....	73
ANEXOS	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Bloques operativos de la Empresa Pública Cuerpo de Bomberos de Milagro (EPCBM).....	2
Figura 2 Vista satelital de la ubicación (EPCBM).....	5
Figura 3 Corriente Continua.....	9
Figura 4 Arreglo De Baterías En Serie.....	10
Figura 5 Arreglo De Baterías En Paralelo.....	11
Figura 6 Corriente Alterna.....	11
Figura 7 Distintos Tipos De Generación Del País.....	13
Figura 8 Instalación De Varias Celdas Solares.....	14
Figura 9 Controlador De Carga Solar 5,76 Kw Y 11,52 Kw Con Entrada Fv De 450 V.....	16
Figura 10 Datos De El Controlador Mppt.....	17
Figura 11 Detalles de área del panel y estado de generación según la radiación solar W/m^2	21
Figura 12 Detalles Técnicos Del Catálogo Del Panel.....	22
Figura 13 Información de inversor.....	24
Figura 14 El Smart Hybrid Solar Inverter es un inversor trifásico de baja frecuencia diseñado para sistemas fotovoltaicos fuera de la red (off-grid).....	25
Figura 15 Especificaciones Técnicas Baterías.....	26
Figura 16 Beneficios al medio por energía fotovoltaica.....	30
Figura 17 Enfoque de las filas y columnas de paneles en la zona estudia para el calor que representa la eficiencia en el sistema FV.....	31
Figura 18 Inclinación óptima para la generación.....	32
Figura 19 Ahorro con el sistema FV primer año.....	33
Figura 20 Ahorro de 7 años y 7 meses representa lo invertido del sistema FV.....	34
Figura 21 Planilla De Consumo Eléctrico De La Cnel.....	35
Figura 22 Captura De La Página Del Geo Portal Cnel Que También Proporciona Varios Datos.....	37
Figura 23 Espacio determinado para el análisis FV en la (EPCBM) seria 1000x2000mm forma vertical y horizontal.....	38
Figura 24 Se observa la kWh/mes a analizar.....	39
Figura 25 Análisis de dimensionamiento con margen de 0.85 para el estudio.....	40
Figura 26 Conversión de kWh /mes a kWh /día y por último para conocer la carga kW por 12 horas.....	40
Figura 27 Datos para obtener (HSP), Mapa de Insolación Global Promedio.....	42
Figura 28 Comparación de sitio a analizar con Google maps y atlas solar.....	43
Figura 29 Cálculo de factor de seguridad valor adecuado al área.....	44
Figura 30 Datos para el análisis del sistema fotovoltaico.....	45
Figura 31 Calculo de arreglos de paneles.....	46

Figura 32 Datos del controlador para el analisis.....	46
Figura 33 Arreglo de cada controlador por mppt.....	46
Figura 34 Calculo breakers DC para cada arreglo de paneles.....	47
Figura 35 Cálculo del amperaje del controlador en Excel para más precisión.....	48
Figura 36 Cálculo de las baterías	50
Figura 37 Realizamos el cálculo de arreglos en serie y en paralelo, también el total de batería	51
Figura 38 Cálculo de inversor y su protección de salida AC	53
Figura 39 Obstáculos de sombra alrededor de la estación de bomberos	54
Figura 40 Posición de paneles según Azimut a 15° al oeste	55
Figura 41 Diagrama de implantación en programa.....	56
Figura 42 Diagrama de implantación en programa con su respectivo porcentaje de radiación solar.....	57
Figura 43 Diagrama implantación en sitio con su respectiva conexión llegando a barras de distribución principales	58
Figura 44 Parte superior la empresa pública cuerpo de bomberos (EPCBM)	59
Figura 45 Espacio para inversor, controladores y baterías en la planta baja	60
Figura 46 Diagrama Unifilar	61
Figura 47 En la salida del inversor arreglar un diagrama de fuerza y control con paro de emergencia aplicado.....	62
Figura 48 Análisis Al 100% Del Consumo Mensual Al Año	63
Figura 49 Análisis Al 60% Del Consumo Mensual Al Año En Costo.....	63
Figura 50 Cálculo de la inversión para autogeneración FV de energía eléctrica.....	66
Figura 51 Comparación potencia FV a generar y el análisis de viabilidad de 40% y 100% anualmente.....	68
Figura 52 Categoría de generación.....	69

RESUMEN

En nuestro país, el suministro de energía eléctrica enfrenta desafíos significativos debido a factores climáticos y estructurales, como las sequías prolongadas en las montañas, que afectan gravemente la generación hidroeléctrica, principal fuente de energía en la región. Estos problemas han resultado en situaciones críticas en el país, que evidenciaron la vulnerabilidad del sistema eléctrico nacional y la necesidad urgente de diversificar las fuentes de energía para garantizar una mayor estabilidad y sostenibilidad. En este contexto, los sistemas fotovoltaicos han emergido como una solución altamente efectiva. Estos sistemas no solo permiten reducir la dependencia de fuentes convencionales, sino que también ofrecen una alternativa limpia y sostenible que contribuye a la reducción de la huella de carbono y promueve la transición hacia un modelo energético más ecológico. La presente investigación se centra en el diseño técnico-económico de un sistema fotovoltaico conectado a la red, específicamente para el bloque operacional de la Empresa Pública Cuerpo de Bomberos de Milagro. Este proyecto aborda un análisis integral que incluye la evaluación de la viabilidad del sistema basado en el consumo mensual de energía eléctrica (kWh) reflejado en las facturas de la institución. El dimensionamiento de los componentes, como paneles solares, controladores, inversores y baterías, se realizó utilizando hojas de cálculo en Excel, lo que permitió una organización precisa de los datos, cálculos detallados y la generación de tablas comparativas. Este enfoque garantizó que los resultados fueran claros, replicables y fácilmente interpretables. Asimismo, se llevaron a cabo simulaciones en el software especializado PV*SOL, lo que facilitó la optimización del espacio disponible en la terraza, única área autorizada para la instalación, y la evaluación del rendimiento energético del sistema propuesto. Además, se elaboró un diseño técnico en AutoCAD, que incluye la disposición de los paneles solares, la ubicación estratégica de inversores, baterías y otros componentes esenciales, asegurando una instalación eficiente y segura. También se desarrolló un diagrama unifilar, que detalla la conexión eléctrica de todos los elementos y especifica los materiales eléctricos y las protecciones necesarias para cumplir con los estándares técnicos y normativos. Este proyecto tiene como objetivo principal garantizar un suministro eléctrico sostenible y confiable para el Cuerpo de Bomberos de Milagro, los beneficios económicos y ecológicos de la transición hacia tecnologías de energía renovable.

ABSTRACT

In our country, the supply of electricity faces significant challenges due to climatic and structural factors, such as prolonged droughts in the mountains, which severely affect hydroelectric generation, the main source of energy in the region. These problems have resulted in critical situations in the country, highlighting the vulnerability of the national electricity system and the urgent need to diversify energy sources to ensure greater stability and sustainability. In this context, photovoltaic systems have emerged as a highly effective solution. These systems not only allow reducing dependence on conventional sources, but also offer a clean and sustainable alternative that contributes to the reduction of the carbon footprint and promotes the transition towards a greener energy model. This research focuses on the technical-economic design of a grid-connected photovoltaic system, specifically for the operational block of the Empresa Pública Cuerpo de Bomberos de Milagro. This project addresses a comprehensive analysis that includes the evaluation of the feasibility of the system based on the monthly electricity consumption (kWh) reflected in the institution's invoices. The sizing of the components, such as solar panels, controllers, inverters and batteries, was performed using Excel spreadsheets, which allowed for precise data organization, detailed calculations and the generation of comparative tables. This approach ensured that the results were clear, replicable and easily interpretable. Simulations were also carried out in the specialized software PV*SOL, which facilitated the optimization of the available space on the terrace, the only area authorized for the installation, and the evaluation of the energy performance of the proposed system. In addition, a technical design was developed in AutoCAD, including the layout of the solar panels, the strategic location of inverters, batteries, and other essential components, ensuring an efficient and safe installation. A single-line diagram was also developed, detailing the electrical connection of all elements, and specifying the electrical materials and protections required to comply with technical and regulatory standards. The main objective of this project is to guarantee a sustainable and reliable electrical supply for the Milagro Fire Department, as well as the economic and ecological benefits of the transition to renewable energy technologies.

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS

DM: Demanda Energética

PV: Fotovoltaica

DC: Corriente Continua

AC: Corriente Alterna

HSM: Hora Solar MINIMA

I: Amperio

CNEL EP: Empresa Eléctrica Publica Estratégica Corporación Nacional de Electricidad

ARCONEL: Agencia de Regulación y Control de Electricidad

W: Vatios

CO₂: Huella de carbono

BIPV: Fotovoltaica Integrada en Edificios

CA: Corriente alterna

P_{max}: Potencia máxima de salida

BB: Banco de baterías

PV: Panel fotovoltaico

EPCBM: Empresa Pública Cuerpo de Bomberos de Milagro

SFA: Sistema fotovoltaico aislado

kVA: Kilo Volta Amperios

kW: Kilo Vatio

kWh: Kilo Vatio hora

Rs: Irradiación solar por unidad de superficie bajo la ubicación

V: Voltios

F: Frecuencia

Hz: Hertz

Z: Impedancia

R: Resistencia

CO2: huella de carbono

BIPV: Fotovoltaica Integrada en Edificios

CAPITULO I

1.1 TITULO

Diseño Técnico Económico Del Sistema Eléctrico Del Bloque Operacional De La Empresa Pública Cuerpo De Bomberos De Milagro Alimentado Por Un Sistema Fotovoltaico Con Conexión A La Red

1.2 INTRODUCCION

La Empresa Pública Cuerpo de Bomberos de Milagro trabaja en beneficio de la comunidad, promoviendo el bienestar social mediante trabajo en equipo, liderazgo y compromiso entre sus áreas: normativa, ejecutiva, de apoyo y operativa. Su enfoque está en alcanzar un alto rendimiento para cumplir con las expectativas ciudadanas, abordando problemas de forma dinámica y creativa. La institución está capacitada en áreas clave como defensa contra incendios, primeros auxilios, rescate vehicular y manejo de materiales peligrosos, requiriendo un suministro constante de energía eléctrica para cumplir eficientemente con estas tareas.

El diseño organizacional de la institución se alinea con su misión, visión y objetivos estratégicos, sustentados en la Ley de Defensa Contra Incendios y procesos de mejora continua que garantizan eficiencia y satisfacción tanto interna como externa.

La integración de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica ofrece múltiples beneficios. Este sistema no solo permite aprovechar una fuente de energía renovable, sino que también posibilita la inyección del excedente energético a la red pública, lo que reduce costos y aumenta la autosuficiencia energética. Además, al emplear energía solar, se minimiza el impacto ambiental al no emitir dióxido de carbono ni otros contaminantes, favoreciendo así la sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente[1].

1.3. EL PROBLEMA

Actualmente, los bloques operativos de la Empresa Pública Cuerpo de Bomberos de Milagro (EPCBM) dependen en gran medida de fuentes de energía convencionales, lo que genera altos costos operativos y un impacto ambiental considerable. Este escenario plantea la necesidad de buscar alternativas sostenibles, como la energía solar, que ofrecen beneficios significativos [2].



FIGURA 1

**BLOQUES OPERATIVOS DE LA EMPRESA PÚBLICA CUERPO DE BOMBEROS DE MILAGRO
(EPCBM)**

Fuente: Google Maps

Entre las principales ventajas de la energía solar se encuentran la reducción de costos energéticos al generar electricidad sin costo adicional, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y una mayor autosuficiencia, ya que los paneles solares pueden proporcionar energía incluso durante cortes del suministro eléctrico, algo crucial para mantener operativos esenciales en emergencias.

Problemas analizados:

- Cargas Energéticas Actuales: Identificación de los picos de demanda eléctrica, áreas críticas de consumo y evaluación de la estabilidad del suministro actual.
- Costos Asociados: Análisis de los costos energéticos actuales y viabilidad económica a largo plazo.
- Impacto Ambiental: Cuantificación de emisiones de carbono y evaluación del impacto ambiental, alineados con la responsabilidad social de la institución.
- Potencial de Energía Solar: Estudio de la viabilidad técnica y de las condiciones geográficas para aprovechar la irradiación solar en la zona.

La dependencia de la energía convencional expone al bloque operativo de la institución a vulnerabilidades ante fallos eléctricos, lo que afecta el funcionamiento de equipos críticos como sistemas de comunicación, herramientas eléctricas e iluminación, especialmente durante emergencias como desastres naturales. La implementación de un sistema fotovoltaico se presenta como una solución estratégica. Este permitiría garantizar la continuidad operativa, reducir riesgos asociados a interrupciones energéticas y mitigar el impacto ambiental, además de asegurar el suministro energético autónomo y confiable en situaciones críticas.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La incorporación de estas tecnologías responde a la necesidad de contar con una fuente energética confiable y constante, especialmente crítica en situaciones de emergencia, donde la continuidad de los servicios esenciales es primordial. Como destaca Oller (2018), aunque la energía solar enfrenta desafíos técnicos relacionados con su intermitencia, su integración en redes eléctricas promueve la sostenibilidad energética[3].

Aspectos Fundamentales de la Implementación:

- Diseño del Sistema: Se debe considerar la ubicación geográfica, el consumo energético de EPCBM, y calcular el número de módulos y baterías necesarias, equilibrando fiabilidad y costo.

Beneficios Operativos y Ambientales:

- Reducción de costos operativos a largo plazo al disminuir la dependencia de fuentes de energía convencionales.
- Contribución significativa a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo la responsabilidad ambiental.
- Fortalecimiento de la independencia energética, especialmente durante cortes eléctricos, asegurando la continuidad operativa en emergencias.

Impacto Estratégico:

- Cumplimiento con normativas ambientales y mejora de la imagen institucional.
- Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, promoviendo energía limpia, asequible y acciones contra el cambio climático.

La implementación de energía solar en EPCBM no solo refleja un compromiso con la sostenibilidad, sino que también fortalece la capacidad de respuesta de la institución, asegurando operaciones ininterrumpidas en escenarios críticos. Este enfoque combina resiliencia operativa, sostenibilidad financiera y responsabilidad ambiental.

1.5 DELIMITACIÓN**Alcance del Proyecto en Bloque Operacional de EPCBM**

La implementación se centrará exclusivamente en el bloque operacional identificado de la empresa pública cuerpo de bomberos (EPCBM), situado en Chimborazo, 091703, Milagro, Ecuador, con coordenadas geográficas Latitud: -2.125687 | Longitud: -79.594692 representado en la figura 2. Esta focalización estratégica excluye otras áreas de la instalación que no estén directamente relacionadas con las operaciones específicas

de este bloque, asegurando así que los recursos y esfuerzos se destinen eficazmente hacia la optimización de la capacidad operativa crítica de la EPCBM en su ubicación designada.

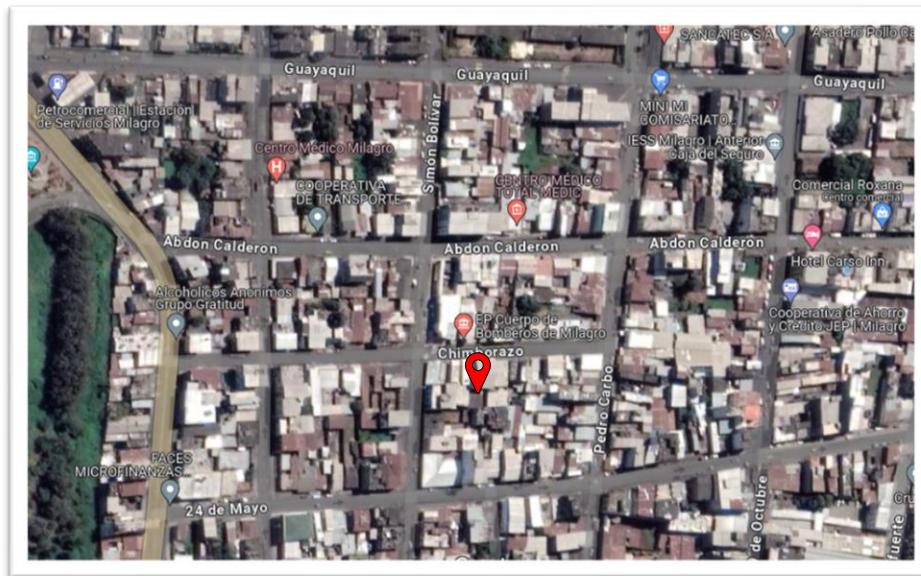


FIGURA 2

VISTA SATELITAL DE LA UBICACIÓN (EPCBM)

Fuente: Google Maps.

Durante el proyecto, nos centraremos en instalar un sistema fotovoltaico en el bloque operacional para aprovechar la energía solar de manera eficiente. Se adaptará la infraestructura eléctrica existente para integrar el sistema, con inversores y sistemas de monitoreo para garantizar su funcionamiento seguro. La capacidad se determinará según las necesidades energéticas del bloque, asegurando un suministro confiable. Se proporcionará documentación detallada desde el diseño de la red hasta las especificaciones de los componentes y manuales de operación para facilitar el mantenimiento del proyecto y garantizar su sostenibilidad a largo plazo[4].

- **Límites del Proyecto**

Este proyecto se ha diseñado para minimizar la necesidad de alteraciones estructurales importantes dentro del espacio operativo seleccionado, asegurando que cualquier cambio significativo solo se llevará a cabo si es esencial para la implementación efectiva del sistema solar. Además, la posibilidad de extender esta tecnología a otras partes de la

instalación no se considerará en este momento, quedando cualquier iniciativa de expansión sujeta a futuras evaluaciones y justificaciones específicas.

- **Beneficiarios**

Al instalar un sistema fotovoltaico en la empresa de bomberos, se incrementa la capacidad de respuesta en emergencias, sobre todo en caso de apagones totales. Este avance beneficia a los ciudadanos y al cuerpo de bomberos al asegurar un suministro eléctrico constante y crucial para las operaciones de rescate. La implementación mejora las condiciones laborales y la eficacia operativa, creando un entorno de trabajo más seguro. Además, promueve la autonomía energética, permitiendo una respuesta eficaz en situaciones difíciles sin depender de fuentes externas de energía. Este proyecto abarca tanto la innovación tecnológica como la sostenibilidad[5].

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVOS GENERALES

- Implementar un sistema fotovoltaico en el bloque operacional de EPCBM con el propósito de optimizar la generación de energía eléctrica, reducir los costos operativos, y promover la sostenibilidad ambiental, garantizando un suministro eléctrico confiable y sostenible para las operaciones del bloque.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Iniciar con un estudio de viabilidad que analice la idoneidad del sitio y las necesidades de capacidad del sistema fotovoltaico.
- Desarrollar un diseño técnico detallado, optimizando la disposición de paneles solares y la infraestructura eléctrica.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo que asegure la operatividad y eficiencia a largo plazo.
- Establecer una evaluación económica que asegure la operatividad y eficiencia a largo plazo.
- Utilización de herramientas digitales como AutoCAD, PVSOL y otros similares para optimizar el diseño y la disposición de paneles solares en el sistema

fotovoltaico.

CAPITULO II

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1.1 ELECTRICIDAD

La electricidad es una forma de energía que se manifiesta en el movimiento de electrones en la capa externa de los átomos, especialmente cuando se desplazan a través de un material conductor. Se define como el flujo de electrones a través de un conductor, lo cual es esencial para el diseño y optimización de sistemas eléctricos [6].

Todo lo que nos rodea está compuesto por electrones que giran alrededor de los núcleos atómicos.

En cuanto a los sistemas fotovoltaicos, su diseño requiere un análisis detallado de la irradiación solar y la capacidad de los paneles solares para generar energía, lo que asegura que el sistema cubra las necesidades energéticas de la instalación [7]. La corriente eléctrica, que es el flujo de cargas a través de un conductor, se genera cuando dos elementos con una diferencia de potencial se conectan lo cual no lleva al análisis del consumo de energía.

El consumo de energía se refiere a la cantidad de electricidad o recursos energéticos empleados por personas, comunidades o industrias para satisfacer sus necesidades diarias. Este uso de energía se relaciona con diversas actividades, tanto domésticas como comerciales e industriales, y depende de recursos como la electricidad, el gas o los combustibles, que se emplean para tareas como iluminación, calefacción y transporte, entre otras.

La propuesta presentada es de gran importancia en el contexto actual de transición hacia fuentes de energía más sostenibles. El diseño técnico-económico de un sistema fotovoltaico para alimentar el bloque operativo no solo impacta en la eficiencia energética, sino también en la reducción de costos operativos y en el impacto ambiental de la entidad.

El consumo de energía es un factor crucial para el desarrollo económico, ya que la disponibilidad y el uso eficiente de la energía están estrechamente vinculados a la

productividad y al crecimiento de las economías. A medida que las actividades económicas crecen, también lo hace la demanda de energía[8].

2.1.2 ANÁLISIS DE CARGA (WH)

El análisis de carga para determinar el consumo en vatios-hora (Wh) se basa en identificar y calcular el impacto de los diferentes dispositivos eléctricos o electrónicos que generan demanda sobre la red eléctrica. Este proceso implica evaluar la cantidad de equipos conectados, su potencia en vatios (W), y el tiempo promedio de uso diario en horas (h). Estos datos permiten estimar con precisión el consumo energético total, facilitando una mejor planificación y optimización del sistema eléctrico, ya sea en una instalación convencional o en un sistema fotovoltaico[9]. Por ejemplo:

Las luces led:

Cantidad: UND

20

Potencia: W

15

Horas por día: h

8

$$(W_h/dia) = UND * W * h$$

$$(W_h/dia) = 2400 Wh$$

2.1.3 TIPOS DE CORRIENTES

Existen dos tipos de corriente: la corriente continua (DC), representa en la figura 3,

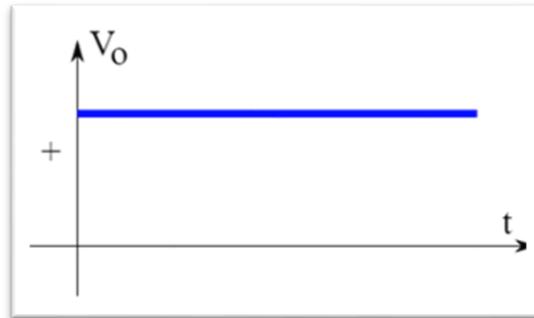


FIGURA 3

CORRIENTE CONTINUA

Fuente: Wikipedia

Puede ser almacenada en dispositivos como pilas, baterías y celdas de carga, elementos esenciales para garantizar la disponibilidad de energía en sistemas eléctricos. Estas fuentes de almacenamiento permiten diferentes configuraciones de conexión según las necesidades del sistema:

Conexión en serie de baterías: En este tipo de configuración, se suman los valores de voltaje de cada batería conectada, mientras que la capacidad de corriente se mantiene constante. Este tipo de conexión es útil cuando se requiere un aumento del voltaje total

Representado en la figura 4 un breve ejemplo de baterías en serie.



FIGURA 4

ARREGLO DE BATERÍAS EN SERIE

Fuente: AutoCAD (autor)

Conexión en paralelo de baterías: En esta disposición, las baterías comparten los polos positivo y negativo, lo que permite incrementar la capacidad total de almacenamiento de energía, manteniendo constante el voltaje como lo representa en la figura 5 de 3 baterías en paralelo.

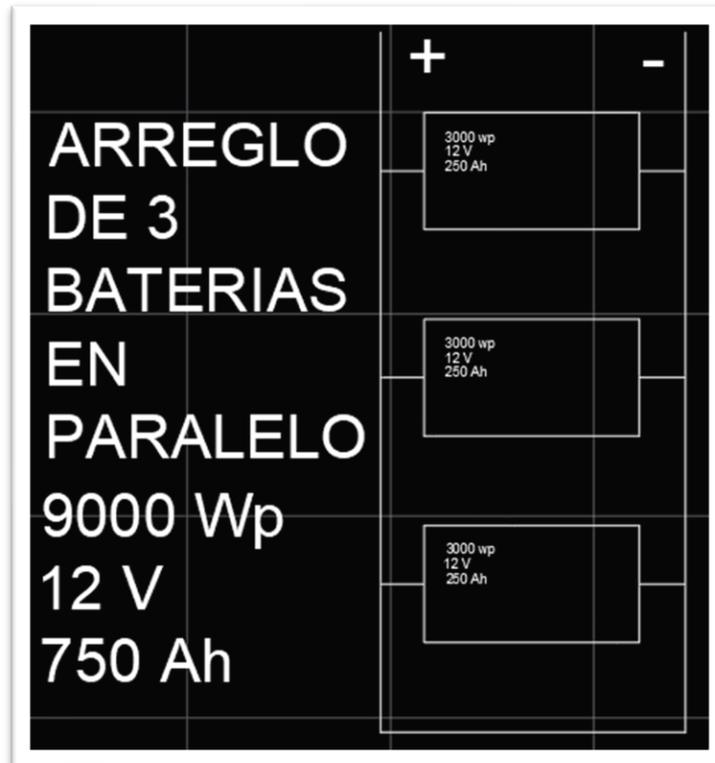


FIGURA 5

ARREGLO DE BATERÍAS EN PARALELO

Fuente: AutoCAD (autor)

Este tipo de conexión es ideal para prolongar la duración del suministro eléctrico. Y la corriente alterna (AC), que cambia de dirección periódicamente y es la que se utiliza en la electricidad comercial a gran escala, generada por grandes plantas eléctricas. A gran escala, proveniente de generadores que producen este tipo de corriente como podemos observar en la figura 6 la variación de su frecuencia.

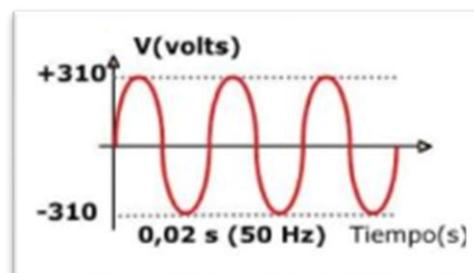


FIGURA 6

CORRIENTE ALTERNA

Fuente: electricidad (UNP)

2.2 TIPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICAS

- **Energía solar**

Proviene de la radiación solar, aprovechada mediante paneles solares fotovoltaicos o sistemas térmicos.

- **Energía eólica**

Generada por el viento, que se convierte en energía mecánica mediante aerogeneradores o turbinas eólicas.

- **Energía hidroeléctrica**

Utiliza el flujo de agua en ríos o presas para generar electricidad a través de turbinas.

- **Energía biomasa**

Proviene de materiales orgánicos, como madera, residuos agrícolas o residuos sólidos urbanos, que se queman o procesan para generar energía.

- **Energía geotérmica**

Aprovecha el calor almacenado en el interior de la Tierra para generar electricidad o calefacción.

- **Energía mareomotriz**

Utiliza el movimiento de las mareas y las olas del mar para generar energía.

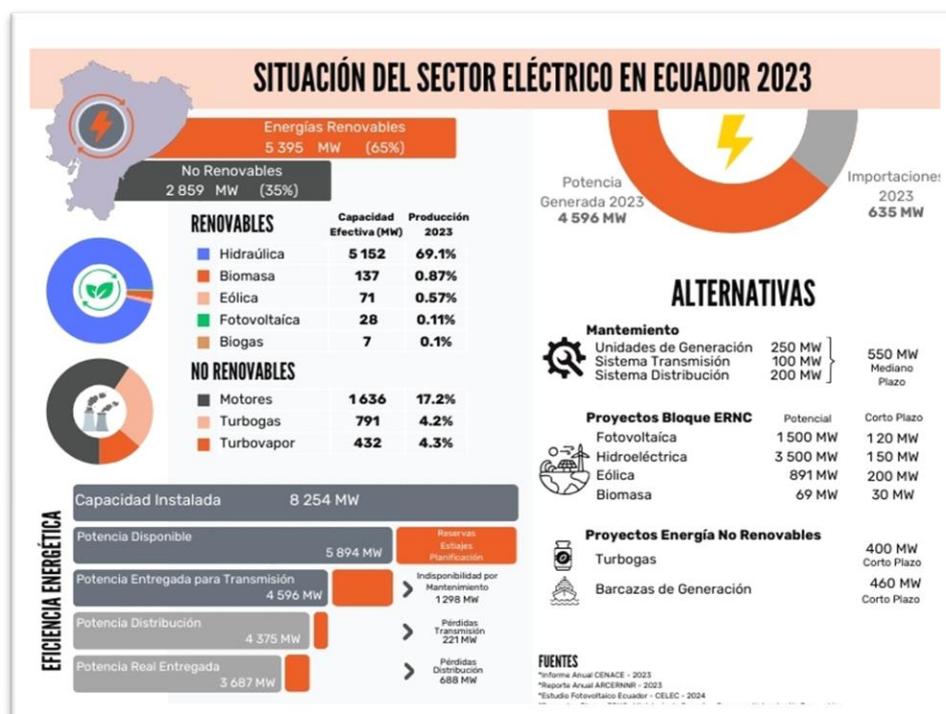


FIGURA 7

DISTINTOS TIPOS DE GENERACIÓN DEL PAÍS

Fuente: Elements

2.3 ENFOQUE DE ANÁLISIS

El análisis de esta tesis se centrará en el sistema de generación de energía a partir de la luz solar, evaluando su eficiencia, sostenibilidad y viabilidad económica. Se estudiará cómo los sistemas fotovoltaicos pueden aprovechar esta fuente renovable, reduciendo costos, emisiones de carbono y aumentando la autonomía operativa del área de estudio. Este enfoque busca ofrecer una solución energética sostenible y fortalecer la resiliencia frente a interrupciones en el suministro eléctrico.

- **Energía renovable**

Energía renovable se considera aquella fuente natural que se regenera de manera continua o en cortos periodos de tiempo, a diferencia de los recursos fósiles como el petróleo, el gas natural o el carbón.

"Las fuentes de energía renovable, como la solar, eólica y geotérmica, juegan un papel crucial en la transición hacia un sistema energético más sostenible"[10] .

- **Sistema Fotovoltaico**

Un sistema fotovoltaico es una tecnología que convierte la energía solar en electricidad a través de células solares, basándose en el principio del efecto fotovoltaico. Estos sistemas son fundamentales en la transición hacia fuentes de energía renovables, ya que permiten aprovechar un recurso abundante, limpio y gratuito: la radiación solar.

"Un sistema fotovoltaico se compone de un conjunto de paneles solares que convierten la radiación solar en electricidad mediante el uso de células fotovoltaicas. Este sistema permite generar energía de forma autónoma y sostenible, aprovechando un recurso natural como el sol"[10].



FIGURA 8

INSTALACIÓN DE VARIAS CELDAS SOLARES

Fuente: Energy management

2.3.1 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Las tecnologías fotovoltaicas han experimentado una evolución significativa en los últimos años, marcadas por innovaciones en materiales y diseños. Algunas de las tecnologías más destacadas incluyen paneles solares de película delgada, células solares de perovskita, y mejoras continuas en eficiencia y durabilidad. Además, la implementación de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios (BIPV) ha ganado popularidad, especialmente en países desarrollados, gracias a políticas favorables y a la reducción de costos de estas tecnologías [11]. "Los sistemas fotovoltaicos están compuestos por varios elementos clave, como los módulos fotovoltaicos, el inversor, las baterías de almacenamiento y el regulador de carga. Cada uno de estos componentes desempeña un papel fundamental para convertir la energía solar en electricidad utilizable de manera eficiente y segura"[10].

2.3.2 CONTROLADOR DE CARGA

Un controlador de carga es un dispositivo electrónico utilizado en sistemas fotovoltaicos para regular y gestionar el flujo de energía eléctrica desde los paneles solares hacia el banco de baterías y, en algunos casos, hacia las cargas conectadas. Su principal función es proteger las baterías contra sobrecargas, descargas profundas y flujos inversos de corriente, optimizando su rendimiento y prolongando su vida útil[12].

Los controladores de carga modernos pueden emplear tecnologías como PWM (Pulse Width Modulation) o MPPT (Máximo Power Point Tracking), que permiten maximizar la captación de energía de los paneles solares bajo diversas condiciones de luz y temperatura, ajustando dinámicamente el voltaje y la corriente para mantener una operación eficiente y segura del sistema.

Se analizará un controlador de carga:

Victron Energy_Blue Power

Mppt Rs Smartsolar 450|100 Y 450|200 - Aislado

Controlador De Carga Solar 5,76 kW Y 11,52 kW Con Entrada Fv De 450 V



FIGURA 9

CONTROLADOR DE CARGA SOLAR 5,76 kW Y 11,52 kW CON ENTRADA FV DE 450 V

Fuente: Catalogo Victron Energy

El MPPT RS SmartSolar es un controlador de carga solar de alto rendimiento, ideal para sistemas fotovoltaicos aislados que buscan eficiencia, fiabilidad y versatilidad. Gracias a su tecnología MPPT (Maximum Power Point Tracking), maximiza la captación de energía solar, adaptándose a cambios en las condiciones de irradiación. Está disponible en dos versiones: 450|100 (hasta 5,76 kW) y 450|200 (hasta 11,52 kW), ambas con una entrada fotovoltaica que soporta hasta 450 V, lo que lo hace adecuado para sistemas de mayor potencia. El rango de operación del MPPT abarca de 80 a 450 V, asegurando un rendimiento eficiente en diversas condiciones[12].

Ambos modelos son compatibles con baterías de 48 V y tienen corrientes de carga nominal de 100 A en el modelo 450|100 y 200 A en el 450|200. Incorporan un algoritmo adaptativo multifase que ajusta el proceso de carga de manera dinámica para prolongar la vida útil de las baterías, con valores de "absorción" en 57,6 V y "flotación" en 55,2 V. Su eficiencia alcanza hasta el 96%, minimizando las pérdidas de energía. Como se observa en la Figura 10.

El controlador incluye dos rastreadores MPPT independientes, lo que permite conectar paneles solares con diferentes orientaciones y optimizar la recolección de energía. Su diseño asegura un aislamiento de hasta 100 k Ω , lo que mejora la seguridad y estabilidad del sistema. Entre sus principales beneficios están su alto rendimiento, la flexibilidad para

adaptarse a configuraciones de paneles solares variadas, y su bajo autoconsumo de 15 mA, lo que garantiza eficiencia durante su funcionamiento.

El MPPT RS Smart Solar es una opción ideal para sistemas fotovoltaicos aislados en zonas remotas, proyectos con alta demanda energética que requieren escalabilidad y sistemas con configuraciones complejas de paneles solares y baterías.

El Victron Energy Blue Power MPPT RS SmartSolar 450|100 y 450|200 - Aislado cumple con varias normativas internacionales de seguridad y eficiencia, como la IEC 62109 para seguridad eléctrica y la IEC 61727 para eficiencia energética. Además, cuenta con la certificación CE (Conformidad Europea) y se ajusta a estándares de calidad como ISO 9001 e ISO 14001. Para asegurarte de que cumple con las normativas locales, es recomendable revisar las especificaciones de Victron Energy o consultar con un distribuidor autorizado.

MPPT RS SmartSolar aislado	450 100	450 200
CARGADOR		
Tensión de la batería	48 V	
Corriente de carga nominal	100 A	200 A
Potencia de carga máxima	5,8 kW a 57,6 V	11,5 kW a 57,6 V
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 57,6 V (regulable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 55,2 V (regulable)	
Rango de tensión programable	Mínima: 36 V Máxima: 62 V	
Algoritmo de carga	Adaptativo multifase (regulable)	
Sensor de temperatura de la batería	Incluido	
Eficiencia máxima	96 %	
Autoconsumo	15 mA	
SOLAR		
Tensión FV CC máxima	450 V	
Tensión de arranque	120 V	
Rango de tensión de trabajo del MPPT	80 – 450 V ⁽¹⁾	
Número de rastreadores	2	4
Máxima corriente de entrada operativa FV	18 A por rastreador	
Máxima corriente de corto circuito FV ⁽²⁾	20 A por rastreador	
Tamaño máximo del conjunto FV por rastreador ⁽³⁾	7200 Wp (450 V x 20 A) ⁽³⁾	
Nivel de fallo del aislamiento FV ⁽⁴⁾	100 kΩ	

FIGURA 10
DATOS DE EL CONTROLADOR MPPT
Fuente: Victron energy

2.3.3 PANEL SOLAR

Los paneles solares fotovoltaicos son dispositivos que capturan la luz solar y la convierten en electricidad mediante el uso de células solares. Estas células están fabricadas con materiales semiconductores, como el silicio, que aprovechan el efecto fotovoltaico para generar corriente eléctrica cuando la luz incide sobre ellas. Los paneles se agrupan para formar sistemas que pueden ser utilizados tanto para aplicaciones residenciales como comerciales, ofreciendo una fuente de energía limpia y renovable.

Tecnología fotovoltaica que convierte la energía solar en electricidad. Los avances recientes han incrementado significativamente su eficiencia y reducido los costos, haciendo más accesible la adopción de energía renovable[13].

"Los paneles solares fotovoltaicos se instalan generalmente en estructuras metálicas que permiten optimizar su inclinación y orientación, maximizando la captación de luz solar. El montaje mecánico adecuado es fundamental para asegurar el rendimiento del sistema y su durabilidad a largo plazo" [14].

Los paneles solares son dispositivos utilizados para capturar la energía del sol y convertirla en energía eléctrica a través del proceso de fotovoltaica. Estos dispositivos están compuestos por celdas solares hechas generalmente de silicio, un material semiconductor que convierte la luz solar en corriente eléctrica. El beneficio que se obtiene al utilizar paneles solares en las instituciones sería aprovechar una fuente de energía abundante y gratuita, que es el sol. Esto contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático, independiente a la inversión inicial puede ser alta, los paneles solares ayudan a reducir las facturas de electricidad a largo plazo. Cabe recalcar que se requiere poco mantenimiento, lo que reduce los costos operativos a lo largo de su vida útil, los sistemas solares pueden ayudar a los usuarios a volverse más independientes de las compañías eléctricas y de las fluctuaciones del precio de la energía[15].

- **Paneles de Perovskita**

El perovskita, un material con excelente capacidad para absorber luz, está revolucionando la eficiencia de los paneles solares. Este material es más económico y flexible que el silicio tradicional y permite fabricar celdas ligeras y semitransparentes, ideales para aplicaciones arquitectónicas o dispositivos móviles. Se han alcanzado eficiencias de laboratorio superiores al 30% en configuraciones tandem (perovskita-silicio) .

- **Paneles Bifaciales**

Estos paneles capturan luz tanto en la parte frontal como en la trasera, aprovechando la luz reflejada desde el suelo. Esto permite un aumento del rendimiento energético de entre un 10% y un 30%, dependiendo de las condiciones del terreno y la instalación.

- **Paneles Transparentes**

Los paneles solares transparentes pueden integrarse en ventanas y fachadas de edificios sin comprometer la estética. Utilizan materiales avanzados que absorben únicamente las longitudes de onda no visibles del espectro solar para generar electricidad.

- **Tecnología Heterounión (HJT)**

Combina capas de silicio cristalino con capas de silicio amorfo para aumentar la eficiencia y reducir las pérdidas térmicas. Esta tecnología es especialmente prometedora por su durabilidad y rendimiento a altas temperaturas.

- **Paneles Solares Flexible**

Fabricados con polímeros y materiales compuestos, los paneles flexibles son ligeros y adaptables a superficies irregulares. Son ideales para aplicaciones portátiles, vehículos eléctricos y proyectos en techos con peso limitado.

- **Nanotecnología en Paneles Solares**

El uso de nanopartículas para mejorar la absorción de luz y reducir las pérdidas por reflexión ha permitido avances en paneles más delgados y eficientes. La nanotecnología también promete celdas solares auto limpiantes para mantener un rendimiento constante.

- **Paneles Solares Híbridos (PVT)**

Estos sistemas combinan la generación de electricidad y calor, permitiendo un uso más eficiente de la energía solar. Son ideales para climas fríos, donde se aprovecha el calor generado para calentar agua o espacios.

Estas innovaciones no solo mejoran el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos, sino que también amplían sus aplicaciones en un mundo cada vez más enfocado en la transición hacia energías renovables.

Para el análisis del cuerpo de bombero EPCBM usaremos paneles de 700 W por lo que usaremos el panel de Comet-Silicon Heterojunction Pv Module.

Es un módulo fotovoltaico avanzado que utiliza tecnología de heterounión de silicio (SHJ), combinando capas de silicio amorfo y cristalino para mejorar la eficiencia y reducir las pérdidas de energía. Con una eficiencia de conversión superior de hasta un 21%, estos módulos destacan por su excelente rendimiento en condiciones de baja irradiación y altas temperaturas, gracias a su bajo coeficiente de temperatura. Son altamente duraderos, con una vida útil de más de 25 años, y ofrecen un bajo índice de degradación. Además, son eficaces en condiciones de sombra parcial. Son ideales para aplicaciones residenciales y comerciales, especialmente en climas cálidos o en espacios limitados.

El cálculo de un sistema fotovoltaico depende de varios factores clave, siendo uno de los más importantes el estado de radiación solar. La radiación solar, medida en W/m^2 , influye directamente en la generación de energía de los paneles solares. La figura 11 ilustra cómo la irradiancia afecta la potencia generada. Además, es esencial considerar la potencia máxima de los paneles, su curva de eficiencia y el coeficiente de temperatura, que ajustan el rendimiento según las condiciones ambientales.

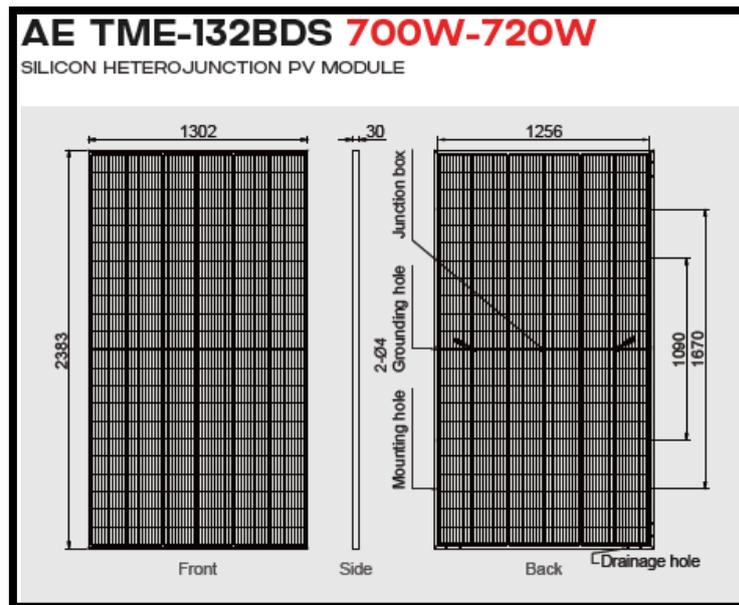


FIGURA 11

DETALLES DE ÁREA DEL PANEL Y ESTADO DE GENERACIÓN SEGÚN LA RADIACIÓN SOLAR W/m^2

Fuente: Comet

Estas características son esenciales para dimensionar y optimizar el rendimiento de un sistema fotovoltaica, las especificaciones eléctricas de los paneles solares incluyen:

- Potencia nominal: La cantidad de energía que el panel puede generar en condiciones estándar (STC), medida en vatios (W).
- Voltaje de circuito abierto (Voc): El voltaje máximo que genera el panel sin estar conectado a una carga, medido en voltios (V).
- Corriente de cortocircuito (Isc): La corriente máxima que pasa cuando las terminales del panel están cortocircuitadas, medida en amperios (A).
- Eficiencia: El porcentaje de energía solar convertida en electricidad, dependiendo de la calidad y tipo del panel.
- Coeficiente de temperatura: Indica cómo varía la eficiencia del panel con los cambios de temperatura ambiental, afectando la salida energética.

Las cuales están reflejadas en la figura 12.

Electrical specifications (STC*):						
Nominal max. power	P_{max} (Wp)	700	705	710	715	720
Maximum operating voltage	V_{MPP} (V)	42.10	42.24	42.39	42.54	42.68
Maximum operating current	I_{MPP} (A)	16.63	16.69	16.75	16.81	16.87
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	50.14	50.38	50.44	50.60	50.74
Short-circuit current	I_{sc} (A)	17.43	17.49	17.55	17.61	17.67
Module efficiency	η (%)	22.56	22.72	22.88	23.04	23.21
Power tolerance	(W)				0~+5	
Maximum system voltage	(V)				1500	
Maximum series fuse rating	(A)				30	

*STC: Standard Test Conditions (irradiance 1000 W/m², cell temperature 25°C and air mass of AM1.5), measurement tolerance Pmax: ±3%

FIGURA 12

DETALLES TÉCNICOS DEL CATÁLOGO DEL PANEL

Fuente: Comet

El Comet-Silicon Heterojunction PV Module 700 W cumple con varias normativas internacionales que aseguran su calidad y seguridad, tales como:

- IEC 61215 (rendimiento y durabilidad de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino),
- IEC 61730 (seguridad de los módulos fotovoltaicos),
- ISO 9001 (gestión de calidad),
- ISO 14001 (gestión ambiental),
- UL 1703 (seguridad eléctrica y contra incendios en Estados Unidos).

El módulo también destaca por su alta eficiencia (hasta 22.2%) y bajo coeficiente de temperatura, lo que mejora su rendimiento en condiciones cálidas.

2.3.4 CONVERSIÓN DE AC A DC

En los sistemas fotovoltaicos, la conversión de corriente alterna (AC) a corriente continua (DC) se realiza principalmente cuando se almacena energía en baterías o se ajusta a la red eléctrica. Primero, los paneles solares generan energía en DC. Si se necesita inyectar a la

red o alimentar dispositivos de corriente alterna, un inversor convierte esta energía en AC.

En sistemas fotovoltaicos off-grid o híbridos, cuando la energía no se consume inmediatamente, se convierte de AC a DC para cargar las baterías mediante un cargador de baterías o controlador de carga. La eficiencia de estos dispositivos es crucial para minimizar las pérdidas en el proceso de conversión, optimizando el aprovechamiento de la energía solar generada.

Para el análisis del cuerpo de bomberos EPCBM utilizaremos un inversor:

El Smart Hybrid Solar Inverter es un inversor trifásico de baja frecuencia diseñado para sistemas fotovoltaicos fuera de la red (off-grid) con capacidad híbrida. Está disponible en una amplia gama de potencias, desde 10 kW hasta 200 kW, y combina funciones de inversor, cargador de baterías y controlador de energía en un solo dispositivo figura 13.

Características principales:

- Capacidades de potencia: 10 kW, 20 kW, 30 kW, 40 kW, 50 kW, 100 kW y 200 kW, adecuado para proyectos residenciales, comerciales e industriales.
- Funcionalidad híbrida: Permite integrar fuentes de energía solar, baterías y generadores externos para optimizar el suministro de energía.
- Diseño de baja frecuencia: Utiliza un transformador robusto de núcleo de hierro, lo que le permite manejar altas cargas, tolerar picos de energía y ser ideal para aplicaciones industriales o fuera de la red. Es más pesado y voluminoso, pero destaca por su durabilidad y estabilidad, siendo adecuado para cargas exigentes como motores o bombas. Aunque su eficiencia es moderada frente a los inversores de alta frecuencia, ofrece mayor resiliencia en condiciones exigentes.
- Trifásico: Proporciona una distribución equilibrada de la carga para aplicaciones más grandes.
- Alto rendimiento: Eficiencia optimizada en la conversión de energía y gestión de recursos energéticos.
- Control inteligente: Incluye monitoreo avanzado para la gestión eficiente del sistema y de la batería.

- Este inversor es una solución robusta y versátil para sistemas solares fuera de la red que demandan confiabilidad y escalabilidad.
- Para el inversor toda la información básica está en la figura 13 la cual da todos los detalles para hacer el dimensionamiento del sistema.

Basic Info.			
Model NO.	SNA-TP-01	Condition	New
Certification	ISO, CE	Application	Collector Controller, Solar System Controller, Voltage Controller
Rated Voltage	12V	Peak Power	95%
Communication	RS485/WIFI (Optional)/GPRS (Optional)/DRM(Australi	Conversion Time	<10ms
Waveform	Puer Sine Wave Inverter	Output Frequency	50/60Hz
Input Voltage	220V/380V	Output Voltage	220V/380V
Rated Capacity	10/20/30/50/60/80/100/150/200k w	Weight	180-980kg
Transport Package	Carton	Specification	580*750*920mm
Trademark	Sunnal	Origin	China
HS Code	8504403090	Production Capacity	50000PCS/Month
Packaging & Delivery			
Package Size	59.00cm * 76.00cm * 92.00cm		
Package Gross Weight	180.000kg		

FIGURA 13

INFORMACIÓN DE INVERSOR

Fuente: Smart Hybrid Solar Inverter

La empresa fabricante del Smart Hybrid Solar Inverter es una comercializadora y fábrica. Está certificada bajo ISO 9001, ISO 14001 y ISO 14000, destacando en gestión de calidad y ambiental.



FIGURA 14

EL SMART HYBRID SOLAR INVERTER ES UN INVERSOR TRIFÁSICO DE BAJA FRECUENCIA
DISEÑADO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS FUERA DE LA RED (OFF-GRID)

Fuente: Smart Hybrid Solar Inverter

2.3.5 BATERÍAS PARA UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

Las baterías son fundamentales en sistemas fotovoltaicos para almacenar energía. Se dividen en:

- Plomo-ácido: económicas, fáciles de encontrar, pero de vida útil corta (5-7 años) y requieren mantenimiento. Usadas en sistemas pequeños y residenciales.
- Iones de litio: Alta eficiencia, larga vida útil (10-15 años) y sin mantenimiento, pero costosas. Ideales para sistemas residenciales y comerciales.
- Sodio-azufre: Alta capacidad y eficiencia, pero necesitan altas temperaturas y son costosas. Usadas en sistemas industriales.
- Flujo: Duraderas, con gran capacidad de almacenamiento, pero caras y voluminosas. Ideales para proyectos a gran escala.

La elección depende del presupuesto, necesidades de autonomía y escala del sistema.

La batería GEL 12-250 es una batería de plomo-ácido con tecnología de gel, ideal para sistemas fotovoltaicos. Ofrece una capacidad de 250 Ah y un voltaje de 12 V, destacándose por ser libre de mantenimiento, segura y eficiente. Su diseño de gel inmovilizado evita derrames y permite un rendimiento estable en temperaturas extremas, con una vida útil prolongada (10-12 años). Es ideal para aplicaciones de ciclo profundo como sistemas solares, respaldo de energía, telecomunicaciones y más, proporcionando fiabilidad, bajo mantenimiento y alta resistencia a descargas profundas.



FIGURA 15

BATERÍA PARA EL ANALISIS

Fuente: Catalogo Tens te

- Especificaciones Técnicas de la Batería GEL 12-250:
- Voltaje Nominal: 12 V Es el voltaje estándar para baterías de este tipo, adecuado para sistemas de baja y media potencia.
- Capacidad Nominal: 250 Ah (Amperios-hora) Esto indica que puede suministrar 250 amperios durante 1 hora o una carga proporcional por un período más prolongado (por ejemplo, 25 amperios durante 10 horas).
- Tecnología: Plomo-Ácido de Gel Utiliza un electrolito inmovilizado en forma de gel, lo que mejora la seguridad, la durabilidad y la resistencia a vibraciones.
- Ciclo de Vida: Hasta 1200-1500 ciclos a un 50% de profundidad de descarga (DoD) Proporciona una vida útil prolongada cuando se usa dentro de los parámetros recomendados.

- Profundidad de Descarga (DoD): Recomendado 50%-80% para maximizar su vida útil. Puede soportar descargas profundas, pero descargas constantes superiores al 80% pueden reducir la vida útil.
- Eficiencia de Carga/Descarga: 85%-90% Aproximadamente el 85%-90% de la energía almacenada es recuperable durante la descarga.
- Temperatura de Operación:
 - Carga: -10 °C a 50 °C.
 - Descarga: -20 °C a 60 °C.
 - Almacenamiento: -20 °C a 50 °C.
- Resiste un rango amplio de temperaturas, ideal para diversos entornos climáticos.
- Tasa de Autodescarga: 2%-3% por mes a 25 °C. Permite un almacenamiento prolongado sin pérdida significativa de carga, siempre que esté completamente cargada antes de guardarse.
- Dimensiones (Aproximadas, dependiendo del fabricante):
 - Largo: 520-522 mm.
 - Ancho: 240-245 mm.
 - Altura: 220-225 mm.
- Compacta para su capacidad, adecuada para instalaciones residenciales o comerciales.
- Peso: 65-70 kg. Esto la hace más pesada que otras baterías de menor capacidad, pero la relación peso-capacidad es adecuada.
- Terminales tipo M8 o similares, dependiendo del fabricante.
- Diseñadas para una conexión segura en sistemas eléctricos.
- Resistencia Interna aproximadamente 5 mΩ (miliohmios).
- Una baja resistencia interna mejora la eficiencia de carga y descarga
- Duración estimada 10-12 años en flotación bajo condiciones óptimas.
- Diseñada para aplicaciones de larga duración.

Cumplimiento Normativo:

Certificaciones ISO 9001, ISO 14001 y normas de seguridad internacionales.

Garantiza calidad y seguridad en la fabricación.

2.3.6 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Existen diversos tipos de sistemas fotovoltaicos, cada uno adaptado a distintas necesidades y condiciones. Los sistemas aislados son aquellos que operan de manera independiente, sin conexión a la red eléctrica, siendo ideales para lugares remotos. Por otro lado, los sistemas conectados a la red permiten la inyección de la electricidad generada hacia la red pública, facilitando el intercambio de energía. Finalmente, los sistemas híbridos combinan fuentes de energía fotovoltaica con otras tecnologías, como generadores eólicos o baterías, para optimizar la producción y asegurar el suministro constante de electricidad[16].

"Los sistemas fotovoltaicos se dividen en tres categorías principales: los sistemas aislados, que operan de manera independiente de la red eléctrica; los sistemas conectados a la red, que inyectan energía al sistema eléctrico público; y los sistemas híbridos, que combinan la energía solar con otras fuentes, como generadores eólicos o baterías, para garantizar un suministro más estable" [14].

- **Sistema fotovoltaico aislado (Off grid)**

Un sistema fotovoltaico aislado (SFA) es aquel que funciona de manera independiente de la red eléctrica, generando y almacenando la energía solar para su propio consumo. Este tipo de sistema es ideal para zonas remotas o áreas donde no se dispone de acceso a la electricidad de la red pública. Los componentes principales de un SFA incluyen paneles solares, un inversor, baterías para almacenar la energía y un regulador de carga, que permiten que el sistema opere de forma autónoma y confiable[17].

"Un sistema fotovoltaico aislado (SFA) es un sistema autónomo que no está conectado a la red eléctrica, y funciona generando y almacenando energía a partir de la radiación solar. Este tipo de instalación es ideal para lugares remotos donde no es posible acceder a una fuente de energía convencional"[18].

- **Sistemas fotovoltaicos conectados a la red (On grid)**

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red son aquellos que, además de generar electricidad a partir de la energía solar, están vinculados al sistema eléctrico convencional. Esto permite que la electricidad producida se inyecte a la red pública, lo

que favorece el autoconsumo y, en algunos casos, permite a los usuarios recibir compensación por la energía generada. Estos sistemas suelen estar equipados con inversores que convierten la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna, compatible con la red.

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red permiten la generación de energía solar que es enviada directamente a la red pública, facilitando el autoconsumo y contribuyendo a la estabilidad del sistema eléctrico. Estos sistemas deben cumplir con ciertos estándares técnicos y normativos para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente dentro de la infraestructura existente.

Investigación sobre estrategias de integración de sistemas fotovoltaicos con la red eléctrica, incluyendo sistemas de almacenamiento de energía y tecnologías de gestión de la demanda.

2.3.7 TECNOLOGÍAS FOTOVOLTAICAS

Las tecnologías fotovoltaicas han experimentado una evolución significativa en los últimos años, marcadas por innovaciones en materiales y diseños. Algunas de las tecnologías más destacadas incluyen paneles solares de película delgada, células solares de perovskita, y mejoras continuas en eficiencia y durabilidad. Además, la implementación de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios (BIPV) ha ganado popularidad, especialmente en países desarrollados, gracias a políticas favorables y a la reducción de costos de estas tecnologías[19].

Las tecnologías fotovoltaicas han experimentado una evolución significativa en los últimos años, marcadas por innovaciones en materiales y diseños. Algunas de las tecnologías más destacadas incluyen paneles solares de película delgada, células solares de perovskita, y mejoras continuas en eficiencia y durabilidad. Además, la implementación de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios (BIPV) ha ganado popularidad, especialmente en países desarrollados, gracias a políticas favorables y a la reducción de costos de estas tecnologías. Las tecnologías fotovoltaicas han experimentado una evolución significativa en los últimos años, marcadas por innovaciones en materiales y diseños. Algunas de las tecnologías más destacadas incluyen paneles solares de película delgada, células solares de perovskita, y mejoras continuas en eficiencia y durabilidad. Además, la implementación de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios (BIPV) ha

ganado popularidad, especialmente en países desarrollados, gracias a políticas favorables y a la reducción de costos de estas tecnologías.

Por otro lado, la digitalización y la inteligencia artificial han transformado la forma en que se gestionan los sistemas fotovoltaicos. Tecnologías como el mantenimiento predictivo y el monitoreo en tiempo real permiten optimizar la eficiencia y reducir costos operativos. Asimismo, la sostenibilidad sigue siendo un enfoque central, con investigaciones centradas en mejorar los procesos de reciclaje y reducir la huella de carbono de los sistemas fotovoltaicos.



FIGURA 16

BENEFICIOS AL MEDIO POR ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Fuente: Solarama

2.4. EFICIENCIA Y RENDIMIENTO

Evaluación de investigaciones que abordan la eficiencia y rendimiento de los sistemas fotovoltaicos en entornos industriales, considerando factores como la inclinación y orientación de los paneles, sombreado.

En la presente investigación en el programa PVSOL no dimos cuenta según la simulación de calor del sitio buena para la FV

En cuanto a su rendimiento, el sistema aprovecha una irradiación solar promedio, característica de la zona, para generar una producción mensual estimada de kWh, basada

en una capacidad instalada de kW. Esto permite cubrir una porción significativa de la demanda energética de la estación. En conclusión, el sistema fotovoltaico opera de manera eficiente bajo las condiciones locales, contribuyendo al ahorro energético y promoviendo el uso sostenible de recursos renovables[20].

Se presenta una imagen que ilustra el enfoque de temperatura en el terreno de la estación de bomberos de Milagro, el cual ha sido objeto de análisis para evaluar su impacto en el rendimiento del sistema fotovoltaico. Según los datos recopilados, se destaca una notable capacidad de generación de calor en la región, lo que podría influir en la eficiencia de los módulos solares instalados. Las elevadas temperaturas características de los climas tropicales, como el de Milagro, tienen el potencial de afectar no solo el rendimiento de los paneles fotovoltaicos, sino también la gestión térmica de los equipos involucrados en el sistema. Este factor debe ser considerado de manera crucial al evaluar el desempeño general del sistema fotovoltaico, ya que la temperatura tiene un impacto directo en la eficiencia de conversión de la energía solar en electricidad utilizable. Las pérdidas de rendimiento asociadas con las altas temperaturas deben ser tomadas en cuenta para optimizar la generación de energía, así como para prolongar la vida útil de los componentes del sistema. Para maximizar la eficiencia, es esencial un diseño adecuado que contemple la gestión térmica y el control de temperaturas extremas como observa en la figura 17.

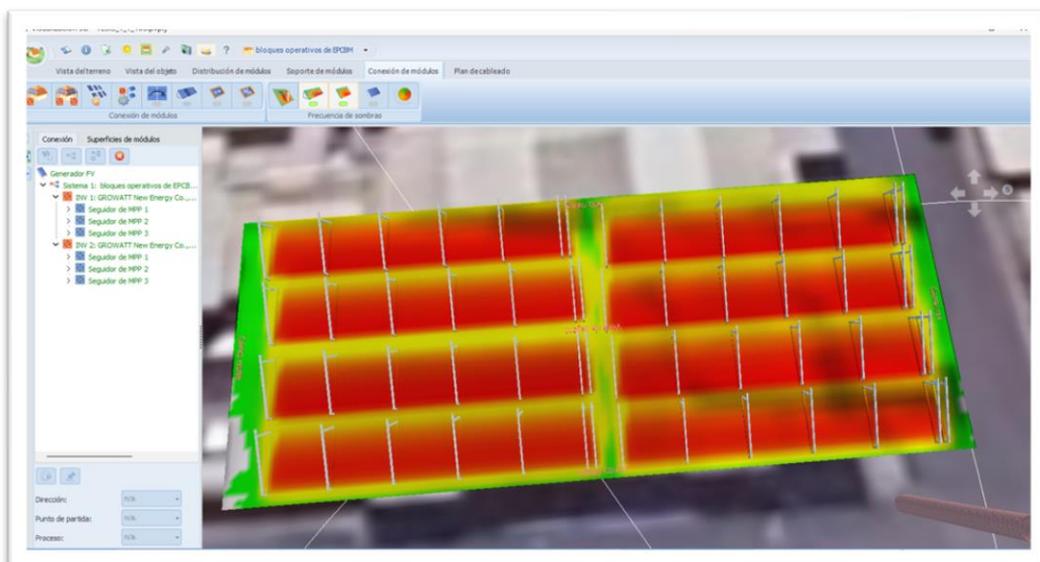


FIGURA 17

ENFOQUE DE LAS FILAS Y COLUMNAS DE PANELES EN LA ZONA ESTUDIA PARA EL CALOR QUE REPRESENTA LA EFICIENCIA EN EL SISTEMA FV

Fuente: PVSOL (autor)

El programa de PVSOL es una herramienta esencial para diseñar sistemas fotovoltaicos, ya que optimiza la eficiencia y rendimiento de la generación de energía eléctrica considerando factores como la inclinación y orientación de los paneles. En tu caso, la inclinación de 15° con caída hacia el oeste está pensada para maximizar la captación solar en las horas de la tarde, aprovechando la radiación cuando el sol está más bajo. Este tipo de configuración ayuda a mejorar el rendimiento del sistema a lo largo del tiempo, adaptándose a las condiciones locales y garantizando una producción energética más eficiente como se observa en la figura 18[20].

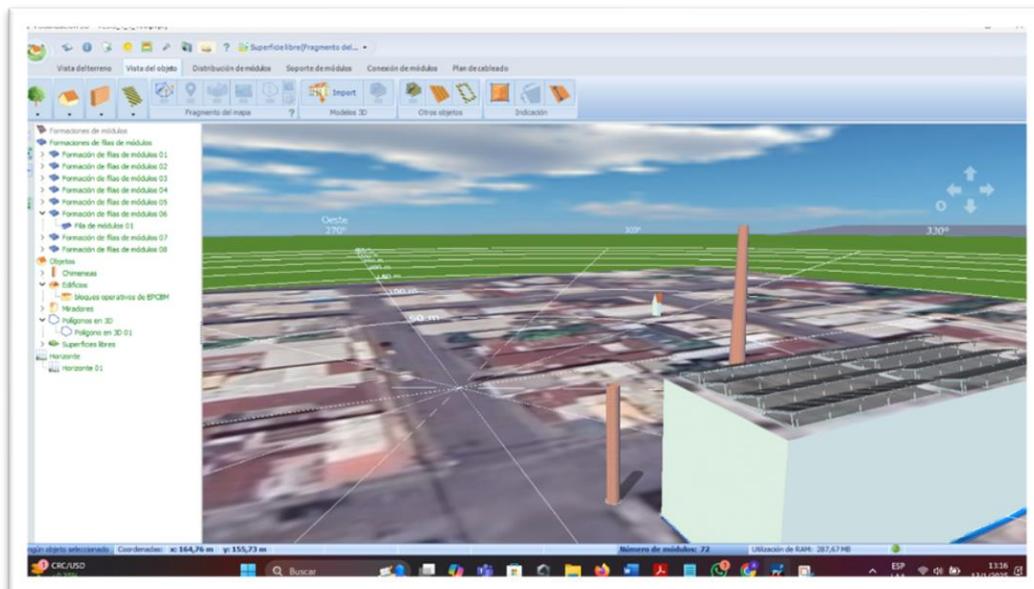


FIGURA 18

INCLINACIÓN ÓPTIMA PARA LA GENERACIÓN

Fuente: PVSOL (autor)

2.5 ANÁLISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD

Estudios sobre el análisis de costos totales de propiedad, incluyendo costos iniciales, operativos y de mantenimiento, así como investigaciones sobre la rentabilidad a largo plazo de los sistemas fotovoltaicos.

Para recuperar lo que es la inversión del sistema fotovoltaico la cual es la cantidad de 35000 dólares se recuperara con solo el pago año a año de la factura de la empresa eléctrica. El primer año generado un ahorro para la inversión inicial como consta en la figura 19 que sería un ahorro de 5224 dólares ahorrados en el primer año.

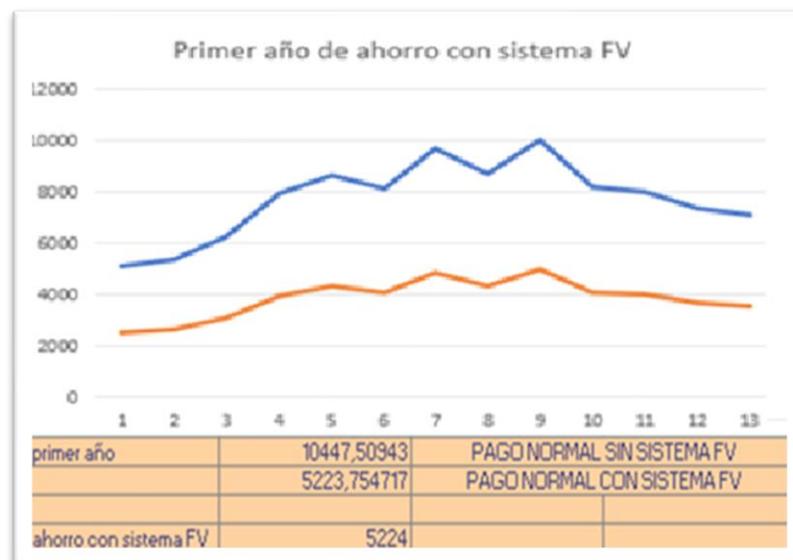


FIGURA 19

AHORRO CON EL SISTEMA FV PRIMER AÑO

Grafica de comparación entre el consumo normal (AZUL) y con la instalación FV (NARANJA) durante un año y un mes

Fuente: Excel(autor)

Para recuperar la inversión realizada en el sistema fotovoltaico, se estima un período de aproximadamente 7 años y 7 meses, durante el cual los pagos mensuales que normalmente se harían a la empresa eléctrica se redirigen hacia la amortización de la inversión inicial. Según la figura 20, después de este tiempo, se saldaría por completo la deuda, lo que implicaría que, a partir de entonces, los costos de energía eléctrica serían nulos o mucho más bajos.

septimo año	73132,56604	PAGO NORMAL SIN SISTEMA FV
	36566,28302	PAGO NORMAL CON SISTEMA FV
ahorro con sistema FV	36566	

FIGURA 20

AHORRO DE 7 AÑOS Y 7 MESES REPRESENTA LO INVERTIDO DEL SISTEMA FV

Fuente: Excel(autor)

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN INICIAL

Para el análisis del sistema fotovoltaico del bloque de operaciones comenzaremos obteniendo datos del consumo más elevado al consumo menor de los meses del año como se puede observar en la planilla en el historial de consumo Figura 21.

Para realizar el consumo diario con la factura entregada por la empresa eléctrica. Desde el punto de vista económico, se evalúa la rentabilidad del proyecto a largo plazo. El análisis de costos considera la inversión inicial en los equipos y la instalación del sistema fotovoltaico, también los ahorros proyectados en el consumo energético a lo largo del

De la planilla buscaríamos el consumo promedio, pero analizaremos cuál de las cargas es la óptima para el consumo y el espacio designado del centro de operación (EPCBM).

Otra manera de hacer el cálculo es ingresando a geo portal de Cnel y podrás encontrar los datos necesarios para hacer el cálculo para el sistema fotovoltaico como se observa en las siguientes imágenes de la web. Figura 22

3.2.2 POR GEO PORTAL CNEL

La presente imagen exhibe los parámetros eléctricos asociados al suministro energético del **Cuerpo de Bomberos de Milagro**, detallando las especificaciones técnicas del **transformador de 100 kVA** que opera como fuente de alimentación de la instalación.

El esquema ilustra la arquitectura del sistema de distribución, incluyendo los siguientes datos técnicos relevantes:

- **Tensión secundaria:** 240 V
- **Topología de conexión en BT:** Monofásica
- **Nivel de carga del transformador:** 15.30%
- **Demanda energética total:** 9,189 kWh
- **Sistema de distribución:** Subterráneo
- **Fase de acoplamiento:** A
- **Tensión primaria:** 7.97 kV
- **Protección en AT:** Implementada

El punto de soporte del equipamiento corresponde a un **poste de hormigón**, identificado bajo la codificación estructural **PHR9_350**, propiedad de **CNEL EP-Milagro**. La unidad transformadora alimenta un único usuario mediante un esquema de distribución **monofásico particular**.

Para la evaluación de una alternativa de **generación distribuida**, se requiere la determinación del **perfil de carga promedio**, información que puede ser extraída a partir de la facturación eléctrica. Este análisis permitirá definir la **configuración óptima de carga** conforme a los requerimientos operativos y las restricciones espaciales establecidas en el **Centro de Operación (EPCBM)**.

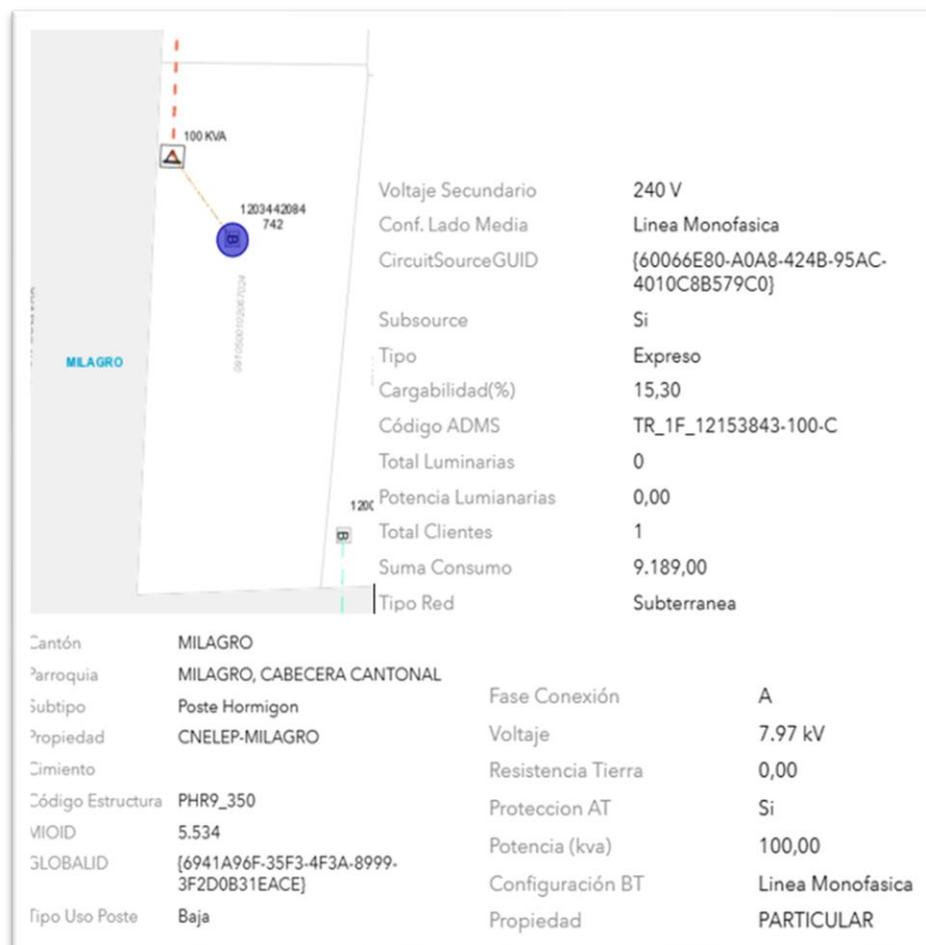


FIGURA 22

CAPTURA DE LA PÁGINA DEL GEO PORTAL CNEL QUE TAMBIÉN PROPORCIONA VARIOS DATOS

Fuente: Geo portal Cnel

Para eso tomamos en Google maps para ver el área de la estación de bomberos (EPCBM). Figura 22_Figura 23

3.2.3 ESTUDIO DEL AREA A IMPLEMENTAR POR GOOGLE MAPS

Para llevar a cabo el estudio, existen diversas formas de definir el área de análisis y calcular adecuadamente el espacio disponible para la instalación de los paneles solares. Una de las maneras más prácticas es utilizar Google Maps para medir la superficie y compararla con las dimensiones de los paneles, lo que permite estimar la cantidad de módulos que se pueden instalar.

Sin embargo, en este caso, el análisis se realizó utilizando PVSOL, un software especializado que facilita la evaluación del área mediante imágenes satelitales integradas en la plataforma. Aun así, siempre es recomendable verificar manualmente el espacio disponible para asegurar la precisión del estudio y optimizar la distribución de los paneles.



FIGURA 23

ESPACIO DETERMINADO PARA EL ANÁLISIS FV EN LA (EPCBM) SERIA 1000x2000MM
FORMA VERTICAL Y HORIZONTAL

Fuente: Google maps

3.3 ESTUDIO DE VIABILIDAD

3.3.1 EVALUACION DE CARGAS POR MES ACORDE A LA FACTURA

- Evaluar la radiación solar disponible en la ubicación de EPCBM.
- Determinar la capacidad óptima del sistema fotovoltaico para satisfacer las necesidades de carga.
- Se llevará a cabo un análisis de dimensionamiento energético para determinar la carga adecuada en la Estación de Bomberos EPCBM. Este estudio considerará un margen

de factor de carga del 0.85, iniciando el cálculo desde el valor de carga máxima estimada. Este enfoque permitirá identificar con precisión las necesidades energéticas reales de la estación, garantizando que el sistema fotovoltaico y los equipos asociados sean dimensionados de manera óptima para cubrir la demanda, incluso en condiciones de alta exigencia.

- Para hacer el cálculo tome los valores de grafica de consumo en el año que no da la empresa eléctrica. Figura 24.

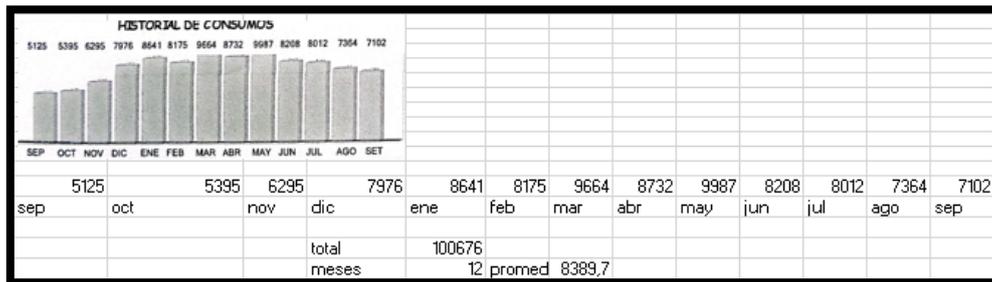


FIGURA 24

SE OBSERVA LA KWH/MES A ANALIZAR

Fuentes: factura de la Cnel de EPCBM

3.3.2 ANALIZANDO CARGA MES CONSIDERANDO MARGUEN

Y tomamos la carga más elevada para calcular en descendiente hasta obtener el valor adecuado y optimo dado por el espacio disponible de la investigación en la figura se observa la carga mayor de las cargas obtenidas por el consumo año y el análisis de carga kWh/mes estudio considerará un margen de factor de carga del 0.85. Figura 25

Cálculo realizado considerar un margen de factor de carga del 0.85 o margen de 85 %:

$$100\% = kWh/mes * 0.85$$

Análisis con el recibo de energía eléctrica		
DATOS DE PLANILLA		
Factor de potencia		0,994144
kWh del mes mayor		9987
kVARh		772
kW del mes		35
1 kWh del mes 100%		9987 kWh/mes
2 kWh del mes 90%		8489 kWh/mes
3 kWh del mes 80%		7216 kWh/mes
4 kWh del mes 70%		6133 kWh/mes
5 kWh del mes 60%		5213 kWh/mes
6 kWh del mes 50%		4431 kWh/mes
7 kWh del mes 40%		3767 kWh/mes

FIGURA 25

ANÁLISIS DE DIMENSIONAMIENTO CON MARGEN DE 0.85 PARA EL ESTUDIO

Fuente: Excel

Continuamos con el estudio 100% a 40% para análisis de viabilidad optima de acuerdo con los factores propuestos como el área para la instalación de los paneles solares.

	CARGAS POR MES (KWh/MES)	CARGAS POR DIA (kWh/día)	CARGAS POR DIA (Wh/día)
1	9987 kWh/mes	333 KWh/MES	332900 Wh
2	8489 kWh/mes	283 KWh/MES	282965 Wh
3	7216 kWh/mes	241 KWh/MES	240520 Wh
4	6133 kWh/mes	204 KWh/MES	204442 Wh
5	5213 kWh/mes	174 KWh/MES	173776 Wh
6	4431 kWh/mes	148 KWh/MES	147709 Wh
7	3767 kWh/mes	126 KWh/MES	125553 Wh

FIGURA 26

CONVERSIÓN DE KWH /MES A KWH /DÍA Y POR ÚLTIMO PARA CONOCER LA CARGA KW POR 12 HORAS

Fuente: Excel (propio)

3.3.3 OBTENIENDO HORA SOLAR PICO (HSM O HSP)

Para dimensionar un sistema fotovoltaico, el primer paso clave es calcular la cantidad de paneles necesarios, lo cual depende de la carga instalada (es decir, el consumo energético total que se desea abastecer). Una parte fundamental de este proceso es el análisis de la Hora Solar Pico (HSP).

La Hora Solar Mínima (HSM), también denominada Hora Solar Pico (HSP), es una medida que representa el tiempo equivalente en el que un panel solar recibe una irradiancia constante de 1.000 W/m^2 bajo condiciones ideales. Este parámetro es fundamental para el diseño y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos, ya que permite calcular la energía que los paneles pueden generar según la radiación solar promedio diaria de una ubicación específica.

En regiones con alta radiación solar, como áreas desérticas, la HSM puede alcanzar hasta 7 horas diarias, mientras que en zonas con mayor nubosidad o ubicadas en latitudes altas, este valor tiende a ser considerablemente menor. El análisis de la HSM es esencial para determinar con precisión el número de paneles requeridos para satisfacer una demanda energética específica, maximizando la eficiencia del sistema y optimizando el uso del espacio disponible.

En este estudio, se utilizará el Atlas Solar Del Ecuador Con Fines De Generación Eléctrica una herramienta de la Consejo Nacional De Electricidad que proporciona datos detallados sobre la irradiancia solar y el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos. Este análisis permitirá evaluar la HSP en la estación de bomberos, asegurando un diseño eficiente y acorde a las necesidades energéticas del sitio como lo muestra en la figura comienza pidiendo valores lo cuales debemos tener a la mano como la longitud y latitud o la dirección exacta para el análisis como se observa en la figura 27.

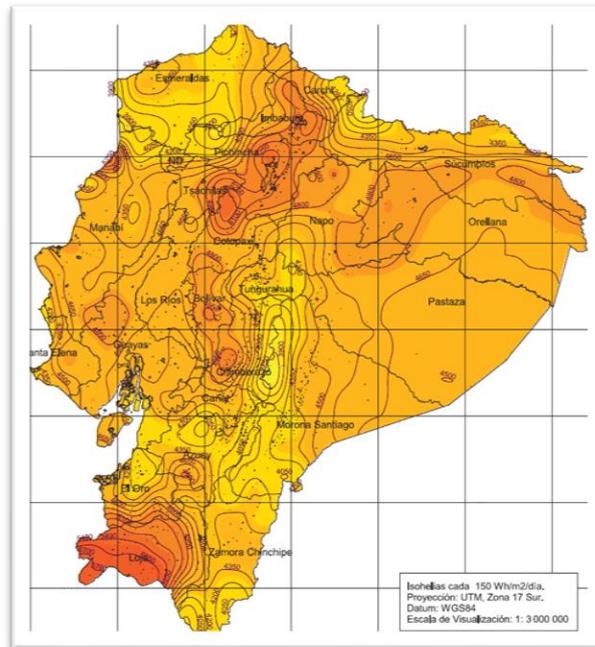


FIGURA 27

DATOS PARA OBTENER (HSP), MAPA DE INSOLACIÓN GLOBAL PROMEDIO

Fuente: CONELEC-ATLAS SOLAR DEL ECUADOR

Para determinar la Hora Solar Pico (HSP), accedemos al programa y seleccionamos la ubicación que deseamos analizar. Según los datos proporcionados, el mes con la generación más baja de energía es febrero, con un registro de $4500 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$. como se observa en la figura 28. Este valor se utiliza como referencia para calcular la HSM, ya que tomar el mes con menor producción garantiza que el sistema esté diseñado para mantener un buen desempeño incluso en las condiciones menos favorables. Esto permite optimizar el dimensionamiento y asegurar un suministro energético confiable durante todo el año[21][22].

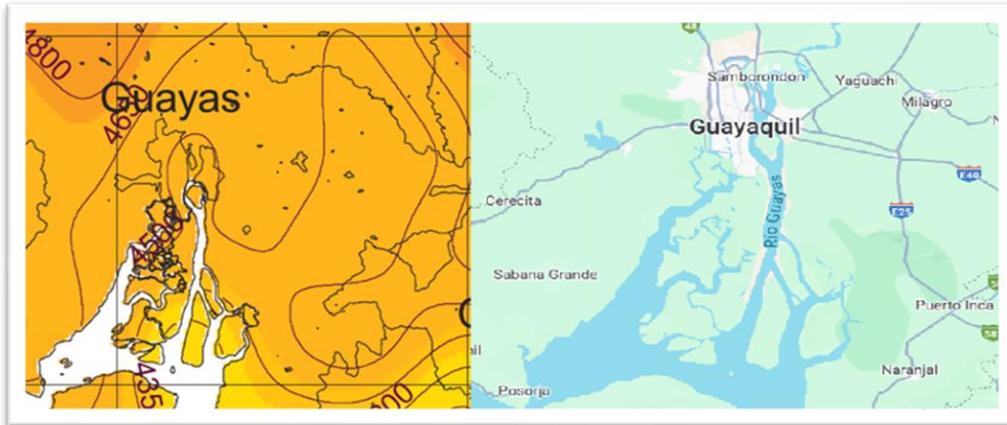


FIGURA 28

COMPARACIÓN DE SITIO A ANALIZAR CON GOOGLE MAPS Y ATLAS SOLAR

Fuente: Google maps y atlas sola

De acuerdo con el programa, la estación de bomberos registra un consumo de $4500 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$. Para calcular la Hora Solar Mínima (HSM), este valor debe dividirse entre los 1000 para obtener kW, obteniendo así la generación diaria promedio. Posteriormente, esta cifra se divide por la potencia instalada de los paneles solares, lo que permite determinar las horas solares mínimas disponibles en esa ubicación. Este cálculo es crucial para dimensionar correctamente el sistema fotovoltaico, garantizando que pueda cubrir la demanda incluso en las condiciones más desfavorables[22].

$$\text{INSO_GLOB_PROM} = 4500 \text{ Wh/m}^2/\text{día}.$$

$$\text{kW} = 1000 \text{ k}$$

$$\text{HSM} = \text{HSM} / 1000$$

$$\text{HSM} = 4.5 \text{ H}$$

El cálculo se realizará de acuerdo con el 5mo ítem de 174 kWh/mes ya que es la carga para generar por la cantidad de paneles solares colocados en la terraza de la estación de bomberos, pero el cálculo a realizar se comienza realizando lo que es el factor de seguridad lo cual a un sistema fotovoltaicos es esencia ya que sufre pérdidas a la hora de arranque de motores o al momento de algún imprevisto de algún consumo imprevisto y sostiene su sostenibilidad y durabilidad.

3.4 DIMENSIONAMIENTO DE FACTOR DE SEGURIDAD

De 30% para los paneles solares para evitar cualquier anomalía al producir y añadiendo perdidas. Y se calcula

$$\text{Total de carga kWh/mes} \times 1.3 = FS$$

Datos:

$$Wh = 173776Wh$$

$$\%30 = 1.3$$

$$\text{Total de carga kWh/mes} \times 1.3 = FS$$

$$FS = 225.9kWh$$

HORA SOLAR MINIMA (HSM)			
			Datos HSM
60%			HSM_MES 4500 Wh/m ² /día
			kW 1000 k
			HSM 4,5 kWh
PT		Factor Seguridad (FS:1,3)	
1	173776 Wh/día	225909	
	14481 wh	18825,73	
Análisis HSM			
coordenadas		-2,125	-79594
HSM		4,5	

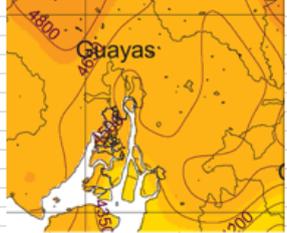


FIGURA 29

CÁLCULO DE FACTOR DE SEGURIDAD VALOR ADECUADO AL ÁREA

Fuente: Excel (autor)

Como el cálculo está realizado y calculado en Excel el cual es $173776Wh \times 1.3 = \text{Factor de seguridad}$ como se visualiza en la figura 29.

A continuación, seguimos con el cálculo respectivo de los paneles luego de haber conocido HSM (hora solar mínima) para el cálculo es esencial ya que serán las horas de su máxima fuente de radiación solar al día.

Datos utilizados en el sistema fotovoltaico como paneles, controladores, baterías y inversores usados en el cálculo del análisis figura 30.

datos PANEL			datos CONTROLADOR	
panel(Wp)	700	W	controlador (Wp)	10000
Voc	42,1	V	Voc	450
Isc	17,43	A	Isc	120
datos BATERIA			datos INVERSOR	
bateria (Wp)	3000	W	inversor(Wp)	50000
Voc	12	V	Voc	48
Isc	250	Ah	Isc	1042

FIGURA 30

DATOS PARA EL ANÁLISIS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Fuente: Excel (autor)

A continuación, seguimos con el cálculo respectivo de los paneles luego de haber conocido HSM (hora solar mínima) para el cálculo es esencial ya que serán las horas de su máxima fuente de radiación solar al día para su generación.

De acuerdo con el programa en la terraza caben 72 paneles solares de Silicon Heterojunction Pv Module descuerdo a la figura 42 del estudio del diseño fotovoltaico.

3.5 DIMENSIONAMIENTO DE LOS PANELES

Para evaluar el sistema de paneles es necesario tener los datos de HSM de 4.5 kWh y el consumo día a día con el factor de seguridad obtenido en la *potencia* pico es lo que utilizaremos para la generación de 173776kWh/día.

$$POTENCIA PICO = \frac{CONSUMO DIA \left(\frac{Wh}{día} \right)}{(HORA SOLAR MINIMA (HSM))}$$

da como resultado 50.202 W lo que equivale a 72 paneles fotovoltaicos de 700 W se hace una operación simple para lograr las unidades de paneles.

$$unid = \frac{50.202W}{700 W} = 72 unid$$

Para calcular los breakers de los paneles fotovoltaicos al controlador, es necesario contar con los datos específicos del panel y el tipo de arreglo que se usará (serie o paralelo). En un arreglo en serie, el voltaje aumenta mientras que la corriente se mantiene constante, siendo ideal para sistemas de alta tensión y distancias largas. En un arreglo paralelo, el voltaje se mantiene igual al de un solo panel y la corriente se suma, lo que es mejor para sistemas de bajo voltaje con mayor capacidad de corriente.

El tipo de arreglo influye en el dimensionamiento del controlador de carga y las baterías. Los paneles en serie requieren controladores capaces de manejar voltajes más altos, mientras que, en paralelo, se necesita un controlador que gestione mayor corriente. Para este sistema, se ha optado por un arreglo de 12 paneles en serie, distribuidos en dos entradas MPPT del controlador con 6 paneles por entrada, lo que asegura un suministro equilibrado de energía. El sistema y los componentes están diseñados conforme a las Especificaciones del controlador.

Arreglo de 12 paneles solares		arreglo SERIE
#		12
panel(Wp)		8400 W
Voc		505,2 V
Isc		17,43 Ah
#		6
		4200 W
		252,6 V
		17,43 Ah

datos CONTROLADOR	
controlador (Wp)	10000 W
Voc	450 V
Isc	120 A

FIGURA 31

FIGURA 32

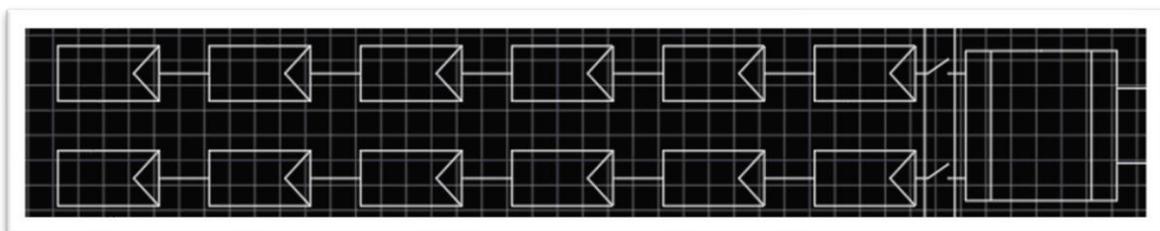


FIGURA 33

Fuente: Excel y AutoCAD (autor)

Figura 31 y 32 hace la comparación para poder realizar los respectivos arreglos para armar un sistema fotovoltaico equilibrado y sin pérdidas, en la figura 33 se encuentra el arreglo de 12 paneles en serie, pero se divide ya que por cada mppt hay que cumplir un estándar de tensión y corriente. Así que dividí el sistema para conectar en el mismo controlador distintas entradas mppt, 6 paneles por entrada.

Definido los valores de los arreglos podemos escoger los breakers que se usaran para los arreglos de paneles al controlador, cálculo realizado en Excel que consta del amperaje recopilado por los arreglos de paneles a los controladores, pero ya que los paneles al hacer arreglos de paneles en serie solo se suma el voltaje y el amperaje sigue siendo el mismo, pero se le añade un factor de seguridad de 20%. figura 34

Breakers DC_2P para paneles a controlador

$$17.43 * 1.2 = AMP$$

$$A=20.91 A$$

$$V =505.2v$$

Breacker(DC) 2P PANELES			
ARREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR			
DATOS			
FS	1.2		
Isc Total	17.43		
BREACK	20.916 A		505.2 V

FIGURA 34

CALCULO BREAKERS DC PARA CADA ARREGLO DE PANELES

Fuente: Excel (autor)

3.6 CÁLCULO DEL CONTROLADOR DE CARGA

Para este caso no requerí lo que es los controladores, pero así es como se obtendría los controladores a analizar y cuantos requiere para su sistema.

Para realizar el cálculo del amperaje del controlador es necesario tener en cuenta la Potencia instalada en paneles y la tensión del sistema.

Formula del amperaje del controlador de carga:

$$C = \frac{POTENCIA\ INSTALADA\ EN\ PANELES}{TENSION\ DE\ SISTEMA} = \frac{50389Wp}{48V} = 1050A$$

Y para 1050 AMP no logre encontrar un controlador tan grande para que me abastezca así que debí hacer cálculos para colocar controladores en paralelo haciendo el cálculo de los cuantos controladores es necesaria. Para aquello vamos a tomar el amperaje del controlador obtenido y lo vamos a dividir para el controlador hallado para ver cuántos controladores son necesarios para la cantidad de paneles Y de los 6 controladores en necesario hacer que los paneles se dividan balanceadamente a los 72 paneles solares.

SELECCIÓN DE CONTROLADOR			
TENSION DE SISTEMA (V)	48 V		NOTA : para proyectos con paneles de 300 w para mas carga es necesario controladores MPPT
POTENCIA INSTALADA EN PA	50202 Wh		
AMPERAJE DEL CONTROLAI =	$\frac{POTENCIA\ INSTALADA\ EN\ PANELES}{TENSION\ DE\ SISTEMA}$		cuantos paneles son por controlador
A_controlador	1046 A	cont paneles	6 UND 72 UND
CANTOS CONTROLADORES SON NECESAR			
	SE NECESITAN	necesito	11,95 paneles en un controlador
datos CONTROLADOR			
controlador (Wp)	10000 w		
Voc	450 V	C	6 UND
Isc	120 A		

FIGURA 35

CÁLCULO DEL AMPERAJE DEL CONTROLADOR EN EXCEL PARA MÁS PRECISIÓN

Cálculo de cuantos controladores y cuantos paneles para cada controlador

Fuente: Excel

3.7 CÁLCULO DE LAS BATERÍAS

Las baterías en sistemas fotovoltaicos almacenan la energía generada por los paneles solares para usarla cuando no hay producción solar, como durante la noche o días nublados. Esto garantiza autonomía y estabilidad en el suministro eléctrico.

Las baterías tienen una vida útil limitada y deben reciclarse adecuadamente para reducir su impacto ambiental. Las opciones modernas, como las de litio, destacan por su eficiencia y durabilidad, siendo ideales para aplicaciones de largo plazo.

Y para obtener el amperaje requerido para el sistema de baterías o arreglo de baterías

Es necesario tener la carga instalada(W) con su factor de seguridad y sobre la tensión de las baterías para poder saber la carga del sistema de baterías. El cálculo de la corriente del sistema de baterías.

Cálculo de amperaje de Baterías:

$$AMP_BAT = \frac{CONSUMO\ DIA\ (KW)}{TENSION\ DEL\ SISTEMA(V)}$$

Las baterías de gel son una variante de las baterías de plomo-ácido selladas, en las que el electrolito se encuentra inmovilizado en forma de gel, lo que las hace seguras, sin mantenimiento y resistentes a fugas. Son ideales para sistemas fotovoltaicos, equipos médicos y aplicaciones donde se requiere estabilidad y confiabilidad. Estas baterías soportan descargas regulares de hasta el 50-60 % de su capacidad, alcanzando ocasionalmente el 80 %, aunque esto puede reducir su vida útil. Su duración varía entre 1200 y 1500 ciclos si se mantienen dentro de los límites recomendados, pero requieren controladores de carga precisos para evitar sobrecargas y descargas profundas, maximizando así su rendimiento y vida útil.

Así que el cálculo considerare un 50% de margen de descarga para el calculo

El resultado de AMP, BAT es 1034 Ah a su 50% para el análisis se considerará así que la corriente debe ser el doble 2069 Ah hay estaría a su 100% de corriente como se observa

en la figura 36, el cálculo realizado en el programa de Excel que nos ayuda a facilitar los procesos matemáticos tedioso[23].

Para colocar la protección respectiva también este realizado en la figura 36 ya que los datos del breakers es la carga instalada del inversor y el voltaje de las baterías.

$$AMP_{BREAKDCBATERIAS} = \frac{P_{Inversor}}{\text{tension del arreglo de baterias}}$$

$$= \frac{50000 W}{48 V} = 1042 AMP$$

CALCULO DE BATERIAS			
POTENCIA DIA A DIA	49650 Wh/dia		
TENSION DEL SISTEMA	48 V		nota: Las Baterias de gel se recomienda usar al 50%
			breaker (DC) 2P BATERIAS
	$CB = \frac{\text{CONSUMO DIA(Wh)}}{\text{TENSION DEL SISTEMA (V)}}$		
	80%	P_INV	50000 w
CB	1034 Ah	T_SIS	48 V
	100%	BR_B	1042 A
BO	2069 Ah		
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS			
datos BATERIA			
bateria (Wp)	3000 W		
Voc	12 V		
Isc	250 Ah		

FIGURA 36

CÁLCULO DE LAS BATERÍAS

Cálculo de Breacker DC de batería

Fuente: Excel (autor)

Los sistemas de baterías utilizan configuraciones en serie y en paralelo para cumplir con los requisitos de voltaje y capacidad del sistema. En este caso, se requiere un arreglo en serie de 4 baterías de 12 V para alcanzar un voltaje total de 48 V. Además, de acuerdo con los cálculos realizados, se necesita un arreglo en paralelo de 8 cadenas de baterías para incrementar la capacidad total y satisfacer la demanda de energía del sistema. La potencia total será determinada posteriormente considerando estas configuraciones y los requisitos del sistema.

	arreglo en serie 4	arreglo en paralelo 8	CARGA
baterias(W/p)	99300,57143	W	99300,57143 W
Voc	48	V	48 V
Isc		2068,761905 A	2068,761905 A
SE NECESITAN			
	EN SERIE EN PARALELO	baterias	por calculo
C	4 8,2750476	2068,761905	2069
SE NECESITAN			
C	8 LIND		
TOTAL DE BATERIA			
	33		

FIGURA 37

REALIZAMOS EL CÁLCULO DE ARREGLOS EN SERIE Y EN PARALELO, TAMBIÉN EL TOTAL DE BATERÍA

Fuente: Excel

Estándar de tensión (Voltaje)

- $0 \leq 2000 \text{ kWh/días} = 12\text{V}$
- $2000 \text{ kW/día} \leq 4000 \text{ kW/días} = 24\text{V}$
- Desde 24 V
- $4000 \text{ kW/días} = 48\text{V}$
- Casos especiales con las baterías de 96 V

3.8 CÁLCULO DEL INVERSOR

Para realizar el cálculo del inversor es necesario tener la carga instalada del sistema en el que estás trabajando 50202 Wh/día.

Realiza la respectiva conversión:

$$Wh/12 = 173776 \frac{Wh}{dia} /12H = 14481W$$

Factor de seguridad consta de 0.2 de diferencia de potencia nominal.

$$FS = 40161W \times 1.2 = 50160W$$

El rendimiento de un sistema fotovoltaico está directamente relacionado con las Horas de Sol Pico (HSP), ya que estas determinan la cantidad de energía solar disponible por día. Para calcular la generación horaria de energía, se divide la potencia total instalada entre las HSP.

El factor de seguridad se aplica al inversor para asegurar que pueda manejar los picos de demanda y consumos elevados sin comprometer su funcionamiento. Para esto, se ha elegido un inversor de 50,000 W (50 kW), que es capaz de cubrir no solo la carga nominal del sistema, sino también los picos de consumo.

Esto garantiza la estabilidad y eficiencia del sistema fotovoltaico, protegiéndolo de sobrecargas y asegurando su rendimiento a largo plazo. El último detalle para acabar un sistema fotovoltaico con los siguientes detalles que la protección o breakers de salida del inversor.

$$AMP_{BREAKDCBATERIAS} = \frac{P_{Inversor}}{\text{tension del arreglo de baterias}}$$

$$B_{ACINV} = \frac{50000 W}{220 V} = 227,250 AMP$$

SELECCIÓN DE INVERSOR				
$C_{INV} = \text{CARGA INSTALADA}(kWh) \times 1,5(FS)$				
		FS		
CARGA INSTALADA	40162		1,2	
INVERSOR	48193,88 W			
TENSIÓN DEL SISTEMA	48 V			
NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.				
¿CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS?				
datos INVERSOR		SE NECESITAN		
inversor(Wp)	50000 W	C		1 UND
Voc	48 V			
Isc	1042 A			
		Pr_INV	48193,87733 W	
Breaker AC 3P salida de inversor				
inversor(Wp)	50000 W			
TENSIÓN DEL SALIDA	220 VAC			
B_AC_INV	227,2727 A			
$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA INVERSOR}{TENSIÓN DEL SISTEMA AC}$				

FIGURA 38

CÁLCULO DE INVERSOR Y SU PROTECCIÓN DE SALIDA AC

Fuente: Excel(autor)

IV CAPITULO

4.1 DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Desarrollar un diseño técnico detallado de la infraestructura fotovoltaica, incluyendo la disposición de paneles, inversores y red eléctrica interna.

Para asegurar la precisión de la simulación en el estudio de viabilidad, se han ingresado en el programa PV*SOL los obstáculos que generan sombra en el sistema fotovoltaico. Esto permite que la simulación refleje de manera más realista las condiciones de funcionamiento del sistema, teniendo en cuenta cómo la sombra afecta la generación de energía y optimizando así el diseño del sistema fotovoltaico[15].

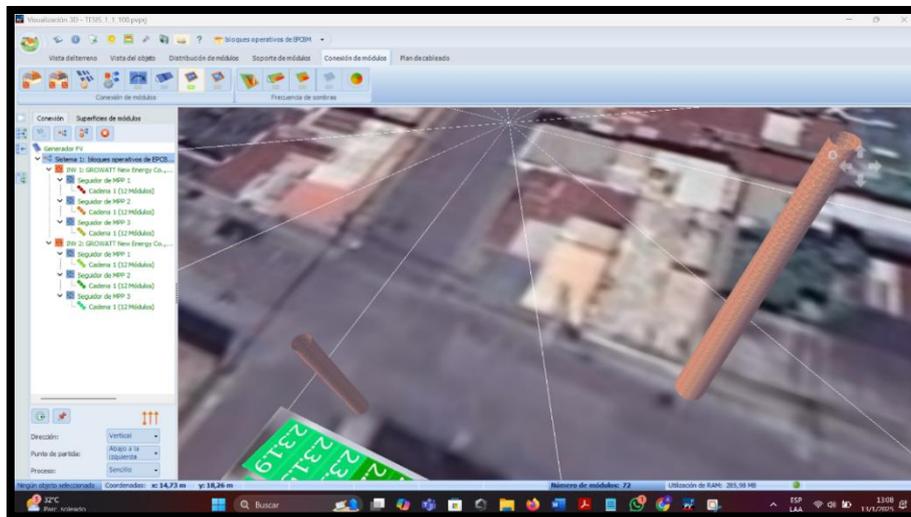


FIGURA 39

OBSTÁCULOS DE SOMBRA ALREDEDOR DE LA ESTACIÓN DE BOMBEROS

Fuente: PVSOL (autor)

El azimut es un factor esencial en la instalación de sistemas fotovoltaicos, ya que define la orientación horizontal de los paneles solares en relación con el norte geográfico. Este ángulo, medido en grados, posiciona los módulos según las direcciones cardinales: 0° para el norte, 90° para el este, 180° para el sur y 270° para el oeste. Su correcta configuración es crucial para optimizar la captación de radiación solar diaria.

En nuestro proyecto, utilizando el software especializado PVSOL, se determinó que la orientación más eficiente para nuestros paneles es un acimut de 15 grados hacia el oeste. Esta decisión se tomó tras analizar múltiples aspectos:

- **Ubicación geográfica:** La latitud del sitio afecta la trayectoria solar durante el año.
- **Clima local:** La orientación hacia el oeste permite aprovechar mejor la luz solar durante la tarde, coincidiendo con el pico de consumo energético.
- **Obstáculos potenciales:** Se consideraron sombras de edificios o árboles para asegurar una captación solar uniforme.
- **Requerimientos energéticos:** El ajuste de orientación se hizo para alinear la generación solar con las demandas específicas del sistema.

Este ángulo de 15 grados hacia la oeste mejora la producción solar durante las horas clave del día y garantiza un rendimiento óptimo durante todo el año como lo observa en la figura 40. La simulación realizada con PV*SOL validó esta configuración como la más adecuada para maximizar la eficiencia energética y el retorno de inversión, adaptándose perfectamente a las condiciones del sitio y al consumo previsto.

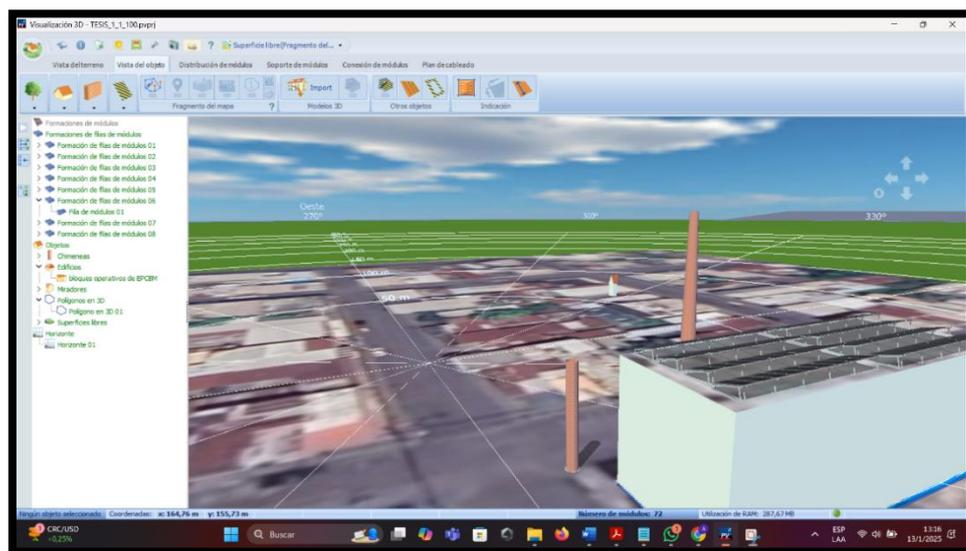


FIGURA 40

POSICIÓN DE PANELES SEGÚN AZIMUT A 15° AL OESTE

Fuente: PV*SOL (autor)

El diagrama de implantación generado con PVSOL como se observa en la figura 41 proporciona una representación precisa de la disposición y orientación de los módulos solares, optimizando su rendimiento. Permite analizar sombras, irradiación y distribución

eficiente, facilitando la toma de decisiones técnicas antes de la instalación. Su uso mejora la fiabilidad del diseño y maximiza el aprovechamiento del recurso solar.

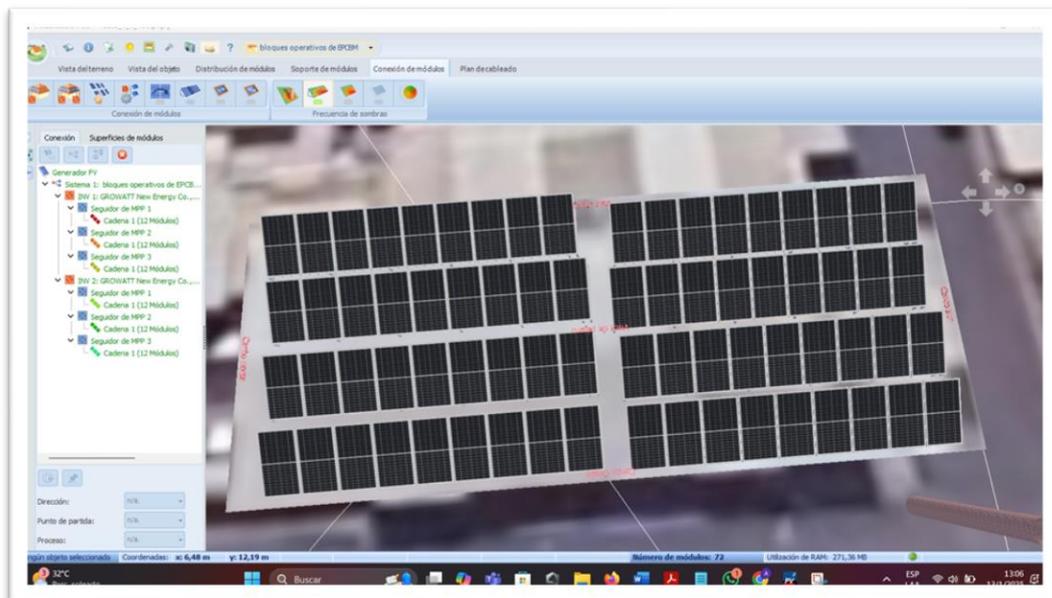


FIGURA 41

DIAGRAMA DE IMPLANTACIÓN EN PROGRAMA

Fuente: PV*SOL (autor)

La siguiente imagen muestra el análisis de generación eficiente del sitio evaluado. Como se observa en la Figura 42, el sistema fotovoltaico presenta un alto nivel de eficiencia, debido a que la zona cuenta con condiciones favorables para la captación de radiación solar. Esto permite un aprovechamiento óptimo de la energía, asegurando un desempeño adecuado del sistema y una generación confiable a lo largo del tiempo.

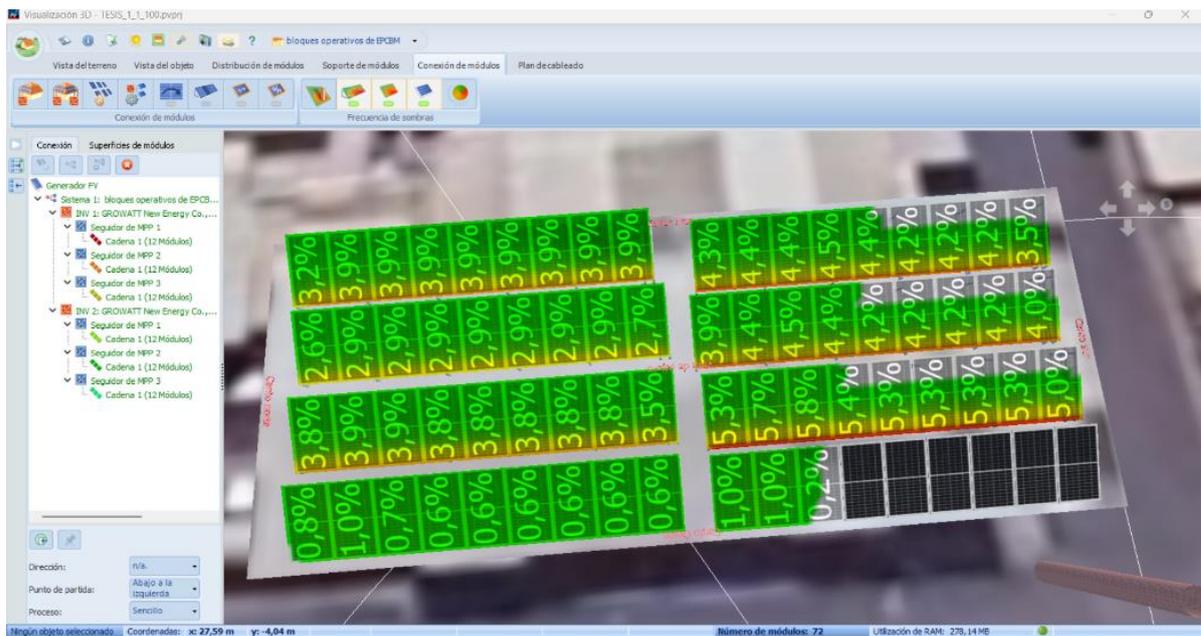


FIGURA 42

DIAGRAMA DE IMPLANTACIÓN EN PROGRAMA CON SU RESPECTIVO PORCENTAJE DE RADIACIÓN SOLAR

Fuente: PV*SOL (autor)

El diagrama de implantación en el sitio muestra en figura 42 cómo se conectan los paneles fotovoltaicos, el inversor, y las barras de distribución principales en el sistema. Los paneles generan energía en corriente continua (DC), que el inversor convierte en corriente alterna (AC). Luego, la energía se distribuye a las barras de distribución, desde donde se envía a las cargas del sitio o a las baterías para su almacenamiento. Las baterías están conectadas a través de un controlador de carga que regula su carga y descarga. Este diagrama es esencial para garantizar una distribución adecuada de la energía y la operación eficiente y segura del sistema fotovoltaico.

DIAGRAMA DE IMPLANTACION

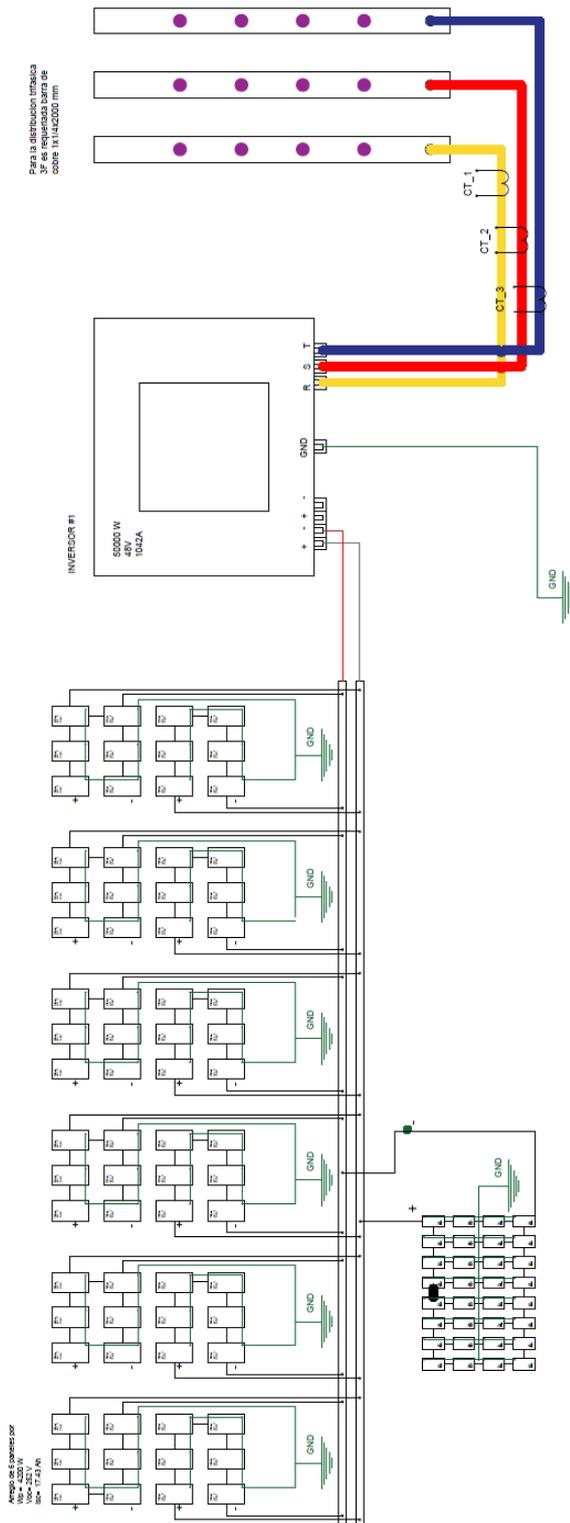


FIGURA 43

DIAGRAMA IMPLANTACIÓN EN SITIO CON SU RESPECTIVA CONEXIÓN LLEGANDO A BARRAS DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPALES

Fuente: AUTOCAD (autor)

4.2 RESULTADOS OBTENIDOS

El uso de AutoCAD para el arreglo de paneles como la figura 44 también facilita de manera más amigable el cálculo de configuraciones en paralelo o serie. Al tener un diagrama claro y preciso de la disposición de los paneles, es mucho más sencillo visualizar cómo se distribuirán las conexiones, ya sea en serie o paralelo, según las necesidades del sistema. En un arreglo en serie, el voltaje se incrementa, pero la corriente se mantiene constante, mientras que, en paralelo, el voltaje se mantiene igual, pero la corriente aumenta. AutoCAD permite realizar estos cálculos y ajustes de forma intuitiva, ayudando a garantizar que el sistema esté correctamente dimensionado y balanceado, lo que mejora la eficiencia y evita errores de configuración en el diseño del sistema fotovoltaico.



FIGURA 44

PARTE SUPERIOR LA EMPRESA PÚBLICA CUERPO DE BOMBEROS (EPCBM)

Fuente: AUTOCAD (autor)

La Figura 43 de la parte inferior muestra el sitio destinado para la instalación de los

componentes principales del sistema fotovoltaico, como inversores, controladores de carga y baterías para el almacenamiento de energía. Esta ubicación es clave no solo para el análisis de la instalación, sino también para determinar la cantidad de cable necesario. Al tener una referencia clara de las distancias entre los componentes, se puede calcular de manera precisa la cantidad de cable en metros requerido para las conexiones eléctricas, evitando así la compra de material en exceso. Esto optimiza los costos y asegura que se adquiera solo lo necesario para una instalación eficiente.

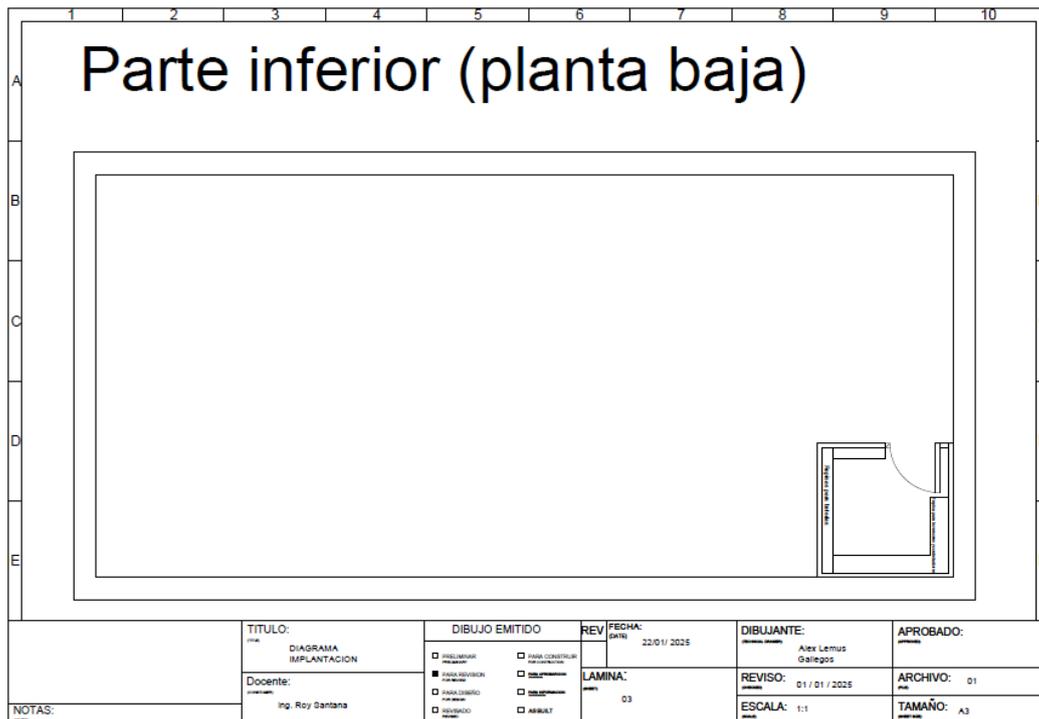


FIGURA 45

ESPACIO PARA INVERSOR, CONTROLADORES Y BATERÍAS EN LA PLANTA BAJA

Fuente: AUTOCAD (autor)

Optimizar la orientación e inclinación de los paneles solares para maximizar la captura de energía solar.

El diagrama unifilar que se muestra en la figura cómo el sistema fotovoltaico se conecta a las barras de distribución para soportar la carga del sitio y a las baterías para asegurar su correcta carga. Este diagrama simplificado ilustra cómo los paneles solares generan energía, que luego se convierte en corriente alterna mediante el inversor. La energía se distribuye a través de las barras y se almacena en las baterías, que se cargan correctamente

La norma que regula el diseño de un diagrama de fuerza y control con paro de emergencia en la salida de un inversor fotovoltaico incluye varias normativas clave:

NFPA 70 - National Electrical Code (NEC), especialmente el Artículo 690, que establece los requisitos de seguridad para sistemas fotovoltaicos, incluyendo desconexión rápida en emergencias. Figura 45

IEC 60364, que trata sobre instalaciones eléctricas en baja tensión y cubre la integración de sistemas fotovoltaicos con dispositivos de seguridad.

IEC 60947, que regula interruptores y dispositivos de protección, cruciales para garantizar la seguridad del sistema.

UNE 20460-7-712 en España, que establece las pautas de seguridad para instalaciones fotovoltaicas y sistemas de desconexión rápida.

Estas normas aseguran que el sistema fotovoltaico sea seguro y permita su apagado rápido en situaciones de emergencia.

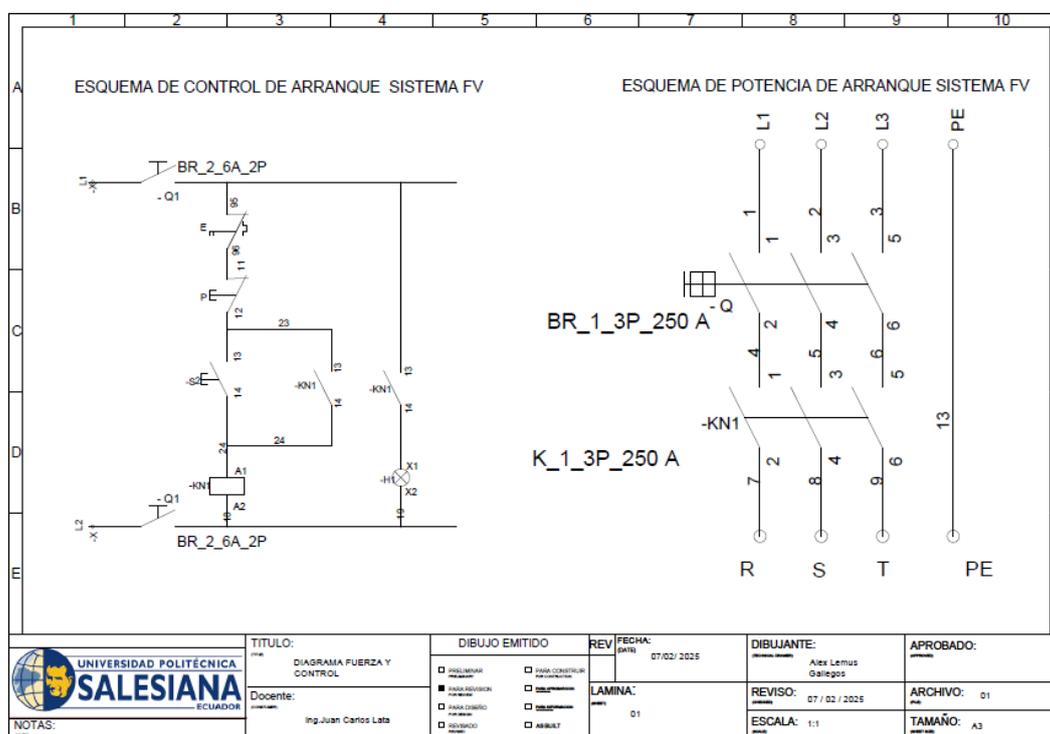


FIGURA 47

EN LA SALIDA DEL INVERSOR ARREGLAR UN DIAGRAMA DE FUERZA Y CONTROL CON PARO DE EMERGENCIA APLICADO

Fuente: AUTOCAD (autor)

4.3 ANÁLISIS DE COSTOS

- Calcular los costos asociados con la adquisición e instalación de paneles solares, inversores y otros componentes.
- Analizado des no tener la instalación FV según análisis

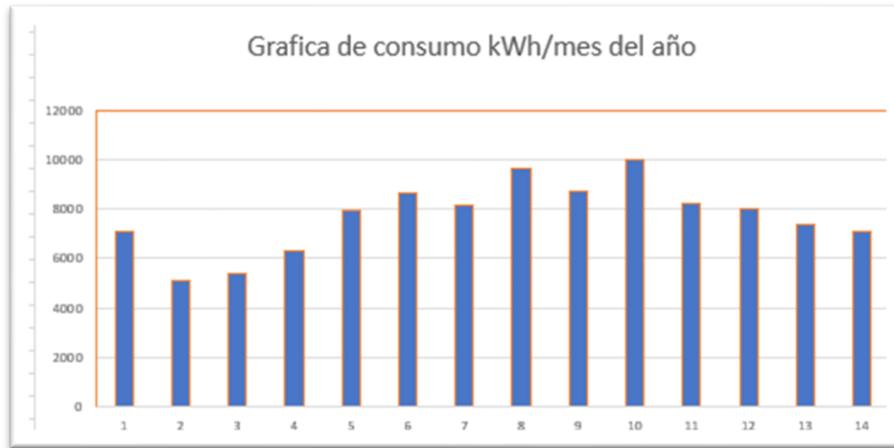


FIGURA 48

ANÁLISIS AL 100% DEL CONSUMO MENSUAL AL AÑO

Fuente: Excel (autor)

- Hasta cuando la instala se ve la diferencia casi el análisis es notable casi el 50 % de Ganancia por el sistema fotovoltaico, las ganancias se ven reflejadas a la medida de los años acomodándose al sistema fotovoltaico.

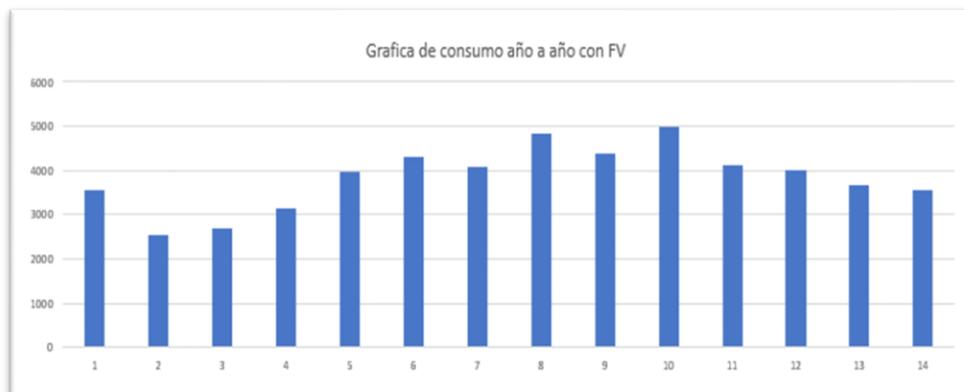


FIGURA 49

ANÁLISIS AL 60% DEL CONSUMO MENSUAL AL AÑO EN COSTO

Fuente: Excel (autor)

Las ganancias no serán inmediatas, pero se irán acumulando con el tiempo. A medida que el sistema fotovoltaico continúe operando, se reflejará una disminución en los costos de electricidad gracias a la autogeneración sostenible. Aunque al principio no se vean grandes cambios, con el paso de los años, los ahorros generados por la reducción de la dependencia de la red eléctrica se traducirán en una ganancia económica significativa a largo plazo. Este modelo de autoconsumo proporciona una fuente estable de energía, lo que resulta en beneficios financieros y ambientales sostenibles con el tiempo como se lo puede ver en la figura 50 la cual la inversión principal es fuerte, pero a medida de los años se ira financiando sola como se lo observa en la gráfica la cual analiza por año la ganancia.



FIGURA 50

Grafica Y Calculo De Inversión, La Ganancia Después De Los 7.7 Años

Fuente: Excel (autor)

Para el análisis vamos a enfocarnos en los datos de los arreglos de paneles solares para hacer el cálculo de viabilidad del sistema fotovoltaico.

Para lo que es la viabilidad del sistema hemos optado por hacer las distintas pruebas para ver si el sistema favorece por la siguiente fórmula que determina los kWh/año para la viabilidad del sistema la cual es:

$$\text{Energía Anual} = (\text{Paneles} \times W \times \text{HSP} \times \text{días/año}) \times (1 - \text{Perdidas})$$

Los datos son

Paneles = 72 und

Panel (WP) = 700 W

HSP = 4.5

1 años = 365 días/año

viabilidad por paneles solares						
paneles	w	HSP	perdidas	dias/año	kWh/año	
72	700	4.5	0.85	365	70365	

FIGURA 51

CÁLCULO DE VIABILIDAD AÑO DEL SISTEMA

Fuente: Excel (autor)

Da como resultado 70.364 kWh/año para la producción del sistema al 60 %

4.4 PRESUPUESTO

Este presupuesto refleja un sistema solar fotovoltaico de alta calidad con algunos de los mejores productos disponibles en el mercado y productos normados para asegurar su eficiencia y seguridad, a continuación, en la figura 48 se realizó lo que es la investigación de la inversión de todos los materiales eléctricos y lo que se necesita para el sistema fotovoltaico.

Distribuida para Autoabastecimiento (SGDA) en Ecuador.

- Define los criterios para dimensionar y seleccionar el tipo adecuado de sistema fotovoltaico según las necesidades del usuario, detalla el proceso para obtener la factibilidad de conexión y el certificado de habilitación, y establece los requisitos técnicos y de seguridad para su correcta instalación y operación. Además, regula la medición de la energía generada y consumida, así como la facturación correspondiente para los usuarios de estos sistemas.
- La Regulación ARCONEL-001/24 establece el Código de Conexión, que regula las obras, equipos e instalaciones necesarias para conectar sistemas de generación a la red eléctrica. Los diseños para la conexión deben ser aprobados por el operador de red, asegurando que cumplan con los estándares mínimos establecidos. Además, se asigna a la Empresa Generadora o Auto generadora Habilitada (EGAH) la responsabilidad de implementar y cubrir los costos de todas las obras e instalaciones necesarias para concretar la conexión de su sistema de generación a la red de transporte eléctrico.
- Además de las regulaciones de ARCONEL, es crucial tener en cuenta otras normativas que influyen en la instalación de sistemas fotovoltaicos en Ecuador. Entre ellas se encuentran las Normas INEN, emitidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, que establecen estándares técnicos aplicables a los componentes y procedimientos de los sistemas fotovoltaicos. Además, regulaciones ambientales pueden ser necesarias, especialmente dependiendo de la ubicación y el tamaño del sistema, para garantizar el cumplimiento con las leyes ambientales vigentes en Ecuador y obtener las autorizaciones correspondientes.
- Investigar y cumplir con todas las normativas locales y nacionales relacionadas con la instalación de sistemas fotovoltaicos.
- En Ecuador, las regulaciones que establecen limitaciones sobre la carga instalada en un sistema fotovoltaico se encuentran dentro de las normativas técnicas y las directrices de ARCONEL, particularmente en lo que respecta a los Sistemas de Generación Distribuida para Autoabastecimiento (SGDA).
- Aunque no hay una ley explícita que indique que la carga instalada debe ser inferior a la carga nominal del sistema fotovoltaico, las regulaciones como la ARCONEL-005/24 y la ARCONEL-001/24 requieren que el sistema sea

dimensionado de acuerdo con la capacidad del equipo y las necesidades del usuario. Estas normativas exigen que el diseño del sistema cumpla con los estándares técnicos y de seguridad, y que la instalación no supere la capacidad de generación o conexión permitida, para evitar posibles sobrecargas o fallas en el sistema.

- Así, las normativas sugieren que el sistema fotovoltaico debe ser dimensionado adecuadamente para asegurar su eficiencia y seguridad, respetando los límites de la carga nominal.
- Para el dimensionamiento se consideró la potencia nominal al 100% la cual fue analizado y comparado en el historial de consumo que obteniendo el mayor consumo de todo el año fue 9987 kWh/mes pero para el análisis de viabilidad de acuerdo al espacio disponible solo nos avanzó para abastecer por auto consumo mensual un 60% de la carga nominal que es 5213 kWh/mes como se observa en la figura 53 se compara los valores a generar por sistema fotovoltaicos el análisis de viabilidad de 60 % y el 100% para comparar y no sobre pasar a la potencia nominal .

Viabilidad por inversor y comparacion con carga nominal y analisis						
Ingreso FV		CARGA DE LA RED EBM				
Produccion por inversor	Produccion por paneles		Wh/60%	Wh/100%	KW	
50000	43435		14481	27742		35093,6 kWh
225000	195457,5		173776	332904		421123,56 Wh/dia
6750000	5863725		5213280	9987120		12844268,58 Wh/mes
81000000	70364700		62559360	119845440		154131223 kWh/año

FIGURA 53

COMPARACIÓN POTENCIA FV A GENERAR Y EL ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE 40% Y 100% ANUALMENTE Y POTENCIA NOMINAL

Fuente: Excel

- En Ecuador, la normativa ARCERNNR-001/2021 permite la instalación de paneles solares para autoconsumo de hasta 100 kW en viviendas Figura 49.
- La cantidad de paneles necesarios depende del consumo anual de energía: para un consumo de 2000 a 4000 kWh al año, se requieren entre 4 y 6 paneles solares. La potencia de los paneles varía entre 150 W y 600 W, siendo lo más común entre 250 W y 400 W. Si se genera más energía de la que se consume,

el excedente puede ser compensado de varias formas: la comercializadora de energía puede abonar al usuario por el exceso enviado a la red, lo cual reduce la factura; el usuario también puede vender el excedente al precio de mercado, cumpliendo con los requisitos de registro como productor eléctrico; o almacenar la energía no utilizada en baterías, útil para instalaciones fuera de la red. Además, Ecuador ofrece incentivos fiscales, como la exoneración de aranceles para la importación de equipos solares y una tarifa del 0% de IVA para los consumidores finales.

Categoría	Potencia Nominal [MW]	Voltaje referencial de conexión [kV]
A	$0.1 \leq P_n < 1$	$V_n < 69$
B	$1 \leq P_n < 15$	$V_n \leq 69$
C	$15 \leq P_n < 50$	$V_n \leq 138$
D	$P_n \geq 50$	$V_n \geq 138$

FIGURA 54

CATEGORÍA DE GENERACIÓN

Fuente: Regulación del ARCONEL

- Obtener los permisos necesarios para la construcción y operación del sistema. La norma IEEE 1547-2018 establece los requisitos técnicos para la conexión y la interoperabilidad de recursos de energía distribuida, como los sistemas fotovoltaicos, con las redes eléctricas. Define los estándares de seguridad, calidad de la energía y las comunicaciones necesarias para asegurar una integración adecuada de estos sistemas en la infraestructura eléctrica.
- La IEEE 1547.1-2020 establece los procedimientos de prueba necesarios para garantizar que los equipos de generación distribuida, como los inversores solares, cumplan con los requisitos de la IEEE 1547 y puedan operar de manera segura y eficiente al estar conectados a la red eléctrica. Esta norma asegura que los sistemas fotovoltaicos sean compatibles con la infraestructura eléctrica existente.
- Por otro lado, la IEEE 929-2000 ofrece recomendaciones sobre la interfaz de los sistemas fotovoltaicos con la red eléctrica, enfocándose en aspectos técnicos y de seguridad. Aunque no es una norma obligatoria, se considera

una referencia valiosa para el diseño e instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red.

- Respecto a la instalación del sistema fotovoltaico, es necesario realizar el montaje físico de los componentes, que incluye la instalación de los paneles solares, los inversores y otros equipos complementarios. Este proceso debe seguir las directrices de seguridad y eficiencia para garantizar el correcto funcionamiento y la integración con la red eléctrica. Para maximizar la eficiencia energética y el retorno de inversión, adaptándose perfectamente a las condiciones del sitio y al consumo previsto.
- Garantizar la seguridad y cumplimiento de normativas durante el proceso de instalación.

4.6 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

- Proporcionar capacitación al personal operativo sobre la operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico.
- Hay que asegurar que el personal esté familiarizado con los procedimientos de emergencia y resolución de problemas.
- El mantenimiento de un sistema fotovoltaico debe realizarse regularmente para asegurar su eficiencia. Se recomienda una inspección general cada 6 meses a 1 año, que incluya la limpieza de los paneles, revisión visual de componentes y chequeo del inversor. En sistemas con baterías, es importante revisarlas anualmente. El mantenimiento correctivo se realiza cuando se detectan fallos, como en componentes defectuosos o conexiones eléctricas. En general, la limpieza de los paneles debe hacerse 2-4 veces al año, y la revisión del sistema debe ser anual para garantizar su buen funcionamiento.

4.6.1 DOCUMENTACIÓN Y MANUALES

- Elaborar manuales de operación y mantenimiento detallados.
- Documentar todos los aspectos técnicos y de seguridad del sistema.
- Las capacitaciones para el mantenimiento de sistemas fotovoltaicos son esenciales para asegurar el funcionamiento eficiente y la durabilidad de estos

sistemas. Estas capacitaciones deben abarcar tanto aspectos técnicos como prácticas adecuadas para el mantenimiento preventivo y correctivo.

- A continuación, se detallan los puntos clave que deben incluirse en una formación:
- Fundamentos de los sistemas fotovoltaicos: Explicación de los principios básicos de funcionamiento, componentes principales y tipos de sistemas (conectados a la red, autónomos, híbridos).
- Instalación y montaje: Instrucciones para la correcta ubicación y montaje de los paneles solares, conexiones eléctricas seguras y el montaje de inversores.
- Mantenimiento preventivo: Instrucciones para inspeccionar y limpiar los paneles solares, revisar los inversores, verificar conexiones eléctricas y realizar el seguimiento del rendimiento del sistema.
- Mantenimiento correctivo: Diagnóstico y resolución de problemas comunes como caídas en la producción de energía o fallos en los inversores. También incluye procedimientos para reemplazar paneles o componentes defectuosos.
- Monitoreo y análisis de rendimiento: Uso de herramientas para monitorear el funcionamiento del sistema, analizar datos de producción y realizar ajustes necesarios.
- Normativas y estándares: Conocimiento de las regulaciones y estándares técnicos, tanto locales como internacionales, que deben cumplirse durante la instalación y el mantenimiento.
- Mantenimiento de baterías: Si el sistema incluye almacenamiento de energía, se debe enseñar cómo verificar el estado y mantenimiento adecuado de las baterías, como las de plomo-ácido o litio.
- Seguridad en el mantenimiento: Capacitación sobre los riesgos eléctricos y las medidas de seguridad necesarias para trabajar de forma segura con los equipos fotovoltaicos.
- Capacitación práctica: Realización de ejercicios prácticos para diagnosticar problemas, reemplazar componentes y poner en práctica los conocimientos adquiridos.
- Tecnología futura: Instrucción sobre las últimas innovaciones en la tecnología fotovoltaica y el monitoreo avanzado, como la automatización y el uso de inteligencia artificial para optimizar el mantenimiento.

V CAPITULO

5.1 PROTOTIPO PROPUESTO

Nos proponemos instalar un sistema de paneles solares junto con un conjunto de baterías de almacenamiento en el bloque empresarial del cuerpo de bomberos. La idea es simple pero poderosa: queremos que el edificio aproveche al máximo la energía del sol, reduciendo así su dependencia de la red eléctrica tradicional y asegurando que, incluso si hay un corte de luz, las operaciones críticas no se vean afectadas.[18] Para hacer esto, vamos a colocar en el techo del edificio una serie de paneles solares de última generación que no solo son eficientes, sino que también son capaces de capturar la luz solar incluso en los días menos soleados. La energía recogida por estos paneles se almacenará en baterías de alto rendimiento, listas para ser usadas cuando más se necesite.

Este sistema no solo es una inversión en la seguridad y eficiencia energética del cuerpo de bomberos, sino que también es un paso adelante hacia un futuro más verde. Con este sistema, el bloque empresarial podrá reducir significativamente su huella de carbono, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.

5.2 CONCLUSIÓN

Se logro realizar el análisis de viabilidad de 100% de la carga más alta del historial de consumo la cual logramos obtener satisfactoriamente por el correcto flujo de datos en la hoja de Excel en cada cálculo

Y logramos realizar gracias al análisis detallado del programa de PV*SOL el cual ayudo a realizar el problema de cuantos paneles solares caben en la terraza de la estación de bomberos milagro de ese resultado partimos al análisis viable porque sabemos cuántos paneles es capaz de aguantas la terraza del bloque.

Para abordar la instalación de los paneles solares, se realizó un análisis de la carga y se determinó que un 60% de la carga total sería cubierta por el sistema fotovoltaico. Esta elección se basa en la recomendación de optimizar el espacio disponible y lograr un equilibrio entre generación y almacenamiento de energía. Con un total de, 99.300 Wh/día, el sistema es capaz de abastecer el turno nocturno y proporcionar energía en situaciones de emergencia, cuando no sea posible usar la red eléctrica.

Este dimensionamiento se ajusta no solo a la demanda diaria, sino también a los picos de corriente que ocurren al arrancar equipos o al momento de generar electricidad,

considerando la capacidad de las baterías. Se establece un 50% de almacenamiento durante el día, asegurando que las baterías puedan cargarse completamente al 100% para garantizar la disponibilidad de energía durante la noche o en cualquier eventualidad en la que no se pueda utilizar la red eléctrica como fuente principal de energía.

Este enfoque asegura un balance adecuado entre la capacidad de generación, el almacenamiento y la autosuficiencia energética, permitiendo que el sistema fotovoltaico cubra las necesidades esenciales sin sobrecargar los componentes ni comprometer la sostenibilidad del suministro energético en situaciones imprevistas.

5.3 RECOMENDACIÓN

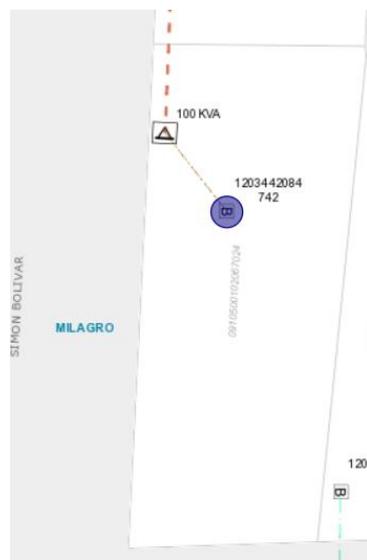
- Dimensionamiento adecuado: Asegura que el sistema cubra los picos de demanda y considere baterías para la autonomía nocturna o emergencias.
- Inversores y controladores MPPT: Usa inversores sobredimensionados y controladores MPPT para optimizar la eficiencia.
- Distribución de carga: Gestiona la carga eficientemente entre la red, baterías y carga directa.
- Monitoreo y mantenimiento: Instala un sistema de monitoreo para optimizar el uso de la energía y realiza mantenimiento regular.
- Es crucial analizar Factor de potencia: Asegura que el sistema no afecte negativamente al factor de potencia y, si es necesario, instala compensadores de cargas inductivas o capacitivas.
- El sistema debe estar bien dimensionado y equilibrado para garantizar eficiencia, autonomía y estabilidad a lo largo del tiempo.

ANEXOS

RESULTADOS FUERA DE ANALISIS

Geo portal Cnel.

Medidor	261978	Voltaje Secundario	240 V
Ruta Lectura	09-10-21-5	Conf. Lado Media	Linea Monofasica
Coord X	656297,77	CircuitSourceGUID	{60066E80-A0A8-424B-95AC-4010C8B579C0}
Coord Y	9765000,39	Subsource	Si
MIOID	0	Tipo	Expreso
Número de Clientes	1	Cargabilidad(%)	15,30
Estrato		Código ADMS	TR_1F_12153843-100-C
Consumo Promedio Anual	2.999,83	Total Luminarias	0
Potencia Acumulada	4,17	Potencia Luminarias	0,00
		Total Clientes	1
		Suma Consumo	9.189,00
		Tipo Red	Subterranea
Fase Conexión	A	Cantón	MILAGRO
Voltaje	7.97 kV	Parroquia	MILAGRO, CABECERA CANTONAL
Resistencia Tierra	0,00	Subtipo	Poste Hormigon
Proteccion AT	Si	Propiedad	CNELEP-MILAGRO
Potencia (kva)	100,00	Cimiento	
Configuración BT	Linea Monofasica	Código Estructura	PHR9_350
Propiedad	PARTICULAR	MIOID	5.534
		GLOBALID	{6941A96F-35F3-4F3A-8999-3F2D0B31EACE}
		Tipo Uso Poste	Baja



Factura de la empresa eléctrica para el cálculo de la demanda FV



EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA
CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP
 Matriz: GUAYAQUIL: VIA A LA COSTA KM.6 1/2 EDIFICIO
 GRACE CEIBOS PISO 3
 Sucursal: AV. 17 DE SEPTIEMBRE S/N Y AMBATO
 Contribuyente Especial Nro: 00
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 0968599020001

FACTURA No. 070 - 001 - 007033917

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

0410202301096859902000120700010070339171344208411

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN 2023-10-05T08:41:12-

AMBIENTE: PRODUCCION **EMISIÓN:** NORMAL

CLAVE DE ACCESO

0410202301096859902000120700010070339171344208411

Fecha Emisión: 4-Oct-2023

Fecha Máxima de Pago: 17-Oct-2023

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

Suministro: 3442084 **Código único eléctrico nacional:** 1203442084
Nombre: EMPRESA PUBLICA CUERPO DE BOMBEROS **CC / RUC:** 0968591390001
Dirección: BOLIVAR 0 y CHIMBORAZO
Provincia / Cantón / Parroquia: GUAYAS MILAGRO MILAGRO, CABECERA CA
Tipo de Tarifa: ENTIDAD OFICIAL BT CON DEMANDA

FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 261978 **Días Facturados:** 30
Fecha de Consumo: Setiembre-2023 **Factor de Multiplicación:** 1.020
Fecha Desde: 1-Set-23 **Lectura Hasta:** 1-Oct-23 **Factor de Potencia:** 0.994144

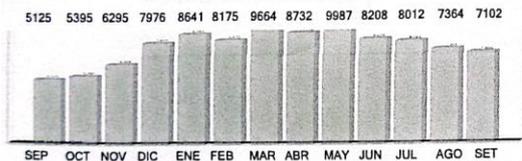
kWh Consumidos: 7102

SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidades
Regla Medida	0342680	0335717	00007102	kWh
Regla Facturada	0052536	0051779	0007102	kWh
Regla Activa	0000035		00000772	kVARh
Regla Demanda Facturada			00000035	kW

RUBRO	VALOR (\$)
Demanda	167.65
Energía	568.16
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	737.22
ALUMBRADO PÚBLICO	99.93
Base IVA 12%	0.00
Base IVA 0 %	837.15
IVA 12%	0.00
IVA 0 %:	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	837.15

HISTORIAL DE CONSUMOS



SUBSIDIOS DEL GOBIERNO

Tarifa Eléctrica:	779.09
Total:	779.09



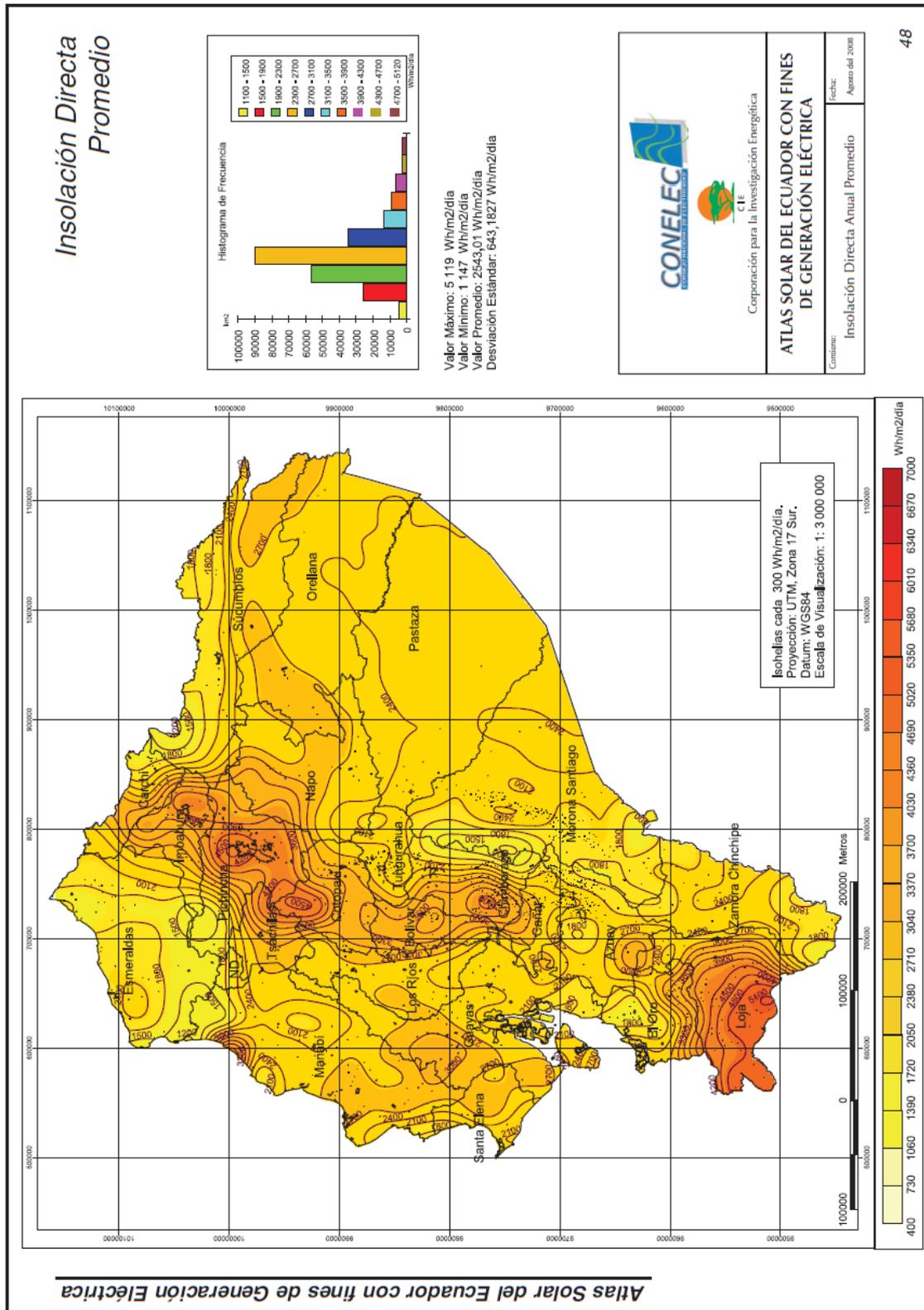
TOTAL A PAGAR

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	837.15
TOTAL (1)	837.15

Conelec-Altas Solar Del Ecuador

Insolación Directa

Promedio

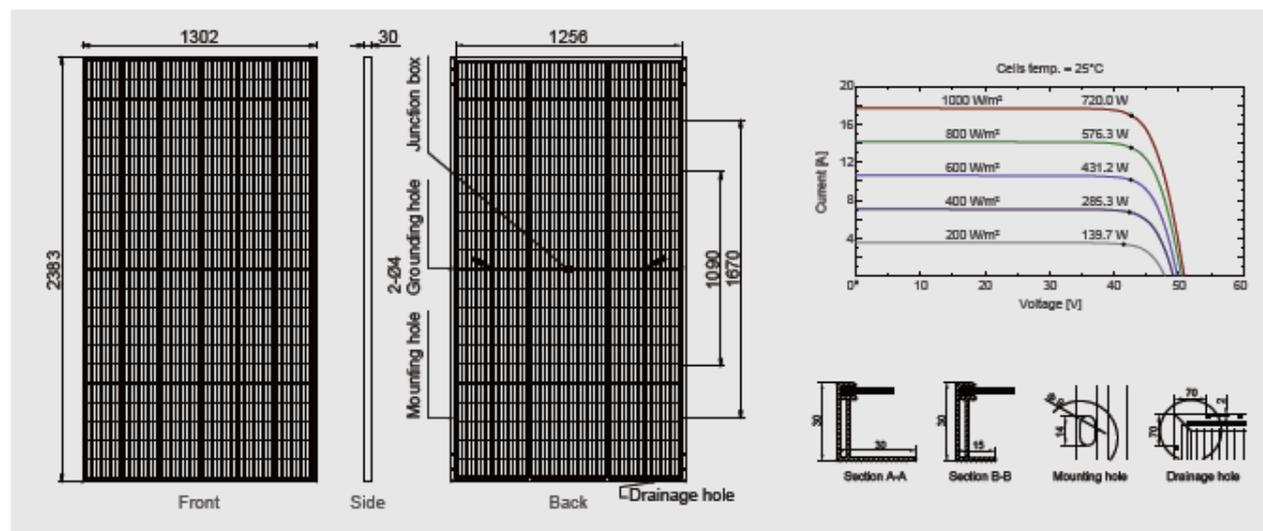


Panel Para análisis

AE TME-132BDS 700W-720W

SILICON HETEROJUNCTION PV MODULE

BIFACIAL • DOUBLE-GLASS



Electrical specifications (STC*):

	P_{max} (Wp)	700	705	710	715	720
Nominal max. power	P_{max} (Wp)	700	705	710	715	720
Maximum operating voltage	V_{MPP} (V)	42.10	42.24	42.39	42.54	42.68
Maximum operating current	I_{MPP} (A)	16.63	16.69	16.75	16.81	16.87
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	50.14	50.38	50.44	50.60	50.74
Short-circuit current	I_{sc} (A)	17.43	17.49	17.55	17.61	17.67
Module efficiency	η (%)	22.56	22.72	22.88	23.04	23.21
Power tolerance	(W)	0~+5				
Maximum system voltage	(V)	1500				
Maximum series fuse rating	(A)	30				

*STC: Standard Test Conditions (irradiance 1000 W/m², cell temperature 25°C and air mass of AM1.5), measurement tolerance P_{max} : ±3%

Electrical specifications (NMOT*):

	P_{max} (Wp)	525	529	533	536	540
Nominal max. power	P_{max} (Wp)	525	529	533	536	540
Maximum operating voltage	V_{MPP} (V)	39.46	39.62	39.74	39.79	39.91
Maximum operating current	I_{MPP} (A)	13.30	13.35	13.41	13.47	13.53
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	47.06	47.26	47.41	47.48	47.63
Short-circuit current	I_{sc} (A)	13.94	13.99	14.05	14.11	14.17

Mechanical and design specification

Cell type	Silicon heterojunction technology, half-cut cells
No. of cells	132
Bifaciality	80 ± 5%
Front cover	2.0 mm glass, high transmission, AR coated, tempered
Encapsulation	POE
Back cover	2.0 mm white glazed glass, tempered
Junction box	IP68 rated, 3 bypass diodes
Frame	30 mm anodized aluminium alloy
Cable (including Connector)	1 x 4 mm ² , 350 mm length or customized
Connectors	MC 4 / MC 4 compatible
Dimension	2383 mm x 1302 mm x 30 mm
Weight	37 kg
Hail resistance	Max. Ø 25 mm at 23 m/s
Wind load	2400 Pa or 244 kg/m ²
Snow load	5400 Pa or 550 kg/m ²

Temperature ratings

Baterías Para análisis

Tensite

GEL 12-250

BATERÍA DE GEL 12V 250 AH

BATERÍA SERIE GEL

Las baterías de la serie GEL incorporan la nueva tecnología CCDD de placa estampada en laminación continua, que permite soportar aplicaciones cíclicas de carga y descarga profundas.

Las baterías utilizan gel de sílice coloidal que inmoviliza el electrolito y elimina la estratificación, diseñadas para una vida útil en flotación de 15 años a 20°C.

Cumple con los estándares IEC, BS, JIS y Eurobat.



APLICACIÓN

- Sistema de energía de emergencia.
- Equipos de comunicación.
- Sistemas de telecomunicaciones.
- Fuentes de alimentación ininterrumpida.
- Sillas de ruedas eléctricas.
- Juguetes, coches y motos eléctricas.
- Herramientas eléctricas.
- Carros de golf y buggies.
- Equipo marino.
- Equipo médico.
- Sistema de energía solar y eólica.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Sellado de seguridad.
- Tecnología antiderrames.
- Alta densidad de potencia.
- Excelente recuperación de descarga profunda.
- Placas gruesas y materiales altamente activos.
- Mayor vida útil y diseño de baja autodescarga.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO DE BATERÍA	Voltaje nominal		12 V	
	Capacidad nominal (100 Horas)		250 Ah	
	Celdas por batería		6	
DIMENSIONES	Longitud	Ancho	Altura	Altura total
	522 mm	240 mm	218 mm	224 mm
PESO APROXIMADO	57 kg ± 3%			
CAPACIDAD @ 25°C	10 horas	5 horas	3 horas	1 hora
	200 Ah	173 Ah	157 Ah	122 Ah
CORRIENTE DE DESCARGA MÁXIMA	2000 A (5 seg.)			
CORRIENTE DE CARGA MÁXIMA	60 A			
RESISTENCIA INTERNA	Cargado por completo a 25°C: Aproximadamente 2,1 mΩ			
CAPACIDAD VS TEMPERATURA	40°C	25°C	0°C	-15°C
	102%	100%	85%	65%
AUTODESCARGA @ 25°C	Después de 3 meses en almacenamiento		Tras 6 meses	Tras 12 meses
	91%		82%	64%
MÉTODO DE CARGA @ 25°C	Rango de Tensión de Carga uso en Ciclos (Bulk)		Rango de Tensión de Carga uso en Flotación (Float)	
	14,30 - 14,60 V		13,60- 13,80 V	

Controlador para el análisis

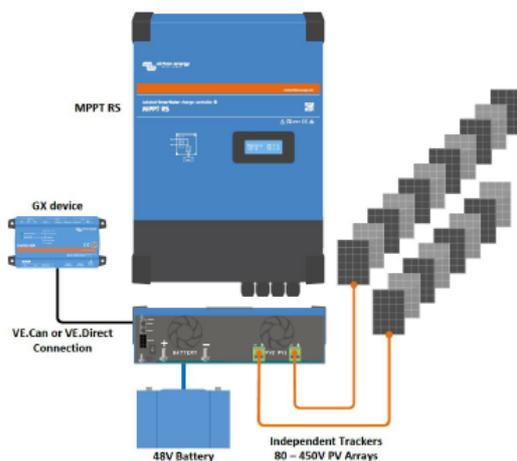
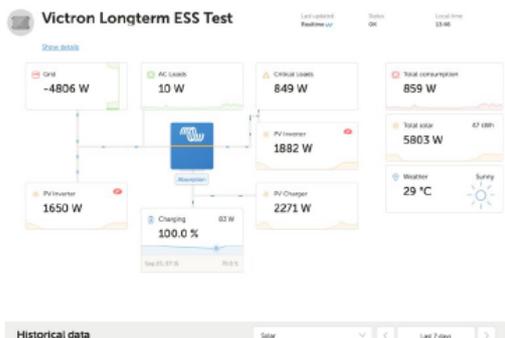


Diagrama de ejemplo de sistema
El MPPT RS de 100 A combinado con un dispositivo GX, cargando una batería de 48 V con dos cadenas FV solares separadas.

Portal VRM

Cuando el MPPT RS esté conectado a un dispositivo GX con conexión a Internet, o al GlobalLink 520 con conectividad 4G integrada, podrá acceder a nuestro sitio web gratuito de seguimiento a distancia (VRM). Le mostrará todos los datos de su sistema en un completo formato gráfico. Se pueden recibir alarmas por correo electrónico.



MPPT RS SmartSolar aislado	450 100	450 200
CARGADOR		
Tensión de la batería	48 V	
Corriente de carga nominal	100 A	200 A
Potencia de carga máxima	5,8 kW a 57,6 V	11,5 kW a 57,6 V
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 57,6 V (regulable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 55,2 V (regulable)	
Rango de tensión programable	Mínima: 36 V Máxima: 62 V	
Algoritmo de carga	Adaptativo multifase (regulable)	
Sensor de temperatura de la batería	Incluido	
Eficiencia máxima	96 %	
Autoconsumo	15 mA	
SOLAR		
Tensión FV CC máxima	450 V	
Tensión de arranque	120 V	
Rango de tensión de trabajo del MPPT	80 – 450 V ⁽¹⁾	
Número de rastreadores	2	4
Máxima corriente de entrada operativa FV	18 A por rastreador	
Máxima corriente de corto circuito FV ⁽²⁾	20 A por rastreador	
Tamaño máximo del conjunto FV por rastreador ⁽³⁾	7200 Wp (450 V x 20 A) ⁽¹⁾	
Nivel de fallo del aislamiento FV ⁽⁴⁾	100 kΩ	
GENERAL		
Funcionamiento en paralelo sincronizado	Sí, hasta 25 unidades con VE.Can	
Relé programable ⁽⁵⁾	Sí	
Protección	Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretemperatura	
Comunicación de datos	Puerto VE.Direct, puerto VE.Can y Bluetooth ⁽⁶⁾	
Puerto de entrada analógico/digital de uso general	Sí, 2	
On/Off remoto	Sí	
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +60°C (refrigerado por ventilador)	
Humedad (sin condensación)	máx. 95%	
CARCASA		
Material y color	acero, azul RAL 5012	
Grado de protección	IP21	
Conexión de la batería	Pernos M8	
Peso	7,9 kg	13,7 kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	440 x 313 x 126	487 x 434 x 146
NORMAS		
Seguridad	EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2	

1) El rango de funcionamiento del MPPT está limitado por la tensión de la batería - VOC FV no debe superar la tensión de flotación de la batería multiplicada por 8. Por ejemplo, para una tensión de flotación de 52,8 V, sería una VOC FV máxima de 422,4 V. Para más información, consulte el manual del producto.

2) Una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de que el conjunto FV se haya conectado con polaridad inversa.

3) Máximo de 450 Voc resulta en 360 Vmp approx., por lo que el conjunto FV máximo es de approx. 360 V x 20 A = 7200 Wp

4) El MPPT RS comprobará si hay suficiente aislamiento resistivo entre FV+ y GND y FV- y GND. En caso de resistencia inferior al umbral, la unidad dejará de cargar, mostrará el error y enviará la señal de error al dispositivo GX (si está conectado) para que se envíe una notificación sonora y por correo electrónico.

Inversor para el análisis

Pure sine wave inverter

Programmable supply priority for PV , battery or Grid

High PV input voltage range(55~450VDC)

Built-in Max 110A(3.6kW&8.2kW) MPPT solar charge

Compatible with lithium-ion battery

Support BMS communication with Lithium battery

Smart battery charge design to optimize battery life

Overload,high temperature,inverter output short circuit protection

Cold start function

Intelligent fan speed adjustment

Built-in anti-dusk kit for harsh enviromen(optional)

WiFi&GPRS available for IOS and android

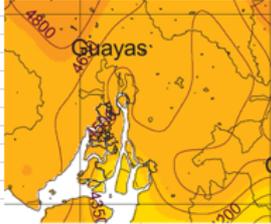
Rated capacity	10kW	20kW	30kW	40kW	60kW	80kW	100kW	150kW	200kW
Operation mode	PWN (pulse width modulation)based on DSP accurate control technology and double								
and principle	built-in MCUs complete isolation of the output								
	power supply								
AC input phase number	three-phase + N+G								
AC input voltage	AC 220V/AC 382V±20%								
AC input frequency	50hz/60hz±5%								
DC voltage	DC 192V/DC 220V/DC 240V/DC 384V(16 to 32 pieces of 12V batteries)								
Floating battery	13.6V of each battery*battery quantity (13.6V*16 batteries=217.6)								
Cut-off voltage	10.8v of each battery *battery quantity (10.8V*16 batteries=172.8V)								
Phase number	three-phase +N+G								
AC output voltage	AC 220V/AC 380V±1% (steady load)								
AC output frequency	50hz/60hz±5% (main supply) 50hz±0.01%								
Efficiency	≥95% (load:100%)								
output waveform	sine wave								
THD	linear load:<3%,non-linear load:<5%								
Dynamic load voltage transient	<±5%(jump from 0 to 100%)								
Instant recovery time	<10ms								
time of switching between	3s-5s								
the battery and the mains supply									
Unbalanced voltage	<±3% <±1% (balanced load voltage)								
Overload capacity	120%,20s;>150%,100ms								
Operation efficiency	≥95% (load: 100%)								
Computer communication interface	RS232/RS485(SNMP remote monitoring network adapter)								
Operating temperature	-10-40°C								
Relative humidity	0-90% (no condensation)								
Noise	40-50dB			50-60dB			60-70dB		

Calculo En Excel De Viabilidad

	CARGAS POR MES (KWh/MES)	CARGAS POR DIA (kWh/dia)	CARGAS POR DIA (Wh/dia)	12 h	24 h
1	9987 kWh/mes	333 KWh/MES	332900 Wh	27741,66667	13871
2	8489 kWh/mes	283 KWh/MES	282965 Wh	23580,41667	11790
3	7216 kWh/mes	241 KWh/MES	240520 Wh	20043,35417	10022
4	6133 kWh/mes	204 KWh/MES	204442 Wh	17036,85104	8518
5	5213 kWh/mes	174 KWh/MES	173776 Wh	14481,32339	7241
6	4431 kWh/mes	148 KWh/MES	147709 Wh	12309,12488	6155
7	3767 kWh/mes	126 KWh/MES	125553 Wh	10462,75615	5231

100%

HORA SOLAR MINIMA (HSM)			
100%		Datos HSM	
		HSM_MES	4500 Wh/m ² /día
		kW	1000 k
		HSM	4,5 kWh
PT		Factor Seguridad (FS:1,3)	
1	332900 Wh	432770	
	333 kWh		
max	27742 W	332900	
	27742		
Análisis HSM			
coordenadas		-2,125	-79594
HSM		4,5	



datos PANEL		datos BATERIA	
panel(Wp)	700 W	bateria (Wp)	3000 W
Voc	42,1 V	Voc	12 V
Isc	17,43 A	Isc	250 Ah
datos CONTROLADOR		datos INVERSOR	
controlador (W)	10000 W	inversor(Wp)	100000 W
Voc	450 V	Voc	48 V
Isc	120 A	Isc	2083 A

CALCULO DE LOS PANELES			
Potencia instalada	=	$\frac{CONSUMO\ DIA\ (\frac{Wh}{día})}{(HORA\ SOLAR\ MINIMA\ (HSM))}$	
POTENCIA A INSTALAR EN PANELES SOLARES	Pinst	96171 Wp	
CANTIDAD DE PANELES	=	$\frac{POTENCIA\ PICO(Wp)}{WATT\ DE\ PANEL\ A\ INSTALAR\ (Wp)}$	4729296
LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES	C	137 UND	
COMPROBACION	Panel(Wp) * C(UND)	96171	Pinst
		8888	96171

datos PANEL	
panel(Wp)	700 W
Voc	42,1 V
Isc	17,43 A
breaker (DC) PANELES	
ARREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR	
DATOS	
FS	1,2
Isc Total	17,43
BREACK	20,916 A
Arreglo de 8 paneles solares	378,9 V
Arreglo de 8 paneles solares	
#	9
panel(Wp)	6300 W
Voc	378,9 V
Isc	17,43 Ah
Arreglo PARALELO	
#	9
panel(Wp)	6300 W
Voc	42,1 V
Isc	156,87 A

SELECCIÓN DE CONTROLADOR

TENSION DE SISTEMA (V)	48 V
POTENCIA INSTALADA EN PANELES	96171 Wh
AMPERAJE DEL CONTROLADOR	$= \frac{POTENCIA\ INSTALADA\ EN\ PANELES}{TENSION\ DE\ SISTEMA}$
A_controlador	2004 A
CUANTOS CONTROLADORES SON NECESARIOS	
datos CONTROLADOR	
controlador (Wp)	10000 W
Voc	450 V
Isc	120 A

NOTA: para proyectos con paneles de 300 w para mas carga es necesario controladores MPPT

estandar de tension DC (BATERIAS)		cuantos paneles son por controlador	
Consumo dia (Kwh/dia)	Tension	cont paneles	
0 ≤ 2000 kwh/días	12 V	17	UND
2000 kwh/días ≤ 4000 kwh/días	24 V	137	UND
4000 kwh/días	48 V	8,23	paneles en un controlador
Casos especiales	96 V		
SE NECESITAN			
C	17	UND	

CALCULO DE BATERIAS

POTENCIA DIA A DIA	9514 kwh/dia	nota: Las Baterias de gel s	
TENSION DEL SISTEMA	48 V		
BATERIAS ION LITIO	$CB = \frac{CONSUMO\ DIA(Wh)}{TENSION\ DEL\ SISTEMA(V)}$	breaker (DC) BATERIAS	
CB	50% 1982 Ah	P_INV	100000 Kw
		T_SIS	48 V
BO	100% 3963 Ah	BR_B	2083 A
SE NECESITAN			
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS			
datos BATERIA			
bateria (Wp)	3000 W	C	16 UND
Voc	12 V		
Isc	250 Ah		

Arreglo de 32 baterías	arreglo en serie	arreglo en paralelo	CARGA
	4	16	
baterías(Wp)	190228,5714	W	190228,5714 W
Voc	48	V	48 V
Isc		3963,095238 A	3963,095238 A
SE NECESITAN			
	EN SERIE	EN PARALELO	baterías
C	4	16	por calculo
			3963,095238
TOTAL DE BATERIA			
	63		3963

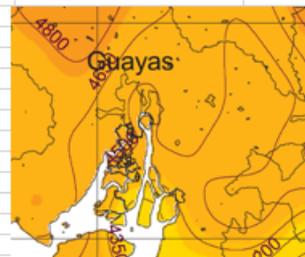
SELECCIÓN DE INVERSOR			
$C_{INV} = CARGA\ INSTALADA(kWh) \times 1.5(FS)$			
CARGA INSTALADA	76937	FS	1,2
INVERSOR	92324,26667	W	
TENSION DEL SISTEMA	48	V	
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS			
datos INVERSOR		SE NECESITAN	
inversor(Wp)	100000	W	C
Voc	48	V	Pr_INV
Isc	2083	A	0,9232 UND
Breaker AC salida de inversor			
TENSION DEL SALIDA	220	VAC	$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA\ INVERSOR}{TENSION\ DEL\ SISTEMA\ AC}$
B_AC_INV	454,5454545	A	32324 W

NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.

Viabilidad por inversor y comparacion con carga nominal y analisis Ingreso FV					
CARGA DE LA RED EBM					
Produccion p	Produccion	en paneles	Wh/100%	KW	
100000	82880,79784		27742		35093,6 kWh
450000	372963,5903		332904		421123,56 Wh/día
1350000	11188907,71		9987120		12844268,58 Wh/mes
162000000	134266892,5		119845440		154131223 kWh/año

90%

HORA SOLAR MINIMA (HSM)			
90%		Datos HSM	
		HSM_MES	4500 Wh/m ² /día
		kW	1000 k
		HSM	4,5 kWh
PT		Factor Seguridad (FS:1,3)	
1	282965 Wh		367855
Analisis HSM			
coordenadas	-2,125	-79594	
HSM		4,5	



datos PANEL		datos CONTROLADOR	
panel(Wp)	700 W	controlador (W)	10000 W
Voc	42,1 V	Voc	450 V
Isc	17,43 A	Isc	120 A
datos BATERIA		datos INVERSOR	
bateria (Wp)	3000 W	inversor(Wp)	100000 W
Voc	12 V	Voc	48 V
Isc	250 Ah	Isc	2083 A

CALCULO DE LOS PANELES

Potencia instalada	= $\frac{\text{CONSUMO DIA } \left(\frac{Wh}{\text{dia}}\right)}{\text{(HORA SOLAR MINIMA (HSM))}}$	
POTENCIA A INSTALAR EN PANELES SOLARES	Pinst	81745 Wp
CANTIDAD DE PANE =	$\frac{\text{POTENCIA PICO (Wp)}}{\text{WATT DE PANEL A INSTALAR (Wp)}}$	
LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES	C	117 UND
COMPROBACION	Panel(Wp) * C(UND)	Pinst
	81745	81745

datos PANEL		
panel(Wp)	700 W	
Voc	42,1 V	
Isc	17,43 A	
breaker (DC) PANELES		
ARREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR		
DATOS		
FS	1,2	
Isc Total	17,43	
BREACK	20,916	
Arreglo de 8 paneles sol.	arreglo SERIE	arreglo PARALELO
#	8,23	8,23
panel(Wp)	5760 W	5760 W
Voc	346,4229 V	42,1 V
	17,43 Ah	143,424 A

SELECCIÓN DE CONTROLADOR

NOTA: para proyectos con paneles de 300 w para mas carga es necesario controladores MPPT	
TENSION DI	48 V
POTENCIA I	81745 Wh
AMPERAJE = $\frac{\text{POTENCIA INSTALADA EN PANELES}}{\text{TENSION DE SISTEMA}}$	cuantos paneles son por controlador
A_control	1703 A
cont	14 UND
paneles	117 UND
necesito	8,23 paneles en un contr
NTOS CONTROLADORES SON NECESAR	
SE NECESITAN	
datos CONTROLADOR	
controlad	10000 W
Voc	450 V
Isc	120 A
C	14 UND

CALCULO DE BATERIAS					
POTENCIA I	80847	Wh/dia	nota: Las Baterias de gel se recomienda usar al 50%		
TENSION DI	48	V			
$CB = \frac{CONSUMO DIA(Wh)}{TENSION DEL SISTEMA (V)}$			breaker (DC) BATERIAS		
CB	50% 1684	Ah	P_INV T_SIS	100000 W 48 V	
BO	100% 3369	Ah	BR_B	2083 A	Arreglo de 32 baterias
			SE NECESITAN		baterias(wp)
			C	13 UND	Voc
CANTOS INVERSORES SON NECESARIO			SE NECESITAN		
datos BATERIA			EN SERIE		
bateria (w)	3000	W	C	4	
Voc	12	V			
Isc	250	Ah			
					TOTAL DE BA
					54

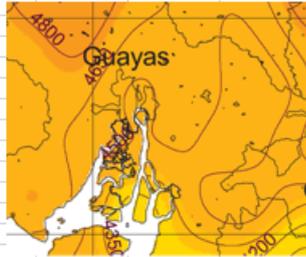
Arreglo de 32 baterias	arreglo en serie	arreglo en paralelo	CARGA	
	4	13		
baterias(wp)	2E+05		W	161694,2857 W
Voc	48		V	48 V
Isc		3368,630952	A	3368,630952 A
SE NECESITAN				
	EN SERIE	EN PARALELO	baterias	por calculo
C	4	13,47	3368,630952	3369
TOTAL DE BATERIA				
54				

SELECCIÓN DE INVERSOR					
CARGA INVS	65396	FS	NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.		
INVERSOR	78475,62667	W	1,2		
TENSION DEL	48	V			
CANTOS INVERSORES SON NECESARIO			SE NECESITAN		
datos INVERSOR					
inversor(w)	80000	W	C	1,0	UND
Voc	48	V			
Isc	1666,666667	A			
			Pn_INV	78475,63	W
Breaker AC salida de inversor					
$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA INVERSOR}{TENSION DEL SISTEMA AC}$					
TENSION DI	220	VAC			
B_AC_INV	363,6363636	A			

Viabilidad por inversor y comparacion con carga nominal y analisis					
Ingreso FV		CARGA DE LA RED EBM			
Productor	Produccion	por panel	Wh/90%	Wh/100%	KW
100000	70448,67816		282965	27742	35093,6 kWh
450000	317019,0517		3395580	332904	421123,56 Wh/dia
13500000	9510571,552		101867400	9987120	12844268,58 Wh/mes
162000000	114126958,6		1222408800	119845440	154131223 kWh/año
Viabilidad por paneles solares					
paneles	w	HSP	perdidas	dias/año	kWh/año
117	700	4,5	0,85	365	114127
		9510,572			
	70,44867816	317,0191			
	70448,67816	26,41825			
		26418,25			

80%

HORA SOLAR MINIMA (HSM)			
80%		Datos HSM	
		HSM_MES	4500 Wh/m ² /día
		kW	1000 k
		HSM	4,5 kWh
PT	Factor Seguridad (FS:1,3)		
1	240520 Wh	312676	
Analysis HSM			
coordenadas		-2,125	-79594
HSM		4,5	



datos PANEL		datos CONTROLADOR	
panel(Wp)	700 W	controlador (Wp)	10000 W
Voc	42,1 V	Voc	450 V
Isc	17,43 A	Isc	120 A
datos BATERIA		datos INVERSOR	
bateria (W)	3000 W	inversor(Wp)	80000 W
Voc	12 V	Voc	48 V
Isc	250 Ah	Isc	1667 A

CALCULO DE LOS PANELES			
Potencia instalada	$= \frac{\text{CONSUMO DIA (Wh/día)}}{\text{(HORA SOLAR MINIMA (HSM))}}$		
POTENCIA A INSTALAR EN PANELES SOLARES	Pinst	69484 Wp	
CANTIDAD DE F =	$\frac{\text{POTENCIA PICO (Wp)}}{\text{WATT DE PANEL A INSTALAR (Wp)}}$		
LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES	C	99 UNDA	
COMPROBACION	Panel(Wp) * C(UNDA)	Pinst	69484
	69484	8888	69484
breaker (DC) PANELES			
ARREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR			
DATOS		datos PANEL	
FS	1,2	panel(Wp)	700 W
Isc Total	17,43	Voc	42,1 V
BREACK	20,916	Isc	17,43 A
Arreglo de 9 paneles sol. arreglo SERIE		arreglo PARALELO	
#	8,23	#	8,23
panel(Wp)	5760 W	panel(Wp)	5760 W
Voc	346,4229 V	Voc	42,1 V
Isc	17,43 Ah	Isc	143,424 A

SELECCIÓN DE CONTROLADOR			
TENSION DI	48 V		
POTENCIA I	69484 Wh	a proyectos con paneles de 300 w para mas carga es necesario controlad	
AMPERAJE =	$\frac{\text{POTENCIA INSTALADA EN PANELES}}{\text{TENSION DE SISTEMA}}$		
A_control	1448 A	cuantos paneles son por controlador	
CUANTOS CONTROLADORES SON NECESARIOS			
datos CONTROLADOR		SE NECESITAN	
controlad	10000 W	cont	12 UNDA
Voc	450 V	paneles	99 UNDA
Isc	120 A	necesito	8,23 paneles en un contr
		C	12 UNDA

CALCULO DE BATERIAS					
POTENCIA I	68720	Wh/dia	nota: Las Baterias de gel se recomienda usar al 50%		
TENSION DI	48	V			
$CB = \frac{CONSUMO DIA(Wh)}{TENSION DEL SISTEMA (V)}$			breaker (DC) BATERIAS		Arreglo de 24 bateria
CB	50%	1432 Ah	P_INV	80000 W	baterias(wp) Voc Isc
	100%	2863 Ah	T_SIS	48 V	
BO			BR_B	1667 A	
					SE NECESITAN
					EN SERIE
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS					
datos BATERIA					SE NECESITAN
bateria (w)	3000	W	C	11 UND	TOTAL DE BATERIA
Voc	12	V			46
Isc	250	Ah			

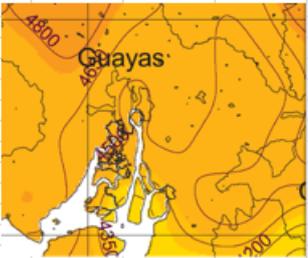
Arreglo de 24 baterias	arreglo en serie	arreglo en paralelo	CARGA	
	4	11		
baterias(wp)	137440		W	137440 W
Voc	48		V	48 V
Isc		2863,333 A		2863,333 A
SE NECESITAN				
C	EN SERIE	EN PARALELO	baterias	por calculo
	4	11,45333	2863,333	2863
TOTAL DE BATERIA				
	46			

SELECCIÓN DE INVERSOR					
$C_{INV} = CARGA INSTALADA(AWh) \times 1.5(FS)$			NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.		
CARGA INS	55587	FS	1,2		
INVERSOR	66704,21333	W			
TENSION DEL	48	V			
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS					
datos INVERSOR					SE NECESITAN
inversor(w)	80000	W	C	1 UND	
Voc	48	V			
Isc	1666,666667	A			
					Pn_INV 66704,21 W
Breaker AC salida de inversor					
TENSION DI	220	VAC			
B_AC_INV	363,6363636	A			
$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA INVERSOR}{TENSION DEL SISTEMA AC}$					

Viabilidad por inversor y comparacion con carga nominal y analisis

Ingreso FV		CARGA DE LA RED EBM			
Producci	Producción por p	Wh/80%	Wh/100%	Kw	
80000	59881,31	240520	27742		35093,6 kWh
360000	269465,9	2886240	332904		421123,56 Wh/dia
10800000	8083977	86587200	9987120		12844268,58 Wh/mes
1,3E+08	97007729	1039046400	1,2E+08		154131223 kWh/año

70%

HORA SOLAR MINIMA (HSM)												
70%		Datos HSM										
		HSM_MES	4500 Wh/m ² /día									
		kW	1000 k									
		HSM	4,5 kWh									
PT		Factor Seguridad (FS:1,3)										
1	204442 Wh	265775										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Análisis HSM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>coordenadas</td> <td>-2,125</td> <td>-79594</td> </tr> <tr> <td>HSM</td> <td colspan="2">4,5</td> </tr> </tbody> </table>				Análisis HSM			coordenadas	-2,125	-79594	HSM	4,5	
Análisis HSM												
coordenadas	-2,125	-79594										
HSM	4,5											
												

datos PANEL		datos CONTROLADOR	
panel(Wp)	700 W	controlad	10000 W
Voc	42,1 V	Voc	450 V
Isc	17,43 A	Isc	120 A
datos BATERIA		datos INVERSOR	
bateria (W)	3000 W	inversor(W)	60000 W
Voc	12 V	Voc	48 V
Isc	250 Ah	Isc	1250 A

CALCULO DE LOS PANELES			
Potencia instalada	$= \frac{\text{CONSUMO DIA } \left(\frac{\text{Wh}}{\text{día}}\right)}{\text{(HORA SOLAR MINIMA (HSM))}}$		
POTENCIA A INSTALAR EN PANELES SOLARES	Pinst	59061	Wp
CANTIDAD DE PANI	$= \frac{\text{POTENCIA PICO (Wp)}}{\text{WATT DE PANEL A INSTALAR (Wp)}}$		
LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES	C	84	UND
COMPROBACION	Panel(Wp) * C(UND)	59061	8888 59061

breaker (DC) PANELES			datos PANEL	
ARREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR			panel(Wp)	700 W
DATOS			Voc	42,1 V
FS	1,2		Isc	17,43 A
Isc Total	17,43			
BREACK	20,916 A			346,4229 V
Arreglo de 8 paneles sol. arreglo SERIE			arreglo PARALELO	
#	8,23	_	8,23	
panel(wp)	5760 W		5760 W	
Voc	346,4229 V		42,1 V	
Isc	17,43 Ah		143,424 A	

CALCULO DE BATERIAS					
POTENCIA I	58412 Wh/dia	nota: Las Baterias de gel se recomienda usar al 50%			
TENSION DI	48 V				
$CB = \frac{CONSUMO DIA(Wh)}{TENSION DEL SISTEMA (V)}$		breaker (DC) BATERIAS			
CB	50%	P_INV	60000 W	Arreglo d	
	1217 Ah	T_SIS	192 V	baterias(
BO	100%	BR_B	313 A	Voc	
	2434 Ah			Isc	
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS					
datos BATERIA		SE NECESITAN		C	
bateria (w)	3000 W	C	10 UND		
Voc	12 V				
Isc	250 Ah				

Arreglo de 24 baterias		arreglo en serie	arreglo en paralelo	CARGA
		4 _	10	
baterias(wp)		116824	W	116824 W
Voc		48	V	48 V
Isc			2433,833333 A	2433,833 A
SE NECESITAN				
C	EN SERIE	EN PARALELO	baterias	por calculo
	4	9,735333	2433,833333	2434
TOTAL DE BATERIA		39		

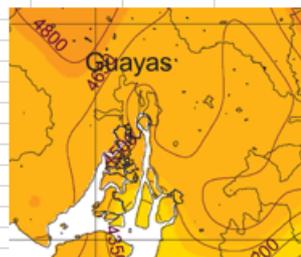
SELECCIÓN DE CONTROLADOR					
TENSION DI	48 V	a proyectos con paneles de 300 w para mas carga es necesario controlad			
POTENCIA I	59061 Wh				
$AMPERAJE = \frac{POTENCIA INSTALADA EN PANELES}{TENSION DE SISTEMA}$		standar de tension DC (B)		cuantos paneles son por controlador	
A_control	1230 A	Consumo de Tension		cont	
ANTOS CONTROLADORES SON NECESAR		0 ≤ 2000 kw	12 V	paneles	10 UND
		2000 kw/di.	24 V		84 UND
		4000 kw/di.	48 V		
		Casos espe	96 V	necesito	8,23 paneles en un controla
datos CONTROLADOR		SE NECESITAN			
controlad	10000 W	C	10 UND		
Voc	450 V				
Isc	120 A				

SELECCIÓN DE INVERSOR					
$C_{INV} = CARGA\ INSTALADA(kWh) \times 1,5(FS)$			NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.		
CARGA INS	47249	FS	1,2		
INVERSOR	56698,66667	W			
TENSION DEL	48	V			
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS					
datos INVERSOR			SE NECESITAN		
inversor(W)	60000	W	C	1	UND
Voc	48	V			
Isc	1250	A			
			Pn_INV	56698,67	W
Breacker AC salida de inversor					
TENSION DI	220	VAC			
B_AC_INV	272,7272727	A			
$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA\ INVERSOR}{TENSION\ DEL\ SISTEMA\ AC}$					

Viabilidad por inversor y comparacion con carga nominal y analisis Ingreso FV					
Produccion por inv		Produccion por panel	WH70%	WH100%	KW
60000	50899,19367		204442	27742	35093,6 kWh
270000	229046,3715		2453304	332904	421123,56 WH/dia
8100000	6871391,146		73599120	9987120	12844268,58 WH/mes
97200000	82456693,75		883189440	119845440	154131223 kWh/año

60%

HORA SOLAR MINIMA (HSM)									
60%		Datos HSM							
		HSM_MES	4500 Wh/m ² /día						
		kW	1000 k						
		HSM	4,5 kWh						
PT		Factor Seguridad (FS:1,3)							
1	173776 Wh		225909						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Análisis HSM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>coordenadas</td> <td>-2,125 -79594</td> </tr> <tr> <td>HSM</td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>				Análisis HSM		coordenadas	-2,125 -79594	HSM	4,5
Análisis HSM									
coordenadas	-2,125 -79594								
HSM	4,5								



datos PANEL		datos CONTROLADOR	
panel(Wp)	700 W	controlad	10000 W
Voc	42,1 V	Voc	450 V
Isc	17,43 A	Isc	120 A
datos BATERIA		datos INVERSOR	
bateria (W)	3000 W	inversor(W)	50000 W
Voc	12 V	Voc	48 V
Isc	250 Ah	Isc	1042 A

CALCULO DE LOS PANELES				
Potencia instalada	=	$\frac{CONSUMO\ DIA\ (Wh)}{(HORA\ SOLAR\ MINIMA\ (HSM))}$	breakers (DC) PANELES	datos PANEL
POTENCIA A INSTALAR EN PANELES SOLARES	Pinst	50202 Wp	ARREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR	panel(Wp) 700 W Voc 42,1 V Isc 17,43 A
CANTIDAD DE PANEL =	$\frac{POTENCIA\ PICO(Wp)}{WATT\ DE\ PANEL\ A\ INSTALAR\ (Wp)}$		DATOS	
LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES	C	72 UNDA	FS 1,2 Isc Total 17,43	
COMPROBACION	Panel(Wp) * C(UNDA)	Pinst	BREACK 20,916 A	346,4229 V
	50202	8888	50202	
			Arreglo de 8 paneles sol. arreglo SERIE	arreglo PARALELO
			# 8,23	8,23
			panel(Wp) 5760 W	5760 W
			Voc 346,4229 V	42,1 V
			Isc 17,43 Ah	143,424 A

SELECCIÓN DE CONTROLADOR				
TENSION DI	48 V			
POTENCIA I	50202 Wh			para proyectos con paneles de 300 w para mas carga es necesario controlad
AMPERAJE =	$\frac{POTENCIA\ INSTALADA\ EN\ PANELES}{TENSION\ DE\ SISTEMA}$			estandar de tension DC (B) cuantos paneles son por controlador
A_control	1046 A			Consumo de Tension
CONTADORES SON NECESARI		SE NECESITAN		cont paneles 9 UNDA 72 UNDA
datos CONTROLADOR				0 ≤ 2000 kw 12 V 2000 kw/di. 24 V 4000 kw/di. 48 V Casos espe 96 V
controlad	10000 W			necesito 8,23 paneles en un controlador
Voc	450 V	C	9 UNDA	
Isc	120 A			

CALCULO DE BATERIAS				
POTENCIA I	49650 Wh/dia			nota: Las Baterias de gel se recomienda usar al 50%
TENSION DI	48 V			
CB =	$\frac{CONSUMO\ DIA(Wh)}{TENSION\ DEL\ SISTEMA\ (V)}$			breakers (DC) BATERIAS
CB	50% 1034 Ah	P_INV 50000 W T_SIS 192 V		A
BO	100% 2069 Ah	BR_B 260 A		b. V Is
CONTADORES SON NECESARI		SE NECESITAN		SE
datos BATERIA				C
bateria (W)	3000 W	C	8 UNDA	
Voc	12 V			
Isc	250 Ah			

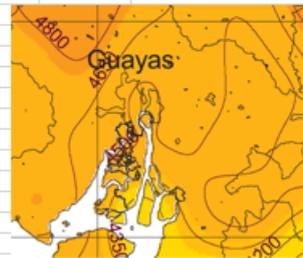
Arreglo de 24 baterias				
arreglo en serie	4	arreglo en paralelo	8	CARGA
baterias(Wp)	93300,57	W	93300,57 W	
Voc	48	V	48 V	
Isc		2068,762 A	2068,762 A	
SE NECESITAN				
EN SERIE	EN PARALELO	baterias	por calculo	
C	4	8,275048	2068,762	2069
TOTAL DE BATERIA	33			

SELECCIÓN DE INVERSOR			
$CINV = CARGA\ INSTALADA(kWh) \times 1.5(FS)$			NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.
		FS	1,2
CARGA INS	40162		
INVERSOR	48193,32	W	
TENSIO DEL	48	V	
¿CANTOS INVERSORES SON NECESARIO?			
datos INVERSOR		SE NECESITAN	
inversor(V)	50000	W	C 1,0 UND
Voc	48	V	
Isc	1041,666667	A	
		Pr_INV	48193,32 W
Breacker AC salida de inversor			
TENSION DI	220	VAC	
B_AC_INV	227,2727273	A	
$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA\ INVERSOR}{TENSION\ DEL\ SISTEMA\ AC}$			

Viabilidad por inversor y comparacion con carga nominal y analisis					
Ingreso FV			CARGA DE LA RED EBM		
Produccion por inversor	Produccion por paneles		Wh60%	Wh100%	KW
50000	43264,3625		173776	27742	35093,6 kWh
225000	194689,6313		2085312	332904	421123,56 Wh/día
6750000	5840688,938		62559360	9987120	12844268,58 Wh/mes
81000000	70088267,25		750712320	119845440	154131223 kWh/año

50%

HORA SOLAR MINIMA (HSM)									
50%		Datos HSM							
		HSM_MES	4500 Wh/m ² /día						
		kW	1000 k						
		HSM	4,5 kWh						
PT		Factor Seguridad (FS:1,3)							
1	147709 Wh		192022						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Analisis HSM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>coordenadas</td> <td>-2,125 -79594</td> </tr> <tr> <td>HSM</td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>				Analisis HSM		coordenadas	-2,125 -79594	HSM	4,5
Analisis HSM									
coordenadas	-2,125 -79594								
HSM	4,5								



datos PANEL		datos CONTROLADOR	
panel(Wp)	700 W	controlad	10000 W
Voc	42,1 V	Voc	450 V
Isc	17,43 A	Isc	120 A
datos BATERIA		datos INVERSOR	
bateria (W)	3000 W	inversor(V)	50000 W
Voc	12 V	Voc	48 V
Isc	250 Ah	Isc	1042 A

CALCULO DE LOS PANELES									
Potencia instalada	=	$\frac{\text{CONSUMO DIA (Wh/día)}}{\text{(HORA SOLAR MINIMA (HSM))}}$	Arreglo (DC) PANELES	datos PANEL					
POTENCIA A INSTALAR EN PANELES SOLARES	Pinst	42671 Wp	ARREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR	panel(Wp)	700 W	Voc	42,1 V	Isc	17,43 A
CANTIDAD DE PANELES	=	$\frac{\text{POTENCIA PICO(Wp)}}{\text{WATT DE PANEL A INSTALAR (Wp)}}$	DATOS	FS	1,2	Isc Total	17,43		
LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES	C	61 UND	BREACK	20,916 A	346,4228571 V				
		Panel(Wp) * C(UND)	Pinst	Arreglo de 8 paneles solares	arreglo SERIE	arreglo PARALELO			
COMPROB.		42671	8,888	42671	#	8,23	8,23		
					panel(Wp)	5760 W	5760 W		
					Voc	346,4229 V	42,1 V		
					Isc	17,43 Ah	143,424 A		

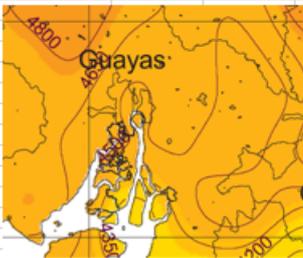
SELECCIÓN DE CONTROLADOR									
TENSION DE SISTEMA (V)	48 V	NOTA: para proyectos con paneles de 300 w para mas carga es necesario controladores MPPT							
POTENCIA INSTALADA EN PANEL	42671 Wh								
AMPERAJE DEL CONTROLADOR =	$\frac{\text{POTENCIA INSTALADA EN PANELES}}{\text{TENSION DE SISTEMA}}$	Arreglo estandar de tension DC (BATERIA)		cuantos paneles son por controlador					
A_controlador	889 A	Consumo dia (KWh/dia)		Tension					
¿CANTOS CONTROLADORES SON NECESARIOS?		SE NECESITAN		0 ≤ 2000 kWh/días	12 V	cont	7 UND		
datos CONTROLADOR				2000 kWh/días ≤ 4000 kWh/días	24 V	paneles	61 UND		
controlador (Wp)	10000 W			4000 kWh/días	48 V				
Voc	450 V	C		Casos especiales	96 V	necesito	8,23 paneles e		
Isc	120 A	7 UND							

CALCULO DE BATERIAS									
POTENCIA DIA A DIA	42203 Wh/dia	nota: Las Baterias de gel se recomienda usar al 50%							
TENSION DEL SISTEMA	48 V								
CB =	$\frac{\text{CONSUMO DIA(Wh)}}{\text{TENSION DEL SISTEMA (V)}}$	breacker (DC) BATERIAS							
CB	50% 879 Ah	P_INV	50000 W						
		T_SIS	192 V						
BO	100% 1758 Ah	BR_B	260 A						
¿CANTOS INVERSORES SON NECESARIOS?		SE NECESITAN							
datos BATERIA									
bateria (Wp)	3000 W	C	7 UND						
Voc	12 V								
Isc	250 Ah								

Arreglo de 24 baterias		arreglo en serie		arreglo en paralelo		CARGA	
baterias(Wp)	84405,14	4	7	W	84405,14 W		
Voc	48			V	48 V		
Isc				1758,44 A	1758,44 A		
SE NECESITAN							
C	EN SERIE	EN PARALELO	baterias	por calculo			
	4	7,033762	1758,44	1758			
TOTAL DE BATERIA		28					

SELECCIÓN DE INVERSOR				
$C_{INV} = CARGA\ INSTALADA(kWh) \times 1.5(FS)$				NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.
CARGA INSTALADA	34137	FS	1,2	
INVERSOR	40964,63	W		
TENSIO DEL SISTEMA	48	V		
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS				
datos INVERSOR		SE NECESITAN		
inversor(Wp)	40000	W	C	1,0 UND
Voc	48	V		
Isc	833,333	A		
			Pn_INV	40964,63 W
Breaker AC salida de inversor		$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA\ INVERSOR}{TENSION\ DEL\ SISTEMA\ AC}$		
TENSION DEL SALIDA	220	VAC		
B_AC_INV	181,8182	A		

40%

HORA SOLAR MINIMA (HSM)													
40%		Datos HSM											
		HSM_MES	4500	Wh/m ² /día									
		kW	1000	k									
		HSM	4,5	kWh									
PT		Factor Seguridad (FS: 1,3)											
1	125553	Wh	163219										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Análisis HSM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>coordenadas</td> <td>-2,125</td> <td>-79594</td> </tr> <tr> <td>HSM</td> <td colspan="2">4,5</td> </tr> </tbody> </table>					Análisis HSM			coordenadas	-2,125	-79594	HSM	4,5	
Análisis HSM													
coordenadas	-2,125	-79594											
HSM	4,5												
													

datos PANEL		datos CONTROLADOR	
panel(Wp)	700 W	controlad	10000 W
Voc	42,1 V	Voc	450 V
Isc	17,43 A	Isc	120 A
datos BATERIA		datos INVERSOR	
bateria (W)	3000 W	inversor(W)	40000 W
Voc	12 V	Voc	48 V
Isc	250 Ah	Isc	833 A

CALCULO DE LOS PANELES			
			datos PANEL
Potencia instalada	$= \frac{\text{CONSUMO DIA } (\frac{Wh}{\text{día}})}{(\text{HORA SOLAR MINIMA (HSM)})}$		panel(Wp) 700 W Voc 42,1 V Isc 17,43 A
POTENCIA A INSTALAR EN PANELES SOLARES	Pinst	36271 Wp	
CANTIDAD DE PANELES	$= \frac{\text{POTENCIA PICO}(Wp)}{\text{WATT DE PANEL A INSTALAR } (Wp)}$		
LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES	C	52 UND	
	Panel(Wp) * C(UND)	Pinst	
	COMPROB. 36271	8888	36271

breakker (DC) PANELES			
ARREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR			
DATOS			
FS	1,2		
Isc Total	17,43		
BREACK	20,916 A	346,4229 V	
Arreglo de 9 paneles sol.	arreglo SERIE	arreglo PARALELO	
#	8	8	
panel(Wp)	5760 W	5760 W	
Voc	346,4229 V	42,1 V	
Isc	17,43 Ah	143,424 A	

SELECCIÓN DE CONTROLADOR			
TENSION DE SISTEMA (V)	48 V		
POTENCIA INSTALADA EN P.	36271 Wh		
AMPERAJE DEL CONTROLA	$= \frac{\text{POTENCIA INSTALADA EN PANELES}}{\text{TENSION DE SISTEMA}}$		
A_controlador	756 A		
CONTADORES SON NECESAR		SE NECESITAN	
datos CONTROLADOR			
controlador (Wp)	10000 W		
Voc	450 V	C	6 UND
Isc	120 A		

A : para proyectos con paneles de 300 w para mas carga es necesario controladores f			
standar de tension DC (B:	cuantos paneles son por controlador		
Consumo di Tension			
0 ≤ 2000 kw	12 V	cont	6 UND
2000 kw/di.	24 V	paneles	52 UND
4000 kw/di.	48 V		
10000 Kwz-	96 V		
		necesito	8 paneles en un controlador

CALCULO DE BATERIAS							
POTENCIA DIA A DIA	35872	Wh/dia	nota: Las Baterias de gel se recomienda usar al 50%				
TENSION DEL SISTEMA	48	V					
$CB = \frac{CONSUMO DIA(Wh)}{TENSION DEL SISTEMA (V)}$			breaker (DC) BATERIAS		Arreglo de 24 baterias	arreglo en serie	4
CB	50%	747 Ah	P_INV	40000 W	baterias(wp)		71745
			T_SIS	48 V	Voc		48
BO	100%	1435 Ah	BR_B	833 A	Isc		
					SE NECESITAN		
					EN SERIE	EN PARALELO	
					C	4	5,9787143
CANTOS INVERSORES SON NECESARIO:							
datos BATERIA							
SE NECESITAN							
bateria (Wp)	3000	W	C	6 UND	TOTAL DE BATERIA		
Voc	12	V			24		
Isc	250	Ah					

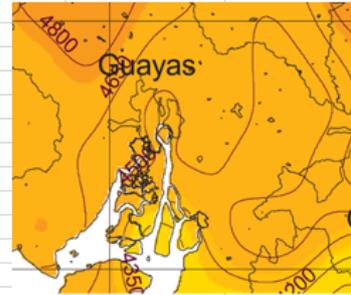
Arreglo de 24 baterias	arreglo en serie	4	arreglo en paralelo	6	CARGA
baterias(wp)	71745	W	71744,57	W	
Voc	48	V	48	V	
Isc	1434,679	A	1434,679	A	
SE NECESITAN					
EN SERIE		EN PARALELO	baterias	por calculo	
C	4	5,9787143	1434,679	1435	
TOTAL DE BATERIA					
24					

SELECCIÓN DE INVERSOR							
$CINV = \frac{CARGA INSTALADA(kWh) \times 1.5(FS)}{FS}$			NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.				
CARGA INSTALADA	29017	FS	1,2				
INVERSOR	34820,03	W					
TENSION DEL SISTEMA	48	V					
CANTOS INVERSORES SON NECESARIO:							
datos INVERSOR							
SE NECESITAN							
inversor(Wp)	40000	W	C	0,9	UND		
Voc	48	V					
Isc	833,333	A					
				Pn_INV	34820,032	W	
Breacker AC salida de inversor							
TENSION DEL SALIDA	220	VAC					
B_AC_INV	181,8182	A					
$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA INVERSOR}{TENSION DEL SISTEMA AC}$							

Viabilidad por inversor y comparacion con carga nominal y analisis						
Ingreso FV			CARGA DE LA RED EBM			
Produccion por in	Produccion por panel		Wh60%	Wh100%	Kw	
40000	31258,4344		125553	27742	35093,6	kWh
180000	140662,9548		1506636	332904	421123,56	Wh/dia
5400000	4219888,644		45199080	9987120	12844268,58	Wh/mes
64800000	50638663,73		542388960	119845440	154131223	kWh/año

60% CALCULO DEL PROGRAMA

HORA SOLAR MINIMA (HSM)				
60%			Datos HSM	
			HSM_MES	4500 Wh/m ² /día
			kW	1000 k
			HSM	4,5 kWh
PT		Factor Seguridad (FS:1,3)		
1	173776 Wh/día	225909		
	14481 wh	18825,733		
Análisis HSM				
coordenadas		-2,125	-79594	
HSM		4,5		



datos PANEL		datos CONTROLADOR	
panel(Wp)	700 W	controlador (Wp)	10000 W
Voc	42,1 V	Voc	450 V
Isc	17,43 A	Isc	120 A
datos BATERIA		datos INVERSOR	
bateria (Wp)	3000 W	inversor(Wp)	50000 W
Voc	12 V	Voc	48 V
Isc	250 Ah	Isc	1042 A

CALCULO DE LOS PANELES			
Potencia instalada	=	$\frac{\text{CONSUMO DIA } \left(\frac{\text{Wh}}{\text{día}}\right)}{\text{(HORA SOLAR MINIMA (HSM))}}$	
POTENCIA A INSTALAR EN PANELES SOLARES	Pinst	50202 Wp	
CANTIDAD DE PANELES	=	$\frac{\text{POTENCIA PICO (Wp)}}{\text{WATT DE PANEL A INSTALAR (Wp)}}$	
LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES	C	72 UNID	
	Panel(Wp) * C(UNID)	Pinst	
COMPROB.	50202	8888	50202

Breaker(DC) 2P PANELES			
APREGLO DE 9 PANELES AL CONTROLADOR			
DATOS			
FS	1,2		
Isc Total	17,43		
BREACK	20,916 A	505,2 V	
			panel(Wp)
			Voc
			Isc
Arreglo de 12 paneles solares			
	arreglo SERIE	arreglo PARALELO	
#	12	12	
panel(Wp)	8400 W	8400 W	
Voc	505,2 V	42,1 V	
Isc	17,43 Ah	209,16 A	
#	6	6	
	4200 W	4200 W	
	252,6 V	21,05	
	17,43 Ah	104,58	

CALCULO DE BATERIAS			
POTENCIA DIA A DIA	49650 Wh/dia		
TENSION DEL SISTEMA	48 V		
		nota: Las Baterias de gel se recomienda usar al 50%	
		breacker (DC) 2P BATERIAS	
	$CB = \frac{CONSUMO\ DIA(Wh)}{TENSION\ DEL\ SISTEMA\ (V)}$		
	80%	P_INV	50000 W
CB	1034 Ah	T_SIS	48 V
	100%	BR_B	1042 A
BO	2069 Ah		
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS			
datos BATERIA			
bateria (Wp)	3000 W		
Voc	12 V		
Isc	250 Ah		

	arreglo en serie 4	arreglo en paralelo 8	CARGA
baterias(Wp)	99300,57		99300,57143 W
Voc	48		48 V
Isc		2068,761905 A	2068,761905 A
SE NECESITAN			
	EN SERIE EN PARALELO	baterias	por calculo
C	4 8,2750476	2068,761905	2069
SE NECESITAN			
C	8 UND		
TOTAL DE BATERIA	33		

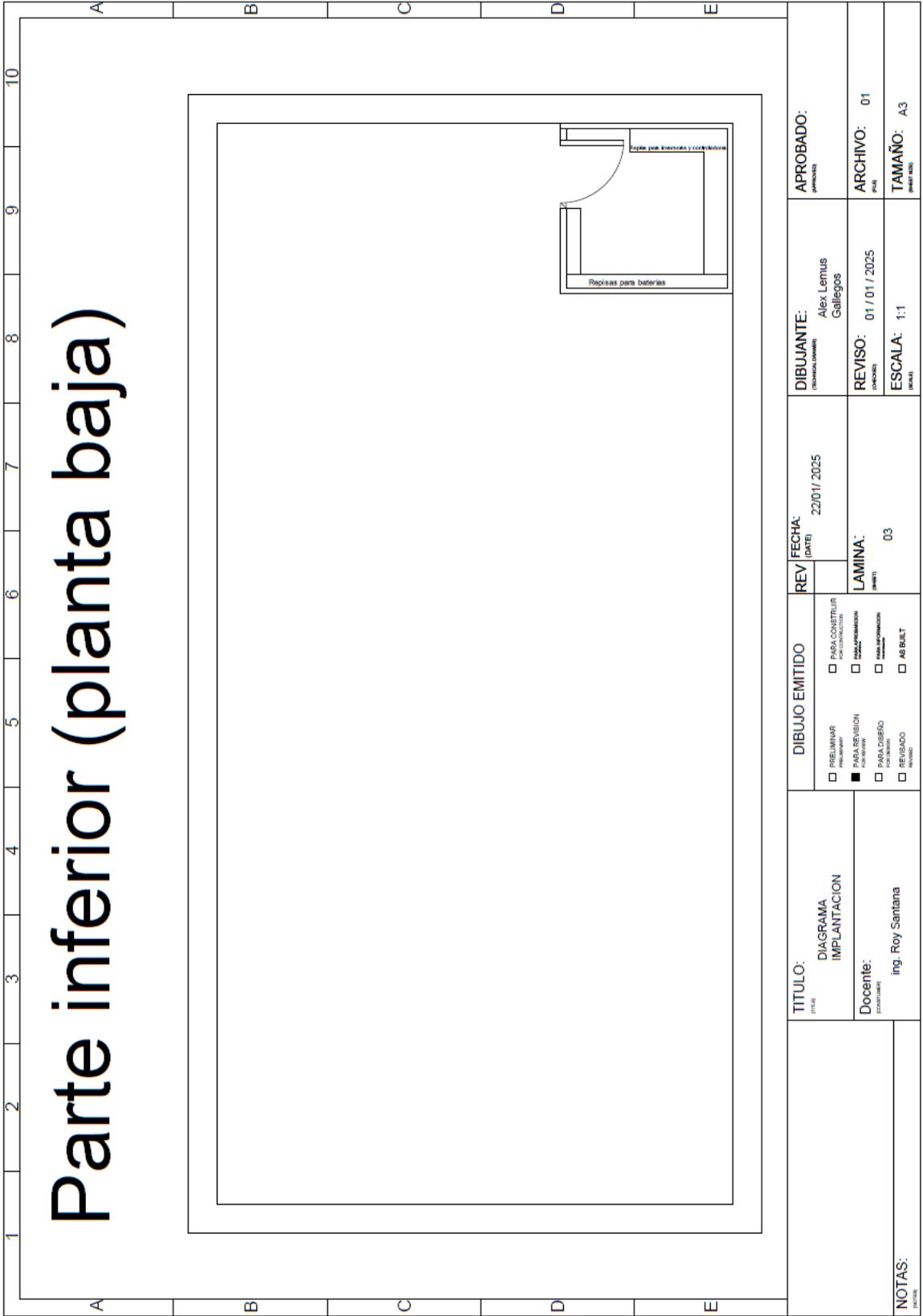
Para el inversor se utilizara cable y barraje de acuerdo al amperaje

CABLE DE INVERSOR A BARRAJE PRINCIPAL		
CALIBRE DEL CABLE		227 A
AWG		250 MCM
tierra de panel	2/0	AWG
Para este arreglo es necesario hacer un barraje para la carga		
CAPACIDAD DE BATERIAS		227 A
BARRAJE	1/4X1X2000	400 A mm

SELECCIÓN DE INVERSOR					
$C_{INV} = CARGA\ INSTALADA(kWh) \times 1.5(FS)$					
			FS		
CARGA INSTALADA	40162		1,2		
INVERSOR	48193,88	W			
TENSIO DEL SISTEMA	48	V			
NOTA: El inversor debe tener suficiente potencia nominal para manejar la potencia pico que genera el sistema fotovoltaico. La potencia nominal del inversor debe ser aproximadamente el 110-120% de la potencia máxima de los paneles solares instalados.					
CUANTOS INVERSORES SON NECESARIOS					
datos INVERSOR			SE NECESITAN		
inversor(Wp)	50000	W	C		1 UND
Voc	48	V			
Isc	1042	A			
			Pn_INV	48193,87733	W
Breacker AC 3P salida de inversor					
inversor(wp)	50000	W			
TENSION DEL SALIDA	220	VAC			
B_AC_INV	227,2727	A			
$B_{AC_INV} = \frac{POTENCIA\ INVERSOR}{TENSION\ DEL\ SISTEMA\ AC}$					

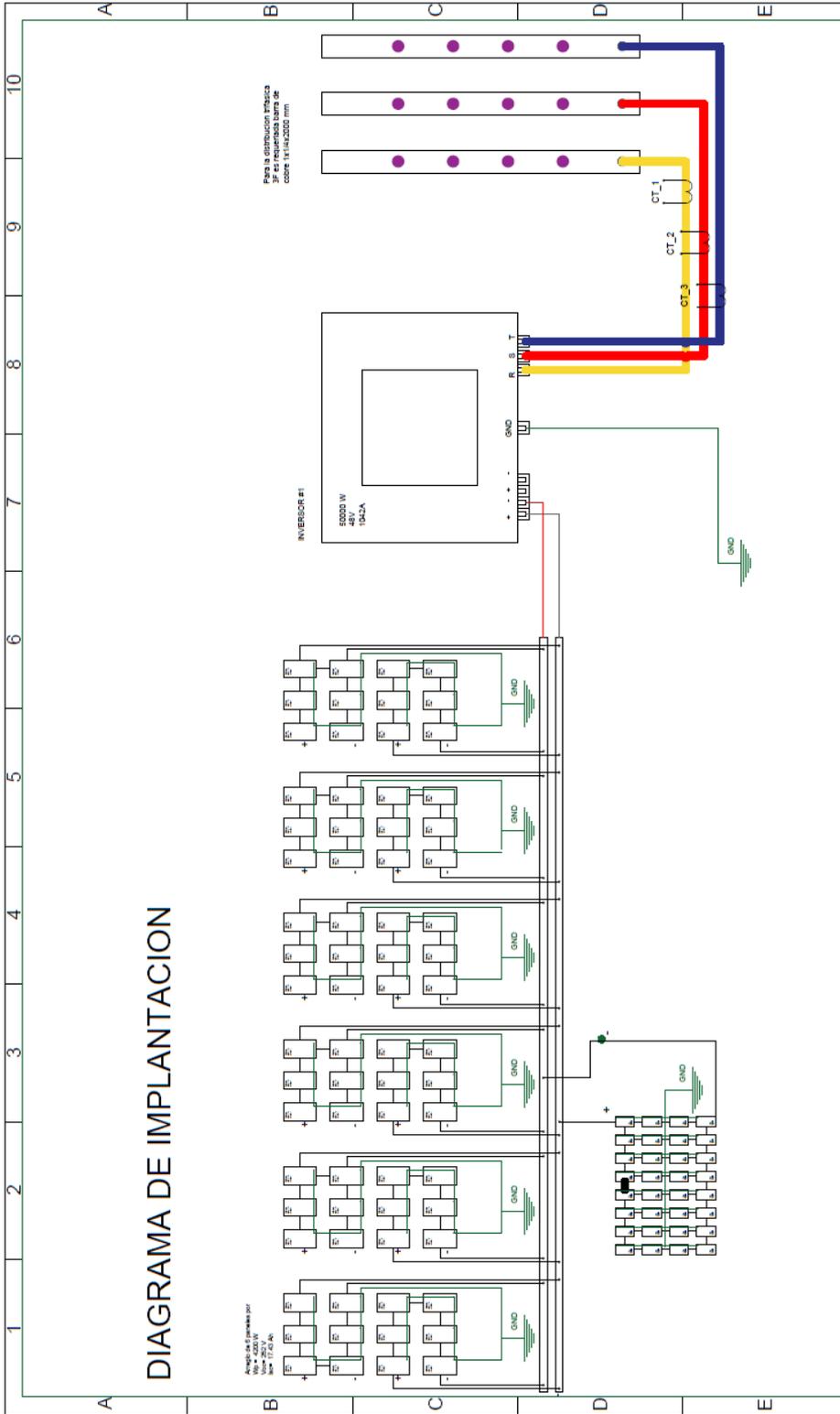
Comparacion con la red al 100 % y el sistema fotovoltaico analizado

Viabilidad por inversor y comparacion con carga nominal y analisis						
Ingreso FV		CARGA DE LA RED EBM				
Produccion por inversor	Produccion por paneles	Wh/60%	Wh/100%	KW		
50000	43435	14481	27742	35093,6		kWh
225000	195457,5	173776	332904	421123,56		Wh/dia
6750000	5863725	5213280	9987120	12844268,58		Wh/mes
81000000	70364700	62559360	119845440	154131223		kWh/año
Viabilidad por paneles solares						
paneles	w	HSP	perdidas	dias/año	kWh/año	
72	700	4,5	0,85	365	70365	



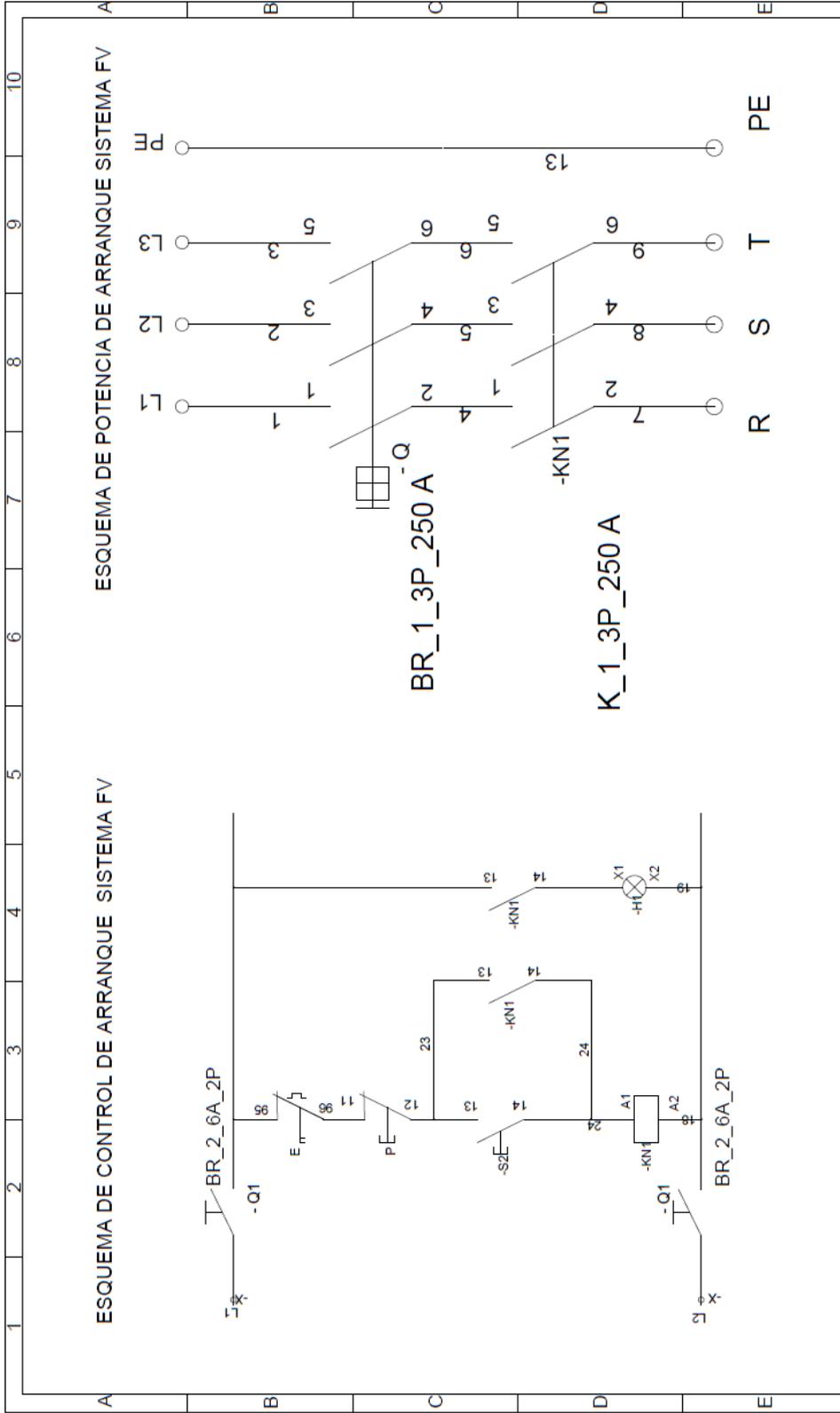
Parte inferior (planta baja)

TITULO: <small>(FILE)</small> DIAGRAMA IMPLANTACION	REV: <small>(DATE)</small> 22/01/2025	DIBUJO EMITIDO <input type="checkbox"/> PRELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> PARA REVISION <input type="checkbox"/> PARA DISEÑO <input type="checkbox"/> REVISADO	<input type="checkbox"/> PARA CONSTRUIR <input type="checkbox"/> PARA EJECUCION <input type="checkbox"/> PARA OBSERVACION <input type="checkbox"/> AS BUILT	DIBUJANTE: <small>(PROYECTANTE)</small> Alex Lemus Gallegos	APROBADO: <small>(PROYECTANTE)</small> [Signature]
				FECHA: <small>(DATE)</small> 22/01/2025	REVISO: <small>(CHECKED)</small> 01 / 01 / 2025
Docente: <small>(PROYECTANTE)</small> Ing. Roy Santana	LAMINA: <small>(FILE)</small> 03	ESCALA: <small>(SCALE)</small> 1:1		TAMAÑO: <small>(PRINT SIZE)</small> A3	
NOTAS: <small>(NOTES)</small>					



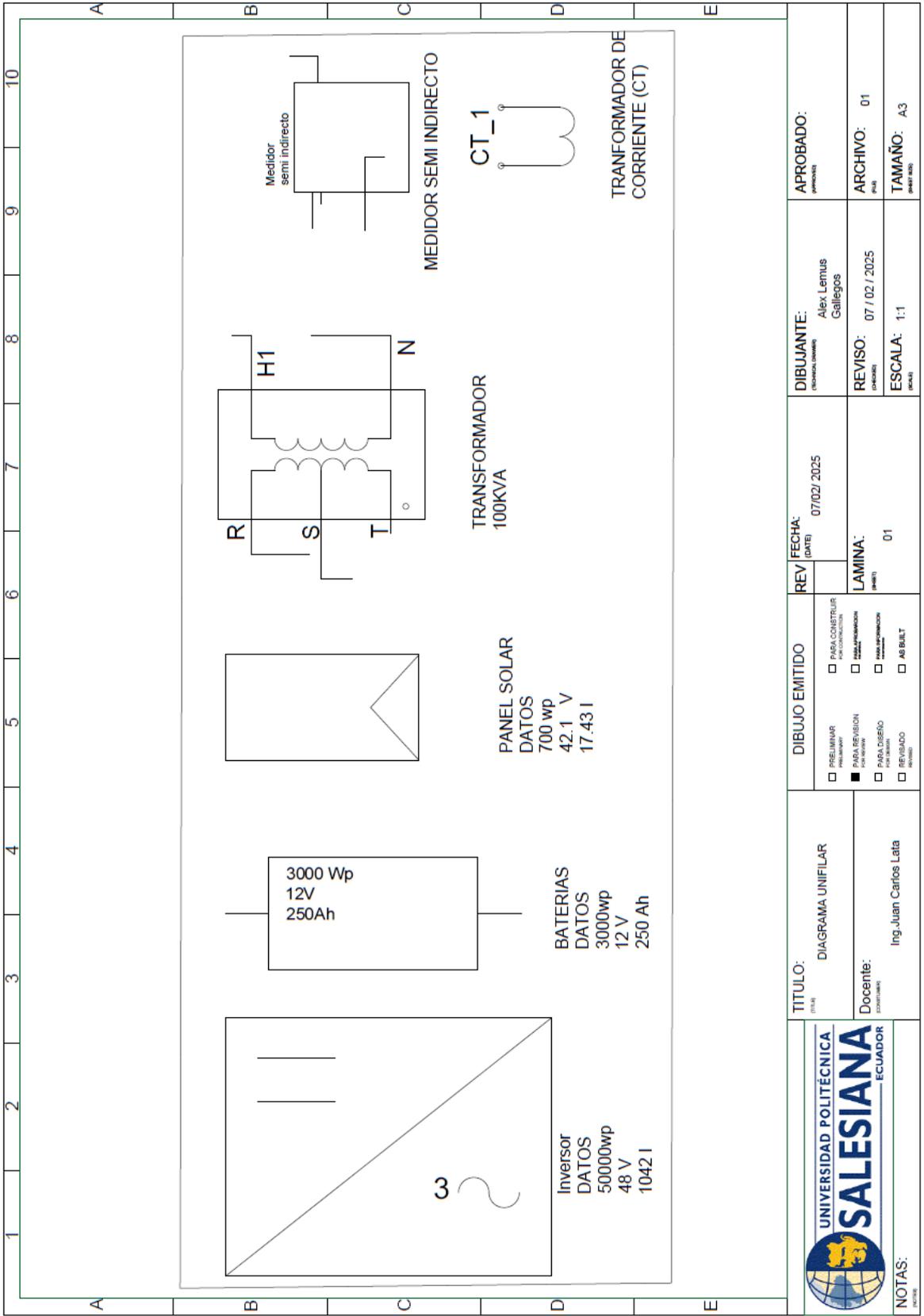
 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR</p>	<p>TÍTULO: (TIT) DIAGRAMA IMPLANTACION</p> <p>Docente: (COM) Ing. Juan Carlos Lata</p>	<p>DIBUJO EMITIDO</p> <p><input type="checkbox"/> PRELIMINAR (PREL) <input type="checkbox"/> PARA CONTROLAR POR CONSTRUCCION</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PARA REVISION (REV) <input type="checkbox"/> PARA APROBACION</p> <p><input type="checkbox"/> PARA DISEÑO (DES) <input type="checkbox"/> REVISADO (REV) <input type="checkbox"/> AS/BILT</p>	<p>REV/ FECHA: (REV) 07/02/ 2025</p> <p>LAMINA: (LAM) 01</p>	<p>DIBUJANTE: (DES) Alex Lemus Gallegos</p> <p>REVISO: (REV) 07 / 02 / 2025</p> <p>ESCALA: (ESC) 1:1</p>	<p>APROBADO: (APR) _____</p> <p>ARCHIVO: (ARC) 01</p> <p>TAMAÑO: (TAM) A3</p>
<p>NOTAS: (NOT)</p>					





 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA Ecuador</p>	TÍTULO: (FOLIO) DIAGRAMA FUERZA Y CONTROL		DIBUJO EMITIDO <input type="checkbox"/> PRELIMINAR (PROPUESTA) <input type="checkbox"/> PARA REVISIÓN (CORRECCIONES) <input checked="" type="checkbox"/> PARA CALIFICACIÓN (REVISIÓN) <input type="checkbox"/> PARA CUESTO (REVISIÓN) <input type="checkbox"/> REVISADO (REVISIÓN)		REV FECHA: (DATE) 07/02/2025		DIBUJANTE: (NOMBRE) Alex Lemus Gallegos		APROBADO: (FIRMAS)	
	Docente: (NOMBRE) Ing. Juan Carlos Lata		LAMINA: (NÚMERO) 01		REVISO: (FECHA) 07/02/2025		ARCHIVO: (NÚMERO) 01		TAMAÑO: (MÓDULO) A3	

NOTAS:
(ESPACIO)



UNIVERSIDAD SALESIANA
ECUADOR

NOTAS:

TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR

Docente: Ing. Juan Carlos Lata

- DIBUJO EMITIDO**
- PRELIMINAR
 - PARA REVISION
 - PARA APROBACION
 - PARA DISEÑO
 - REVISADO
 - PARA CONSTRUIR
 - PARA EJECUCION
 - PARA EJECUCION
 - AS BUILT

REV: LAMINA: 01

FECHA: 07/02/2025

DIBUJANTE: Alex Lemus Gallegos

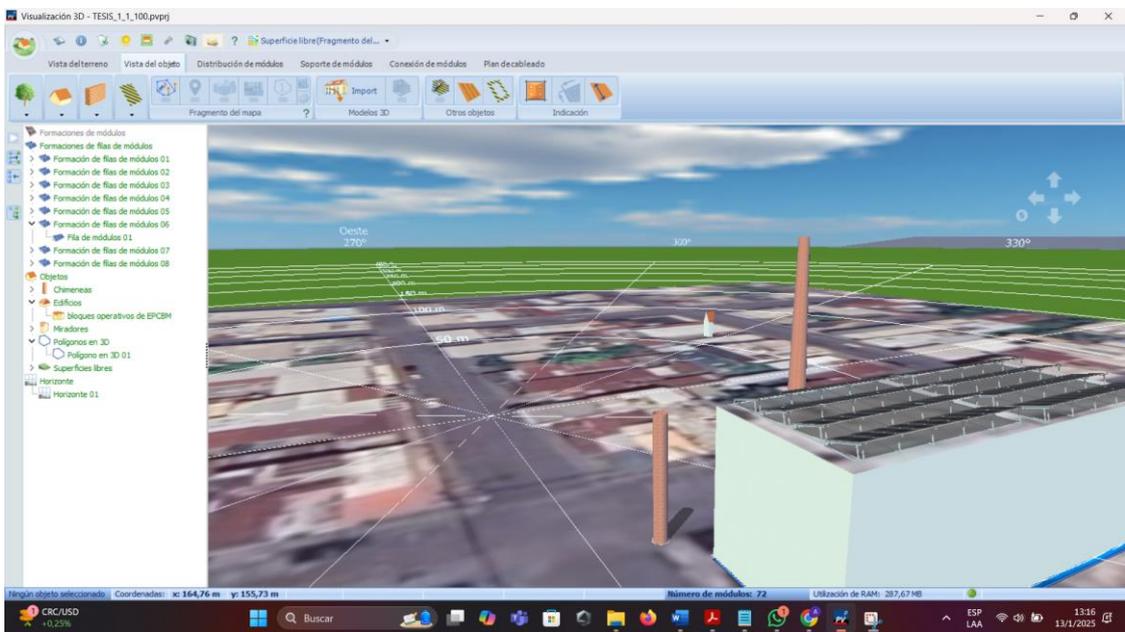
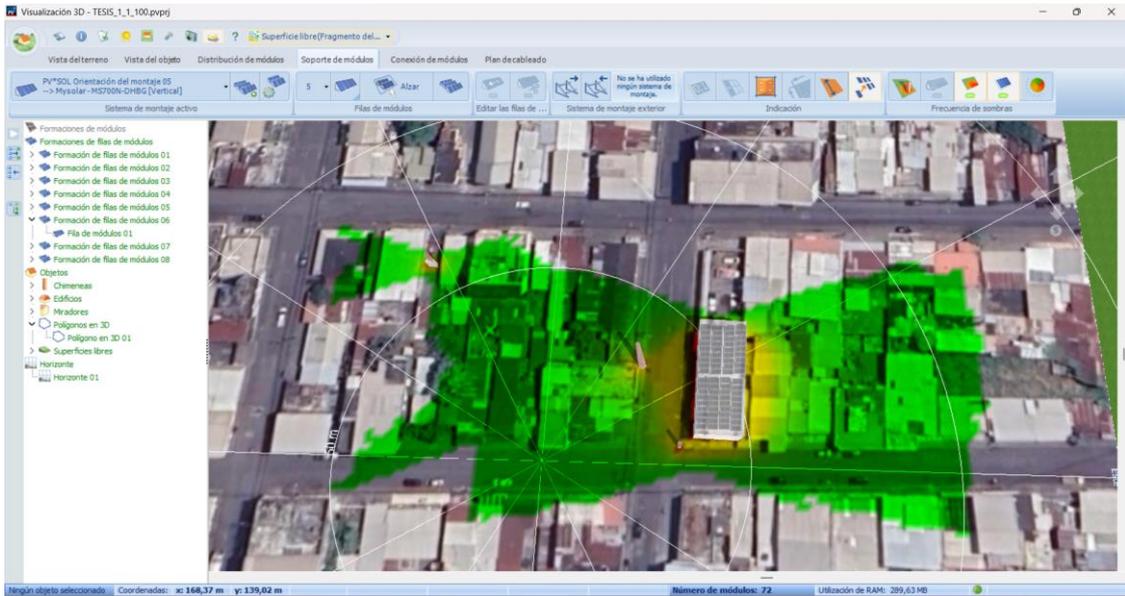
REVISO: 07/02/2025

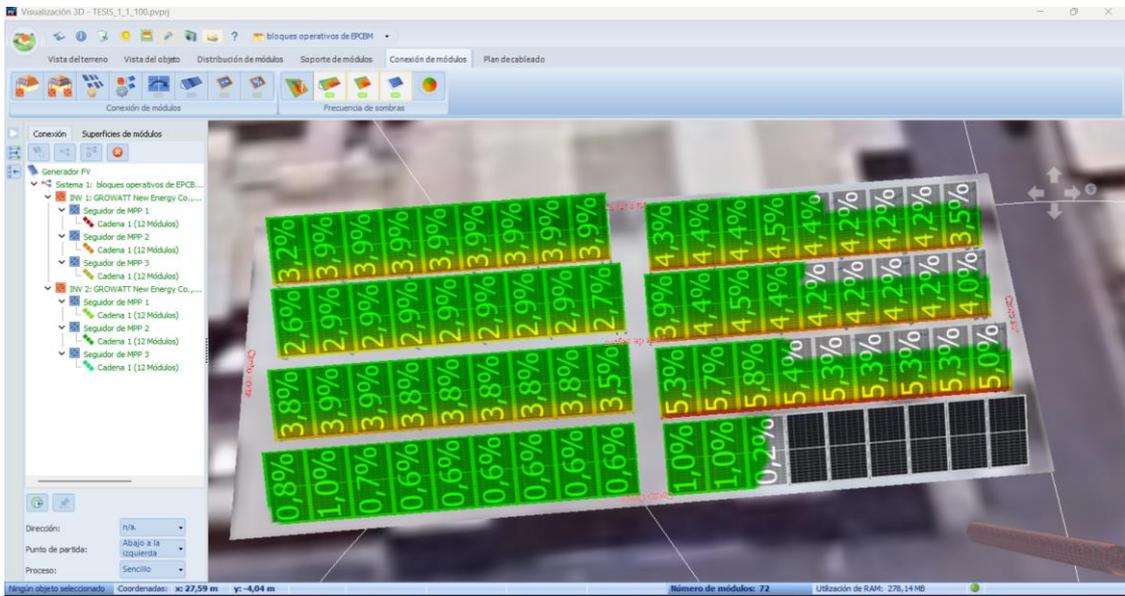
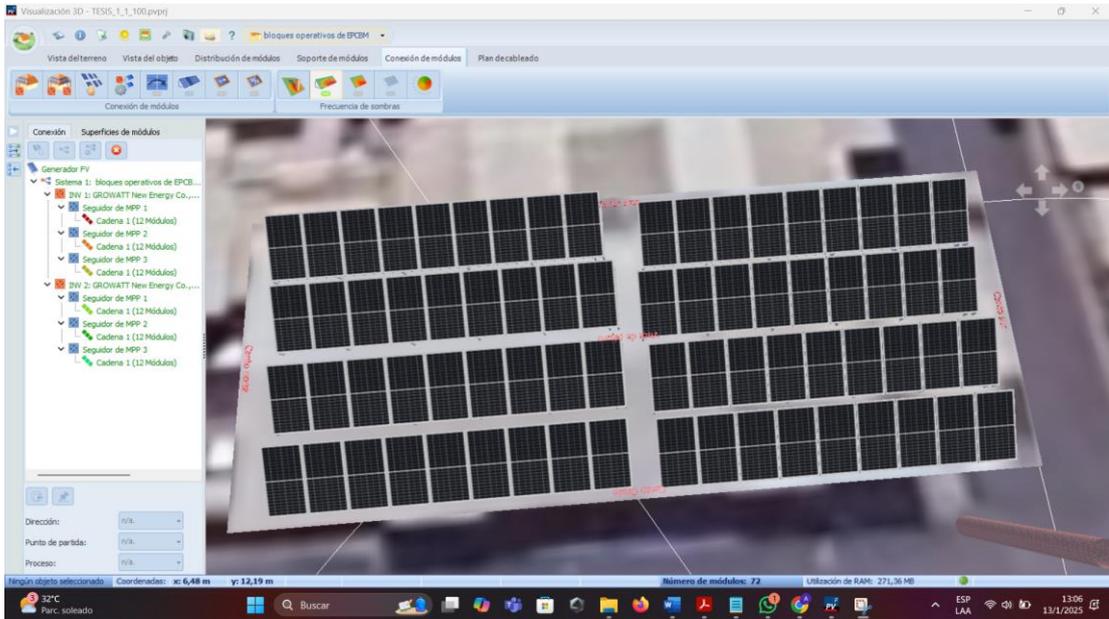
ESCALA: 1:1

APROBADO:

ARCHIVO: 01

TAMAÑO: A3





- **Bibliografía**

- [1] A. DE Uso Y Publicación A Favor De La Universidad and E. E. El Edificio De La Carrera De, "Implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica con integración a la red eléctrica en el edificio de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica del Norte," Jan. 2020, Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10103>
- [2] by Álvaro Marcel Tumbaco Resabala, "Manifestación contra la contaminación ambiental en Milagro," se manifestaron contra la contaminación ambiental que sufre Milagro. Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.unemi.edu.ec/index.php/2019/06/11/universitarios-se-manifestaron-contra-la-contaminacion-ambiental-que-sufre-milagro/>
- [3] energianow, "Componentes Sistema Fotovoltáico," *Www.Energianow.Com*, 2020.
- [4] "Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: Implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica con integración a la red eléctrica en el edificio de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica del Norte." Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10103>
- [5] *Viaintermedia.com*, "AE Solar Presents the New Generation of HJT-Comet Solar Panels", Accessed: Jan. 20, 2025. [Online]. Available: https://www.renewableenergymagazine.com/pv_solar/ae-solar-presents-the-new-generation-of-20220909
- [6] E. DE Recorrido La Energía, "LA ELECTRICIDAD".
- [7] C. De, "UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO".
- [8] "MPPT RS SmartSolar aislado SmartSolar MPPT RS 450|100 y 450|200".
- [9] "Regulacion-ARCONEL-001-21Codigo-de-Conexion".
- [10] J. C. Lata, "UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA," 2022.
- [11] AMCOP, "Informe De Calculos Para Sistema Solar Fotovoltáico," Cálculos STMA FV para proyecto AMCOP , 2020.
- [12] V. D. M. Freires, E. S. de Almeida, and V. D. M. Freires, "ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONOMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA MICROEMPRESA NO ESTADO DO AMAZONAS," *Exacta*, vol. Volume 19, Issue 3, 2021, doi: 10.5585/exactaep.2021.15956.

- [13] autosolar, "(614) La mejor inclinación de las placas solares | AutoSolar - YouTube," *¿Que significa una instalacion fotovoltaica?* Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=YXoJSgYmjHA>
- [14] S. Guayaquil and P. La, "UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA PORTADA PROYECTO DE TITULACIÓN".
- [15] H. Q. Ruiz, C. Cruz Zuñiga, J. Del Rosario de la Cruz, R. Huaccha Chávez, and S. Eloy Soto Abanto, "Generación de un sistema fotovoltaico como alternativa para la red de distribución eléctrica tradicional," *Aporte Santiaguino*, 2022, doi: 10.32911/as.2022.v15.n1.840.
- [16] V. C. B. Janeth and L. J. D. Daniel, "Sistema fotovoltaico como alternativa sostenible para el funcionamiento de una alcaldía municipal," *Photovoltaic system as a sustainable alternative for the operation of a municipal mayor's office.*, vol. 19, no. 1, 2021.
- [17] Por Redacción Extra, "Cortes de luz en Milagro para el miércoles 23 de octubre." Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.extra.ec/noticia/provincias/cortes-luz-milagro-miercoles-23-octubre-113759.html>
- [18] O. P. Lamigueiro, "ENERGÍA SOLAR Fotovoltaica," 2023, Accessed: Jan. 26, 2025. [Online]. Available: <https://github.com/oscarperpinan/esf>
- [19] G. A. Salazar, "DIRECCIÓN DE REGULACIÓN TÉCNICA DEL SECTOR ELÉCTRICO AGOSTO 2021 INFORME DE SUSTENTO REGULACIÓN «CALIFICACIÓN Y HABILITACIÓN DE LOS GRANDES CONSUMIDORES EN EL SECTOR ELÉCTRICO» INFORME INSTITUCIONAL".
- [20] C. De et al., "Evaluación técnico y económico de una MICRORRED (PV) con diferentes tipos de almacenamiento," 2024.
- [21] S. Guayaquil and P. La, "UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA PORTADA PROYECTO DE TITULACIÓN."
- [22] "ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA Corporación para la Investigación Energética."
- [23] "GEL 12-250." [Online]. Available: www.tensite-energy.com
- [24] M. Autor, A. Fernández, B. Directora, : Barbara, and S. Carbonell, "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 50 KW PARA AUTOCONSUMO CON ALMACENAMIENTO EN BODEGA," 2023.