



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA INGENIERIA ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA
RENOVABLE POR MEDIO DE PANELES SOLARES EN LA COMUNIDAD
MASA 2**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de INGENIERO ELECTRICO**

AUTORES:

LUIS ALBERTO LATORRE IZQUIERDO

JESUS DONATO BARCO ORTEGA

TUTOR:

CARLOS LUIS PÉREZ MALDONADO

Guayaquil-Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, **LUIS ALBERTO LATORRE IZQUIERDO** con documento de identificación N° **0956139976** y **JESUS DONATO BARCO ORTEGA** con documento de identificación N° **0954817417**; 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 manea total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 de marzo del año 2022

Atentamente,



Luis Alberto Latorre Izquierdo
0956139976



Jesús Donato Barco Ortega
0954817417

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

Nosotros, **LUIS ALBERTO LATORRE IZQUIERDO** con documento de identificación No. **0956139976** y **JESUS DONATO BARCO ORTEGA** con documento de identificación No. **0954817417**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Proyecto de Titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE POR MEDIO DE PANELES SOLARES EN LA COMUNIDAD MASA 2**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO ELECTRICO**, 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 formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de marzo del año 2022

Atentamente,



Luis Alberto Latorre Izquierdo

0956139976



Jesús Donato Barco Ortega

0954817417

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **CARLOS LUIS PÉREZ MALDONADO** con documento de identificación N° **0913456851** docente de la **Universidad Politécnica Salesiana**, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE POR MEDIO DE PANELES SOLARES EN LA COMUNIDAD MASA 2**, realizado por **LUIS ALBERTO LATORRE IZQUIERDO** con documento de identificación N° **0956139976** y por **JESUS DONATO BARCO ORTEGA** con documento de identificación N° **0954817417**, 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, 15 de marzo del año 2022

Atentamente,



Carlos Luis Pérez Maldonado

0913456851

DEDICATORIA 1

Este proyecto de tesis es dedicado para Dios por acompañarme siempre a lo largo de la carrera dándome salud y vida.

Agradezco a mi madre Sandra Izquierdo que siempre estuvo alentándome para poder seguir adelante.

Mi padre Luis Latorre que estuvo pendiente de mí en todo momento y me dio la iniciativa de poder estudiar esta carrera.

Mi tía Elizabeth Montaña por brindarme todo su esfuerzo y apoyo, de verdad se lo agradezco de todo corazón.

A mis Abuelos y hermanos que son mi mayor motivación.

LUIS LATORRE IZQUIERDO

DEDICATORIA 2

Dedico este proyecto primero a Dios por darme vida y salud,

A mis padres Paulina Ortega, Arturo Barco los cuales han sido un pilar fundamental en mi vida y mi motivación principal, a quienes agradezco por brindarme su amor y apoyo durante esta larga pero hermosa carrera,

A mis hermanas quienes han sido mi inspiración, que me llenan e impulsan a obtener esta meta y así poder llegar a ser un ejemplo para ellas,

Mi abuela Yolanda Minchala que siempre me ha sabido guiar con su amor y sus consejos,

Mis abuelos Darío, Rosa que desde el cielo se sentirán muy orgulloso de mí,

A todos mis profesores por la paciencia y los conocimientos brindados.

JESUS BARCO ORTEGA.

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo diseñar e implementar nuevos puntos de instalaciones civiles residenciales en baja tensión, para dispositivos eléctricos de una vivienda, que se alimentarán por medio de un sistema fotovoltaico y dar a conocer la importancia de utilizar y brindar energía renovable en sectores donde carecen de servicios básicos debido a sus características geográficas.

Este proyecto se realizó en la comunidad Masa 2 Golfo de Guayaquil donde uno de sus principales problemas era la ausencia de energía eléctrica de forma permanente, en esta comunidad se abastecían con un generador de combustión la cual satisfacía un porcentaje muy corto de la capacidad que se utiliza en esta comunidad, a su vez al realizar este proyecto también se brindó una pequeña charla teórica para que los habitantes puedan realizar un correcto uso de los equipos ya instalados.

En esta investigación también se describe problemáticas que vive la comunidad Masa 2 y la importancia que ellos le dan a este tipo de proyectos, esto se realizó por medio de estudios de campo y las necesidades que existe en el sector de la comunidad.

Por último, se entregó el sistema fotovoltaico con su respectivo diseño, mediante el estudio de carga y necesidades de la comunidad que se realizó con software como PVSyst y Autocad, se hizo la instalación del panel solar y de los nuevos puntos eléctricos de luz y toma corriente que servirán para dar mayor accesibilidad y facilidad a nuevos recursos en las viviendas de la comunidad Masa 2 en el golfo de Guayaquil.

Palabras claves:

Energía Renovable, Sistema Fotovoltaico, Paneles solares

ABSTRACT

The objective of this degree Project is to design and implement new points of low-voltage residential civil installations for electrical devices in a home, which will be powered by a photovoltaic system and to raise awareness of the importance of using and providing renewable energy in sectors where they lack basic services due to their geographical characteristics.

This project was carried out in the community Masa 2 gulf of Guayaquil where one of its main problems was the lack of electric power, in this community they were supplied with a combustion generator which satisfied a very small percentage of the capacity used in this community, in turn when carrying out this project a small theoretical talk was also given so that the inhabitants can carry out a correct operation of the equipment already installed.

This research also describes problems experienced by the Masa 2 community and the importance they give to this type of project; this was done through field studies and the needs that exist in the community sector.

Finally, the photovoltaic system was delivered with its respective design, through the study of the load and needs of the community that was carried out with software such as PVSyst and autocad, the installation of the solar panel and the new electrical points of light and power outlet were made. that will serve to give greater accessibility and ease to new resources in the homes of the community mass 2 in the Gulf of Guayaquil.

Keywords:

Renewable energy, Photovoltaic System, Solar panels

CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
CAPITULO I	12
1.1 INTRODUCCION	12
1.2 ANTECEDENTES	14
1.3 JUSTIFICACION	15
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
1.5 ALCANCE DE LA TESIS	16
CAPITULO II MARCO TEORICO	18
2. COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO	18
2.1 ENERGIA RENOVABLE	18
2.2 ENERGIA SOLAR	18
2.3 RADIACION SOLAR	19
2.3.1 RADIACION DIRECTA	20
2.3.2 RADIACION DIFUSA	20
2.3.3 RADIACION REFLEJADA	21
2.4 UNIDAD DE RADIACIÓN SOLAR	21
2.5 EFECTO FOTOVOLTAICO	22
2.6 CELDAS FOTOVOLTAICAS	22
2.8 TIPOS DE MODULOS FOTOVOLTAICOS	23
2.8.1 MODULO MONOCRISTALINO	23
2.8.2 MODULOS POLICRISTALINOS	24
2.8.3 MODULO DE SILICIO AMORFO	25
2.9 BATERIA SOLAR	25
2.10.1 TIPOS DE BATERIAS	26
2.10.1.1 BATERIAS DE ACIDO - PLOMO	26
2.11 INVERSOR FOTOVOLTAICO	28
2.12 INSTALACIONES CIVILES	29
2.12.1 ILUMINACION	29
2.12.2 TOMACORRIENTES	29
2.12.3 CIRCUITOS	30
2.12.3.1 CIRCUITOS DE ILUMINACION	30
2.12.3.2 CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES	31

2.12.4 CONDUCTORES ELECTRICOS.....	31
2.13 REGULADOR DE VOLTAJE	32
2.14 TIPOS DE REGULADORES	33
2.14.1 REGULADOR ELECTRONICO.....	33
2.14.2 REGULADOR ELECTROMECHANICO	34
2.15 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	34
2.15.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED ELECTRICA	34
2.15.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO	34
2.15.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTONOMO	35
CAPITULO III DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA VIVIENDA EN MASA	
2	36
3.1. ANTECEDENTES DE DISEÑO	36
3.2. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.....	37
3.3. CÁLCULO DE INCLINACION ÓPTIMA.....	38
3.4. ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES DE IRRADIACIÓN SOLAR (PVgis)	39
3.5. INFORMACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS	41
3.6. PLANO ELÉCTRICO ORIGINAL DE LA VIVIENDA	42
3.7. NUEVO PLANO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA	44
3.8. DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL SOLAR	45
CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CASA	
INDIVIDUAL MASA 2	49
4.1. LOCALIZACION DE IMPLEMENTACION.....	49
4.2. DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	50
4.3. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PANEL SOLAR	51
4.4. REGULADOR DE VOLTAJE	54
4.5. BATERÍA.....	55
4.6. INVERSOR	56
4.7. COMPONENTES ADICIONALES	58
4.8. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	58
4.9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
Conclusiones	65
Recomendaciones	66
Bibliografía.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista Satélite Comunidad Masa 2	12
Figura 2 modelo de vivienda autocad	13
Figura 3 Camino por la camaronera Sociedad Nacional	14
Figura 4 Espectro de la irradiancia solar en la parte superior de la atmosfera	20
Figura 5 Panel Monocristalino	24
Figura 6 Panel Policristalino	24
Figura 7 Panel de Silicio Amorfo	25
Figura 8 Batería del Panel Solar	26
Figura 9 Inversor Fotovoltaico	29
Figura 10 Instalación Eléctrica	32
Figura 11 Regulador de voltaje	33
Figura 12 Irradiación solar mensual Masa 2	39
Figura 13 Temperatura mensual Masa 2	41
Figura 14 Instalaciones eléctricas existentes residencia comunidad Masa 2 planta baja	43
Figura 15 Instalaciones eléctricas existentes residencia comunidad Masa 2 planta alta	43
Figura 16 Instalaciones eléctricas nuevas para la residencia comunidad Masa 2 planta baja	44
Figura 17 Instalaciones eléctricas nuevas para la residencia comunidad Masa 2 planta alta	45
Figura 18 Análisis de consumo mensual	48
Figura 19 Ubicación geográfica del punto de intervención	49
Figura 20 conexión de sistema fotovoltaico	50
Figura 21 Estructura del panel solar (vista frontal)	51
Figura 22 Estructura del panel solar (vista lateral)	52
Figura 23 Panel solar Eagle HC 60P	53
Figura 24 Controlador de carga 75/15	55
Figura 25 Batería de ciclo profundo RITAR DC12100 12V100AH	56
Figura 26 Inversor Victron Phoenix 24/250 VE.Direct NEMA 5-15R	57
Figura 27 Disponibilidad de tomas de salida del inversor	57
Figura 28 Colocación de las bases	59
Figura 29 Colocación de las bases	59
Figura 30 Instalaciones al interior del domicilio	60
Figura 31 Instalaciones al exterior del domicilio de los paneles	62
Figura 32 Comprobación del funcionamiento de las conexiones	63

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION

Hoy en día para suplir las necesidades básicas tales como: iluminación, puntos eléctricos en tomacorrientes de 110V-220V que son utilizados para poder conservar en un ambiente fresco los alimentos que necesitan refrigeración y que son los que tiene toda vivienda normalmente tiene, incluso para mantener comunicación por medio de un móvil que necesita ser cargado. También se puede conectar un TV o radio como medio de comunicación, para todo esto es de principal importancia la energía eléctrica ya que por medio de la misma se podría satisfacer todo lo que se necesita en la vida cotidiana.

Sin embargo, la comunidad Masa 2 no cuenta con todos estos sistemas eléctricos, ya que se encuentra en una zona lejana con difícil acceso y por esta razón no se ha podido construir una red de distribución eléctrica que normalmente se encuentra en la ciudad con todos los principales elementos que son: Transformadores, Subestaciones, alumbrado público, etc.



Figura 1 Vista Satélite Comunidad Masa 2

Fuente: Google Maps

Desde el 2008 la carrera de Ingeniería en Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil realiza varios proyectos en las comunidades del Golfo de Guayaquil y la Isla Puná a través de sus estudiantes, egresados y docentes. (D'Una, s.f.)

La idea de este proyecto es diseñar e implementar un sistema fotovoltaico para las viviendas de la Comunidad Masa 2 de forma individual, es decir cada vivienda va a contar con este sistema para que puedan cumplir con sus necesidades, en este caso hablando desde el punto de vista de la ingeniería eléctrica, calculando la demanda que produce cada vivienda y en base a eso iniciar la construcción del sistema fotovoltaico.

Según la visión del proyecto, se tiene el siguiente diagrama de cómo se implementó el sistema fotovoltaico en la vivienda asignada:

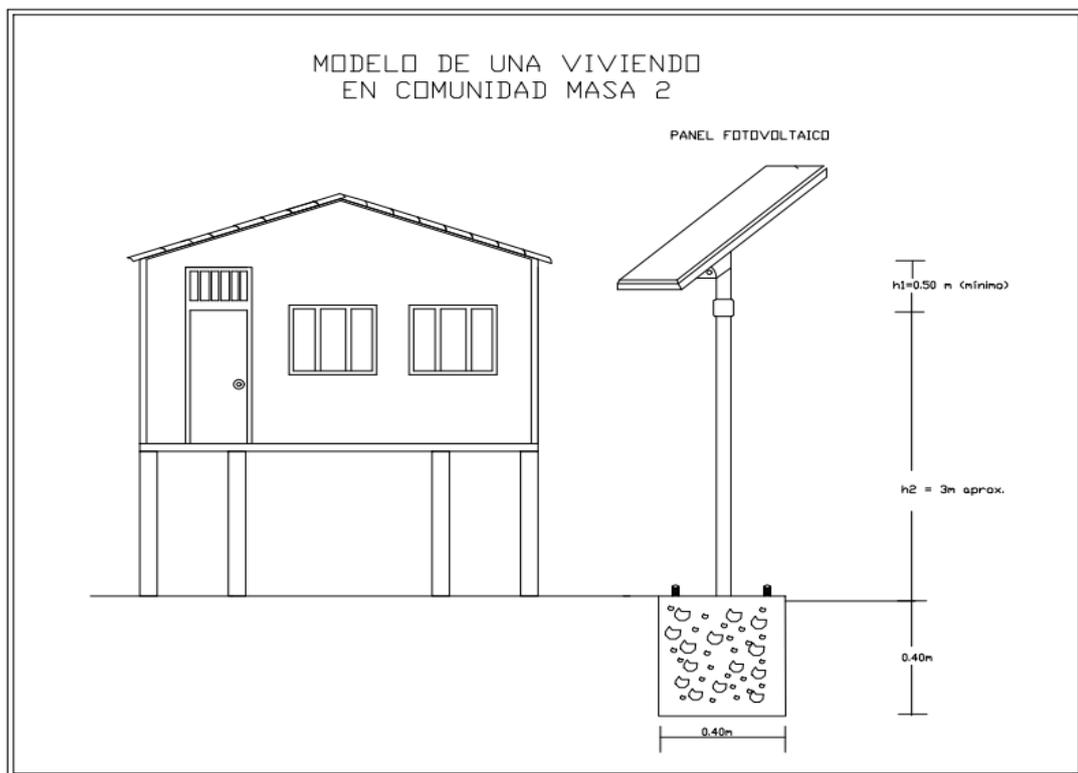


Figura 2 Modelo de vivienda Autocad

Fuente: Autores

1.2 ANTECEDENTES

En Ecuador exactamente en la isla del Golfo de Guayaquil existe un sector al que se le dio el nombre como “Comunidad Masa 2”, donde se encuentran algunas viviendas construidas de madera y caña. Por medio de la visita que se llevó a cabo se pudo observar que son 17 viviendas con 23 familias de aproximadamente 3 a 7 personas por vivienda entre hombres, mujeres y niños. Después de un largo recorrido y pasar por las piscinas de la camaronera que tiene como nombre “SONGA” da la facilidad de poder llegar al lugar. (Borbor, s.f.)



Figura 3 Camino por la camaronera Sociedad Nacional

Fuente: Autores

En esta comunidad actualmente utilizan generadores que producen energía eléctrica y deben ser alimentados por medio de diésel que es el combustible que permite su funcionamiento, ya que el gobierno no ha podido extender los servicios básicos en la comunidad.

1.3 JUSTIFICACION

El proyecto se enfocó en dar energía eléctrica por medio de paneles solares que alimentarán los nuevos puntos eléctricos que se implementó para las familias de escasos recursos en la comunidad Masa 2, puesto que es muy difícil llevar una red eléctrica a este sector, esto motivó a que se realice un estudio para dotar de energía renovable en dicha comunidad y de esa forma poder brindar ayuda a los más necesitados.

Se propuso realizar este proyecto con paneles solares de 405w con su respectivo banco de baterías conectados en serie para proveer energía, con el propósito de brindar la mayor carga posible a estas familias y a su vez que cuenten con el beneficio de tener energía eléctrica en los tomacorrientes para satisfacer sus necesidades.

Son muchos los beneficios que se pudieron alcanzar, pero uno de los más importantes es que se aprovechará la energía solar para después convertirla en energía eléctrica, con este proceso no solo se beneficia a las familias de la comunidad Masa 2 sino también se contribuye a cuidar el medio ambiente.

Los beneficiarios son las familias de escasos recursos, los niños, las personas de tercera edad en resumen un gran porcentaje de la comunidad, estos son los más favorecidos del resultado de este proyecto.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar nuevos puntos de instalaciones civiles residenciales en baja tensión, para dispositivos eléctricos de una vivienda, que se alimentarán por medio de un sistema fotovoltaico.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Calcular la demanda y los principales límites de puntos eléctricos que van a necesitar en la vivienda e incluso dejar una reserva por si hay una posibilidad que aumente la demanda.
- Elaborar un modelo de diseño en AutoCAD de acuerdo con la vivienda y las ubicaciones de los puntos eléctricos correspondientes.
- Implementar el Sistema Fotovoltaico para la demanda calculada e instruir a los residentes sobre su uso adecuado, de manera que no excedan la capacidad instalada.

1.5 ALCANCE DE LA TESIS

En este proyecto se diseñó e implementó un sistema de energía renovable utilizando un sistema fotovoltaico mediante el uso de simulaciones en software y métodos teóricos, empleando como variable meteorológica la luz solar, irradiación solar, para obtener el dimensionamiento de los paneles que se instalaron en la comunidad Masa 2.

La simulación por software se la realizo por medio de los programas PVsyst y PVgis para determinar la carga total de energía para la vivienda, también permitió el análisis económico utilizando componentes reales, costes adicionales.

Los datos utilizados para el desarrollo del proyecto actual, la cantidad de paneles solares a instalar, las ramas en paralelo, capacidad y autonomía de las baterías, etc. han sido obtenidos a través de estos softwares.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2. COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

2.1 ENERGIA RENOVABLE

Cuando se habla acerca de energía renovable se refiere a los diferentes tipos de energía que se puede obtener mediante el sol, agua y viento. Estas son las fuentes de recursos naturales que se usan para generar energía eléctrica sin tener que usar algún tipo de combustible. Estas se las conoce también como energías alternativas o energías verdes. (Factor Energia, s.f.)

Actualmente un 51.78% de energía renovable existe en el Ecuador, siendo la Energía Hidráulica la más alta con un 49.72% y la Energía Fotovoltaico con un 0.14% según las estadísticas que presenta Arconel 2015. Esto ha figurado al Ecuador como el quinto en seguridad energética según los datos que da la Universidad de Vancouver. (Arconel, s.f.)

2.2 ENERGIA SOLAR

En esta investigación se utilizará este tipo de energía renovable ya que es la que mayores beneficios da en la ubicación de la comunidad Masa 2.

Cuando se habla de la energía fotovoltaica sabemos que transforma la luz solar en energía eléctrica utilizando una tecnología basada en efecto fotovoltaico.

Al chocar la radiación solar contra uno de las caras con células fotoeléctricas se hace una desigualdad del potencial eléctrico entre las caras, haciendo que los electrones reboten de un lado a otro, produciendo la corriente eléctrica.

Hay 3 diferentes tipos de paneles solares:

1. Los que generan energía eléctrica para los hogares son los Fotovoltaicos.
2. Los que se implantan en domicilios que tienen exposición directa con la luz del sol son los Térmicos.
3. Los que funcionan a pesar de cambios meteorológicos durante lluvias, nublado o en la noche son los termodinámicos.

Una de las ventajas importantes a destacar es que la energía fotovoltaica no propaga sustancias tóxicas ni tampoco contaminantes para el aire de esta manera no perjudican al medio ambiente ni a los seres humanos. Los componentes tóxicos pueden acidular los ecosistemas acuáticos, terrestres y desgastar edificios. Existen elementos contaminantes de la atmósfera que provocan enfermedades respiratorias como el asma, cáncer y enfermedades al corazón. La energía solar fotovoltaica no originan residuos ni contaminaciones al agua, una causa de mucha importancia teniendo en cuenta la carencia del agua. (Acciona, s.f.)

2.3 RADIACION SOLAR

La radiación solar son conjuntos de radiaciones electromagnéticas. Siendo el Sol un astro de superficie a temperatura media 5505 °C que en el centro tiene lugar a una secuencia de fusiones nucleares que ocasionan el desgaste de la masa que se convierte en energía.

El Sol tiene una superficie que mantiene comportamientos semejantes al de un cuerpo negro, cual produce energía que toma como referencia la ley de Planck de acuerdo a la temperatura. La distribución de la radiación solar sucede del infrarrojo hasta el ultravioleta. La radiación no alcanza todas las superficies de la Tierra, debido a que las ondas ultravioletas más pequeñas son todas atraídas por gases producidos en la atmósfera. La irradiancia es aquella magnitud que establece la radiación solar que entra a la Tierra. (Wikipedia, s.f.)

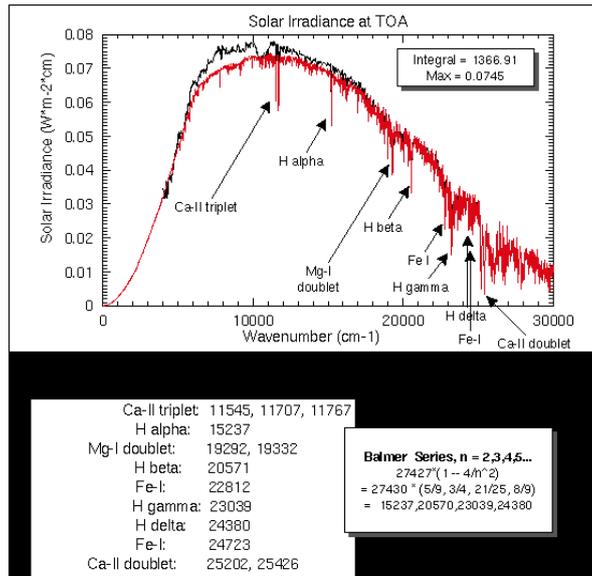


Figura 4 Espectro de la irradiancia solar en la parte superior de la atmosfera

Fuente: Wikipedia

2.3.1 RADIACION DIRECTA

La radiación directa es como se indica, es la radiación que llega directamente del sol, no tienen cambios de dirección (AROS, s.f.)

2.3.2 RADIACION DIFUSA

La radiación difusa son las que recibe por parte de la atmósfera como secuela de la diseminación por la radiación solar en la misma. Esta energía que puede residir aproximadamente en 15% global de la radiación en días que son luminosos, a diferencia de los días oscuros que son días en que la radiación directa suele ser demasiado baja, en cambio la radiación difusa se evidencia en una mayor proporción.

También las superficies que reciben más radiación difusa son las horizontales debido a que ven la semiesfera celeste, a diferencia de las que ven la mitad de la semiesfera celeste que son las superficies verticales que reciben menos. (EOI, 2012)

2.3.3 RADIACION REFLEJADA

Como su nombre indica la radiación reflejada es aquella que se da plasmada por el área terrestre. Dependiendo del factor de reflexión que da la superficie, se da la cantidad de radiación.

Las superficies que no reciben ninguna radiación reflejada son las horizontales ya que estas no ven superficie terrestre, a diferencia de las superficies verticales que son aquellas que más reciben. (EOI, 2012)

2.4 UNIDAD DE RADIACIÓN SOLAR

La unidad de radiación solar es medida en superficie horizontal, por medio del piranómetro o sensor de radiación, que se encuentra situado con orientación sur y en sitios libres de sombras. Para la unidad de medida vatio por metro cuadrado.

La radiación que resulta ser visible para el ojo humano es la luz, la misma que se encuentra comprendida entre 400 y 730 nm de longitud de onda. La radiación con distancia de onda bajo a 400 nm es aquella que a la que se denomina radiación ultravioleta e infrarroja a aquella que tiene distancia de onda mayor a 730 nm. (Navarra.es, s.f.)

2.5 EFECTO FOTOVOLTAICO

Producido cuando la radiación incurre encima de un electrón de un átomo. Energía con la que el electrón está apto para huir de su lugar normal con la que está asociada a un átomo y de esta manera pasar a ser parte de la corriente en un circuito eléctrico. Consiguiendo de esta manera la corriente eléctrica que logra hacer trabajar al mundo. (DAMIA SOLAR, s.f.)

El termino fotovoltaica es una combinación que comprende dos elementos Foto que significa luz y Voltaica que significa Electricidad. Lo cual expresa que este efecto está basado en los aprovechamientos de emanaciones electromagnéticas recibidas por parte del sol para luego transformarse a energía eléctrica. (SOLARAMA, s.f.)

2.6 CELDAS FOTOVOLTAICAS

Una celda fotovoltaica es una celda que transforma la energía solar en energía eléctrica. Estas celdas suelen estar hechas de silicio (Si) con una eficiencia comercial promedio de 20 a 30%.

La luz solar está formada por partes fundamentales que son llamadas fotones, que no contienen masa, pero contienen propiedades electromagnéticas, una de estas partículas, al chocar con el metal a una determinada frecuencia, libera uno de los electrones del átomo metálico.

La liberación de un electrón es sólo una parte del funcionamiento de la fotocélula porque es necesario reubicar los electrones de cierta forma para así generar una corriente eléctrica. Esto se debe al campo eléctrico creado por la acción de dos capas semiconductoras. (Nave, 2016.)

2.7 MODULO FOTOVOLTAICO

El modulo solar es un instrumento que necesita la energía que se deriva del sol que la convierte en energía eléctrica. Los módulos están compuesto por celdas solares de silicio cristalino, la cual pueden transformar la luz proveniente del sol en electricidad. Entre mayor sea la capacidad del panel, mayor será la capacidad de energía que se pueda obtener del sol y mayor será la generación eléctrica. (DEFINICION DE PANEL SOLAR, 2021).

2.8 TIPOS DE MODULOS FOTOVOLTAICOS

2.8.1 MODULO MONOCRISTALINO

Las celdas o módulos monocristalinos son elaborados de silicio, que son de apariencia cilíndrica. Para obtener una mayor rentabilidad y disminuir costos financieros de cada una de las celdas monocristalinas, se reducen las 4 esquinas de los bloques cilíndricos para realizar las láminas de silicio, para que obtenga la apariencia característica.

Una de las maneras más comunes para comprobar si se tiene un panel solar monocristalino o policristalino, es que en el policristalino las celdas son totalmente rectangulares y no tienen esquinas redondas. (Technologies, s.f.)



Figura 5 Panel Monocristalino

Fuente: Poder y Energia

2.8.2 MODULOS POLICRISTALINOS

Los paneles solares policristalinos están compuestos de bloques silícicos que contienen varios cristales.

Los paneles tienen aspecto cuadrado con una superficie semejante a los de un mosaico, debido a todos los cristales que integran un módulo, caracterizados por un azul intenso . (*Technologies, s.f.*)



Figura 6 Panel Policristalino

Fuente: Ecoticias

2.8.3 MODULO DE SILICIO AMORFO

El módulo fotovoltaico de silicio amorfo puede afianzarse directamente a la cobertura sin necesitar de un sistema metálico adicional.



Figura 7 Panel de Silicio Amorfo

Fuente: Archiexpo

2.9 BATERIA SOLAR

Las baterías para este proyecto son de gran importancia porque son las responsables de acumular la energía que recibirá por medio de los paneles solares y así alimentar la carga que tendrá cada familia de comunidad.

Las baterías tienen integrados diminutos almacenadores eléctricos de 2V, estas generan corrientes continuas de 6V, 12V, 24V o 48V. Tienen acumuladores de celdas que conservan la energía por medio de un proceso electroquímico. (Planas, 2015)



Figura 8 Batería del Panel Solar

Fuente: Cumbre pueblos

2.10.1 TIPOS DE BATERIAS

2.10.1.1 BATERIAS DE ACIDO - PLOMO

Las baterías se basan en las pilas electroquímicas. Tienen 2 electrodos, 1 negativo y 1 positivo, que generan corriente eléctrica al enlazarlos obteniendo un circuito cerrado, los electrones circulan de forma fluida de un electrodo a otro.

Las baterías de plomo ácido, contiene electrodos positivos que se componen de una placa de plomo cubierta por óxido de plomo, y los electrodos negativos por plomo esponjoso. Estos se denominan como baterías de plomo "ácido" por el motivo de que se emplean como electrolito un disolvente de ácido sulfúrico.

Si ubicamos las celdas conectadas en serie, cambiando el negativo y positivo, se podrían añadir las tensiones de todas las celdas, y por ultimo alcanzar un voltaje mayor. Si se ubican las celdas en paralelo, negativos junto a negativos, y positivos junto a positivos, se incrementará la corriente de la batería.

2.10.1.2 BATERIAS ALCALINAS

Las baterías alcalinas son conocidas también como alcalinas recargables de manganeso, estos tipos de baterías alcalinas son aptas para recargar en repetidas ocasiones.

Tecnología alcalina recargable fabricadas por Tecnologías de Bateria Inc que están ubicados en Canadá, se caracterizan por ser de primera generación, cuenta con licencia para Pura Energia, Envirocell, Rayovac y Grandcell, por lo tanto, después de eso fueron implementando algunos avances en la tecnología, agregando una patente.

Se fabrican totalmente cargadas, uno de los beneficios que poseen son la capacidad de conservar su carga durante años, incluso superando las NiCd y NiMH, que se auto descargan. Se puede decir que por construcción sus características son: pilas secas, selladas por completo y que no precisan de mantenimiento.

Al descargarse una batería alcalina, aquellas sustancias químicas que se encuentran en el interior de la batería reaccionan y crean una corriente eléctrica. Una vez que se acumulan todos los productos químicos por la reacción, la batería deja de proporcionar la corriente adecuada y se agota. Si se conecta en sentido inverso la batería, se puede desplazar el equilibrio en dirección a los reactivos originales. Todas las baterías están basadas en distintas reacciones químicas. Varias reacciones pueden ser reversibles sin esfuerzo, otras no. Las reacciones utilizadas en su gran mayoría estas baterías entran en la última categoría. De este modo el zinc metálico que se genera por el traslado de corriente inversa que va por medio de la celda por lo general no vuelve a la ubicación inicial y a su vez suele formar cristales que son dañinos para la capa del separador entre el electrolito y ánodo de la batería. (Allaboutbatteries, 2014)

2.11 INVERSOR FOTOVOLTAICO

Los inversores solares o fotovoltaicos son elementos comúnmente más importantes de una instalación de autoconsumo, y sin duda el más incomprendido. Este tipo de convertidor transforma la corriente continua que los paneles fotovoltaicos reciben y de esto se hace corriente alterna, que de una forma básica se puede usar en el hogar, almacenarla en una batería o verterla a la red.

Por este caso del autoconsumo de energía solar residencial se utilizan principalmente estos tres tipos de inversores solares:

- Inversores de cadena o string.
- Micro inversores.
- Optimizadores de potencial.

En industrias solares, los micro inversores y optimizadores de potencia se conocen como "Electrónica de Potencia de Nivel Modular" o MLPE por sus siglas en inglés. (Solar, 2021)

Cuando los paneles fotovoltaicos obtienen la energía solar, los electrones empiezan a transportarse a través de las células solares generando electricidad de forma continua. El circuito interior de la célula fotovoltaica capta esta energía para su uso en una vivienda o negocio. Aquí es donde el inversor solar tiene como formar principal. Comúnmente en la mayor parte de los hogares usan CA (Corriente Alterna) no CC (Corriente Continua) por lo que la energía generada por los paneles solares no tendría uso por sí sola.



Figura 9 Inversor Fotovoltaico

Fuente: Área Tecnología

2.12 INSTALACIONES CIVILES

2.12.1 ILUMINACION

Este tiene como objetivo iluminar y siempre pide un objeto específico, ya sea a quien aportar claridad. Esto se llama iluminación, por lo que las luminarias se instalan en un lugar determinado con el fin de influir visualmente en él. (Gardey., 2013)

La luz la proporcionan diversos elementos y dispositivos, como lámparas incandescentes (también llamadas bombillas, bombillos o focos), lámparas fluorescentes o halógenas. Se utilizan principalmente en oficinas, ya que consumen menos energía que los tipos convencionales, y se caracterizan por emitir una luz muy fuerte. (Gardey., 2013)

2.12.2 TOMACORRIENTES

Este es un elemento que se emplea en todas las viviendas en una instalación eléctrica, tiene como objetivo establecer una instalación eléctrica, este elemento va empotrado o sobrepuesto y se necesita de un enchufe para dar funcionamiento a un equipo.

Por lo general, estos elementos se los puede ubicar en la pared ya sea de forma superficial o también empotrado en la pared, está formado por dos piezas que son metálicas y que reciben a sus complementos que son el macho de algún equipo y por medio de esto les permite la circulación de la corriente eléctrica y que el equipo funcione de una manera adecuada. (Construmantica, s.f.)

2.12.3 CIRCUITOS

Las viviendas comúnmente se va a encontrar circuitos ya sea de iluminación o de tomacorrientes con las siguientes características:

- El cable de neutro y el cable aterrizado a tierra debe de ser importante en las instalaciones.
- Los elementos de protección deben ser instalados siempre en una instalación.
- Estos circuitos no deben de ser compartidos en ningún momento entre plantas o niveles diferentes de una vivienda. (Vivienda, 2018)

2.12.3.1 CIRCUITOS DE ILUMINACION

En los circuitos de iluminación deben de ser analizados en un diseño para soportar una corriente que no sobrepase de 15 amperios y de estos no debe de ser mas de 15 puntos de iluminación en una vivienda. (Vivienda, 2018)

2.12.3.2 CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES

En los tomacorrientes los circuitos tienen que ser diseñados considerando las principales salidas polarizadas en este caso es importante tener en cuenta la fase el neutro y la tierra, estos tienen la capacidad de tener un soporte máximo de 20 amperios en un voltaje de 110 V por cada circuito. (Vivienda, 2018)

2.12.4 CONDUCTORES ELECTRICOS

Los conductores eléctricos son parte de la infraestructura eléctrica en el sistema eléctrico civil. Seleccionar tamaños y grados, y manejarlos correctamente, es absolutamente esencial para completar con éxito un proyecto y cumplir con los estándares de más protección.

Los conductores son hechos de un hilo de metal con material de cobre o aluminio, en este caso si el cable es sólido, en otros casos si son de varios hilos que son más flexibles, al mismo tiempo estos pueden estar cubiertos con una capa de aislamiento o desnudos.

El alambre de cobre es el principal conductor de electricidad en cualquier hogar. Por su superficie circula corriente, por lo que es necesario cubrirlo con material aislante para protegerlo de descargas eléctricas y fuego. Los cables aislados generalmente se agrupan y se cubren con una capa de plástico resistente según su tamaño y función.

En muchos casos, los cables se los cubre de aislamiento y se juntan en conductos de plástico o metales conocidos como conductos. Los tubos de plástico se utilizan cuando se colocan dentro de la casa y los tubos de metal se utilizan principalmente en los casos en que se necesitan cables o alambres para pasar por el exterior de la casa. (Zúñiga, 2020)

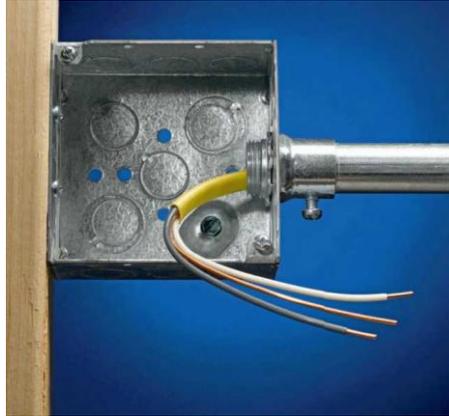


Figura 10 Instalación Eléctrica
Fuente: Tecni Eléctrica

2.13 REGULADOR DE VOLTAJE

El estabilizador de tensión es un elemento eléctrico fabricado para proporcionar tensión estable y proteger toda clase equipo eléctrico y así mismo electrónico de baja y media tensión conectados a la línea de voltaje contra fenómenos como sobretensión, caída de tensión, movimiento de tensión por vibración.

Dado que toda la maquinaria y los equipos eléctricos están diseñados para funcionar normalmente dentro de algunos ajustes de voltaje predeterminados de fábrica, si se excede el valor de voltaje de suministro mínimo o máximo, puede que el equipo tenga algún posible daño por la variación de voltaje.

Un regulador de voltaje es capaz de variar el voltaje de entrada y buscar proporcionar un voltaje de salida adecuado para que el equipo conectado funcione correctamente como una carga en su salida. (line, s.f.)



*Figura 11 Regulador de voltaje
Fuente: Área Tecnología*

2.14 TIPOS DE REGULADORES

2.14.1 REGULADOR ELECTRONICO

Un acondicionador de tensión o acondicionador de línea es un dispositivo capaz de superar automáticamente caídas de tensión y sobretensiones en el sistema de potencia, proporcionando una tensión estable para los equipos eléctricos conectados a la red electrolítica para coordinar su normal funcionamiento. Los acondicionadores de voltaje previenen daños a equipos y máquinas, y aumentan considerablemente su vida útil. (line, s.f.)

2.14.2 REGULADOR ELECTROMECHANICO

Los reguladores de voltaje electromecánicos son equipos eléctricos fabricados para regular el voltaje teniéndolo de manera estable y sin variaciones en una línea de tensión eléctrica. Tiene como principio de función una bobina de clase de un auto transformado, y sobre esta hay una función de una escobilla de grafito que se acción por un movimiento que produce el servomotor que es manipulado por el circuito electrónico.

El circuito electrónico analiza de manera eficaz el voltaje de la línea eléctrica y al existir una variación de voltaje se envía una señal de control al servomotor el cual ajusta la posición de las escobillas sobre las bobina del autotransformador, sumando o restando espiras, y permitiendo un voltaje de salida fino y muy estable. (line, s.f.)

2.15 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

2.15.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED ELECTRICA

La energía suministrada por el sistema FV está destinada a la auto disipación. En el caso de que la producción supere al consumo, el excedente se inyecta a la red. Asimismo, si el consumo supera la potencia del sistema fotovoltaico, se tomará energía de la red. (sde.mx, s.f.)

2.15.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO

El sistema es completamente independiente de la red de distribución o punto de conexión; producción, distribución y almacenamiento. Generalmente,

este tipo de sistema se instala cuando el costo de construir una conexión eléctrica entre el lugar donde se conecta y la red es demasiado alto. Este sistema es una opción sostenible para generadores alimentados por gasolina o diésel. (sde.mx, s.f.)

2.15.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTONOMO

Se suele decir que la construcción de una fuente de alimentación tradicional está limitada por las limitaciones de la conexión. La corriente utilizada es para iluminación exterior.

Para contribuir a la energía sostenible, los instaladores solares profesionales deben evaluar las necesidades, el tipo de sistema fotovoltaico y la complejidad técnica de cualquier proyecto solar que emprenden y participar para encontrar soluciones que permitan crear energía verde y respetuosa con el medio ambiente.

CAPITULO III DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA VIVIENDA EN MASA 2

3.1. ANTECEDENTES DE DISEÑO

Considerando que las fuentes de energía convencionales tienen una disponibilidad limitada, en la actualidad resulta indispensable la búsqueda de nuevas alternativas que permitan la utilización y aprovechamiento de fuentes renovables. La energía solar fotovoltaica, se ha constituido en una opción sustentable, renovable e inagotable, que puede ser adecuada para su incorporación en áreas donde existe un déficit entre la demanda y el suministro de electricidad.

En las últimas décadas la energía solar se ha utilizado para proporcionar electricidad en distintas localidades, por lo que la viabilidad de su implementación ha sido comprobada. Además, esta forma de abastecimiento demanda menor cantidad de recursos de inversión en comparación con los planes de diseño energético a partir de fuentes convencionales; sin embargo, existen una serie de apariencias que se deben verificar en el desarrollo de proyectos basados en la implementación de un sistema de energía renovable por medio de paneles solares.

Para el diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para una casa individual y en cualquier tipo de instalación eléctrica se requieren datos que permitan llevar a cabo los cálculos correspondientes para el dimensionamiento. Entre los aspectos a considerar se incluyen el cálculo de la carga eléctrica de una casa dependiendo de su tamaño y se deben establecer los componentes del suministro eléctrico solar como paneles solares, controlador de carga, respaldo de batería y carga.

La cantidad de energía suministrada por un sistema fotovoltaico en un lugar en particular depende de la cantidad y el porcentaje de energía del sol que le llega, también tamaño del sistema en sí. Por lo tanto, en esta sección se detallan los diversos aspectos a considerar para la esquematización del proyecto:

- Descripción de la orientación y la inclinación requerida.
- Cálculos correspondientes para determinar la inclinación adecuada.
- Análisis de los antecedentes de irradiación solar (PVgis).
- Descripción y dimensionamiento de los paneles solares.
- Descripción de los beneficiarios.
- Diseño de planos arquitectónicos de la zona de intervención.
- Diagramación del sistema fotovoltaico por vivienda.
- Cálculos técnicos.

3.2. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Para lograr una adecuada instalación de los paneles solares, un aspecto clave a considerar radica en establecer una óptima orientación y un ángulo correcto de inclinación. Estos factores pueden influir significativamente sobre la capacidad de aprovechamiento de las horas de luz solar que captará el sistema fotovoltaico, con lo cual se podrá alcanzar un máximo rendimiento y mejor desempeño de los paneles.

En este caso, tomando en cuenta que para establecer una correcta orientación la teoría señala que como referencia es preciso establecerse en la línea Ecuador que contempla un ángulo de orientación de 0° , consecuentemente si la zona de intervención en la cual se pretenden instalar los paneles solares se encuentra localizada al norte de la línea ecuatorial se requiere proporcionar una leve orientación hacia el sur.

En contraste, si la instalación se realizará en una comunidad localizada en la zona sur de la línea ecuatorial, se requiere dar una ligera orientación de los paneles hacia el norte. Por lo tanto, considerando que la comunidad Masa 2 se encuentra ubicada al sur de la línea Ecuador, será preciso instalar los paneles con una orientación ligeramente hacia el norte.

Por otra parte, para establecer una óptima inclinación, hay que tomar en cuenta dos factores esenciales que son:

- La época del año.
- La latitud del lugar geográfico.

No obstante, para la instalación en la comunidad, es recomendable que los módulos no deberían de estar inclinados, puesto que la irradiación solar en el Ecuador se da de forma perpendicular, por lo que deberían estar ubicados de forma horizontal con dirección al cenit.

3.3. CÁLCULO DE INCLINACION ÓPTIMA

En el diseño de un sistema fotovoltaico es necesario realizar el cálculo de la inclinación óptima de los paneles, en cuyo caso se aplicará la siguiente fórmula, en la cual “ \varnothing ” representa la latitud de la zona de intervención, que en este caso será la comunidad del Recinto Masa 2, mientras que “ β_{opt} ” corresponde al ángulo de inclinación óptima:

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 [\varnothing]$$

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 [2.364]$$

$$\beta_{opt} = 3.7 + 1.63$$

$$\beta_{opt} = 5.33^{\circ}$$

Sin embargo, se deberá considerar que en países donde la latitud es menor como en el caso de Ecuador, es recomendable que los valores de inclinación inferiores al 15° se establezcan en un grado igual a 15° .

3.4. ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES DE IRRADIACIÓN SOLAR (PVgis)

La herramienta PVgis (2021) fue diseñada por el Centro Científico de la Unión Europea, y permite obtener datos respecto a la radiación solar (mensual, diaria o por hora) en cualquier localización, así como también se utiliza para calcular el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos que se encuentren conectados a la red o fuera de la red.

Para efectos del presente proyecto se utiliza PVGIS para verificar los promedios mensuales de la radiación solar correspondientes al último registro disponible (periodo 2015), la temperatura, y el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos, según se muestra en las gráficas que se incluyen a continuación:

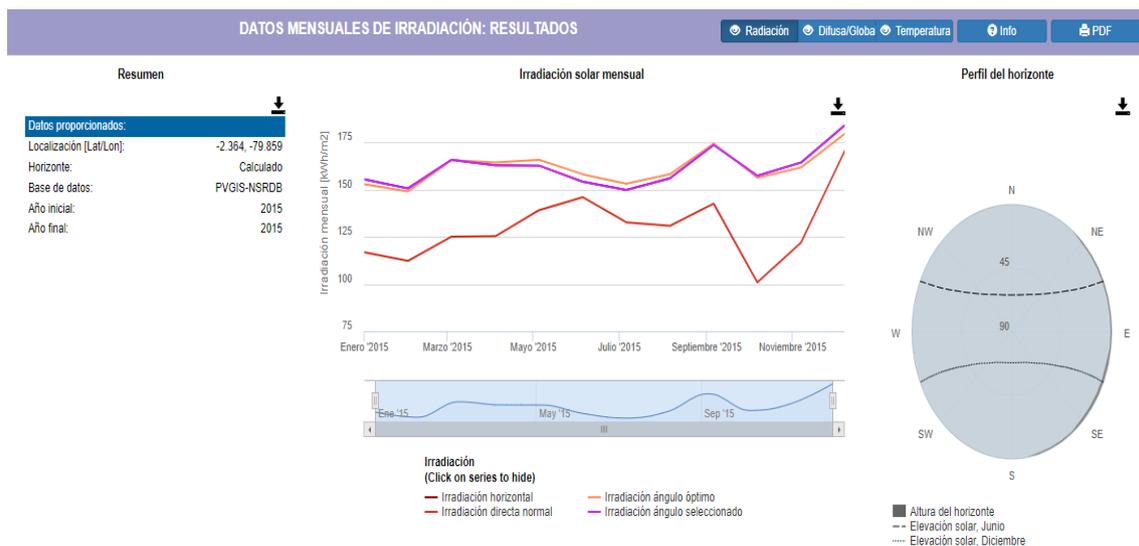


Figura 12 Irradiación solar mensual Masa 2

Fuente: (Centro Científico de la Unión Europea, 2021)

Los datos históricos respecto muestran que durante el mes de diciembre es cuando se registró los mayores niveles de irradiación solar mensual en la comunidad Masa 2 del Golfo de Guayaquil, alcanzando los siguientes valores:

- Irradiación horizontal: 184.09 kWh/m²
- Irradiación directa normal: 179.73 kWh/m²

- Irradiación ángulo óptimo: 170.58 kWh/m²
- Irradiación ángulo 0°: 184.09 kWh/m²
- Irradiación ángulo 15°: 160.75 kWh/m²

Por otra parte, los índices de irradiación solar más bajos del año se registraron en el mes de octubre, según los valores que se muestran a continuación:

- Irradiación horizontal: 157.46 kWh/m²
- Irradiación directa normal: 156.38 kWh/m²
- Irradiación ángulo óptimo: 100.88 kWh/m²
- Irradiación ángulo 0°: 157.46 kWh/m²
- Irradiación ángulo 15°: 149.95 kWh/m²

Tabla 1 Datos de irradiación solar mensual año 2015

Año	Mes	Irradiación global horizontal	Irradiación normal directa	Irradiación de ángulo óptimo	Temperatura media mensual
2015	Enero	155.59	116.86	152.87	24.8
2015	Febrero	150.71	112.31	149.10	24.5
2015	Marzo	165.92	125.16	165.68	24.8
2015	Abril	162.92	125.35	164.47	25.4
2015	Mayo	162.75	139.14	165.86	25.6
2015	Junio	154.32	146.06	158.21	25.1
2015	Julio	149.86	132.71	153.19	24.4
2015	Agosto	156.09	130.89	158.26	23.2
2015	Septiembre	173.81	142.67	174.42	23.3
2015	Octubre	157.46	100.88	156.38	23.4
2015	Noviembre	164.42	121.93	161.80	23.7
2015	Diciembre	184.09	170.58	179.73	24.4

Fuente: (Centro Científico de la Unión Europea, 2021)

En lo que respecta a la temperatura, según el registro se obtuvo los valores más bajos de 23.2° en el mes de agosto, mientras que los valores más altos de temperatura se registraron en el mes de mayo con valores de 25.6°.

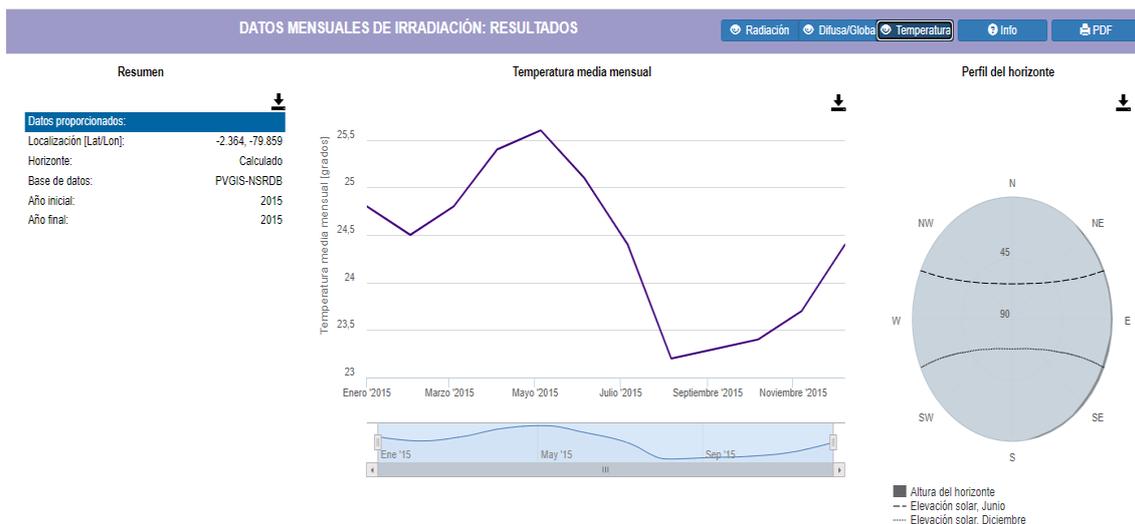


Figura 13 Temperatura mensual Masa 2

Fuente: (Centro Científico de la Unión Europea, 2021)

3.5. INFORMACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS

Para llevar a cabo el proyecto de intervención, se seleccionó como beneficiarios a una familia de la comunidad Masa 2 del Golfo de Guayaquil para llevar a cabo la implementación del sistema de energía renovable por medio de paneles solares, en primero lugar se realizó el levantamiento de información *in situ* para generar el registro de los beneficiarios.

En este caso, se presentan los datos personales de la familia, así como también el detalle de los artefactos eléctricos que poseen, según se muestra en las tablas que se presentan a continuación:

Tabla 2 Datos generales de la familia Herrera Ferruzola

Rol familiar	Nombre y apellido
Padre de familia	Kevin Herrera
Madre de familia	Roxana Ferruzola
Hija	Ketyia Herrera
Hijo	Elvin Herrera

Fuente: los autores

Con respecto a los aparatos eléctricos a los que se deberá abastecer con el servicio energético, se detallan los siguientes:

Tabla 3 Artefactos eléctricos que posee la familia Herrera Ferruzola

Aparatos eléctricos que requieren abastecimiento con la implementación del sistema de energía renovable por medio de paneles solares			
Artefacto	Cantidad	Potencia individual (w)	Potencia acumulada (w)
Televisor	1	115	115
Licuada	1	200	200
Focos ahorradores	3	20	60
Tomacorriente	1	40	40
Total			415

3.6. PLANO ELÉCTRICO ORIGINAL DE LA VIVIENDA

La vivienda de la familia Herrera Ferruzola en la que se pretende implementar el proyecto consta de dos plantas; en este caso, de acuerdo a la inspección realizada para determinar las condiciones actuales del lugar, se identificó que en la planta baja existían dos puntos de iluminación y una conexión de tomacorriente doble de 110 voltios.

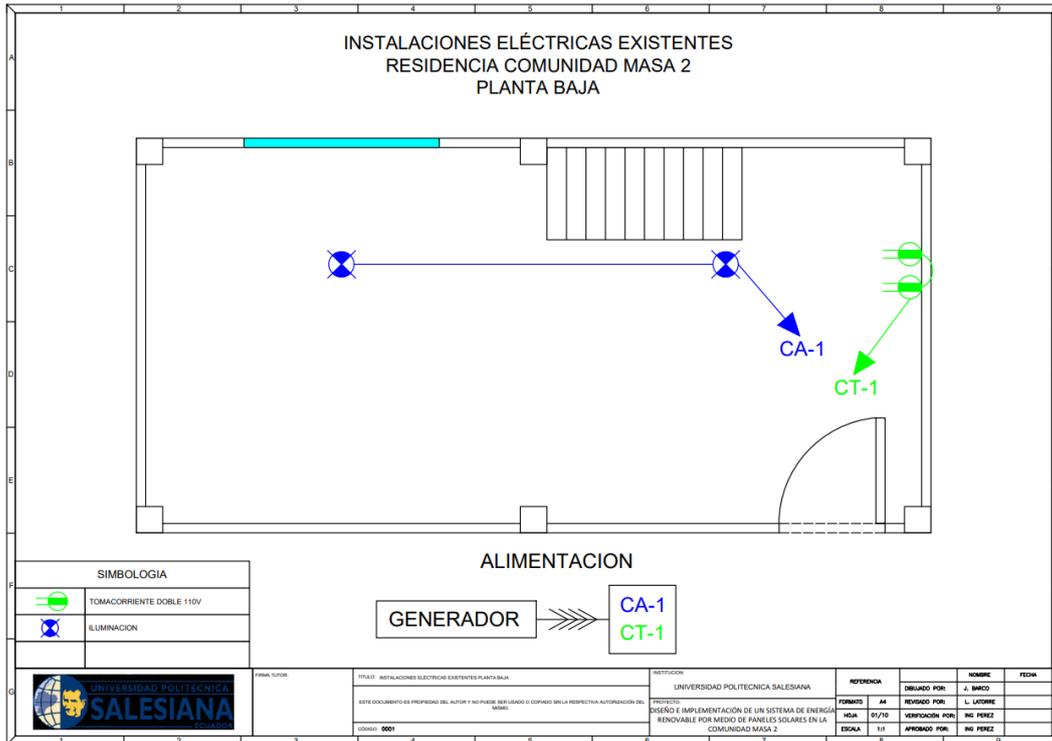


Figura 14 Instalaciones eléctricas existentes residencia comunidad Masa 2 planta baja

Fuente: Autores

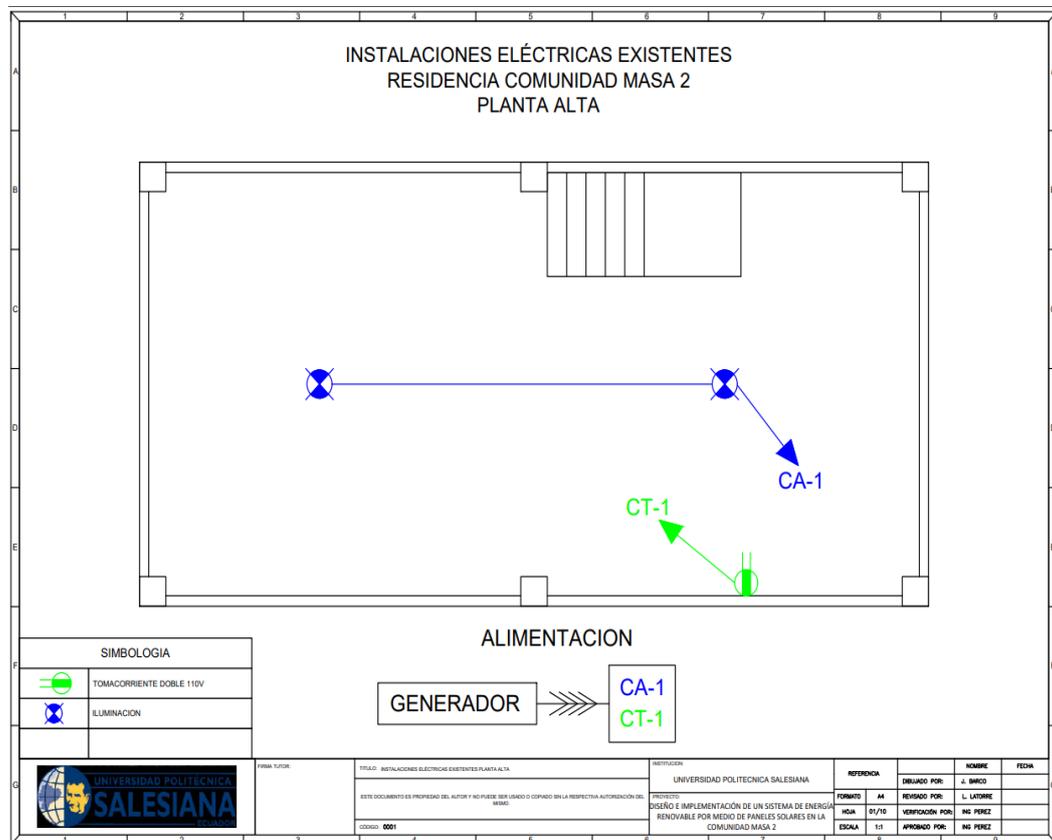


Figura 15 Instalaciones eléctricas existentes residencia comunidad Masa 2 planta alta

Fuente: Autores

En la planta alta, se detectó una conexión de luminaria, lo que representa un abastecimiento mínimo. Por lo tanto, a partir de la intervención, se considera necesario incrementar los circuitos para iluminación en la planta alta e instalar puntos de tomacorriente, tomando en consideración que actualmente la vivienda no posee puntos eléctricos en la planta superior.

3.7. NUEVO PLANO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA

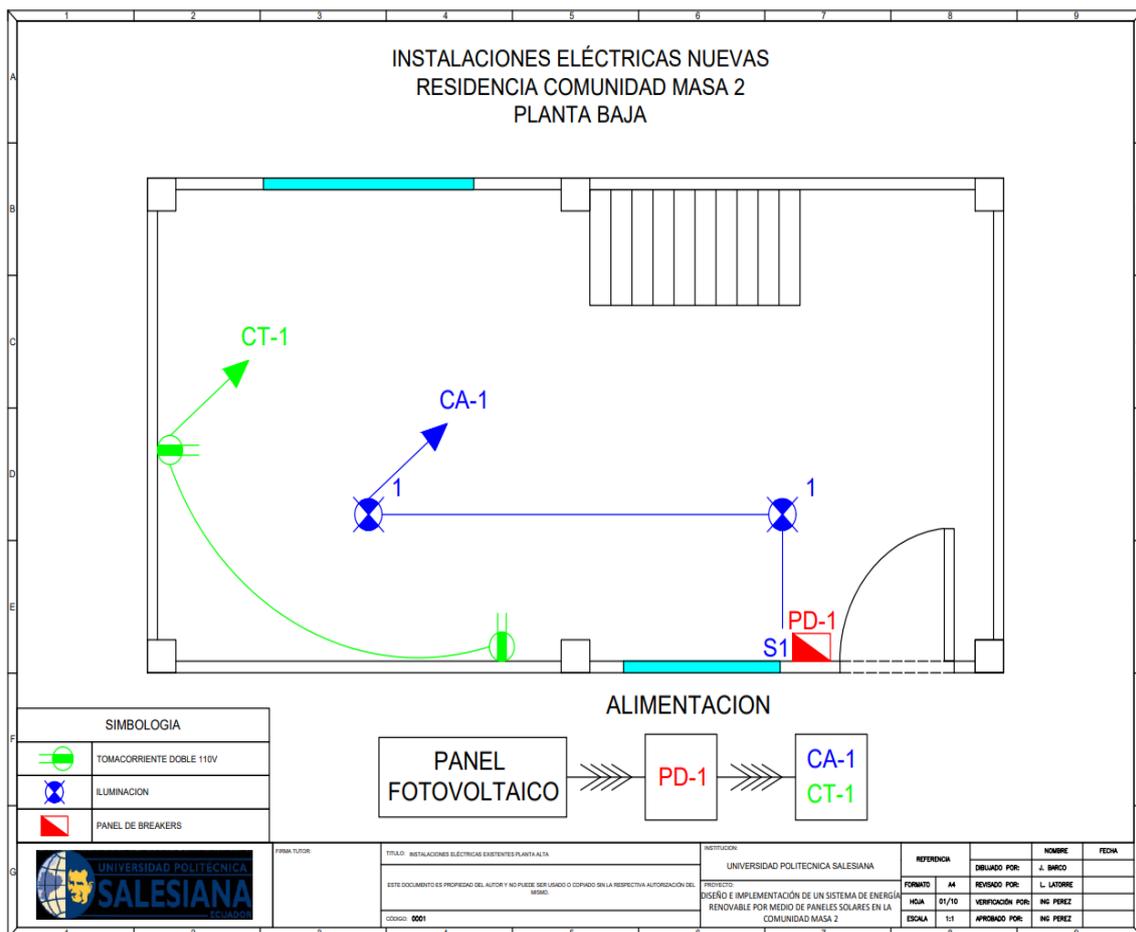


Figura 16 Instalaciones eléctricas nuevas para la residencia comunidad Masa 2 planta baja

Fuente: Autores

Con el rediseño de las conexiones eléctricas en la planta baja, se determinó modificar la ubicación de los dos tomacorrientes doble de 110V, en el lateral izquierdo y otro en la parte norte de la vivienda con el objetivo de ofrecer

más opciones de conexión en toda la vivienda de diversos electrodomésticos y dispositivos electrónicos que así lo requieran.

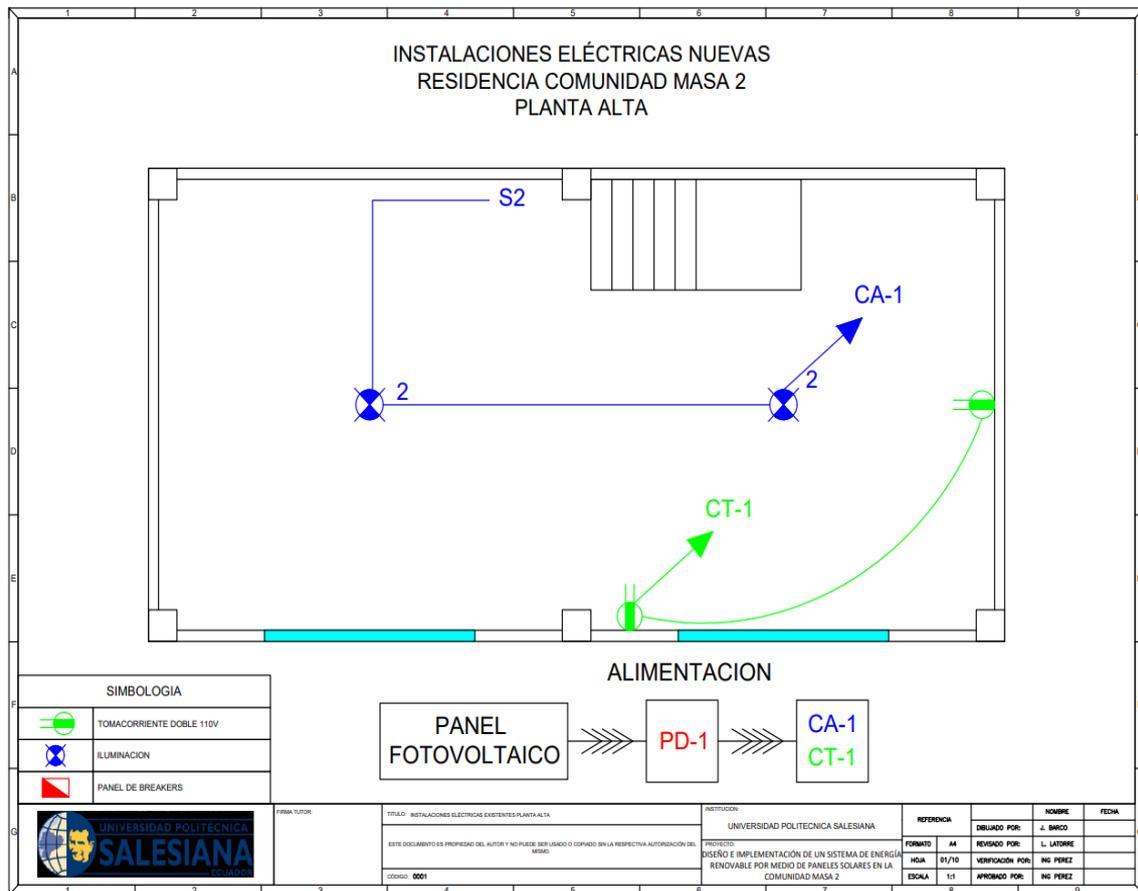


Figura 17 Instalaciones eléctricas nuevas para la residencia comunidad Masa 2 planta alta

Fuente: Autores

De igual manera es posible observar dos fuentes de iluminación reubicadas en un punto que permita otorgar un rango lumínico más eficiente para toda la vivienda, así como también se implementó un panel de breakers que ofrecerá mayor protección a los interruptores, fusibles, electrodomésticos y vivienda en general frente a posibles fallas eléctricas.

3.8. DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL SOLAR

Con la finalidad de conocer la capacidad del panel solar se usaron los mapas de irradiación en los que se evidenció el determinar el grado de radiación

solar recibida por m², en las diferentes regiones del país. Con los mapas de radiación solar se obtiene el promedio más bajo en todo el año, tomando en cuenta la radiación más crítica que hubo en ese sector, con ese valor se determina la hora solar pico (HSP) que tiene como equivalencia de 1000 V/m².

Para efectos del presente proyecto, se incrementaron los circuitos de iluminación y los puntos de tomacorriente, con lo cual se estima exista un incremento con relación a la demanda energética, por lo tanto, para llevar a cabo el dimensionamiento del panel solar se toma como base la siguiente tabla de consumo referencial:

Tabla 4 Artefactos eléctricos que posee la familia Herrera Ferruzola

Aparatos eléctricos que requieren abastecimiento con el nuevo plano eléctrico			
Artefacto	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia acumulada (W)
Televisor	1	115	115
Licuada	1	200	200
Focos ahorradores	4	20	80
Tomacorrientes	4	40	160

Fuente: los autores

Potencia de cada circuito:

- Potencia acumulada 1= 115 w
- Potencia acumulada 2= 200 w
- Potencia acumulada 3= 80 w
- Potencia acumulada 4= 160 w

Consumo diario de cada circuito:

- Potencia acumulada 1= 115 w
Número de horas: 5 horas
Total: 575 w
- Potencia acumulada 2= 200 w
Número de horas: 1 hora

Total: 200 w

- Potencia acumulada 3= 80 w

Número de horas: 5

Total: 400 w

- Potencia acumulada 4= 160 w

Número de horas: 3

Total: 480 w

Potencia acumulada: 555 w

Consumo diario de la vivienda:

- Potencia acumulada 1= 575 w
- Potencia acumulada 2= 200 w
- Potencia acumulada 3= 400 w
- Potencia acumulada 4= 160 w
- Consumo total de la vivienda: 1.655 w/h

En este caso, se toma como base para el dimensionamiento un plano azimut de 20° y de 0° respectivamente, considerando un promedio de uso diario de 9.70 kWh/día. Además, entre los requerimientos específicos se determina una autonomía de 2.5 días, LOL (Loss of Load) requerido de 2% y un voltaje para la batería de 24 v. Con base a estos parámetros se realizó la simulación en el software PVsyst 7.0 de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

- Potencia nominal: 4597 Wp
- Capacidad de batería: 1189 Ah
- Costo energético: 0.66 Eur/kWh

El software permitió llevar a cabo el dimensionamiento para el funcionamiento del sistema, tomando en consideración los valores referenciales previamente detallados para garantizar la autonomía de los paneles solares en la potencia unitaria requerida según las necesidades específicas de la familia Herrera Ferruzola.

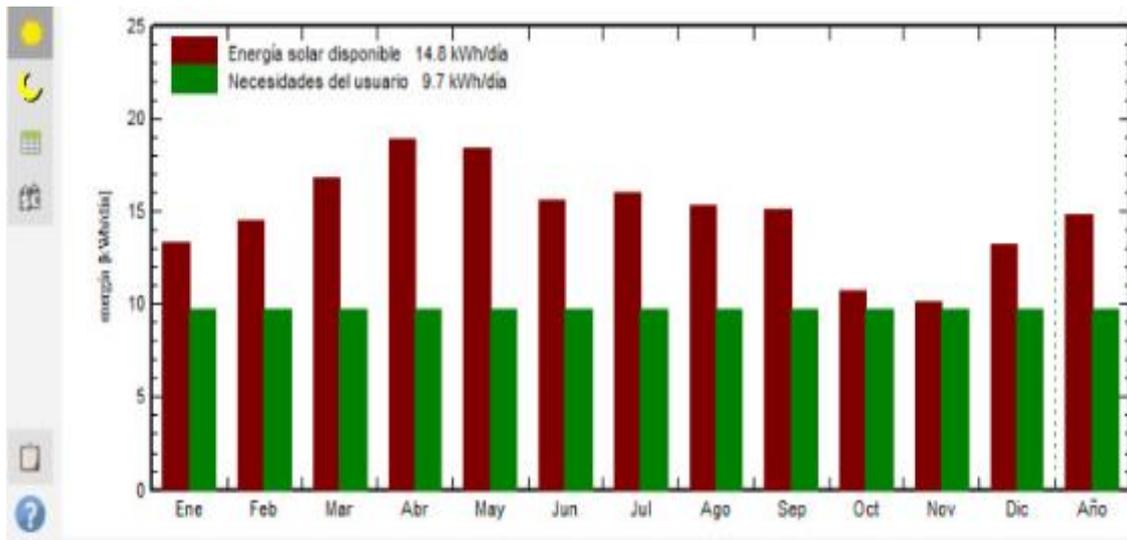


Figura 18 Análisis de consumo mensual

Fuente: PVsyst

Para realizar la simulación correspondiente el software solicita el ingreso de las coordenadas del punto de intervención para obtener información correspondiente a promedio de irradiación, los índices de irradiación global, normal y difusa automáticamente. Cabe señalar que los valores se obtuvieron de la plataforma PVGIS para garantizar un mayor nivel de exactitud en el análisis.

En cuanto al regulador de carga, permite determinar el número de reguladores en serie o en paralelo que se pueden incorporar respecto a la frecuencia necesaria ya sea de 60 Hz o de 50 Hz. En este caso, se obtuvieron resultados satisfactorios, puesto que según se visualiza en la simulación de consumo mensual, el sistema a implementarse en la vivienda seleccionada tiene la capacidad de cubrir las necesidades del usuario garantizando una reserva adicional de energía disponible, a excepción de los meses de octubre y noviembre en las que los niveles de energía disponible disminuyen a causa de los niveles de irradiación.

CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CASA INDIVIDUAL MASA 2

4.1. LOCALIZACION DE IMPLEMENTACION

La implementación del proyecto se llevó a cabo en la vivienda de la familia Herrera Ferruzola, localizada en la comunidad Masa 2 del Golfo de Guayaquil, provincia del Guayas. Según la observación *in situ*, se logró comprobar que uno de los problemas que afectan a este sector, se asocia con las falencias respecto a la distribución eléctrica que se proporciona a los habitantes de esta localidad, considerando que debido a su localización el sector no cuenta con la infraestructura necesaria para garantizar un abastecimiento energético eficaz y eficiente.

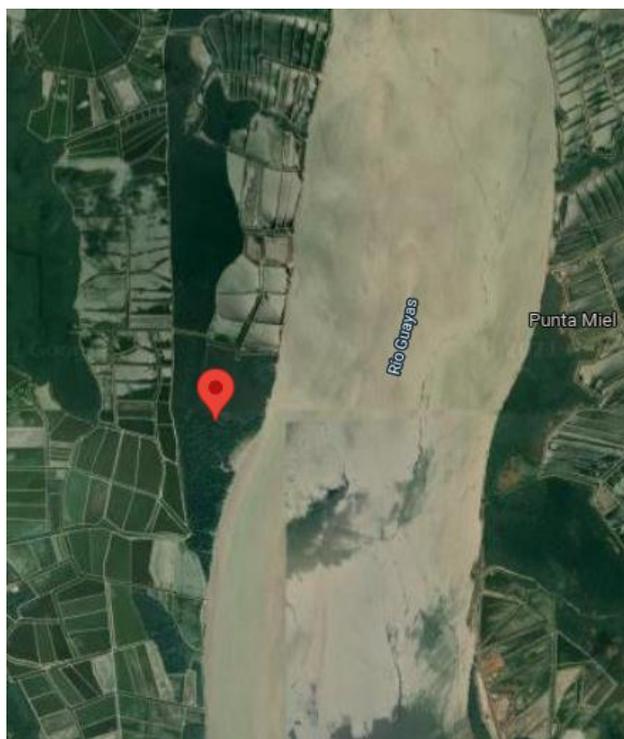


Figura 19 Ubicación geográfica del punto de intervención

Fuente: (Google Maps, 2021)

Para efectos del proyecto se tomaron en consideración una serie de factores asociados con los valores promedio de temperatura e irradiación que se registran en esta localidad, así como también se realizó el levantamiento de información referente a las condiciones actuales del plano eléctrico de la vivienda y las necesidades de abastecimiento energético con lo cual fue posible realizar el dimensionamiento para la instalación de los paneles solares.

4.2 DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

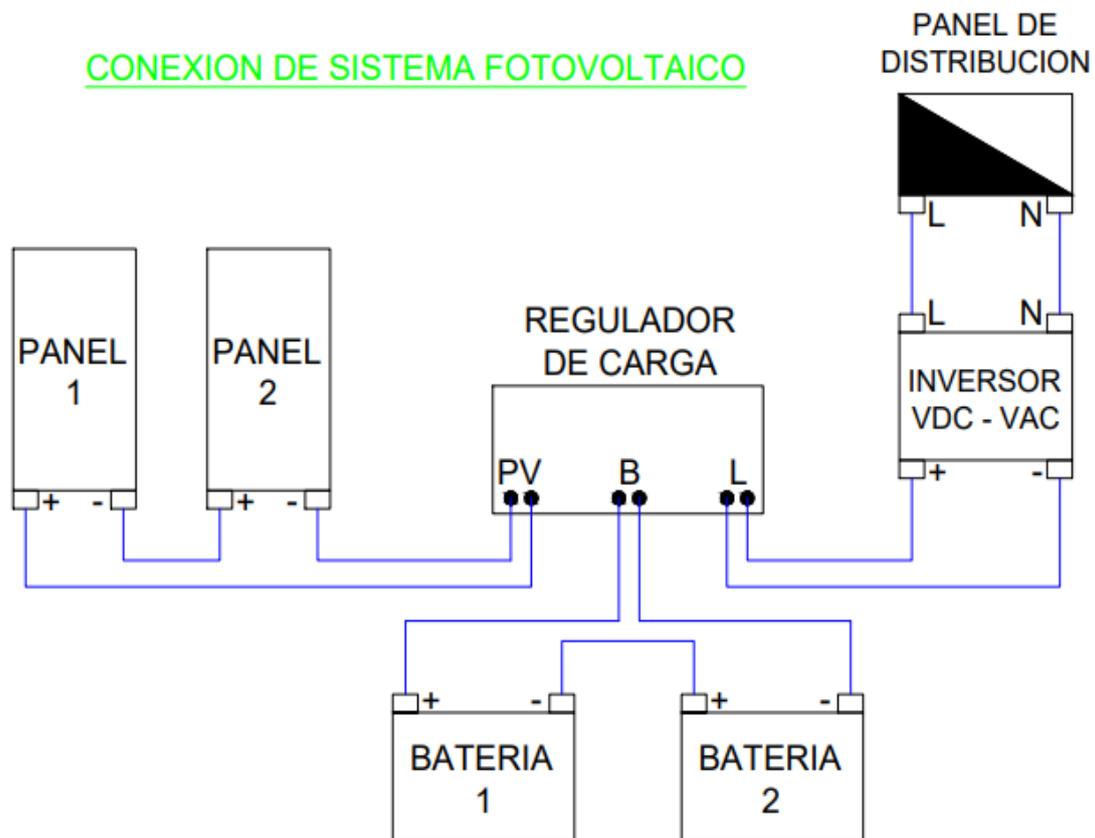


Figura 20 conexión de sistema fotovoltaico

Fuente: Autores

En este diagrama se presenta la solución implementada para la vivienda de la comunidad, para realizar el correcto sistema fotovoltaico se conectó en serie los 2 paneles solares de 200W para tener una potencia total de 400W, las 2 baterías de 12V también se conectaron en serie para poder obtener un voltaje total de 24V, una vez realizada las conexiones en serie tanto de los paneles como de las baterías estos se pudieron conectar al regulador de carga para después poder conectar el regulador al inversor y así transformar el VDC a VAC, con esta inversión de voltaje se pudo alimentar el panel de distribución de la vivienda.

4.3 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PANEL SOLAR

En cuanto al diseño de la estructura del panel solar, este se encuentra constituido por celdas que abarcan materiales y elementos semiconductores que posibilitan convertir la luz del sol en electricidad y consecuentemente alimentar la red de energía de la vivienda y hacer uso de esta misma energía para autoalimentarse y funcionar.

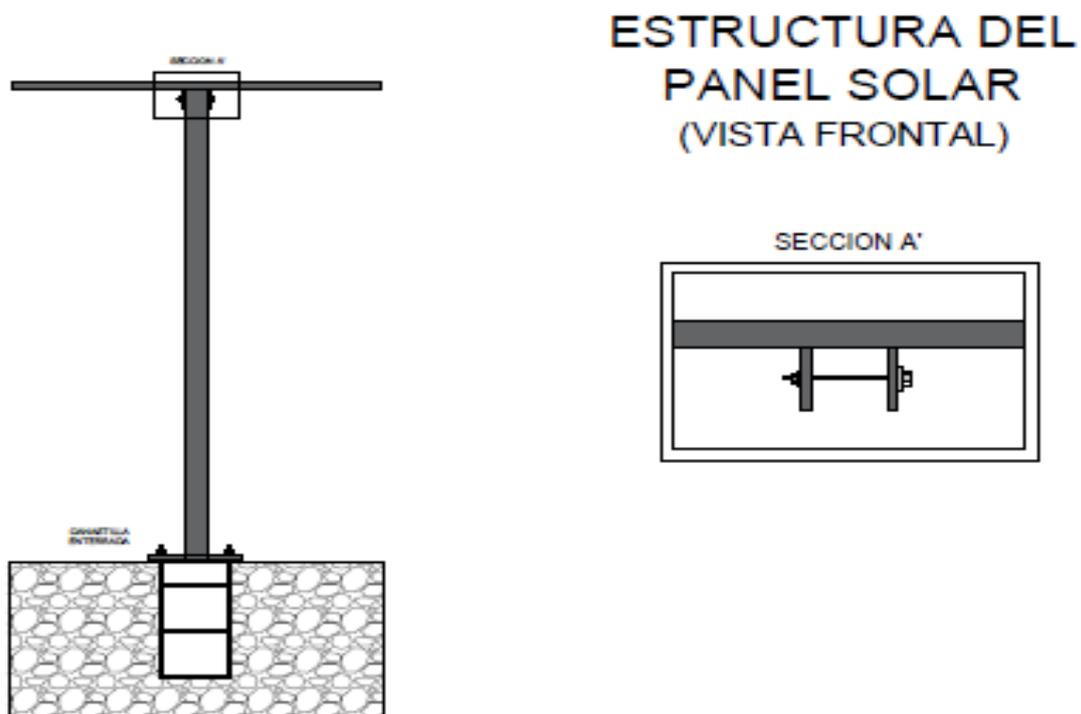


Figura 21 Estructura del panel solar (vista frontal)

Fuente: Autores

Para armar la estructura del panel solar se requirieron de elementos adicionales que en conjunto garantizan que la misma se mantenga estable para su correcto funcionamiento, seguridad y ante diversos escenarios climáticos o ambientales que pudiesen representar peligro en todo el sistema de energía instalado.

A partir de las necesidades de abastecimiento energético que poseen los beneficiarios, se determinó la pertinencia de instalar dos paneles solares, cada uno con capacidad de 200 vatios, que representa un total de 400 vatios. En este

caso, para garantizar la firmeza de la estructura, se utiliza una canastilla enterrada al suelo, reforzada con hormigón que se encargará de proteger la integridad estructural del soporte.

ESTRUCTURA DEL PANEL SOLAR (VISTA LATERAL)

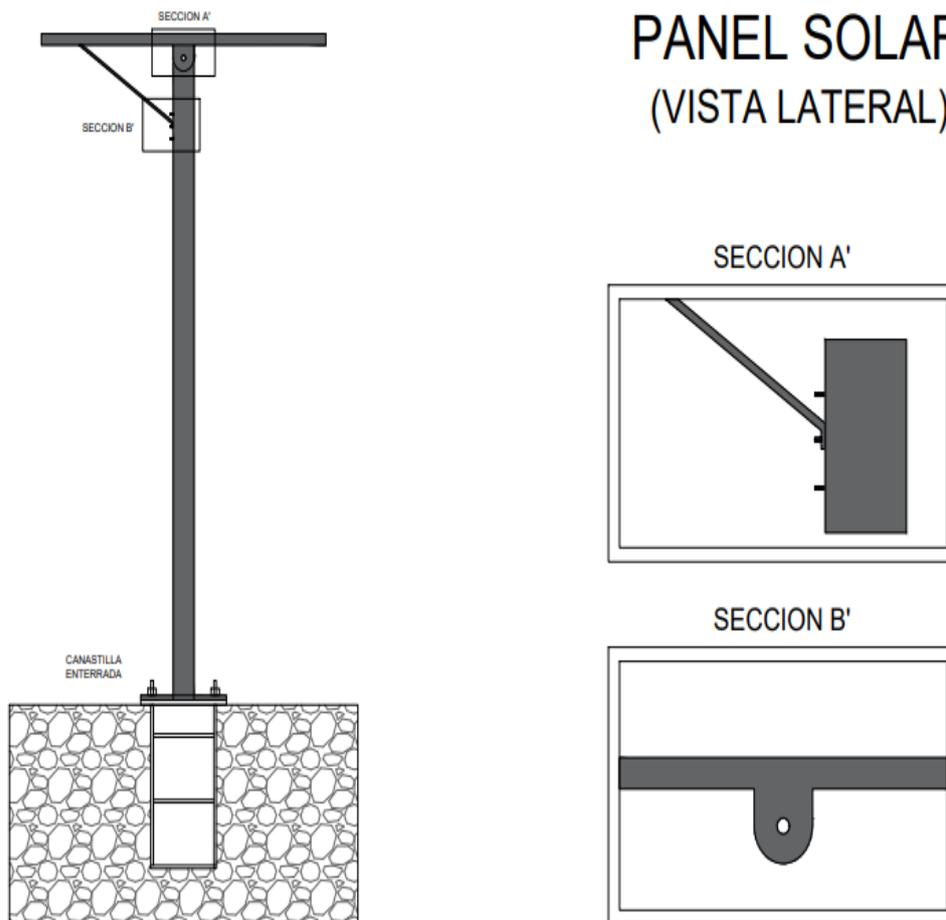


Figura 22 Estructura del panel solar (vista lateral)

Fuente: Autores

Los pilares que soportarán los paneles estarán completamente suspendidos en la canastilla de concreto, evitando que exista un contacto directo con el suelo, esto considerando que, si la tubería toca la tierra, puede causar corrosión galvánica que restará fuerza a la estructura. Para la fijación, se instalarán los rieles para que coincidan con la distancia entre los orificios de montaje en la parte posterior del panel solar, y se utiliza un soporte conector de riel que sujetará los rieles a los tubos de soporte horizontales mediante pernos.

En cuanto al tipo de paneles solares, se seleccionó el modelo Eagle HC 60P que cuenta con el respaldo de certificaciones internacionales como ISO,

OSHAS y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y posee características técnicas que se detallan a continuación:

- El panel está constituido por cinco barras colectoras. Posee unas dimensiones de 1665 mm de largo, 992 mm de ancho y 40 mm de grosor, además pesa 19 kg por lo que es viable su instalación en el techo de la vivienda o en una estructura de soporte como se utiliza en el presente proyecto.



Figura 23 Panel solar Eagle HC 60P

Fuente: (Jinko, 2021)

- El panel seleccionado es de alta eficiencia, lo que le permite alcanzar una conversión por módulo de hasta un 17.26%. Posee una estructura de media celda que se dividen a la mitad, lo que maximiza su resistencia. Así mismo, posee una alta resistencia al desgaste generado por degradación inducida potencial (PID), pudiendo soportar las pruebas realizadas en condiciones máximas de 85 °C, 85% de humedad relativa durante un periodo de 96 horas.
- Debido a su cercanía con el Río Guayas, en el sector se registran condiciones de alta humedad, sin embargo, los paneles seleccionados cuentan con certificaciones que avalan su resistencia a condiciones medioambientales extremas. Además, posee garantía de diez años respecto a la durabilidad de los paneles y de 25 años respecto a su potencia de rendimiento energético.

- Según el fabricante, el modelo seleccionado tiene la capacidad de soportar en condiciones ideales (STC) valores de irradiación de 1000W/m² y temperaturas de celda de 25 °C; y condiciones reales (NOCT) valores de irradiación de 800W/m², temperaturas de celda de 20 °C, velocidad de ventiscas de 1m/s. Además, presenta una tolerancia de medición de potencia de aproximadamente el 3%.

Otras especificaciones técnicas del modelo de paneles solares utilizados incluyen:

Tabla 5 Especificaciones técnicas del panel solar

Especificaciones	STC	NOCT
Potencia máxima (Pmax)	265Wp	199Wp
Voltaje de potencia máximo (Vmp)	31.5V	28.8V
Corriente de potencia máxima (Imp)	8.41A	6.90A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	37.7V	35.3V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.01A	7.19 ^a
Eficiencia del módulo STC (%)	16.04%	
Cristal frontal	3,2 mm, revestimiento antirreflejos, alta transmisión, bajo contenido de hierro, vidrio templado	
Tipo de celdas	120 celdas de Policristalino 156 x 156 mm (6 pulgadas)	

Fuente: (Jinko, 2021)

4.4 REGULADOR DE VOLTAJE

Siguiendo con los elementos necesarios para el funcionamiento del panel solar, es necesario a su vez contar con un controlador de carga, en este caso se describen brevemente las características del mismo:

- **Tensión de la batería:** Selección automática 12/24V.
- **Peso:** 0,5kg.
- **Grado de protección:** IP 43 de componentes eléctricos; IP22 en componentes de conexión.

- **Eficiencia máxima:** 98%.
- **Potencia FV nominal 12V 1 a, b:** 220W.
- **Máximo corriente de corto circuito FV2:** 15A.
- **Algoritmo de carga:** Adaptativo multifase.
- **Humedad soporte:** 95 sin condensación.
- **Temperatura de trabajo:** Entre -30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C).



Figura 24 Controlador de carga 75/15

Fuente: (Victron Energy, 2021)

4.5 BATERÍA

Como parte importante para el funcionamiento del panel solar, se demandó de una batería ciclo profundo a través de la cual es posible almacenar la energía de forma química y garantiza la autonomía de todo el sistema de conexión del panel.



Figura 25 Batería de ciclo profundo RITAR DC12100 12V100AH

Fuente: (Ritar, 2021)

Particularmente, las especificaciones más destacables de esta batería se exponen brevemente a continuación:

- **Aplicación:** Fotovoltaica.
- **Peso:** 30,0kg.
- **Dimensiones:** 328 (L) X 172 (W) X 222 (H).
- **Límite máxima de carga recomendado:** 30.0 A.
- **Tipo de terminales:** Terminal F5/F12.
- **Autodescarga mensual máxima a 20°C:** No mayor al 3% 25°C.
- **Rango normal de operación:** 25°C- + 5°C.

4.6 INVERSOR

De igual manera se requerirá de un inversor o convertidor como también es posible identificarlo, que permite convertir la corriente continua generada desde el panel solar a corriente alterna y así sea posible el uso de todos los dispositivos dentro del hogar una vez conectados. En este caso se seleccionó un conversor.



Figura 26 Inversor Victron Phoenix 24/250 VE.Direct NEMA 5-15R

Fuente: (Solar Top Store, 2021)

Las especificaciones de este convertidor también se exponen de manera breve a continuación:

- Totalmente configurable.
- Disparo de alarma de bajo voltaje de batería y niveles de reinicio.
- Niveles de corte y reinicio de voltaje de batería bajo.
- Corte dinámico: nivel de corte dependiente de la carga.
- Voltaje de salida 210 - 245V.
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz.
- Modo ECO activado / desactivado y nivel de detección del modo ECO.

A su vez, es posible determinar que a pesar de que este tipo de elementos no se producen en el país, al momento de importarlos existen diversas alternativas en relación a las tomas de salida para que sean conectados los inversores, lo que facilita la usabilidad de estos dispositivos en proyectos de este tipo. Se muestra a continuación algunas opciones de tomas de salida:



Figura 27 Disponibilidad de tomas de salida del inversor

Fuente: (Victron Energy, 2021)

4.7 COMPONENTES ADICIONALES

Para llevar a cabo la instalación del sistema fotovoltaico, se necesitaron componentes adicionales para realizar las conexiones respectivas y garantizar el óptimo funcionamiento del sistema. En este sentido, tomando en consideración que el sitio seleccionado para la intervención no cuenta con un adecuado despliegue de infraestructura para facilitar el acceso de las redes eléctricas, fue preciso gestionar la adquisición de los siguientes componentes para realizar las instalaciones dentro de la vivienda:

- Tubos de PVC de ½ pulgada para contener el cableado.
- Tubos de PVC de acordeón de ½ pulgada.
- Cajas de paso rectangulares.
- Cajetín de PVC.
- Cableado.
- Boquillas para luminarias.
- Interruptores.
- Tomacorrientes.

4.8 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Efectuada la descripción de los elementos necesarios para poner en funcionamiento el panel solar, se procede a continuación a efectuar a detalle el proceso al que se incurrió para la instalación de este panel para la familia Herrera Ferruzola, iniciando a continuación con la descripción:

1. **Colocación de los paneles fotovoltaicos:** En este caso, posterior a la revisión técnica efectuada en el domicilio, se procedió a construir las bases sobre las cuales descansan los pilares que sostienen respectivamente los dos paneles a usarse.



Figura 28 Colocación de las bases

Fuente: Autores

2. Conforme se fue estructurando las bases sobre las cuales descansarán los paneles, las conexiones a través de los tubos bases se aseguraban (figura 28):

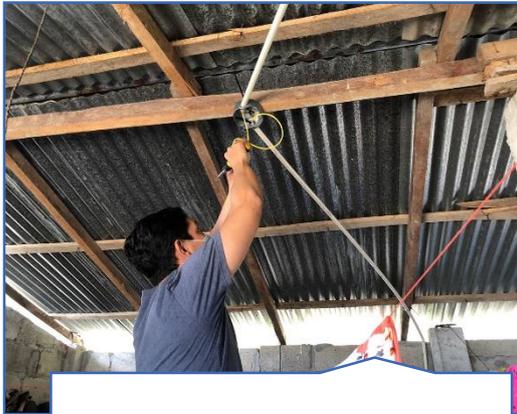


Figura 29 Colocación de las bases

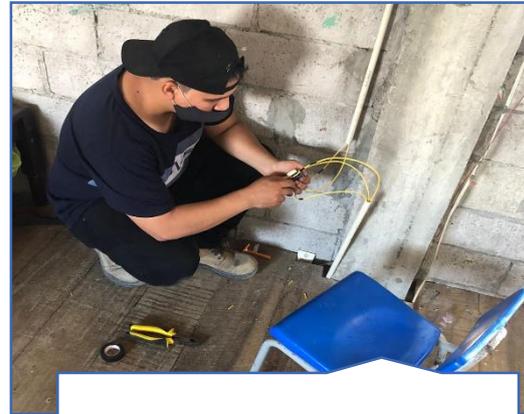
Fuente: Autores

3. Al interior del domicilio se efectuaron consecuentemente los cambios en las conexiones de las fuentes de luz y tomacorrientes, a fin de garantizar

tanto que se cumplan con lo requerido en materia de eficiencia en cuanto a las conexiones y seguridad para la familia sobre las mismas:



Conexión de las fuentes de iluminación



Conexión de tomacorriente



Fase final de conexiones



Prueba del funcionamiento de las instalaciones

Figura 30 Instalaciones al interior del domicilio

Fuente: Autores

Como parte del proceso de instalaciones al interior del domicilio, los componentes principalmente utilizados son; canaletas, cajetines de paso, conductores, interruptores, tomacorrientes, focos ahorradores, boquillas y cables.

4. Consecuentemente al exterior del domicilio se terminó de armar el sistema conjunto del panel solar ubicando cuidadosamente cada uno de estos en

sus bases respectivas, teniendo en consideración evitar todo tipo de accidente con la estructura para lo cual se incurrió al uso de escaleras con lo cual se culminó satisfactoriamente la ubicación de estos paneles.

5. Posteriormente se efectuaron las conexiones respectivas entre los paneles y el breaker del domicilio con lo que se dió por finalizado todo el proceso de instalación del panel:



Conexión de acometida principal



Instalacion de postes para los paneles



Figura 31 Instalaciones al exterior del domicilio de los paneles

Fuente: Autores

6. En conjunto a la implementación de las conexiones al interior del domicilio, los paneles al exterior, se estructuró el soporte tanto de la batería, regulador de voltaje e inversor, los cuales están ubicados en una base previamente construida que los protegerá del exterior y cualquier agente que pueda afectar su funcionamiento.

7. El tablero de distribución de energía solar en el que constará el inversor, que una vez instalado permitió que el funcionamiento de todo el sistema se dé de acuerdo a los requerimientos establecidos previamente, garantizando disponer de voltaje de salida en corriente alterna.

Las conexiones de los elementos electrónicos se realizaron bajo el siguiente orden:

- Conexión de la batería de forma horizontal, donde se ubicaron los terminales hacia debajo de acuerdo a las especificaciones del manual, para este caso se empleó un tipo de cable #10 AWG con terminales siguiendo una serie de pasos para la conexión de estos cables con lo

que se mitiga la polaridad invertida, el sobrecalentamiento de todo el sistema y en el peor de los casos el daño del mismo.

- Se instaló el inversor, el cual se sujetó a un anclaje con pernos dentro la base en la que reposan los paneles.
- Se instaló el centro de carga igualmente sujeto

8. Se efectuaron constantes revisiones conforme se fueron realizando las conexiones respectivas especialmente al interior de la vivienda, esto garantizó efectuar los correctivos necesarios antes de la conexión general de todo el sistema de alimentación de electricidad desde los paneles solares, garantizando consecuentemente el óptimo funcionamiento de cada instalación realizada.



Figura 32 Comprobación del funcionamiento de las conexiones

Fuente: Autores

4.9 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Los autores asumieron los gastos de la implementación. Se detalla los equipos y componentes que se utilizaron para realizar las instalaciones correspondientes de los paneles fotovoltaicos y el cableado dentro de la vivienda, así como también se consideran los gastos de movilización y alimentación:

Tabla 6 Presupuesto del proyecto

Ctdad	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	MD095 Jinko solar Cheetah HC JKM405M-72H-V, 0, 405Wp	\$199	\$199
1	RP060 – Victron Energy SmartSolar MPPT 75/15 Retail (SCC0751560R)	\$149.87	\$149.87
1	BT047 – Ritar Power DC12-100, 12Vdc, 100Ah, 100Ah@20horas (AGM), RA12-100	\$260	\$260
1	IN075 – Victron Energy Phoenix Inverter 24/250 120V VE. Direct NEMA 5-15R PIN242510500	\$234	\$234
2	Estructura para la instalación de los paneles	\$42	\$84
2	Canastilla metálica	\$91	\$91
1	Saco de cemento	\$7.63	\$7.63
1	Caja de perno para fijación	\$4.80	\$4.80
4	Boquillas	\$0.20	\$0.80
4	Interruptores	\$1.04	\$4.16
4	tomacorrientes	\$0.98	\$3.92
1	Cable 15m	\$12.50	\$12.50
4	Cajetín PVC 44	\$1.57	\$6.28
4	Caja de paso eléctrica	\$3.31	\$13.24
6	Tubos PVC ½	\$3	\$18
3	Tubos PVC ½ (acordeón)	\$5.79	\$17.37
1	Gastos de movilización	\$25	\$25
1	Gastos de alimentación	\$25	\$25
		Total	\$1156.57

Fuente: los autores

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

A partir del desarrollo del proyecto se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- A partir de los datos obtenidos en la observación *in situ*, fue posible calcular la demanda energética, así como también se realizaron adecuaciones para incrementar los circuitos de iluminación y los puntos de tomacorrientes a fin de satisfacer las necesidades de los usuarios.
- Se realizó un modelado del plano eléctrico inicial y la propuesta mejorada en la que se especifican el número de puntos eléctricos a incrementarse y su correspondiente localización tanto en la planta baja como en la planta alta de la vivienda.
- Se llevó a cabo un análisis de los antecedentes de irradiación solar, para lo cual se accedió a la base de datos PVGIS de la cual se obtuvieron valores respecto a la irradiación horizontal, directa normal, en ángulo óptimo, en ángulo 0°, y en ángulo de 15°. Adicionalmente, para realizar el dimensionamiento de los paneles se utilizó el software PVsyst 7.0 de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados: potencia nominal: 4597 Wp, capacidad de batería: 1189 Ah, costo energético: 0.66 Eur/kWh.
- Finalmente, se llevó a cabo el proceso de implementación del sistema fotovoltaico, para lo cual fue necesario realizar las instalaciones de la estructura de soporte de los paneles, así como también realizar trabajos de conexión e instalación de cableado, circuitos de iluminación y tomacorrientes dentro de la vivienda.

Recomendaciones

En relación con la consecución de todo el proyecto y las conclusiones establecidas, se procede a continuación a describir las recomendaciones pertinentes:

- Efectuar revisiones periódicas de los paneles y su inclinación especialmente en temporadas en los que se evidencien días nublados, debido a que precisamente en estos días el nivel de energía o potencia podría verse minimizado y limitado ante la carencia de rayos de sol.
- Constantemente también se demanda de una revisión periódica del voltaje de las baterías para corroborar que todo el sistema se encuentre funcionando de acuerdo con lo previamente configurado y no represente molestias o limitaciones para la familia, teniendo en consideración que dependerán de este servicio básico a diario.
- Efectuar un sondeo meses posteriores de la implementación de los paneles solares entre la familia Herrera Ferruzola, con lo cual se logre determinar el nivel de satisfacción de esta alternativa de energía implementada en su hogar, así como para identificar defectos percibidos del mismo y realizar una planificación para la corrección inmediata de estos, garantizando de esta manera que más allá del proyecto y objetivo académico, se genere una real contribución a la comunidad con el mismo a largo plazo y que sea replicable.

Bibliografía

- Acciona. (s.f.). <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>.
Obtenido de <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>.
- Allaboutbatteries. (11 de 08 de 2014). Obtenido de <https://web.archive.org/web/20180622125124/http://www.allaboutbatteries.com:80/Alkaline-charging.html>
- Arconel. (s.f.). Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/ecuador-posee-un-5155-de-energia-renovable/>
- AROS. (s.f.). *SOLAR TECHNOLOGY*. Obtenido de <http://www.aros-solar.com/es/la-radiacion-solar>
- Borbor, W. (s.f.). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19742>
- Centro Científico de la Unión Europea. (23 de noviembre de 2021). *Sistema de información geográfica fotovoltaica (PVGIS)*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- Construmantica. (s.f.). Obtenido de <https://www.construmantica.com/construpedia/Tomacorriente>
- DAMIA SOLAR. (s.f.). Obtenido de https://www.damiasolar.com/actualidad/prova/prova-1-cas_1_3
- DEFINICION DE PANEL SOLAR. (6 de FEBRERO de 2021). Obtenido de [//conceptodefinicion.de/panel-solar/](https://conceptodefinicion.de/panel-solar/).
- D'Una. (s.f.). *Periódico D'Una*. Obtenido de <https://deunanoticias.com/estudiantes-producen-energia-renovable-moradores-comuna-masa-2/>
- EOI, W. (28 de 02 de 2012). *Editor EOI*. Obtenido de https://www.eoi.es/wiki/index.php/Radiaci%C3%B3n_directa,_difusa_y_reflejada_en_Ecomateriales_y_construcci%C3%B3n_sostenible
- Factor Energía*. (s.f.). Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>
- Gardey., J. P. (2013). <https://definicion.de/iluminacion/>. Obtenido de <https://definicion.de/iluminacion/>: <https://definicion.de/iluminacion/>
- Google Maps. (26 de diciembre de 2021). *Localización Masa 2*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/2%C2%B021'50.4%22S+79%C2%B051'32.4%22W/@-2.3719062,-79.8912119,12653m/data=!3m1!1e3!4m13!1m7!3m6!1s0x0:0xaadcaa0a4886df9b!2zMsKwMjEnNTAuNCJTIDc5wrA1MSczMj40llc!3b1!8m2!3d-2.364!4d-79.859!3m4!1s0x0:0xaadcaa0a4886df9b!8m>
- Jinko. (27 de diciembre de 2021). *Eagle HC 60P*. Obtenido de <https://nencom.com/f/products/pv-system/jinko-solar/jinko-solar-datasheet-eagle-hc-60p.pdf>

- lampamania. (2021). *lampamania.es*. Obtenido de lampamania.es:
<https://www.lampamania.es/articulos/que-es-el-flujo-luminoso-y-la-intensidad-luminosa/>
- line, n. (s.f.). *corpnewline*. Obtenido de corpnewline:
<https://corpnewline.com/reguladores.htm>
- Margalef, R. (. (1980). La biosfera, entre la termodinámica y el juego. *La biosfera, entre la termodinámica y el juego*.
- Navarra.es. (s.f.). *Meteo Navarra*. Obtenido de
http://meteo.navarra.es/definiciones/radiacion_solar.cfm
- Nave, O. R. (2016.). "El Dopado De Semiconductores." HyperPhysics. . "El Dopado De Semiconductores." *HyperPhysics*. .
- Planas, O. (13 de MAYO de 2015). Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/baterias-solares>
- Raffino, M. E. (20 de JULIO de 2020). *CONCEPTO.DE*. Obtenido de <https://concepto.de/panel-solar/>
- Ritar. (28 de Diciembre de 2021). *Renova Energía*. Obtenido de https://www.renova-energia.com/productos/baterias_ritar_ra12100d_12v100ah-2/
- sde.mx. (s.f.). *sdemx*. Obtenido de sde.mx: <http://www.sde.mx/cuales-son-los-tipos-de-sistemas-fotovoltaicos-existentes/>
- SLU, A. E. (19 de 04 de 2015). Obtenido de <https://autosolar.es/blog/baterias-placas-solares/como-funcionan-las-baterias-de-plomo-acido>
- Solar Top Store. (28 de Diciembre de 2021). *El inversor Victron Phoenix 24/250 VE.Direct NEMA 5-15R le permite alimentar equipos domésticos, que requieren 230 V / 120 V CA, utilizando baterías para "ocio" o "automotrices" con una potencia nominal de 12 V CC*. Obtenido de <https://www.solartopstore.com/collections/victron-phoenix/products/victron-phoenix-24-250-ve-direct-nema-5-15r>
- Solar, S. (2021). ¿Qué inversor solar elegir para tu instalación de placas solares? *soty solar*.
- SOLARAMA. (s.f.). Obtenido de <https://solarama.mx/blog/conceptos-basicos-de-paneles-solares/>
- Statistics, G. W. (2011). *www.acciona.com*. Obtenido de www.acciona.com.
- Technologies, S. (s.f.). Obtenido de <http://energiasolar.smartbitt.com/panel-monocristalino/>
- Tecnologia, A. (s.f.). Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/corriente-continua-alterna.htm>
- Victron Energy. (2021). *Phoenix Inverters ficha técnica*.
<https://cdn.shopify.com/s/files/1/0080/3405/8291/files/Victron-Phoenix-Inverter-VE.Direct-250VA-1200VA-Datasheet.pdf?1785>: Victron Energy.
- Victron Energy. (14 de Diciembre de 2021). *Victron SmartSolar MPPT 75/15*. Obtenido de <https://www.solartopstore.com/collections/victron-smartsolar-mppt/products/victron-smartsolar-mppt-75-15-solar-charge-controller>

Vivienda, M. d. (Febrero de 2018). Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>

Wikipedia. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Panel_fotovoltaico

Wikipedia. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_solar

Zúñiga, P. (2020). Obtenido de <https://instalacioneselectricasresidenciales.blogspot.com/2009/11/2-tipos-de-conductores-electricos.html>

|