



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2611>

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Design of a photovoltaic solar installation to supply electricity to a single-family home in the Vuelta Larga rural parish of the Esmeraldas canton

Projeto de uma instalação solar fotovoltaica para fornecer eletricidade a uma residência unifamiliar na freguesia rural de Vuelta Larga do cantão de Esmeraldas

Alejandro Javier Martínez-Peralta ^I
amartinez8875@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1176-5001>

Byron Fernando Chere-Quiñónez ^{II}
bchere8077@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1886-6147>

José Luis Guzmán-López ^{III}
jose.guzman.lopez@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9132-6043>

Tyron Joel Orobio-Arboleda ^{IV}
tyron.orobio@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5460-7180>

Elmer Leandro Valencia-Bautista ^V
elmer.valencia@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5573-8510>

Correspondencia: amartinez8875@utm.edu.ec

***Recibido:** 25 de enero 2022 ***Aceptado:** 10 de febrero de 2022 * **Publicado:** 26 de febrero de 2022

- I. Ingeniero Eléctrico, Instituto de Posgrado, Maestría de Investigación en Electricidad, Mención Sistemas Eléctricos de Potencia en la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Ingeniero Eléctrico, Instituto de Posgrado, Maestría de Investigación en Electricidad, Mención Sistemas Eléctricos de Potencia en la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.
- IV. Ingeniero Eléctrico de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.
- V. Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.

Resumen

El presente artículo muestra el diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas por medio de la implementación de energía renovable, efectuando viable una reducción de contaminación ambiental, conservación de recursos naturales y mejorar de calidad de vida de los individuos. El análisis ejecutado es un supuesto de una casa aislada. En un principio, los artefactos integrados en el análisis eran más varios, empero se ha considerado apropiado reconstruir los instrumentos a instalar y sus tiempos de uso para lograr el sistema con una inversión razonable, para que no se sobredimensione y el banco de baterías sea económicamente posible. Se estudia la mejora de las modalidades del emplazamiento atendiendo a consideraciones técnicas, económicas y estéticas. Así como la máxima incorporación de la instalación, de forma que su viable afectación sea mínima. Se hace el dimensionado y justificación de los elementos de una instalación solar fotovoltaica dedicada a suministrar una casa libre, facilitando ayuda diaria a un total de 6 personas. Para obtener estos recursos se ha manejado el programa Pvsyst, que ofrece una gran ayuda para hacer una simulación apropiada de la instalación, haciendo más fáciles los datos de utilidad y precisos para conseguir la instalación futura. La razón por el cual se ha optado al análisis con esta clase de instalación es el ámbito en el cual se encontrará el domicilio, sitio de costa donde la mayor parte de los días del año son días soleados, donde las temperaturas son consideradas altas.

Palabras clave: Sistema Fotovoltaico; Fuente Renovable de Energía; Generación de Energía; Pvsyst.

Abstract

This article shows the design of a photovoltaic solar installation for the supply of electricity to a single-family home in the rural parish of Vuelta Larga in the canton of Esmeraldas through the implementation of renewable energy, making a reduction of environmental pollution viable, conservation of resources and improve the quality of life of individuals. The analysis performed is an assumption of an isolated house. Initially, the artifacts included in the analysis were more diverse, however it has been considered appropriate to reconstruct the instruments to be installed and their usage times to achieve the system with a reasonable investment, so that it is not oversized and the battery bank is economically possible. The improvement of the modalities of the site is

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

studied taking into account technical, economic and aesthetic considerations. As well as the maximum incorporation of the installation, so that its viable affectation is minimal. The dimensioning and justification of the elements of a photovoltaic solar installation dedicated to supplying a free house, providing daily help to a total of 6 people is made. To obtain these resources, the Pvsyst program has been used, which offers great help to make an appropriate simulation of the installation, making useful and precise data easier to obtain the future installation. The reason why the analysis with this type of installation has been chosen is the area in which the home will be located, a coastal site where most of the days of the year are sunny days, where temperatures are considered high.

Keywords: Photovoltaic System; Renewable Energy Source; Power Generation; PVsyst.

Resumo

Este artigo mostra o projeto de uma instalação solar fotovoltaica para o fornecimento de energia elétrica a uma residência unifamiliar na freguesia rural de Vuelta Larga no cantão de Esmeraldas através da implementação de energia renovável, viabilizando a redução da poluição ambiental, a conservação da recursos e melhorar a qualidade de vida dos indivíduos. A análise realizada é uma suposição de uma casa isolada. Inicialmente, os artefatos incluídos na análise eram mais diversos, porém considerou-se adequado reconstruir os instrumentos a serem instalados e seus tempos de uso para atingir o sistema com um investimento razoável, para que não seja superdimensionado e o banco de baterias seja economicamente viável. possível. A melhoria das modalidades do local é estudada tendo em conta considerações técnicas, económicas e estéticas. Assim como a incorporação máxima da instalação, para que sua afetação viável seja mínima. É feito o dimensionamento e justificação dos elementos de uma instalação solar fotovoltaica dedicada ao abastecimento de uma habitação gratuita, prestando diariamente assistência a um total de 6 pessoas. Para obter esses recursos, foi utilizado o programa Pvsyst, que oferece grande ajuda para fazer uma simulação adequada da instalação, facilitando a obtenção de dados úteis e precisos na futura instalação. O motivo pelo qual a análise com este tipo de instalação foi escolhida é a área em que a residência estará localizada, um local litorâneo onde a maioria dos dias do ano são dias ensolarados, onde as temperaturas são consideradas altas.

Palavras-chave: Sistema Fotovoltaico; Fonte de Energia Renovável; Geração de Energia; PVsyst.

Introducción

Sabiendo cómo aprovechar de manera racional toda la luz que el sol emite constantemente sobre el mundo, éste podría saciar cada una de nuestras propias necesidades pues fue y va a ser la fuente de vida y los principios del resto de maneras de energía que la gente ha usado a partir de los inicios de la historia.

La forma de obtención de energía es decisiva, los combustibles fósiles se crearon en el pasado, hace millones de años, y proporcionan el 80 % de la energía presente. Recurrir a los combustibles fósiles para abastecer las necesidades de los usuarios, contaminan las ciudades y aumenta las tensiones mundiales, siendo las emisiones de dióxido de carbono causadas por la quema de dichos combustibles, una de las causas del calentamiento global. Existen estudios que corroboran que, si el consumo mundial de energía continúa creciendo a la velocidad actual, se doblará en 2035 y se triplicará en 2055.

La incrementación e incorporación del uso de energías renovables, hará efectiva una reducción de gases de efecto invernadero (causantes del cambio climático) y de emisiones contaminantes al medio ambiente. Además, es un recurso limpio e inagotable (al contrario que las fuentes tradicionales de energía como el carbón, el gas, el petróleo o la energía nuclear, cuyas reservas son finitas) que puede hacer que se ahorre significativamente en los recibos de luz anuales.

Concluyendo con este apartado, se podría afirmar que la integración de las energías renovables conllevaría a un desarrollo sostenible satisfaciendo las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras.

La política de Ecuador se direcciona los procesos energéticos hacia el cambio de la matriz de generación, esto no solo puede estudiarse con la hidráulica; sino que se pueden incorporar otras fuentes de energía según los valores de potencial disponible en cada territorio.

En los actuales lineamientos del programa energético del Ecuador, el cambio de la matriz está llamada a constituirse en una herramienta política, para el trabajo de planeamiento direccionado a cambiar la composición de la generación eléctrica con la incorporación de las fuentes de recursos renovables y poder garantizar la autonomía energética, teniendo como meta la consolidación de una base energética de indudable sostenibilidad. El objetivo del trabajo consiste en Investigar las fuentes renovables de energía que pueden implementarse en la provincia de Esmeraldas, explicarlas

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

e incorporar mapa de potencial, además debe incorporar información relacionada con instalaciones que aprovechan las FRE en Ecuador.

Desarrollo

La importancia de las energías renovables

Cada vez son más los que apuestan por el uso de energías renovables. Estas energías son recursos limpios e inagotables que nos proporciona la naturaleza. Su empleo nos proporciona un sinnúmero de ventajas, el más importante, reducir el efecto invernadero y proteger nuestro planeta.

Las energías renovables han recibido un importante impulso y respaldo tras el Acuerdo de París de 2015. Este acuerdo entrará en vigor en 2020 y, por primera vez, establece un objetivo global vinculante para todos los países firmantes. Todos ellos se han comprometido a reducir sus emisiones contaminantes para reducir los efectos del cambio climático. ¿Y cómo hacerlo? Con el aumento del uso de las energías limpias.

A diferencia de los combustibles fósiles, las energías renovables no producen gases de efecto invernadero, que son los causantes del cambio climático, ni tampoco emisiones contaminantes.

Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica

La energía solar en la actualidad, se considera una de las alternativas energéticas más importantes, entre sus ventajas se encuentran:

- Utiliza un recurso natural inagotable, la luz del sol.
- Es una energía limpia que no genera emisiones de gases contaminantes ni otro tipo de residuos.
- Es una solución ideal para disponer de electricidad en zonas aisladas.
- Es la única energía renovable que se puede instalar a gran escala dentro de las zonas urbanas.
- Los paneles y la estructura de soporte además de una relativa facilidad de montaje, pueden desmontarse al final de la vida útil, pudiendo reutilizarse.
- Larga duración y elevada fiabilidad.
- Mínimo mantenimiento.

También se encuentran una serie de desventajas, tales como:

- Los parques solares que ocupan superficies extensas producen un gran impacto visual.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

- Sólo se produce energía mientras hay luz y depende del grado de insolación.
- El coste de las instalaciones es elevado, en comparación con otro tipo de instalaciones que proporcionan la misma potencia.
- El periodo de amortización de la inversión es largo, alrededor de diez años.
- Para que el uso de esta energía sea rentable se deben tener en cuenta las condiciones climáticas cambiantes según estaciones del año, ubicación, etc. En los lugares donde menos radiación solar llega, es donde más se necesitaría este tipo de tecnología, por esta razón se debe seguir con el estudio y desarrollo de la técnica para conseguir que sea competitiva a escala global.

Proceso de diseño de una instalación

El esquema general que se debe seguir cuando diseñamos una instalación fotovoltaica son las siguientes:

- Determinar el tipo de instalación deseada.
- Recopilar los datos necesarios.
- Realizar el dimensionado.

A continuación, se exponen las consideraciones a tener en cuenta para cada uno de los pasos.

Tipos de instalaciones

Los sistemas fotovoltaicos independientemente del uso que se les vaya a ofrecer o de la potencia que deban cubrir, tienen la posibilidad de clasificar en 2 tipos. Gozan de la posibilidad de estar conectados a la red general o pueden estar aislados. Los dos sistemas poseen una secuencia de propiedades, entre ellos hay diferencias y similitudes que se explicaran después.

Instalaciones aisladas

Las instalaciones aisladas o autónomas, son instalaciones aisladas de la red eléctrica. Se usan en regiones a las que no llega la red eléctrica o que por causas técnicas, económicas o ecológicas no es posible hacer una conexión a la red. Se usan en viviendas de campo recluidas o con objetivos medioambientales, barcos, caravanas, juguetes, usos domésticos como relojes, linternas, etcétera., señales de tráfico, iluminación pública, parquímetros o en satélites espaciales.

Este tipo de sistemas requieren la existencia de un sistema de acumulación para almacenar energía y así poder consumirla cuando se requiera sin depender de la radiación existente en el momento, como días nublados o noches.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Los componentes o elementos básicos que conforman dicha instalación son los siguientes:

- Módulos fotovoltaicos: Transforman la radiación solar en energía eléctrica, en forma de corriente continua, a tensión irregular. A más radiación solar, más producción de energía.
- Reguladores de carga: Recogen la energía producida por los módulos y estabiliza la tensión a un nivel predeterminado por el sistema de baterías (12, 24, 48 voltios). Controla las sobrecargas y las descargas en las baterías.
- Baterías: Sirven para almacenar energía para cuando no existe radiación solar y dar una tensión estable, aunque los paneles no estén captando energía. Es el componente más frágil de la instalación y el que más coste específico tiene, por ello hay que prestar especial atención a su calidad.
- Inversores: Transforma la energía eléctrica continua a alterna.
- Protecciones eléctricas y puestas a tierra.
- Contador: Aparato de medida del consumo eléctrico.
- Cargas o punto de consumo propio.

Instalaciones conectadas a red

Con instalaciones conectadas a red se hace referencia a un sistema de captación de radiación solar y su posterior transformación en energía eléctrica cuya función es suministrar dicha energía resultante a la red eléctrica.

Estos sistemas carecen de regulador y acumuladores ya que lo que persiguen es producir energía eléctrica cuando hay radiación y verterla a la red convencional.

Por lo tanto, los componentes que forman parte de una instalación fotovoltaica conectada a red son:

- Paneles fotovoltaicos, paneles o generadores.
- Inversor.
- Contador bidireccional: Aparato de medida del consumo eléctrico que contabiliza la energía que inyecta a la red y la que consume el usuario.
- Protecciones eléctricas y puestas a tierra.
- Punto de conexión a la red a 230 o 400 V.

En el sistema toda la energía generada por los paneles se lleva al inversor que se ocupa de transformarla a corriente alterna y de adaptar a las propiedades eléctricas que tiene la red eléctrica.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Además, tienen la posibilidad de adicionar a los tipos de instalaciones fotovoltaicas las instalaciones híbridas o mixtas. Esta clase de instalaciones tiene como preferencia el auto suministro. Una vez que existe un excedente de energía lo vierten a la red y una vez que la energía generada no es suficiente para alimentar la instalación cogen de la red la elemental.

Para este proyecto se simulará 1 tipo de instalación fotovoltaica: aislada.

Elementos de una instalación aislada

Una instalación fotovoltaica aislada está dedicada a saciar las necesidades de consumo propio de electricidad, sin depender de la red eléctrica. Consta de un esquema de instalación cuyos elementos primordiales se presentan en la siguiente Figura.

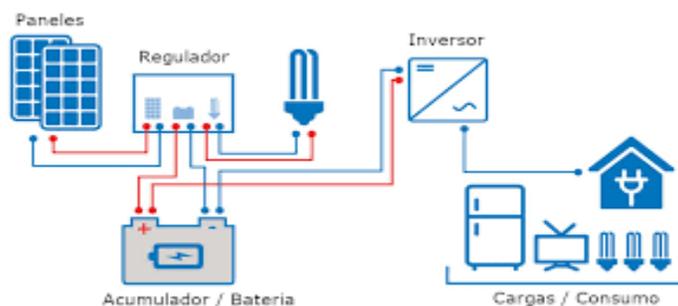


Figura 1. Esquema de instalación aislada.

La radiación solar

Las condiciones de manejo de un módulo fotovoltaico están sujetas a cambiantes externas como por ejemplo la radiación solar y la temperatura de manejo.

La radiación es emitida sobre un espectro de longitud de ondas, con una porción específica de energía para cada longitud de onda. La longitud de onda de la luz es tan corta que frecuenta expresarse en nanómetros (nm), que equivalen a una milmillonésima de metro, o una millonésima de milímetro o en micrómetros (μm) que equivalen a una millonésima de metro.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

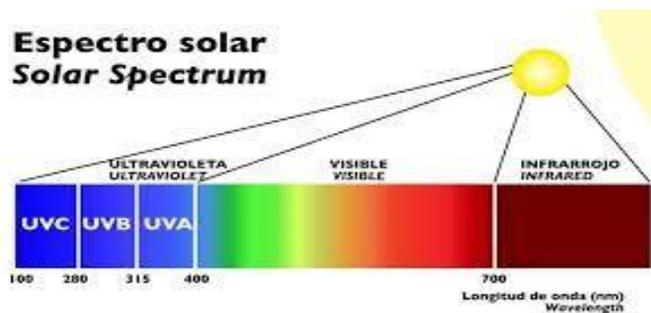


Figura 2. Espectro de la irradiación solar.

Se sabe por radiación solar al grupo de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol Conforme con la “Ley de Planck”, el Sol actúa como un cuerpo humano negro emitiendo energía a unos 6000 K de temperatura. La radiación solar se distribuye a partir del infrarrojo cercano hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza el área de la Tierra, puesto que las ondas ultravioletas, más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera básicamente por el ozono.

El tamaño que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la Irradiación solar (W/m^2), que mide la energía que por unidad de tiempo y área alcanza a la Tierra.

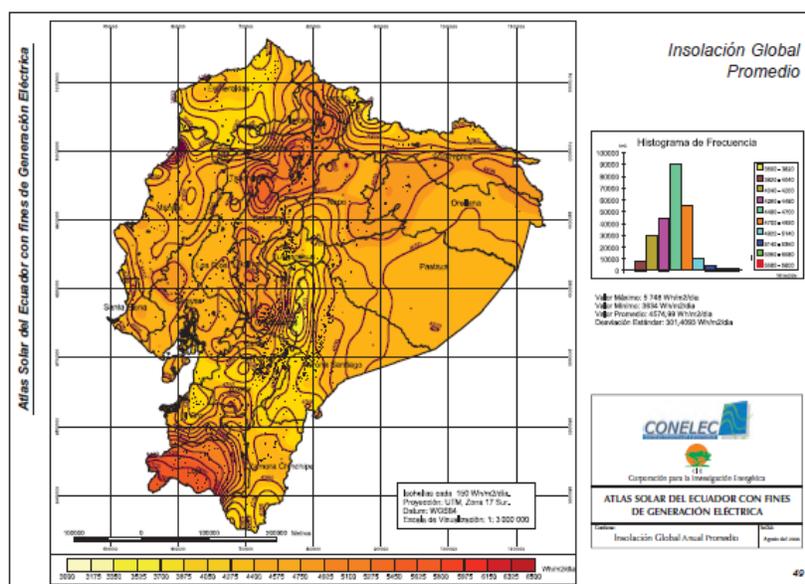


Figura 3. Radiación solar en Ecuador.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Los factores que marcarán el diseño de los sistemas fotovoltaicos serán tanto la radiación solar como la demanda diaria de energía. Esta energía nos será en W ó KW.

La designación de los datos de radiación solar dependerá de manera directa del caso de la instalación, así como de las condiciones meteorológicas que predominan y particulares de cada sitio. Para cada provincia se usará una tabla de radiación solar mensual interceptada por un área inclinada.

Metodología

El método básico de la investigación es deductivo e inductivo porque, se detalle de datos e información, que permitió partir de determinadas premisas individuales, para obtener como conclusión un indicio general que permita demostrar la viabilidad de adaptar alternativas energéticas en el cantón Esmeraldas, con el fin de alcanzar un desarrollo coherente y respetando el ambiental.

La investigación se apoya en la revisión bibliográfica de diversos artículos científicos, libros y premisas de datos de instituciones públicas del Ecuador, que permiten llegar a conclusiones precisas sobre el caso de estudio.

Las conclusiones obtenidas se proyectan en función del diseño propuesto en Software PVsyst, teniendo en cuenta los elementos de la capacidad de calcular valores diarios de radiación solar a partir de mediciones mensuales y de variables meteorológicas y características de equipos espaciales que intervienen en el medio, para lograr la sostenibilidad de los territorios bajo las premisas del desarrollo local sostenible, para lo cual resulta importante considerar las acciones que se realicen en el sector energético, enfocadas en fortalecer la resiliencia territorial frente al cambio climático.

Recopilación de datos

Antes de realizar los cálculos para una instalación fotovoltaica tenemos que investigar una serie de datos:

Ubicación y orientación de la instalación: Se necesita conocerla para estimar la radiación mensual incidente, como regla establecida las instalaciones más cercanas al ecuador van a tener superiores condiciones de radiación. En el hemisferio norte es preferible la orientación Sur ante la Norte. PVsyst 7.1 nos da los datos de radiación de la ubicación que seleccionemos.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Uso de la energía: Habrá que implantar si el propósito de la instalación es el auto suministro energético, la comercialización de esa energía o alguna aplicación específica.

Los elementos de la instalación tienen la posibilidad de variar en funcionalidad de su destino.

Objetivo: Los motivos que nos conducen a plantearnos situar un sistema fotovoltaico tienen la posibilidad de influir en el momento de aprender la viabilidad del plan y están afectando a la toma de decisiones a lo largo de el mismo. Las metas que se persiguen tienen la posibilidad de ser diversos: ahorro en la factura eléctrica, apuesta ecológica por fuente de energía renovable, elección a motor de combustión, bombeo de un pozo, etcétera.

Consumo estimado: Para dimensionar el autoconsumo se necesita conocer las potencias de los instrumentos y sus horas de uso cotidianas. Además, se debe considerar la periodicidad de las necesidades energéticas que pretendemos cubrir.

Debemos decidir si se genera un consumo constante a lo largo del año, o si se generan monumentales variaciones estacionales o inclusive mensuales, además de aprender su repartición horaria en busca de picos de consumo cotidianos.

Superficie disponible: Comúnmente dispondremos de un área reducida que puede decidir la medida de la instalación y de sus elementos. Además, debemos establecer la disposición de esta área: inclinación, disposición en fachada, cubierta o suelo, sombreados, etcétera.

Presupuesto disponible: En muchas situaciones un elemento determinante a lo largo del dimensionado va a ser el presupuesto disponible, para estimarlo tienen la posibilidad de tener en cuenta préstamos bancarios y subvenciones, datos que habrá que integrar en los cálculos económicos.

Descripción de la instalación

El presente informe recoge un estudio técnico de viabilidad orientado hacia el autoconsumo de una instalación solar fotovoltaica aislada en una vivienda rural unifamiliar, que se encuentra en la parroquia Vuelta larga, cantón Esmeraldas de la provincia de Esmeraldas.

La instalación va a ser sobre una sección del tejado de esa casa, con la intención de que suministre energía eléctrica procedente del Sol a la casa para su autoconsumo.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Caso de estudio

Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Vuelta Larga	Latitud 0.92 °N	Albedo 0.20
Ecuador	Longitud -79.69 °W	
	Altitud 4 m	
	Zona horaria UTC-5	
Datos meteo		
Vuelta Larga		
Meteonorm 7.3 (1988-1997), Sat=100% - Sintético		

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red	Sin escena 3D definida, sin sombras	
Simulación para el año n° 10		
Orientación campo FV	Sombreados cercanos	Necesidades del usuario
Plano fijo	Sin sombreados	Consumidores domésticos diarios
Inclinación/Azimut 10 / 0 °		Modulación estacional
		Promedio 11.0 kWh/Día
Información del sistema		
Conjunto FV	Inversores	
Núm. de módulos 24 unidades	Núm. de unidades 2 unidades	
Pnom total 6.24 kWp	Pnom total 6.00 kWca	
	Proporción Pnom 1.040	

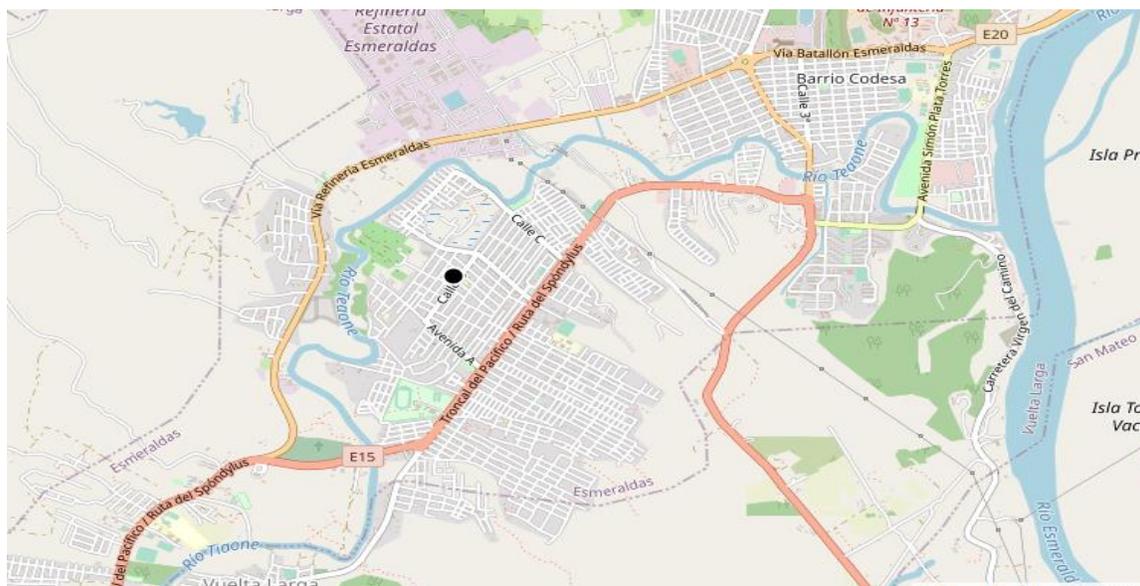


Figura 4. Mapa del cantón Esmeraldas.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Software PVsyst

El PVsyst es un software muy versátil de simulación de instalaciones fotovoltaicas. Este posee la capacidad de calcular valores diarios de radiación solar a partir de mediciones mensuales. Contiene todos los subprogramas para el diseño, optimización y simulación de cuatro tipos de sistemas: conectados a red, autónomos, bombeo solar y redes de corriente directa. También incluye una base de datos con un sinnúmero de modelos de módulos fotovoltaicos y modelos de inversores. Entre las potencialidades de este software se encuentra que permite agregar datos a la base de datos del programa; como son: las variables meteorológicas y características de equipos. Además, provee información sobre las trayectorias solares de la localidad, permitiendo determinar las pérdidas por efecto de sombras cercanas durante todo el año. Brinda un informe detallado del estimado del comportamiento de los módulos, permitiendo realizar de forma fácil y rápida varias simulaciones si se requieren hacer consideraciones que puedan optimizar el funcionamiento del sistema. La tensión del generador fotovoltaico aumenta, lo que pone en funcionamiento el inversor que comienza a inyectar corriente en la red si la potencia disponible en paneles supera un valor umbral o mínimo. Las principales características vienen determinadas por la tensión de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del sistema, la potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc.), la frecuencia de trabajo y la eficiencia, próxima al 85%.

Parámetros generales

Parámetros generales			
Sistema conectado a la red	Sin escena 3D definida, sin sombras		
Orientación campo FV	Modelos usados	Horizonte	
Orientación	Transposición	Hay	Altura promedio 11.9 °
Plano fijo	Difuso	Perez, Meteorom	
Inclinación/Azimet 10 / 0 °	Circunsolar	separado	
Sombreados cercanos	Necesidades del usuario		Limitación de potencia de red
Sin sombreados	Consumidores domésticos diarios		Potencia activa 5.00 kWca
	Modulación estacional		Proporción Phom 1.248
	Promedio	11.0 kWh/Día	

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Características de la instalación fotovoltaica

- Potencia nominal de la instalación (KW): 5.6 Kw
- Superficie del campo de paneles (m²): 33 m²
- Seguimiento solar (si/no): NO

Características del conjunto FV

Módulo FV		Inversor	
Fabricante	Generic	Fabricante	Generic
Modelo	JKM 260PP-60 (Plus)-V	Modelo	AE 1TL 3.0
(Base de datos PVsyst original)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	260 Wp	Unidad Nom. Potencia	3.00 kWca
Número de módulos FV	24 unidades	Número de inversores	2 unidades
Nominal (STC)	6.24 kWp	Potencia total	6.0 kWca
Módulos	2 Cadenas x 12 En series	Voltaje de funcionamiento	125-500 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Pnom (CC:CA)	1.04
Pmpp	5.64 kWp		
U mpp	334 V		
I mpp	17 A		
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC)	6 kWp	Potencia total	6 kWca
Total	24 módulos	Núm. de inversores	2 unidades
Área del módulo	39.3 m ²	Proporción Pnom	1.04
Área celular	35.0 m ²		

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto		Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC	
Fracción de pérdida	0.3 %	Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	38 mΩ
		Uc (const)	15.0 W/m ² K	Fracción de pérdida	0.2 % en STC
		Uv (viento)	0.0 W/m ² K/m/s		
Pérdida diodos serie		LID - Degradación Inducida por Luz		Pérdida de calidad módulo	
Caída de voltaje	0.3 V	Fracción de pérdida	0.3 %	Fracción de pérdida	-0.8 %
Fracción de pérdida	0.1 % en STC				
Pérdidas de desajuste de módulo		Pérdidas de desajuste de cadenas		Módulo de degradación media	
Fracción de pérdida	0.2 % en MPP	Fracción de pérdida	0.1 %	Año n°	10
				Factor de pérdida	0.4 %/año
				Desajuste debido a la degradación	
				Dispersión Imp RMS	0.6 %/año
				Dispersión Vmp RMS	0.5 %/año
Factor de pérdida IAM					
Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos i -1)					
Parám. bo	0.05				

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

También se tiene la opción de acceder a distintos gráficos, como el siguiente, donde se muestra la trayectoria del sol a lo largo del año y a las distintas horas del día.

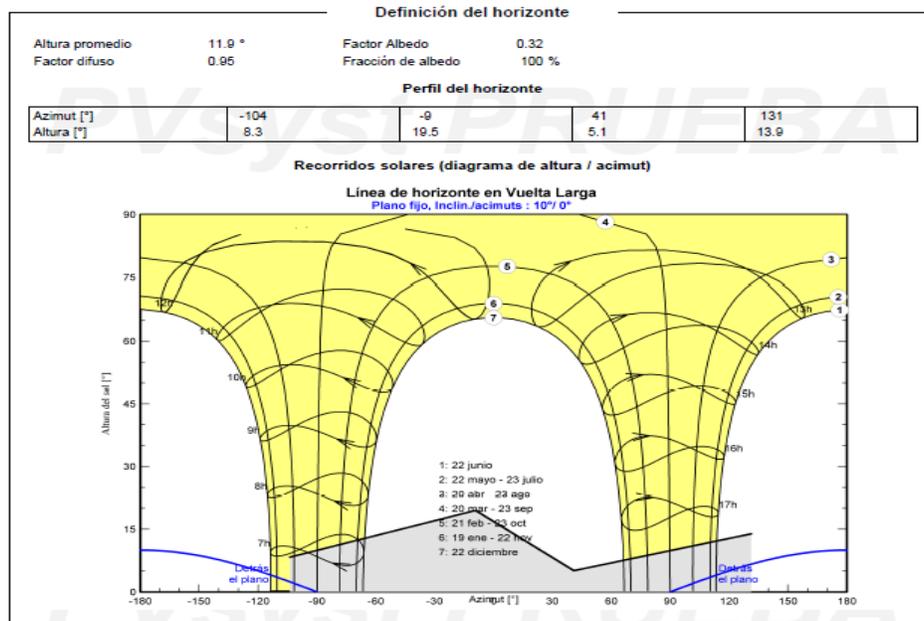


Figura 5. Recorridos Solares.

Necesidades del usuario

Dentro del análisis realizado al usuario, sobre la potencia requerida para el diseño del sistema podemos determinar que es de 12642 Wh/día como energía diaria total.

	Número	Potencia	Uso	Energía
		W	Hora/día	Wh/día
Lamps (LED or fluo)	10	10W/lámpara	5.0	500
TV / PC / Mobile	2	100W/apar.	5.0	1000
Domestic appliances	1	500W/apar.	4.0	2000
Fridge / Deep-freeze	2		24	1598
Dish- & Cloth-washers	1		2	2000
Ventilation	1	100W tot	24.0	2400
Air conditioning	1	1000W tot	3.0	3000
Stand-by consumers			24.0	144
Energía diaria total				12642Wh/día

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Basándonos en la diversidad de cargas las cuales varían la hora/día.

Dentro de la distribución por hora de las cargas tal como podemos observar en la figura 6, podemos ver que hay tres picos que se presentan a lo largo del día es decir de mayor consumo en las horas 9 am, 12 am y 15 pm.

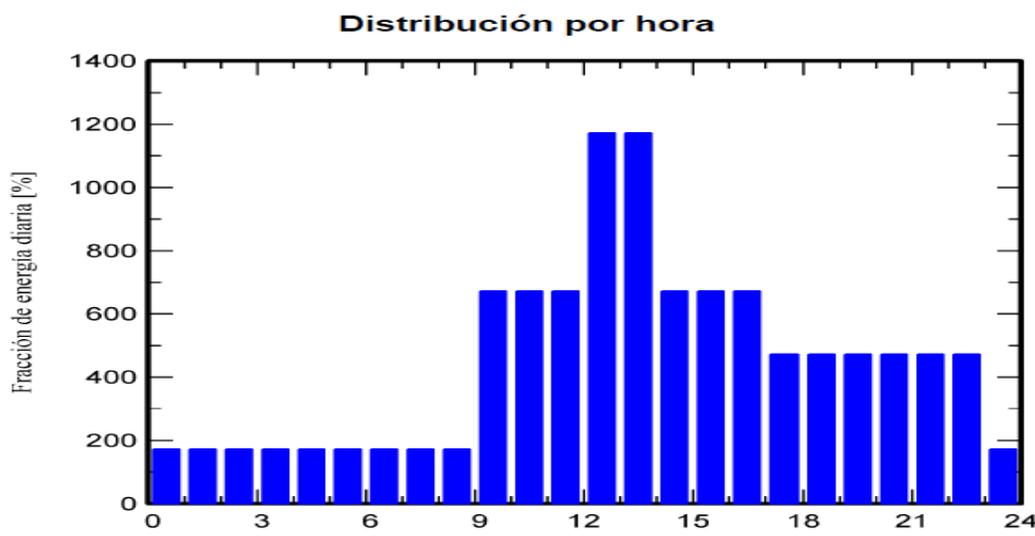


Figura 6. Necesidades detalladas del usuario.

Aquí corresponde hacer una consideración, recordando que es un sistema aislado, en lo concerniente a la nevera debemos colocar un temporizador para que la batería no se descargue rápido.

Resultados

Resultados Obtenidos Mediante la Simulación del Software PVsyst.

El resumen de los resultados podemos determinar en la tabla siguiente:

Tabla 1. Resumen de resultados.

Resumen de resultados					
Energía producida	7.60 MWh/año	Producción específica	1217 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	72.62 %
				Fracción solar (SF)	60.99 %

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

En el diagrama de barra del software PVsyst que presenta a continuación la siguiente Figura 7 podemos identificar los siguientes datos:

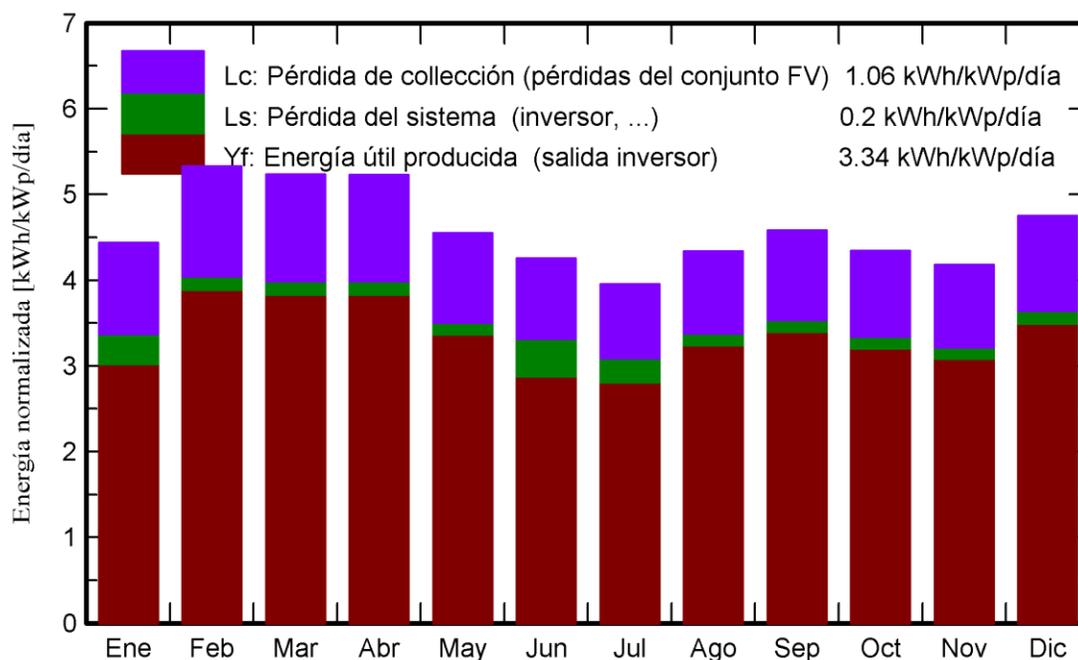


Figura 7. Producciones normalizadas (por kWp instalado).

Barra de color azul: Se observa la energía no utilizada $Lu = 1.06 \text{ kWh/kWp/día}$, la cual no es entregada a las cargas.

Barra de color morada: En ella se presenta las pérdidas de colección (perdidas del conjunto FV) $LC = 3.34 \text{ kWh/kWp/día}$.

Barra de color verde: En ella se visualiza las pérdidas del sistema y carga de batería $LS = 0.22 \text{ kWh/kWp/día}$.

En la Tabla 2, se resumen los balances y resultados principales. El valor más alto de irradiación corresponde al mes de marzo con un acumulado de $163,2 \text{ kWh/m}^2$ produciendo $153,3 \text{ MWh}$ y el valor más discreto corresponde al mes de noviembre con $121,8 \text{ kWh/m}^2$ generándose solamente 0.603 MWh . La irradiación anual es de $1695,3 \text{ kWh/m}^2$ con una producción de energía eléctrica inyectada a la red de 1.562 kWh .

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

Tabla 2. Balance y resultados principales.

Balances y resultados principales										
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	EArrMPP	EffArrR	EFrGrid
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	MWh	%	MWh
Enero	132.9	82.02	25.76	137.5	128.5	0.653	0.339	0.653	12.10	0.142
Febrero	145.6	73.31	25.77	149.1	141.3	0.708	0.306	0.708	12.08	0.115
Marzo	163.2	89.85	26.03	162.2	153.3	0.772	0.314	0.772	12.11	0.120
Abril	162.4	77.72	25.52	156.9	148.5	0.748	0.304	0.748	12.13	0.116
Mayo	150.0	76.11	25.32	141.1	132.6	0.679	0.314	0.679	12.25	0.124
Junio	137.2	68.89	23.69	127.7	119.9	0.622	0.379	0.622	12.40	0.163
Julio	129.0	83.43	23.87	122.6	114.2	0.599	0.392	0.599	12.43	0.148
Agosto	139.4	86.90	23.60	134.4	125.9	0.654	0.392	0.654	12.38	0.135
Septiembre	139.8	75.42	23.19	137.4	129.5	0.663	0.304	0.663	12.28	0.117
Octubre	133.3	78.04	23.72	134.7	127.0	0.647	0.314	0.647	12.23	0.124
Noviembre	121.8	75.06	23.85	125.4	117.9	0.603	0.304	0.603	12.24	0.122
Diciembre	140.8	79.76	25.01	147.3	138.7	0.705	0.339	0.705	12.18	0.135
Año	1695.3	946.53	24.61	1676.4	1577.3	8.051	4.004	8.051	12.23	1.562

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_User	Energía suministrada al usuario
T_Amb	Temperatura ambiente	EArrMPP	Energía virtual del conjunto en MPP
GlobInc	Global incidente plano receptor	EffArrR	Eficien. Eout conjunto / área rugosa
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EFrGrid	Energía de la red

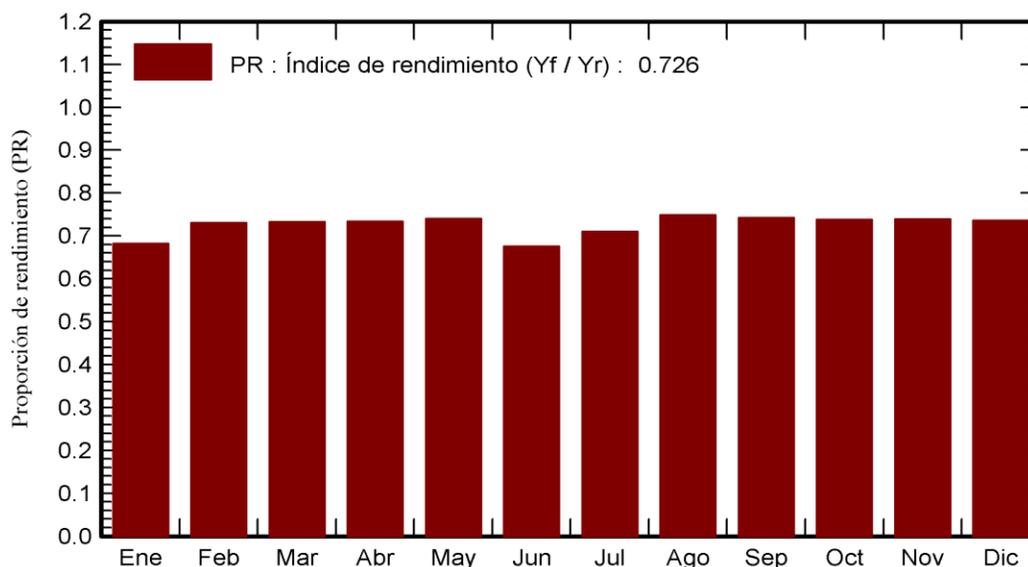


Figura 8. Proporción de Rendimiento (PR).

Proporción de rendimiento

Nótese que en la figura 8 se observa la proporción de rendimiento, el cual se proyecta a continuación el PR de la instalación.

Barra de color rojo: se observa la relación entre la energía disponible y el consumo de sistema fotovoltaico. Por medio de los resultados obtenidos se obtiene la eficiencia de los módulos FV de proporción de rendimiento (Y_f / Y_r) es de 0.726 y bajo el efecto de la radiación incidente de la fracción solar Solfrac, se mantiene en el rango del 1,1 %, como producto de un sistema aislado. Los resultados de la tabla 2, permiten establecer perfiles mensuales de generación de electricidad, lo cual favorece la planificación del consumo de energía.

Diagrama de pérdidas

En la Figura 9 se muestran las pérdidas de energía durante todo el año que se dan en el sistema debido a diferentes factores, pérdidas por sombras, pérdidas por temperatura, pérdidas por conversión.

Se obtiene el valor de energía final a la salida del inversor a partir de la irradiación total que incide en el sistema.

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

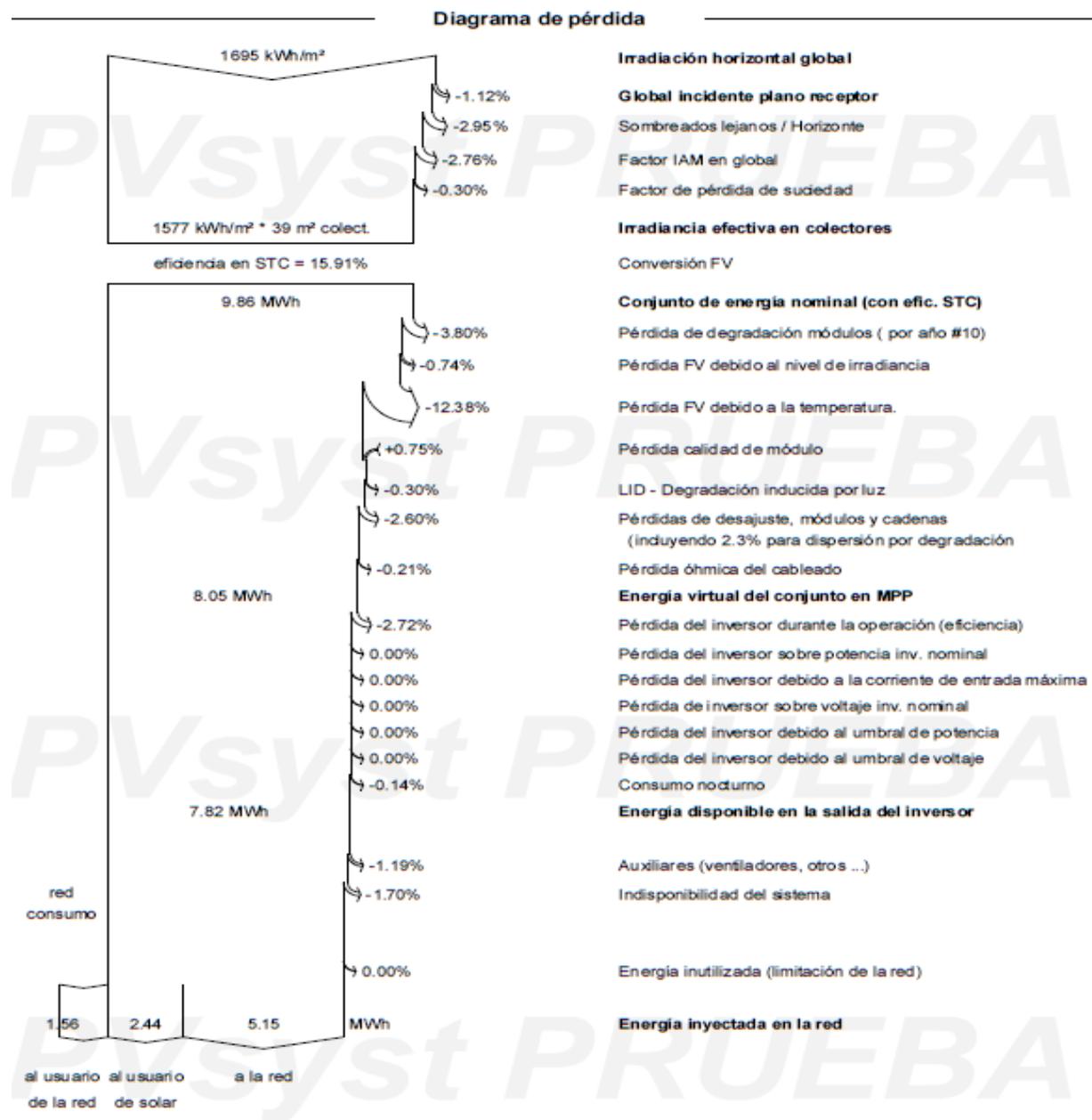


Figura 9. Diagrama de pérdida.

Son destacables las pérdidas debido al nivel de irradiancia (-1.15%), y las pérdidas en el inversor durante el funcionamiento (-0.14%).

Conclusiones

El propósito marcado era diseñar una instalación fotovoltaica capaz de abastecer una supuesta casa aislada en la provincia de Esmeraldas. La instalación planteada debería consumir el propósito de hacer un dimensionado capaz de saciar los artefactos integrados en el análisis y sus tiempos de uso para tener energía eléctrica a disposición del cliente en todo instante y que no exista una falta de energía. Además, debería ser económicamente posible.

Para que el estudio fuera más correcto, se ha usado para la simulación, el software de cálculo Pvsyst, que suministra buenos resultados y afirma el correcto funcionamiento del sistema. Posteriormente se realizó un pequeño estudio de investigación acerca de dicho software para usarlo con experiencia, se ha empezado a introducir los datos precisos para hallar el diseño del proyecto. Con ello, se ha conseguido el número y características de los elementos a instalar y una serie de gráficas y resultados que han sido argumentados en la memoria de cálculo.

Previamente, se ha ejecutado una búsqueda total sobre las energías renovables y en determinado de la energía solar fotovoltaica. Conteniendo en este documento sus conceptos básicos, características y nuevas aplicaciones de la tecnología solar fotovoltaica.

Aunque en el trabajo presente se pueden realizar mejoras para el dimensionado, como por ejemplo la inclusión de las características correspondientes a los electrodos de tierra, se puede afirmar que, a la vista de los resultados obtenidos del recurso solar y el rendimiento de la tecnología disponible se ha cumplido los objetivos iniciales.

Referencias

1. Muñoz-Vizhñay, J. P., Rojas-Moncayo, M. V., & Barreto-Calle, C. R. J. I. (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. (19), 60-68. doi:<https://doi.org/10.1763/ings.n19.2018.06> Recuperado de: <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/ingenius/article/view/19.2018.06>
2. Organización de las Naciones Unidas Para el Desarrollo Industrial. (2011). Informe anual. Recuperado de https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Annual_Report/2011/ar2011_spanishfinal.PDF

Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en la parroquia rural Vuelta Larga del cantón Esmeraldas

3. Pascual (2018), Energías renovables y medio ambiente. su regulación jurídica en Ecuador. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300024
4. Pedroza, A. (abril 17, 2013). Sostenibilidad y responsabilidad social. 2016, de EOI. Escuela de Organización Industrial Sitio web: <https://www.eoi.es/blogs/mtelcon/2013/04/17/sostenibilidad>
5. Quiroz, A. M. V. J. R. d. I. e. E., Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: -. (2018). Estudio de la Eficiencia de los sistemas fotovoltaicos y su impacto socio económico en la zona rural del Cantón Chone, Manabí, Ecuador. 3(1), 23-29. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/1420/1500>
6. República del Ecuador. (2008). Constitución del Ecuador. Quito: Asamblea Constituyente. Recuperado de http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
7. República del Ecuador. *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. (2008). Políticas energéticas del Ecuador 2008-2010. Quito: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
8. República del Ecuador. *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. (2014). Plan estratégico institucional 2014-2017. Recuperado de <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/PLAN-ESTRAT%C3%89GICO-2.pdf>
9. República del Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional Toda una vida 2017-2021*. Quito: SENPLADES. Recuperado de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202017-2021.pdf>
10. Woodford, C. (2007). *Energy*. Barcelona: Blume.