



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍAS APLICADAS**

**TEMA
“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN
FOTOVOLTAICO-CONEXIÓN A RED CON
ALMACENAMIENTO ORIENTADO AL AHORRO DE
ENERGÍA EN LAS VIVIENDAS DE LA COOP SAN
NICOLÁS PARROQUIA PASCUALES”.**

**AUTOR
SANCÁN HOLGUÍN DANIEL MOISÉS**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. ARÁUZ ARROYO OSWALDO ORLANDO, MG.**

GUAYAQUIL, ABRIL 2021



**ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO
DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



REPOSITORIONACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de un sistema de generación fotovoltaico-conexión a red con almacenamiento orientado al ahorro de energía en las viviendas de la Coop San Nicolás parroquia Pascuales		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Sancán Holguín Daniel Moisés		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. Arauz Arroyo Oswaldo Orlando / Ing. García Torres Ingrid Angélica		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ingeniería Industrial		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero en Teleinformática		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	27 de septiembre de 2021	No. DE PÁGINAS:	101
ÁREAS TEMÁTICAS:	Tecnologías Aplicadas / Energía renovable		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energía fotovoltaica, inversor, paneles solares, energía verde/limpia.		
RESUMEN/ABSTRACT (100-150 palabras):			
<p>Resumen</p> <p>El creciente costo económico de electricidad ha promovido el desarrollo de fuentes renovables como alternativas energéticas. Entre las fuentes de energía renovable de mayor potencial figura la energía solar, disponible en todo el mundo y catalogada como un recurso universal que no tiene costo. Por ello el presente trabajo de titulación se basa en el diseño de un sistema de generación fotovoltaica conexión a red con almacenamiento para el ahorro de energía en las viviendas de la Coop. San Nicolás. Dicho diseño aprovechará la radiación solar, la cual será transformada por los paneles en energía eléctrica, para posteriormente ser controlada mediante un inversor Grid On/Off, cuya función será alimentar la carga y baterías de almacenamiento ubicadas en la vivienda. Cuando la radiación sea nula, las baterías alimentarán la carga, tan pronto como se descarguen las baterías, la red eléctrica convencional suministrará energía a la carga.</p>			

Abstract

The increasing economic cost of electricity has promoted the development of renewable sources as energy alternatives. Among the renewable energy sources with the greatest potential are solar energy, available worldwide and classified as a universal resource that has no cost. For this reason, this degree work is based on the design of a grid-connected photovoltaic generation system with storage to save energy in the Coop San Nicolas's homes. This design will take advantage of solar radiation, which will be transformed by the panels into electrical energy, to later be controlled by a Grid On / Off inverter, whose function will be to feed the load and storage batteries located in the house. When the radiation is zero, the batteries will power the load, as soon as the batteries are discharged, the conventional electrical grid will supply power to the load.

ADJUNTO PDF:	SI X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0980714446	E-mail: daniel.sancanh@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola, MG	
	Teléfono:593-2658128	
	E-mail:direccionTi@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y
NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA
CON FINES NO ACADÉMICOS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **SANCÁN HOLGUÍN DANIEL MOISÉS**, con C.C. No. **0929277481**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO-CONEXIÓN A RED CON ALMACENAMIENTO ORIENTADO AL AHORRO DE ENERGÍA EN LAS VIVIENDAS DE LA COOP SAN NICOLÁS PARROQUIA PASCUALES”**. Son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

SANCÁN HOLGUÍN DANIEL MOISÉS

C.C.No. 0929277481



**ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Habiendo sido nombrado ING. OSWALDO ARÁUZ ARROYO, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por SANCAN HOLGUIN DANIEL MOISES, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Me informa que el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO-CONEXIÓN A RED CON ALMACENAMIENTO ORIENTADO AL AHORRO DE ENERGÍA EN LAS VIVIENDAS DE LA COOP SAN NICOLÁS PARROQUIA PASCUALES., ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el 5% de coincidencia.

URKUND

Documento: Tesis Daniel Sanchan-Intr Cap I-II-III Conc Rec.docx (D112439891)

Presentado: 2021-09-12 13:52 (-05:00)

Presentado por: daniel.sanchanh@ug.edu.ec

Recibido: oswaldo.arauza.ug@analysis.arkund.com

5% de estas 49 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

Lista de fuentes Bloques Oswaldo Arauz (oswaldo.arauza)

Categoría	Enlace/nombre de archivo
>	TESIS_OLA_SALAS.docx
	http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22774/2/T-ESPEL-EMI-0380.pdf
	TESIS LINDAO FINAL 14 FEB.pdf
Fuentes alternativas	
Fuentes no usadas	

<https://secure.arkund.com/view/107135441-104334-639790#/>

Atentamente,



firmado electrónicamente por:
OSWALDO ORLANDO ARAUZ
ARROYO

ING. OSWALDO ORLANDO ARÁUZ ARROYO
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.C. 1001964749
FECHA: 13 DE SEPTIEMBRE DE 2021



ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil 13 de septiembre de 2021,

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO-CONEXIÓN A RED CON ALMACENAMIENTO ORIENTADO AL AHORRO DE ENERGÍA EN LAS VIVIENDAS DE LA COOP SAN NICOLÁS PARROQUIA PASCUALES** del estudiante **SANCAN HOLGUIN DANIEL MOISES**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

OSWALDO ORLANDO
ARAUZ ARROYO

ING. OSWALDO ORLANDO ARÁUZ ARROYO
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C. 1001964749

FECHA: 13 DE SEPTIEMBRE DE 2021



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 21 de septiembre de 2021.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizaraburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO-CONEXIÓN A RED CON ALMACENAMIENTO ORIENTADO AL AHORRO DE ENERGÍA EN LAS VIVIENDAS DE LA COOP SAN NICOLÁS PARROQUIA PASCUALES”** del estudiante **SANCAN HOLGUIN DANIEL MOISES**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 26 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

INGRID
ANGELICA
GARCIA
TORRES

ING. INGRID ANGÉLICA GARCÍA TORRES, MG

C.C:1308497682

FECHA: 21 de septiembre de 2021

Dedicatoria

Este presente trabajo de titulación se lo dedico a mi familia, por ser parte de mi vida estando conmigo en todo momento y sé que lo seguirán haciendo, gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como estudiante dándome apoyo y confianza. A mi padre Roberto

Sancán por brindarme siempre los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre María Holguín por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos de palabras precisas de enseñanza y amor. A mi hermana Nathalia

Sancán por estar siempre presente acampándome para poder realizar mi trabajo. A mi esposa Belén Moreira por animarme y darme fuerza para seguir, a ustedes dedico mi título de Ingeniero en Teleinformática por haber invertido todas sus fuerzas en mí. Esto va por ustedes mi hermosa familia, los amo.

Agradecimiento

Le doy gracias a Dios Todopoderoso por haberme permitido culminar esta etapa universitaria, siendo mi guía y acompañándome en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para así cumplir uno de los anhelos más deseados.

Agradezco a mis padres Roberto Sancán y María Holguín, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracia a ustedes he llegado a convertirme en una buena persona con los valores y consejos que son un pilar fundamental para avanzar día a día, me lleno de orgullo y privilegio de ser su hijo y de tener los mejores padres, los amo mucho.

A todas las personas que me apoyaron con sus palabras de aliento en mis momentos más difíciles, a mi hermana Nathalia, mis amigos Xavier y Bryan que siempre estuvimos en contacto y a todas esas personas que me dieron su ayuda incondicional, al Ing Johnny Freire Veloz, que me apoyo en la obra para poder recibir mis tutorías semanales, Gracias a mi tutor el Ing Oswaldo Aráuz que me guió en todo momento para dar lo mejor, también agradezco a los excelentes docentes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática que cada día forjaron las bases del conocimiento para llevar a cabo este proceso estudiantil, muchas gracias a todos.

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	

Capítulo I

El Problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	2
1.2	Antecedentes	3
1.3	Justificación e importancia	4
1.4	Objetivo de la investigación	4
1.4.1	Objetivos General	4
1.4.2	Objetivos específicos	4
1.5	Delimitación del problema	5
1.5.1	Delimitación geográfica	5
1.5.2	Delimitación del conocimiento	6
1.6	Metodología	6

Capítulo II

Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Energía renovables	7
2.2	Energías solar	8
2.3	Energía fotovoltaica	9
2.4	Tipos de generación solar fotovoltaica	9
2.4.1	Sistema de generación solar fotovoltaico aislado	9
2.4.2	Sistema fotovoltaico con conexión a red eléctrica convencional	11
2.4.3	Sistemas fotovoltaicos con conexión a red con almacenamiento	12
2.5	Producción de sistema solares de conexión a red con almacenamiento	13
2.5.1	Almacenamiento en baterías de acumulación	13
2.5.2	Funcionamiento y operación de los sistemas solares de conexión a red con almacenamiento	14
2.5.3	Funcionamiento del inversor del sistema de conexión a red con almacenamiento	15
2.5.3.1	Ventajas	15

N°	Descripción	Pág.
2.5.3.2	Desventajas	16
2.6	Elementos del sistema solar de conexión a red con almacenamiento	16
2.7	Interconexión de células fotovoltaicas	22
2.8	Inversor fotovoltaico	23
2.8.1	Funcionamiento del inversor fv	25
2.8.2	Clasificación y tipos de inversores fv	25
2.8.3	Inversores grid – tie	25
2.9	Las baterías	26
2.9.1	Estructura de una batería	27
2.9.2	Medidas eléctricos de baterías	27
2.10	Las baterías solares	28
2.10.1	Características de las baterías solares	28

Capítulo III

Desarrollo de la propuesta

N°	Descripción	Pág.
3.1	Antecedentes investigativos	29
3.2	Modalidad de la investigación	29
3.3	Investigación bibliográfica	30
3.4	Diseño de la investigación	30
3.5	Tipos de investigación en la metodología	30
3.5.1	Exploratoria	30
3.5.2	Descriptiva	30
3.6	Población y muestra	31
3.7	Técnicas de recolección de datos	31
3.7.1	Observación de laboratorio	31
3.7.2	Instrumentos y técnicas	31
3.8	Medición de la radiación solar	31
3.9	Orientación de los módulos fotovoltaicos	32
3.10	Análisis de sombras	32
3.11	Recursos solares	33
3.12	Voltaje nominal del sistema	33
3.13	Determinación y normativa en el país	34

N°	Descripción	Pág.
3.14	Arquitectura del diseño	35
3.15	Justificación de los elementos	35
3.15.1	Criterio de selección	35
3.15.2	Cálculo de potencia instalada	36
3.15.3	Calculo de potencia del inversor	36
3.15.4	Selección del inversor	37
3.15.5	Justificación de la selección del inversor	37
3.15.6	Selección del panel solar	38
3.15.7	Justificación de la elección del panel solar	39
3.15.7.1	Cantidad de paneles solares en la instalación fv	39
3.15.7.2	Encontrar el voltaje máximo del panel	40
3.15.7.3	Paneles en serie máximo	41
3.15.7.4	Paneles en serie mínimos	41
3.15.7.5	Número de hileras máximo	41
3.16	Cantidad de baterías para la instalación fv	43
3.16.1	Velocidad de descarga de la batería	44
3.16.2	Número de baterías en serie	45
3.16.3	Selección de la batería de acumulación	45
3.16.4	Justificación de selección de baterías	45
3.17	Selección del medidor de energía bidireccional	46
3.17.1	Justificación de selección de medidor bidireccional	47
3.17.2	Justificación del analizador	47
3.17.3	Selección del medidor de energía	48
3.18	Selección del programa	48
3.18.1	Interfaz	48
3.19	Diseño del sistema fotovoltaico	49
3.19.1	Esquema de conexión de los equipos	49
3.20	Insolación global promedio	50
3.21	Utilización de geoportal.cnelep	51
3.22	Encuesta y resultados	52
3.23	Conclusiones	66
3.24	Recomendaciones	67

N°	Descripción	Pág.
	Anexos	71
	Bibliografía	83

Índice de Tablas

N°	Descripción	Pág.
1.	Aplicaciones de un sistema fotovoltaico aislado	10
2.	Tipos de sistemas fotovoltaicos conexión a red	12
3.	Funcionamiento del inversor	15
4.	Arquitectura de un panel fotovoltaico	17
5.	Células fotovoltaicas monocristalina	20
6.	Células fotovoltaicas poli cristalina	21
7.	Células fotovoltaicas amorfas	22
8.	Especificaciones técnicas de los inversores InfiniSolar	37
9.	Opciones de selección de paneles solares.	38
10.	Datos meteorológicos de la ciudad de Guayaquil	39
11.	Baterías de acumulación para instalaciones fotovoltaicas	45
12.	Comparación de los contadores de energía	46
13.	Comparación de los contadores de energía	48
14.	Conocimiento sobre la radiación solar en Ecuador.	52
15.	Importancia de la generación de energía verde.	53
16.	Valor de planilla eléctrica del consumo mensual.	54
17.	Consideración de la inversión de paneles solares fotovoltaicos	55
18.	Aceptación de compensación por parte de la empresa eléctrica	55
19.	Disposición a pagar por un sistema de paneles solares fotovoltaicos	56
20.	Tiempo a recuperar la inversión de los paneles solares	57
21.	Aparatos a utilizar la carga eléctrica de un sistema de generación solar	58
22.	Conocimiento sobre empresa de sistemas de generación fotovoltaicos	60
23.	Medios de comunicación de información de sistemas de paneles solares	61
24.	Paneles solares reemplacen a futuro la energía eléctrica convencional	62
25.	Evolucionará el sistema de generación de energía eléctrica renovable	63
26.	Rango de personas que viven en los hogares encuestados	63
27.	Género de las personas encuestadas	64
28.	Edad de las personas encuestadas	65

Índice de Figuras

N°	Descripción	Pág.
1.	Ubicación geográfica de la Coop San Nicolás	5
2 .	Energías renovables	8
3.	Bosquejo de un sistema FV aislado	11
4.	Sistema fotovoltaico conectado a la red	12
5.	Esquema de los SFV de conexión a red con almacenamiento	14
6.	Partes de una célula fotovoltaica	18
7.	Representación atómica	19
8.	Celdas fotovoltaicas estructura monocristalina	19
9.	Celdas fotovoltaicas estructura policristalina	20
10.	Celdas fotovoltaicas estructura amorfa	21
11.	Conexión en serie de celdas integradas a un panel fotovoltaico	23
12.	Conexión en paralelo de celdas integradas a un panel fotovoltaico	23
13.	Inversor fotovoltaico	24
14.	Instalación solar con inversor fotovoltaico	24
15.	Representación de un inversor Grid -Tie	26
16.	Ángulo de inclinación y de incidenciar	32
17.	Radiación promedio por mes	33
18.	Arquitectura del proyecto	35
19.	Inversor InfiniSolar 3kW	38
20.	Panel Solar monocristalino	39
21.	Esquema de la conexión de los paneles en serie	42
22.	Curva de Descarga de la Batería	44
23.	Batería de Gel 12 V 200 Ah	46
24.	Medidor bidireccional	47
25.	Analizador de Calidad de Energía Eléctrica Modelo 3945	48
26.	Interfaz Software SolarPower	49
27.	Esquema de conexionado	50
28.	Atlas Solar para la Generación Eléctrica	50
29.	Ubicación de la Coop Sn Nicolás	51
30.	Conocimiento sobre la radiación solar en Ecuador	52

N°	Descripción	Pág.
31.	Importancia de la generación de energía verde	53
32.	Valor de planilla eléctrica del consumo mensual	54
33.	Consideración de la inversión de paneles solares fotovoltaicos	55
34.	Aceptación de compensación por parte de la empresa eléctrica	56
35.	Disposición a pagar por un sistema de paneles solares	57
36.	Tiempo a recuperar la inversión de los paneles solares	58
37.	Aparatos a utilizar la carga eléctrica de un sistema de generación solar	59
38.	Otros Aparatos a utilizar la carga eléctrica de un sistema solar	59
39.	Conocimiento de empresa de servicios de sistemas solar	60
40.	Medios de comunicación sobre los sistemas de paneles solares.	61
41.	Paneles solares reemplazarán a futuro la energía eléctrica convencional	62
42.	Evolucionará el sistema de generación de energía eléctrica renovable	63
43.	Rango de personas que viven en los hogares encuestados	64
44.	Género de las personas encuestadas	65
45.	Edad de las personas encuestadas.	66

Índice de Anexos

N°	Descripción	Pág.
1.	Data Sheet de los componentes del sistema fotovoltaico	72
2.	Tabla de consumo promedio mensual de los habitantes de la Cooperativa San Nicolás	76
3.	Formato de la encuesta realizada	78



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO-CONEXIÓN A RED CON ALMACENAMIENTO ORIENTADO AL AHORRO DE ENERGÍA EN LAS VIVIENDAS DE LA COOP SAN NICOLÁS PARROQUIA PASCUALES”.

Autor: Sancán Holguín Daniel Moisés

Tutor: Ing. Oswaldo Orlando Aráuz Arroyo, MG.

Resumen

El creciente costo económico de electricidad ha promovido el desarrollo de fuentes renovables como alternativas energéticas. Entre las fuentes de energía renovable de mayor potencial figura la energía solar, disponible en todo el mundo y catalogada como un recurso universal que no tiene costo. Por ello el presente trabajo de titulación se basa en el diseño de un sistema de generación fotovoltaica conexión a red con almacenamiento para el ahorro de energía en las viviendas de la Coop. San Nicolás. Dicho diseño aprovechará la radiación solar, la cual será transformada por los paneles en energía eléctrica, para posteriormente ser controlada mediante un inversor Grid On/Off, cuya función será alimentar la carga y baterías de almacenamiento ubicadas en la vivienda. Cuando la radiación sea nula, las baterías alimentarán la carga, tan pronto como se descarguen las baterías, la red eléctrica convencional suministrará energía a la carga.

Palabras Claves: Energía fotovoltaica, inversor, paneles solares, energía verde/limpia.



ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

"DESIGN OF A SYSTEM OF PHOTOVOLTAIC GENERATION-CONNECTION TO THE NETWORK WITH STORAGE ORIENTED TO SAVE ENERGY IN THE HOUSES OF THE COOP SAN NICOLÁS PARROQUIA PASCUALES".

Author: Sancán Holguín Daniel Moisés

Advisor: Ing. Oswaldo Orlando Aráuz Arroyo, MG.

Abstract

The increasing economic cost of electricity has promoted the development of renewable sources as energy alternatives. Among the renewable energy sources with the greatest potential are solar energy, available worldwide and classified as a universal resource that has no cost. For this reason, this degree work is based on the design of a grid-connected photovoltaic generation system with storage to save energy in the Coop San Nicolas's homes. This design will take advantage of solar radiation, which will be transformed by the panels into electrical energy, to later be controlled by a Grid On / Off inverter, whose function will be to feed the load and storage batteries located in the house. When the radiation is zero, the batteries will power the load, as soon as the batteries are discharged, the conventional electrical grid will supply power to the load.

Keywords: Photovoltaic energy, solar panels, inverter, green / clean energy.

Introducción

Desde hace muchos años las energías alternativas han mantenido una fuerte importancia en la vida cotidiana, aunque muchas veces se llega a excluir su existencia por la necesidad de poner lo económico por encima del beneficio ambiental. Teniendo en cuenta que son totalmente gratuitas, además son energías limpias y protectoras del medio ambiente, por eso se busca y conforme pase el tiempo se pueda incentivar el apoyo y el uso de este tipo de energía verde para así conseguir adaptarlas a cualquier región del Ecuador, brindando más beneficio que otras.

La energía siempre ha estado presente en el avance de la humanidad, y principalmente desde antes de que existiera, rigiéndose siempre en la totalidad de procesos de estilos de vida, por lo que no es de asombrarse que todos los hallazgos técnicos o científicos se hayan convertido en un recurso necesario.

Cabe mencionar que la energía eléctrica que se produce debe ser transportada, distribuida medida y facturada por una empresa especializada, siendo aquella la principal favorecida del aumento de los consumos.

En algunos casos se puede presentar una alta demanda y hasta desperdicio de electricidad, cuando existe una cantidad considerable de estos elementos, dicho aprovechamiento afecta más la zonas rurales del país pues aunque tengan existan tarifas subsidiadas de igual manera sufren incrementos en la planilla de luz, así llegan a pagar así la demanda de consumo generada por otros sectores que fueron despreocupados por el alto valor en los pagos del servicio de energía.

En el presente trabajo de titulación hace parte de un proyecto determinado diseño de un sistema de generación fotovoltaico conexión a red con almacenamiento orientado al ahorro de energía en las viviendas de la Coop San Nicolás Parroquia Pascuales. Que tiene como finalidad el ahorro los gastos que generan el consumo energético de las viviendas conectadas a la red convencional, y así cargar una parte del consumo de la vivienda que puede ser en tiempo cumplido o de gran demanda, que se conecta al sistema de generación y almacenamiento eléctrico a partir de una energía alternativa como es la energía fotovoltaica, ya que a su vez logran contribuir al ahorro económico de los habitantes de sectores rurales y también tiene parte un beneficio ambiental

Capítulo I

El problema

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad el Ecuador no se ha dirigido a nuevas metas u objetivos en la investigación, y desarrollo de los proyectos basados en la generación de energía eléctrica con recursos energéticos. Todo esto hizo pensar a las grandes economías mundiales a buscar nuevas fuentes alternativas distintas a las convencionales, un ejemplo puede ser la energía solar. Pero el costo elevado de la planilla de luz ha atraído un inconveniente a las familias ecuatorianas. Por otra parte la economía actual se basa en consumir los combustibles fósiles y lo que se busca es reemplazar estos tipos de energía tradicional por las energías verdes.

Se ve que el mundo están cambiando continuamente, las potencias mundiales son consciente de la situación climática actual y por eso han presenta distintas planes o proyectos que involucren reducir el calentamiento global, como se aprecia en la cumbre climática celebrada en París en 2015 (COP-21), se estableció que “el 30% y el 42% de la energía hogareña deberían proceder de fuentes renovables para los años que vienen respectivamente”, (Naciones Unida, 2015).

Esto garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos, también aborda la necesidad de aumentar la energía procedente de fuentes renovables, además de promover tecnologías de eficiencia energética. Por consiguiente abarca metas para el acceso universal a la energía.

Si partimos de como implantar estas tecnologías en el sector, se debe enfocar en las fuentes energéticas principales como son la energía solar e hidráulica, en el país la producción del suministro eléctrico corresponde a un porcentaje relativamente amplio de las emisiones totales contaminantes, por otra parte el sector residencial a su vez representa un menor porcentaje de la electricidad total que se consume.

El principal objetivo que se debe enfrentar un sistema de generación fotovoltaico es la forma de producción energética debido a que la radiaron solar cambiante que existe. Por ello la acumulación de la energía en baterías asegura un suministro prácticamente continuo de energía, y a su vez se busca reducir los gastos que tienen en cuanto al consumo eléctrico en horas pico, originando la adquisición de equipos que estén adaptados a estos diseños y que al final cumplan con el reto principalmente en la zona de estudio donde se querrá implementar a beneficio de las familias que habitan en ella.

1.2. Antecedentes

El efecto fotovoltaico fue descubierto por el inventor Francés Alexandre Edmond Becquerel en el año 1839, sus estudios fueron de mucha importancia para el avance y aprovechamiento de la energía fotovoltaica. La construyó utilizando como semiconductor el Selenio con una capa de oro muy delgada, por ello su coste era muy excesivo usando el oro en su fabricación.

En la actualidad se manipulan celdas de Silicio que resultan de la patente del inventor norteamericano Russell Ohl, que se llevaron a cabo en el año 1946. “En la época innovadora en los laboratorios Bells, se lograron realizar diversos experimentos con materiales semiconductores y produjo la gran sensibilidad a la luz por parte del Silicio con muy pocas impurezas”, (Pacheco, 2010).

En aquella época casi nadie sabía nada acerca de las impurezas en los cristales, pero Russell Ohl descubrió el mecanismo por el cual funcionó. Era las impurezas que hicieron algunas secciones más resistente a la corriente eléctrica que otros, y por lo tanto que era la "barrera" entre estas áreas de diferente pureza que hace el trabajo de cristal.

Cada vez aumento del consumo energético, de tal manera que la demanda se han dirigido una investigación de nuevas matrices energéticas y a su vez que sean eficientes y añaden estas tecnologías, donde se destaca ampliamente la energía solar fotovoltaica por su gran reducción de precios en la última década.

Los sistemas fotovoltaicos tienen como ventaja frente a las horas pico que afectan a las familias en el Ecuador, aumentando la demanda del consumo energético en el Ecuador.

Desgraciadamente y debido al desconocimiento del tema que lleva a veces a la utilización de este recurso renovable no se haya extendido por el país y esto lleva a que algunos de los aspectos que han impedido o frenado el desarrollo de proyectos fotovoltaicos. Tomando a considera que los efectos que traerán las energías verdes son casi siempre inalterables. (Díaz & Narváez, 2007).

La obtención de energía renovable es irregular, al depender de elementos naturales se puede pensar que cuando no se dan las condiciones óptimas se deja de obtener energía. La solución es que existen medios de almacenamiento de energía muy potentes que permiten guardar tanta electricidad como demanda la red. No todas las regiones disponen de los mismos recursos naturales, por consiguiente, es imposible que obtengan las mismas cantidades y tipos de energía.

1.3. Justificación e importancia

El ente que se encarga de regular las normas y políticas es la Agencia de Regulación y Control de Electricidad y según su regulación N° 042/18 Artículo 26 redacta que: “El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable MEER deberá promover el uso de las tecnologías limpias y de las energías alternativas, de aprobación con lo antes señalado en la constitución que plantea el sistema eléctrico, sujeto al aprovechamiento de los recursos energéticos, teniendo en cuenta el constante cuidado del medio ambiente”.

Esta regulación además se la puede adaptar a diversas empresas o usuarios que cumplan con los que se requiere en la instalación que serían como mínimo 100 KW.

Por eso será importante tener un sistema de generación fotovoltaico de conexión a red con almacenamiento ofrecerá mayor disponibilidad de ahorro energético y más aún en las horas donde se consumirán más energías.

El astro solar será el principal aliado como una fuente de energía que da la tierra, mediante esta energía que se utilizara para alimentar las celdas fotovoltaicas de los paneles solares.

Estos paneles solares son fabricados de tal manera que no contaminara el ecosistema y se podrán colocar en diversas partes siempre y cuando tenga un espacio amplio en la zona donde se la implementaran.

Con una alta radiación solar asegura que cubra la mayor parte de la demanda energética, y que las baterías se puedan cargar totalmente para así hacer usarla no solo en el día sino también en las noches

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de generación fotovoltaico-conexión a red con almacenamiento orientado al ahorro de energía en las viviendas de la Coop San Nicolás Parroquia Pascuales.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio dirigido a las cargas lumínicas instaladas en una vivienda y así demostrar el balance energético.
- Analizar los beneficios económicos para las familias de la cooperativa que optarían por este sistema de generación.
- Calcular el número adecuado de paneles solares, así como las características de los mismos para determinar qué tipo de inversor es más conveniente a usar en el sistema.

- Elaborar el sistema de generación fotovoltaica con conexión a red con almacenamiento con un nivel manejable dentro de una vivienda en la Coop San Nicolás Parroquia Pascuales.

1.5. Delimitación del problema

El diseño del presente trabajo de titulación se llevara a cabo en la Coop San Nicolás Parroquia Pascuales, abarcando el estudio y análisis de un sistema de generación fotovoltaico que tiene el fin de reducir el consumo de la energía eléctrica convencional, mejorando el ahorro energético a través de los paneles solares, que durante el día captarán la radiación solar mediante colectores solares y acumularán la carga en baterías y así poder utilizarla en horas pico. Con el fin de incrementar el uso de la energía verde en el hogar, ya que básicamente es más económica, sostenible y así ser un aporte para combatir el cambio climático. Basándose en los resultados obtenidos en la investigación obtendrá los elementos idóneos para el diseño del sistema de generación.

1.5.1. Delimitación geográfica

El diseño de generación fotovoltaica se realizó tomando como referencia la potencia de demanda base, una vivienda de la Coop San Nicolás Parroquia Pascuales Provincia del Guayas, se considera tener en cuenta la alta radiación que existen en el país y más aún en Guayaquil, esto facilitaría la ubicación adecuada de los paneles solares.

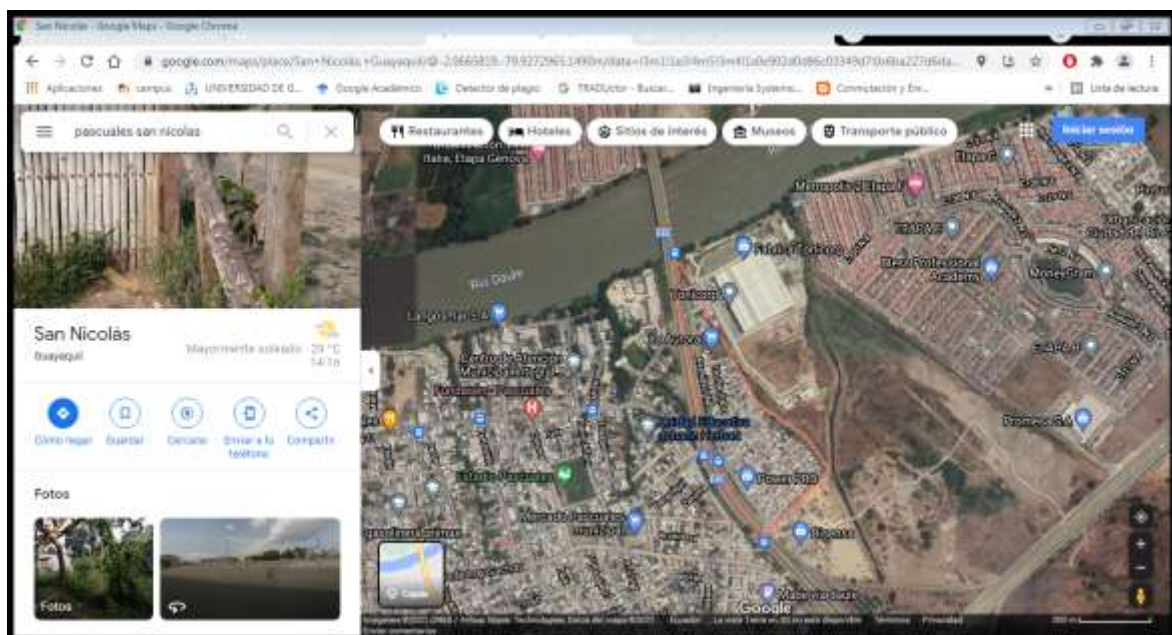


Figura 1. Ubicación geográfica de la Coop San Nicolás. Información tomada de Google Maps. Elaborado por investigación directa.

1.5.2. Delimitación del conocimiento

Para la elaboración del diseño de generación fotovoltaico se sustenta en los conocimientos del funcionamiento de los diferentes tipos de componentes que serán requeridos para satisfacer las necesidades que tiene las viviendas de la Coop San Nicolás, a su vez permitirán elegir adecuadamente los equipos.

1.6. Metodología

La sistemática a utilizar para desarrolla el proyecto de titulación mediante los objetivos planteados, se sustentan en la investigación científica que a su vez representa el mecanismo sistemático el cual los científicos e investigadores logran obtener las respectivas conclusiones.

El enfoque de la presente investigación será de carácter cuantitativo, porque a través del objeto de estudio tiene parámetros que logran hacerlo medible y cuantificable.

Bibliográfica: Por medio de este método permitirá la recopilación de información importante para el análisis y desarrollo del proyecto.

Experimental: Con este método se podrá determinar la funcionalidad correcta y específica de la tesis.

Cuantitativa: Se utilizaran la encuesta que estarán dirigidas a los habitantes del sector Pascuales para así poder determinar si están dispuestos a obtener equipos fotovoltaicos para el ahorro energético de las viviendas.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Energía renovable

“Se entiende como fuentes de energía renovables a aquellas que por su gran cantidad en relación al consumos que los seres humanos puedan hacer, sean ilimitadas y que su propio consumo no sea dañino al ecosistema”, (Estrada & Bulnes, 2010).

Esto se refiere a que las energía renovables como el sol, viento y agua, son aquellas a las que se puede acudir de manera permanente ya que son inagotables, a diferencia de las fuentes no renovables como petróleo o carbón.

Las fuentes de energía renovables son de demasiada importancia, por cuanto son intensamente abundantes en el mundo. Se pone de ejemplo que, “la energía solar recibida por cada 10 días sobre toda la tierra equivale a toda las reservas de combustible fósiles”, (Estrada & Bulnes, 2010).

Si se quiere darle un concepto específico a las energías renovables se dice que se extraen de fuentes que se generan de manera natural tierra, agua o el sol, esto garantiza que sean ilimitadas y que se consideren limpias e ecológicas, por lo que no hay que preocuparse por la contaminación porque esta no emiten gases invernaderos.

Según Hernández Mendible (2013) muestra que “El primordial beneficio que promueven las energías renovables frente a las energías tradicionales, es que ayudan a reducir la dependencia de estas, las van reemplazando de forma progresiva y mantienen a mejorar calidad de vida de las personas, garantizando un ambiente ecológicamente más objetivo, lo que permite beneficiar a la disminución del calentamiento global”.

Esto conlleva a que la energía solar tiene una serie de beneficios. Sobre todo el hecho de que sea silencioso y son respetuosos con el medio ambiente. No causa contaminación, pero sí se filtran restos durante el transporte o instalación de las placas solares, de todas formas es muy poco en comparación con las fuentes de energía convencionales. Contribuye a la lucha contra el cambio climático.

La decisión de la creación de energías renovables en América fue instituida en 1992 a través de la unión de países americanos con el propósito de promover recursos sostenibles principalmente la energía renovable y eficiencia energética a las progresivas necesidades energéticas del Mundo.

Las metas que se proponen para promover la Energía Renovable son:

- 1.- Establecer y abrir proyectos viables de energía limpia y oportunidades de proyectos energéticos en la región americana.
- 2.- Preparar nuevas medidas de política que adelanten el uso de energías verdes.
- 3.- Desarrollar y alcanzar mecanismos innovadores de financiamiento adecuadas a las necesidades sociales y económicas de un grupo diverso de usuarios.
- 4.- Suministrar soporte técnico y adiestramiento de materias relacionadas al progreso de energías renovables.

2.2. Energía solar

Se puede entender que este tipo de energía proviene de la radiación electromagnética generada por el astro solar que se la conoce como básicamente como radiación solar que está constituida por un conjunto de ondas electromagnéticas de diferentes tamaños de ondas que compone el espectro de dicha radiación.



Figura 1. Energías renovables. Información tomada de Energía Verde, 2020. Elaborado por el autor

Como otra cualquier espectro electromagnético, esta puede ser analizada de acuerdo a su forma de ondas, el primer aspecto la radiación solar se comporta en cuanto a la propagación tal como una onda electromagnética en el espacio libre.

“La intensidad de la radiación solar disminuye inversamente al cuadrado de la distancia del sol. De tal forma la tierra obstaculiza solo 2 millonésimas partes de la energía total que emite el astro”, (Guardado & Artigado, 1990).

También se entiende que la radiación electromagnética, son ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Las ondas electromagnéticas no necesitan

un medio material para propagarse, por lo que estas ondas pueden atravesar el espacio interplanetario e interestelar y llegar a la Tierra desde el Sol y las estrellas.

2.3. Energía fotovoltaica

Alexandre Edmond Becquerel fue el que descubrió accidentalmente el efecto fotovoltaico en 1938, el cual consiste en convertir la luz en electricidad, manipulando un elemento semiconductor, después en 1977, el profesor inglés William Grylls Adams en la King College de Londres, junto a su estudiante, crearon la primera célula fotovoltaica hecha por selenio.

El nacimiento de la energía solar se debió a un evento circunstancial que permitió que los satélites artificiales funcionaran con la luz solar, utilizando directamente la radiación solar. Se puede decir que se trata de un ciclo termodinámico prácticamente ilimitado, sin mantenimiento, no contaminante, sin ruidos, sin reacción química y sin necesidad de mantenimiento. El efecto fotovoltaico transforma la energía de luz directa o difusa directamente en energía eléctrica continua. Esto se debe a los semiconductores utilizados, especialmente al silicio, pero el elemento base es la célula solar, que puede ser monocristalina o amorfa. Con silicio o policristalino.

Los electrones se generan en un semiconductor dado que este actúa como un electrón mientras es el sitio de liberación de un electrón llamado "hueco" de la capa terminal, los electrones libres, como los huecos, tienden a entrar en las regiones oscuras, provocando así la iniciación del campo eléctrico en semiconductores se puede utilizar para generar corriente eléctrica.

2.4. Tipos de generación solar fotovoltaica

2.4.1. Sistema de generación solar fotovoltaico aislado

Este sistema se dedica a proveer energía a partir de luz solar, para garantizar su eficiencia, “el sistema de aislamiento necesitara urgentemente los paneles solares que emplearan la radiación solar para generar electricidad y es un sistema de almacenamiento que puede almacenar energía en la batería”, (Vallina, 2010).

El sistema mencionado alimenta ciertas cargas a través de la energía fotovoltaica y que no están conectados a la red eléctrica. Su objetivo principal es el de satisfacer total o parcialmente la demanda de la energía eléctrica en lugares donde no ha llegado la red eléctrica convencional.

Las instalaciones de generación fotovoltaica aislada son muy excelentes para las zonas donde la conexión a la red pública es pésima o su zona geográfica es inaccesible, “la transformación de la corriente alterna requiere un inversor fotovoltaico que convierte la corriente continua transmitida por los paneles solares en conjunto con las baterías pasa ser consumida por la carga”, (Style, 2013).

Es un elemento imprescindible en las instalaciones conectadas a red, y estará presente en la mayoría de instalaciones autónomas, sobre todo en aquellas destinadas a la electricidad de viviendas.

El inversor también es específicamente utilizado para inyectar corriente a la red eléctrica. Aquel entra este sistema, regularmente está conformado por paneles solares, acumuladores, regulador de carga, inversor fotovoltaico.

Se recomienda un sistema de monitoreo para comprobar los acumuladores y así controlar como están las baterías que no presente fallos algunos. Para la instalación y el uso de un sistema fotovoltaico aislado se debe tener en cuenta cinco factores principales que son:

- Consumo de energía de las baterías e inversor
- Capacidad de conexión requerida
- Tipos de consumo; de los tipos de corrientes que se esté usando sean corriente continua, alterna, monofásica, trifásica u otras.
- Vida útil; tanto del sistema como de los componentes instalados.
- Ubicación geográfica y clima; con la ubicación se podrá determinar en qué espacio se podrá colocar el sistema fotovoltaico y también verificar el estado meteorológico de la zona esto será muy importante.

Tabla 1. Aplicaciones de un sistema fotovoltaico aislado.

Aplicaciones de un sistema fotovoltaico aislado	
Electrificación rural	Regadíos, bombeo de agua, cámaras de refrigeración
Señalización terrestre	Semaforización y alumbrado público.
Aplicaciones industriales	Antenas y torres de vigilancia
Actividades de ocio	Jardinerías, refugios montañosos, barcos.

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

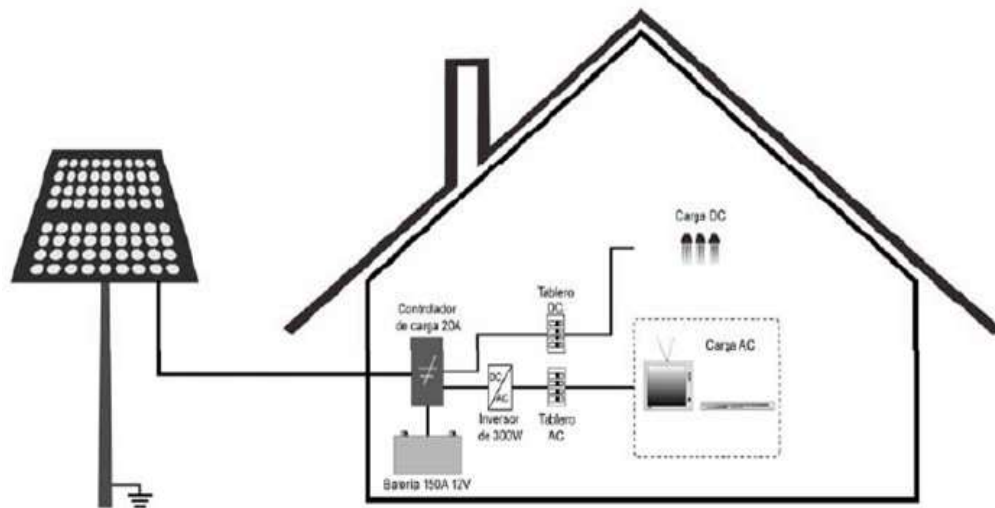


Figura 2. Bosquejo de un sistema fotovoltaico aislado. Información tomada de Mancancela (2012). Elaborado por el autor.

2.4.2. Sistema fotovoltaico con conexión a red eléctrica convencional

Su principal funcionamiento es otorgar una parte de lo que logra producir los paneles solares y esta a su vez distribuye energía a las viviendas, se la define por que no requiere de un sistema de baterías para almacenar energía, esto se debe a que el inversor usa la red eléctrica como una especie de baterías que mantiene recargada los paneles solares, es de importancia que este tenga un equipo que mida tanto la energía de salida y entrada, (Pérez, 2019).

La conexión de un sistema fotovoltaico a la red eléctrica está sujeta a la cantidad de potencia que se desea inyectarlo cual se refleja en la cantidad de módulos con los que se cuenta.

Normalmente los conforman los paneles solares que tienen la función de absorber la luz solar, el inversor administra toda la energía que proviene de los paneles solares y de la red eléctrica y a su vez este convierte la energía de los paneles en corriente continua y corriente alterna para después ser manejada por la carga y ser introducida a la red eléctrica. (Cáceres, 2011).

Debido a que el voltaje generado es de tipo dc se requiere de un inversor que permita acondicionar el voltaje generado a un nivel ac.

Con el fin de incrementar la potencia entregada a la red y mejorar la eficiencia del sistema, el inversor puede contener un MPPT, el cual sensa la señal de corriente entregada por el arreglo PV y busca maximizar la potencia entregada por los mismos.



Figura 3. Sistema fotovoltaico conectado a la red. Información tomada de Mancancela (2012). Elaborado por el autor.

Como se aprecia en la gráfica, este sistema fotovoltaico manipula o sirven las cargas convencionales en baja tensión, la capacidad está medida en watts, la reserva de amperios del banco de baterías, la capacidad el regulador de carga y la potencia del inversor. Funciona en corriente alterna con voltaje monofásico o trifásico a 60 HZ y en el país la INEN los dividen en diferentes clases que se la puede muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Tipos de sistemas fotovoltaicos conexión a red.

Sistemas fotovoltaicos conexión a red	
SFVCS	Sin respaldo de baterías.
SFVCB	Con respaldo de baterías.
SFVCM	Con micro inversores.

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

2.4.3. Sistema fotovoltaico con conexión a red con almacenamiento

No hay que confundirse con el que se habló anteriormente ya que este sistema de generación solar fotovoltaico está destinado para producir un ahorro energético en una instalación ya que “consigue acumular energía en las baterías para su uso y dependen demasiado de la red eléctrica convencional, cuando por caso fortuito falle la energía solar fotovoltaico”, (Quetzal, 2016).

Los elementos principales que utilizan este sistema son el panel solar, batería, inversor, soportes y una vez ensamblando todos estos componentes darán lugar a una gran viabilidad y optimización del sistema que se instalara.

2.5. Producción de sistemas solares de conexión a red con almacenamiento

Son los sistemas que más se han utilizado las instalaciones fotovoltaicas debido a que son fuentes energéticas ecológicas e ilimitada, sobre todo no causa daño al medioambiente. Pero, hay que tener cuidado con estos sistema, “a causa de que ellos dependen de las condiciones climatológicas, y aquí radica la calidad de estas tecnologías que serán primordiales en la ampliación de la confiabilidad del sistema fotovoltaico, asegurando el abastecimiento continuo de electricidad”, (Parra, 2014).

El banco de acumulación servirá para que los equipo traten de almacenar energía que proviene de la luz solar, estas acumulan la energía que está de más y la entrega a los módulos fotovoltaicos para usarla cuando en otro momento, disminuyendo el impacto negativo que causa la condiciones meteorológicas. Además, este sistema dispone de la ayuda de la conexión a la red eléctrica extendiendo la elasticidad de los productores de electricidad y así gestionar su crecimiento originando la demanda energética

2.5.1. Almacenamiento en baterías de acumulación

Uno de los objetivo del almacenamiento es poder subsanar la demanda energética, que va desde la demanda residencial y la producción solar fotovoltaica. Si se habla de la parte comercial se encuentra una extensa variedad de tecnologías de almacenamiento de energía y todo depende siempre de la aplicación en que se la utilizan, sus características pueden cambiar dependiendo de diversos parámetros. Para las instalaciones fotovoltaicas utilizan métodos más eficaces, que a su vez permitirán albergar energía con la capacidad que será importantes en las energías limpias y ser aprovechado en las residencias, aquí entran las baterías de plomo y las baterías de litio, “ambas han sido desarrollada con la tecnología más compactada como un sistema de apoyo para las instalaciones fotovoltaicas para cubrir la demanda energética de una residencia”, (Zhang, 2017).

Las baterías de iones litios, son la de mayor tensión. Si se compara con las baterías de plomo-acido que estas son la más utilizadas debido a que son económicas, pero esto presenta un inconveniente que las baterías estas son bajos en auto descarga de energía en comparación con las de y níquel-cadmio.

La finalidad de los sistemas solares fotovoltaicos es que mezclan tanto la conexión a la red y la acumulación de las baterías, las cuales ocasionan que aumento su optimización, la capacidad de almacenamiento es una gran táctica para ampliar la relación del autoconsumo. Aparte que las baterías son cargadas de energía a través de los paneles fotovoltaicos durante el día para que pueden contribuir a la carga a los domicilios durante la noche, “estas pueden

ayudar a disminuir el consumo energético. Asimismo disminuir los picos con mayor producción de oscilaciones en los valores de la energía consumida durante el día”, (Luthander, 2015).

El panel solar fotovoltaico durante el día recibe la radiación del sol y la transforma en electricidad suministrándola a la instalación. La energía sobrante se almacena en la batería o baterías que tenga la instalación para poder utilizarse en los días que no haya sol o durante la noche.

2.5.2. Funcionamiento y operación de los sistemas solares de conexión a red con almacenamiento

Los esquemas que se utilizan para este sistema son a partir del funcionamiento del sistema fotovoltaico produce un ahorro energético y económico a un domicilio, a pesar de que estos sistemas se ocupan de la carga en conjunto con la red y de las baterías de acumulación, igualmente se alimentan de la energía generada por los paneles solares fotovoltaicos y de la red eléctrica, también son capaces de acumular exceso energéticos en las baterías de acumulación para más tarde ser utilizadas en los días donde existe casi o nula radiación solar y también inyectar de energía eléctrica a la red convencional siempre y cuando las baterías estén a su carga máxima.

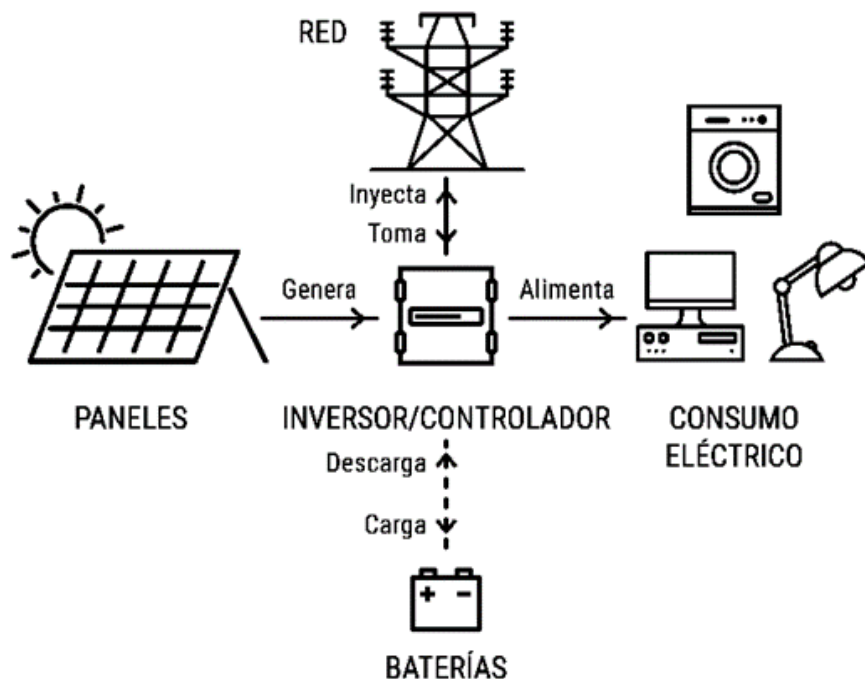


Figura 4. Esquema de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red con almacenamiento. Información tomada de Expo Energy, 2020. Elaborado por el autor.

2.5.3. Funcionamiento del inversor del sistema de conexión a red con almacenamiento

Tabla 3. Funcionamiento del inversor.

Funcionamiento del inversor en sistema fotovoltaico	
Inversor	Convierte la energía generada por los módulos solares para nutrir la carga. Y también distribuir los excedentes energéticos.
Baterías	Si se presenta una excedente de energía, las baterías actúan para cargar al máximo el inversor para suministrar el exceso a la red.
Red local	Si existe un fallo la red eléctrica convencional se encargara de administrar energías a las viviendas a la cooperativa.

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

2.5.3.1. Ventajas

Los beneficios que ofrece un sistema solar de conexión a red con almacenamiento son los siguientes:

- En las horas donde más energía utilizan, estas aportara energía eléctrica a la red, aliviando la carga en la vivienda.
- Las viviendas, departamentos o edificaciones que tenga asociado este tipo de sistema de generación de energía solar fotovoltaica puede reducir el consumo de la misma correspondiente por la red, a punto que intercede derechamente en la reducción del costo en la planilla.
- Si por si acaso se necesite de un sistema considerable con la capacidad que puedan ser huertas solares, mientras las de pequeñas capacidades, como por ejemplo viviendas residenciales, se emplearan los mismo componentes.
- Mitiga el problema de interrupción en la generación de energía solar fotovoltaica con el almacenamiento de la misma en baterías de acumulación.

- Disminuye la emisión de dióxido de carbono, y estos puede llegar a reemplazar a otros sistemas de generación como los térmicos, que generan energía a partir de las combustiones fósiles.

2.5.3.2. Desventajas

Se verá las siguientes desventajas que presentan estos sistemas a continuación:

- Cuando se presentan condiciones meteorológicas adversas para el sistema fotovoltaico esta reducirá su utilidad debido a que depende la luz solar.
- La generación de energía solar no contaminan, sin embargo la producción de las células fotovoltaicas de silicio pueden ir perdiendo poco a poco su eficacia conforme pasen los años de vida útil.
- Si no se le da mantenimiento en los módulos fotovoltaicos representara una pérdida de potencia, de igual manera a la caída de corriente, debido necesitan de la radiación solar.
- El efecto de las sombras ante los paneles fotovoltaicos disminuirá la eficacia de estas.
- Al principio se gastara demasiado, puesto a que se estima a recuperar pasados los 15 años.

2.6. Elementos del sistema solar de conexión a red con almacenamiento

2.6.1. Paneles Solares

Un panel solar fotovoltaico son placas rectangulares, formada por diferentes celdas fotovoltaicas las cuales tiene el valor de captar los fotones derivados de la radiación solar y la de convertir una corriente de electrones de forma continua, en otro término “la energía eléctrica se transforma en corriente continua”, (Cadenas, 2014).

Están protegidos por un cuadro de vidrio junto con aluminio anodizado. La función principal es la de soportar maquinamente a las células fotovoltaicas y de protegerlas de los efectos adversos que vienen de afuera.

Se estima que el tiempo de vida útil de un panel fotovoltaico puede llegar a permanecer unos treinta años, aunque los fabricantes prometen una duración de veinte años. Se recomienda darles mantenimiento preventivo y correctivo respecto a los paneles fotovoltaicos que gravita en limpiar el vidrio para así impedir que las células fotovoltaicas no puedan capturar la radiación del sol.

Tabla 4. Arquitectura de un panel fotovoltaico utilizando estructura tipo “sándwich”

Arquitectura de un panel fotovoltaico utilizando estructura tipo “sándwich”	
El marco del panel	1 Está construido por aluminio anodizado para impedir que se oxiden. Tiene un vidrio templado o un plástico de alto
La superficie colectora	2 impacto, con un gran valor de transferibilidad para la luz solar.
Un material esponjoso	3 Protege los filos, esquinas del vidrio y suministra un cierre hermético para el panel fotovoltaico.
La juntura selladora	4 Se instala a lo largo del exterior y evita la presencia de agua en el interior del panel solar imposibilitando que se oxiden los cables o conexiones.
Las células fotovoltaicas	5 Están protegidas con un material que encapsula y son de alta pureza.
El material encapsulante	6 Constituye de alta transparencia para revestir a la célula Fotovoltaica.
La rigidez del panel	7 Se acrecienta con el uso de un forzado sostén rígido de plástico o metálico.
La cara posterior del panel	8 Tiene una superficie que sostiene y puede utilizarse metal o plástico.

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

2.6.2. Celda fotovoltaica

La celda fotovoltaica es un componente que cuando están expuesto a la radiación del sol, genera energía, específicamente corriente continua, para hablar de manera que se entienda es que este elemento transforma la radiación solar en energía eléctrica, a través del efecto fotovoltaico.

Normalmente son diseñadas utilizando un conjunto de minerales semiconductores, usando más el silicio y así el famoso efecto fotovoltaico, debe ser de un alto grado de integridad y como consecuencia esto hace que estos sean muy caros debido a que con el pasar del tiempo se fabrican cada vez uno más eficiente que otros logrando que su valor sean elevados.

Una célula fotovoltaica se caracteriza por estar hecha de un diodo con material semiconductor de tonalidad azul profundo que produce un voltaje de $1/2$ V. La célula solar está conformada por dos partes semiconductoras las tipo N y P, las primeras reciben la luz solar, y las otras están totalmente forrada por un empalme metálico, la radiación solar incurre sobre la célula y los fotones son asumidos por el elemento semiconductor creando pares de cargas libre, la unión de ambas hacen que se induzcan los electrones semiconductores de estas creando así la denominada corriente continua, (Pilco & Jaramillo, 2017).

Al unir dos regiones de un semiconductor al que artificialmente se había dotado de concentraciones diferentes de electrones, mediante los elementos que denominábamos dopantes, se provocaba un campo electrostático constante que reconducía el movimiento de electrones. Recordemos que este material formado por la unión de dos zonas de concentraciones diferentes de electrones la denominábamos unión PN, pues la célula solar en definitiva es esto; una unión PN en la que la parte iluminada será la tipo N y la no iluminada será la tipo P.

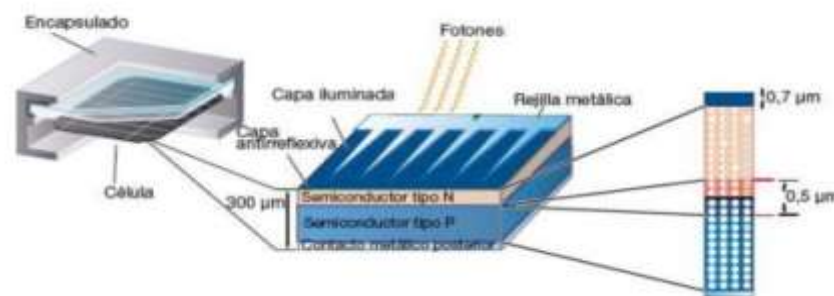


Figura 5. Partes de una célula fotovoltaica. Información tomada de Gstriatum, 2014. Elaborado por el autor.

2.6.2.1. Funcionamiento de la celda fotovoltaica

El átomo de Silicio tiene un número atómico que es catorce, de manera que adquiere esta cantidad de electrones y protones, cuando las dos primeras capas orbitales están llenas logran obtener entre 2 y 8 electrones mutuamente. Mientras que la tercera capa orbital puede llegar a tener hasta 8 electrones, sin embargo el Silicio solo ocupa 4, teniendo cuatro huecos libres. Los átomos enlazan sus respectivos electrones con los huecos del átomo contiguo dentro de un cristal de silicio, y así forma una unión muy sólida entre sí. Un cristal de silicio purificado sirve como aislante puesto que no tiene posee electrones independientes.

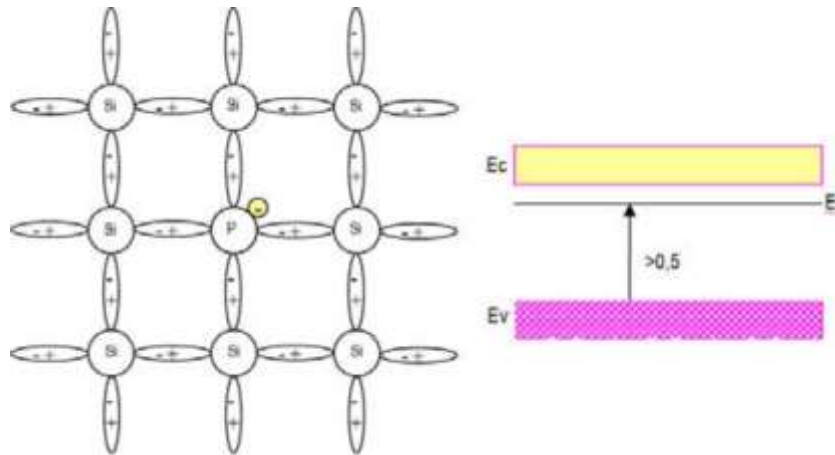


Figura 6. Representación atómica. Información tomada de Macancela, 2012. Elaborado por el autor

La gran parte de la probabilidad de poder encontrar un electrón entre la banda de conducción y la banda de valencia es de 0,5 voltios. De tal forma que el elemento se encuentra equilibradamente, lo cual está determinado por el nivel de energía de Fermi. Además los electrones dependiendo de su nivel de energía van ocupando niveles orbitales, de forma que aumentan tanto el que tiene mayor energía como el de menor.

2.6.3. Tipos de celdas fotovoltaicas

2.6.3.1. Estructura mono cristalina

Estas estructuras se la llaman simplemente como cristalina. Este proceso de fabricación posee un alto consumo de energía eléctrica, de tal forma los costos son elevados, ya que primordiales para proporcionar la mejor eficacia.



Figura 7. Celdas fotovoltaicas estructura monocristalina. Información tomada de Macancela, 2012. Elaborado por el autor.

Tabla 5. Células fotovoltaicas monocristalina

Células fotovoltaicas monocristalina según su construcción.		
Características	Rendimiento	Comparación
Fabricadas por barras tubulares con un único cristal y silicio.	14% a 17%	Ventajas
		<ul style="list-style-type: none"> • No afecta al ecosistema. • Prolongación de su vida útil. • Baja degradación de sus propiedades al transcurrir el tiempo.
		Desventajas
		<ul style="list-style-type: none"> • Son demasiadas costosas.

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

2.6.3.2. Estructura policristalina

Estos paneles están fabricados fundiendo silicio de nivel industrial, de forma que se derrama en moldes planos rectangulares. Pero esto lo hace más baratos en relación el mono cristalino. En consecuencia la eficiencia es menor que las células de silicio, pero en los últimos años o meses se han mejorado la eficacia de estas.

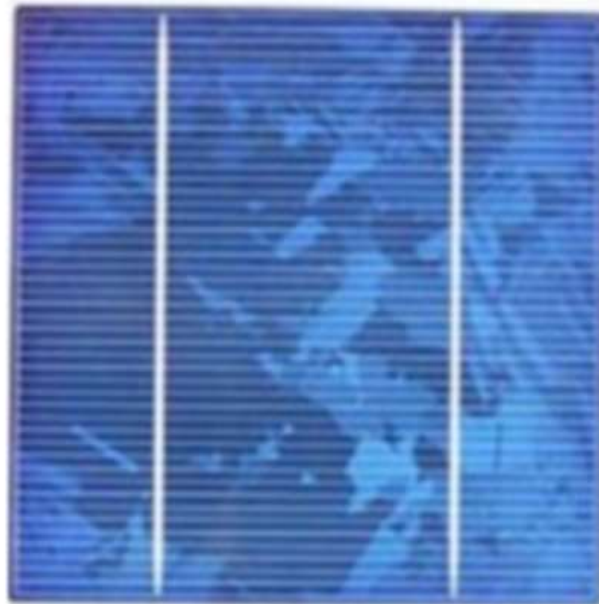


Figura 8. Celdas fotovoltaicas estructura policristalina. Información tomada de Macancela, 2012. Elaborado por el autor

Tabla 6. Células fotovoltaicas poli cristalina

Células fotovoltaicas policristalina según su construcción.		
Características	Rendimiento	Comparación
Elaboradas con materiales incorporado de distintos componentes.	12% a 14%	Ventajas
		<ul style="list-style-type: none"> • Parecida vida útil que el mono cristalino. • Son baratos.
		Desventajas <ul style="list-style-type: none"> • No posee una buena eficacia.

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

2.6.3.3. Estructura amorfa

Y por último se tiene las fabricadas por las células amorfas, estas no poseen una estructura cristalina, El espesor del material activo en este tipo de estructura las células son mayores que las creados por silicio. Así que, favorece la reducción de costos y comprime la eficiencia de conversión de las células. (Gasquet, 2004)

Muchos sólidos amorfos son mezclas de moléculas de las que no se pueden distinguir bien sus componentes. Casi todos los demás se componen de moléculas grandes y complejas. Entre los sólidos amorfos más conocidos destaca el vidrio.



Figura 9. Celdas fotovoltaicas estructura amorfa. Información tomada de Macancela, 2012. Elaborado por el autor

Tabla 7. Células fotovoltaicas amorfas

Células fotovoltaicas amorfas según su construcción.		
Características	Rendimiento	Comparación
Diseñadas por solamente una capa de silicio.	5% a 6%	Ventajas <ul style="list-style-type: none"> • Pueden adaptarse a las superficies encorvas. • El calor la desestabiliza. • Bajo precio.
		Desventajas <ul style="list-style-type: none"> • Su eficiencia se reduce con el paso de los años. • Tienen un ciclo de vida menor.

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

2.7. Interconexión de células fotovoltaicas

Se va a decir que están compuesta por celdas que encaje así misma. Regularmente es la que ejecuta la unión de celdas en serie es el nivel de voltaje, hasta poder tener los niveles estandarizados que van de 6, 12, 24, 36, y 48 V. Cada celda individualmente produce 0,5 V, de otro modo que para un panel de 12 V es ineludible conectar exactamente las 24 celdas en serie. Y así tener una conexión en serie la corriente es la misma, de manera que hay una sola trayectoria para el circuito.

Para aumentar la corriente eléctrica en un panel fotovoltaico debe efectuar con las conexiones sean en serie o paralelo, se prefiere mejor ajustar varios paneles en paralelo hasta conseguir la corriente que se va a usar.

En caso de que una celda falle o no tenga la luz sobre ella por consecuencias meteorológicas como por ejemplo, una sombra, o si está cubierta por mugre, y las otras celdas están activas, se origina un voltaje negativo alto en el área de los terminales de la celda averiada, de otro modo se lo conoce como corriente de fuga, si no se corrige esto puede llegar a destruir prontamente a la celda. “Se recomienda utiliza diodos puente para los grupos de celdas, y así permitir el paso alterno a la energía”, (Sánchez, 2004).

Los Paneles solares están diseñados para poder formar una estructura modular, es decir, para poder conectar varias unidades en un sistema.

Por lo tanto, podemos combinarlos entre sí en serie, en paralelo o de forma mixta.

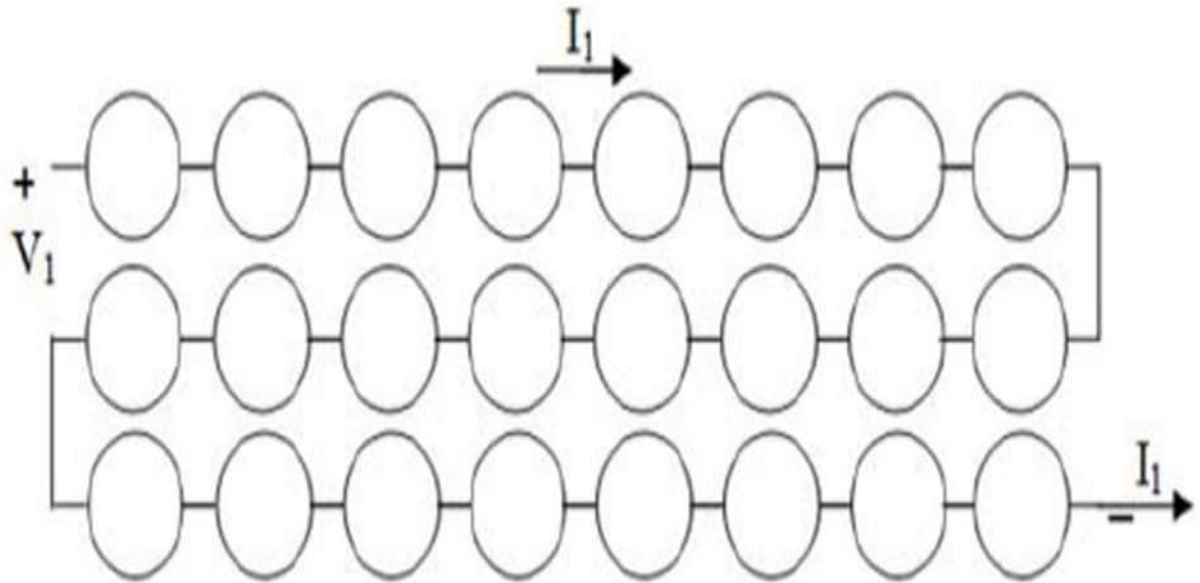


Figura 10. Conexión en serie de celdas integradas a un panel fotovoltaico. Información tomada de Macancela, 2012. Elaborado por el autor.

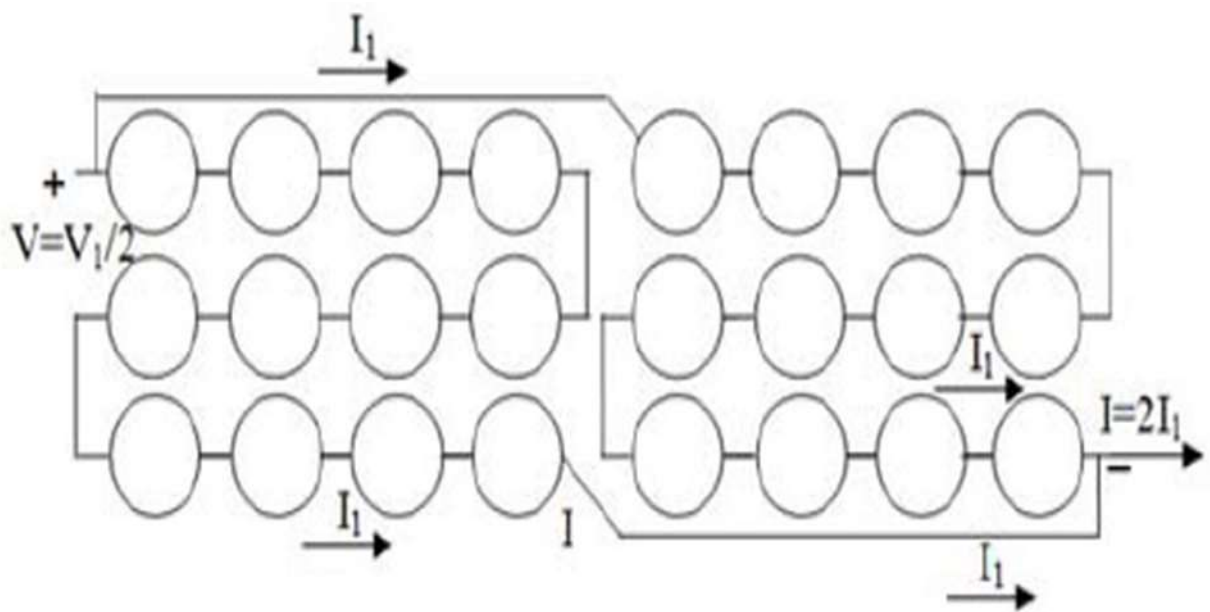


Figura 11. Conexión en paralelo de celdas integradas a un panel fotovoltaico. Información tomada de Macancela, 2012. Elaborado por el autor.

2.8. Inversor Fotovoltaico

El componente más importante ya que se encarga de gestionar la energía en los diferentes tipos de instalaciones fotovoltaicas, ayuda a que los sistemas de generación aislados transforme la corriente continua para así luego acabadas directamente por las cargas de corriente alterna, del mismo modo aquellos inversores “también se encargaran de gestionar

la eventualidad de almacenar energía eléctrica en las baterías de acumulación para en los días en que exista poca o nula radiación solar”, (Renova Energía, 2019).



Figura 12. Inversor fotovoltaico. Información tomada de área tecnológica. Elaborado por el autor.

Por otra parte el sistema utiliza al inversor para transformar la corriente continua en corriente alterna para suministrar energías a las baterías y en caso de existir excedente lo inyecte directamente la red convencional.

Se puede optar por los inversores Grid como se la llaman son destinados para las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red con almacenamiento de tal manera que cumplan con la gestión y utilización de la energía procedente de los paneles fotovoltaicos, estas se acumulan en las baterías de almacenamiento y asimismo usa energía de la red convencional cuando los paneles fotovoltaicos y la batería no logran suministrar carga a la vivienda.

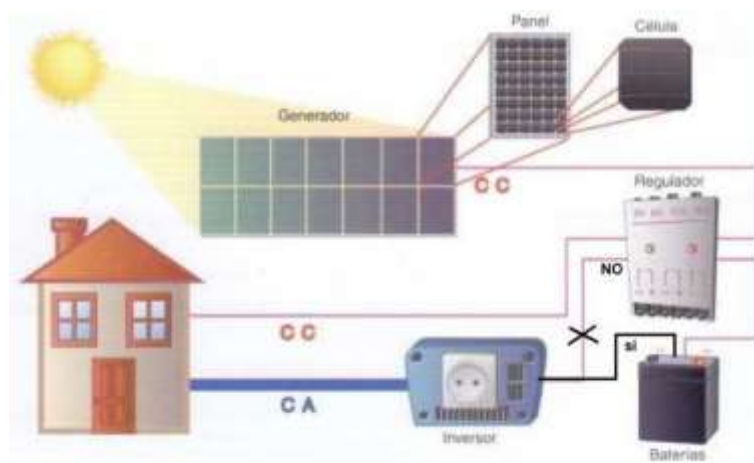


Figura 13. Instalación solar con inversor fotovoltaico. Información tomada de área tecnológica. Elaborado por el autor.

Se añade que siempre el inversor debe de ir conectado a la salida de las baterías de almacenamiento y no al regulador de carga, debido a que si este supera con creces la intensidad de consumo de carga que podría soportar el regulador. A estos también se los denominan como inversores de baterías.

2.8.1. Funcionamiento del inversor FV

Actualmente se encuentra una gran diversidad de inversores comerciales, con distintas potencias, voltajes y sobretodo con diferentes características respecto a sus funcionamientos. Las características principales que tienen son las siguientes:

- Convertir la corriente continua en corriente alterna, los valores estarán de acuerdo a la proveedora de suministro eléctrico.
- Modular las diversas ondas alternas que presente el inversor.
- Verificar la información.
- Componentes que protege la corriente alterna y corriente continua.
- Medidas para nivelar la tensión de salida del inversor.

2.8.2. Clasificación y tipos de inversores FV

Se tiene diferentes tipos de inversores que se dividen según su forma o aplicación.

Según su forma de onda; Los inversores se pueden dividir dependiendo de la tensión de salida y especialmente como se representa las ondas, se la puede apreciar de esta manera:

- Los inversores de onda cuadrada
- Los inversores del tipo onda modificada
- Los inversores de onda senoidal

Según su aplicación; estas se categorizan dependiendo el uso o al sistema que se implementara en la instalación.

- Autónomos
- Conexión a red.
- De autoconsumo fotovoltaico con baterías

2.8.3. Inversores Grid – Tie

Son los inversores con mayor variabilidad en la instalación de viviendas, sirven para proveer a la carga de energía procedente de los paneles solares, la energía eléctrica

almacenada que viene de las baterías cuenta con un suministro aparte de la red convencional y que funciona para que tenga un soporte.

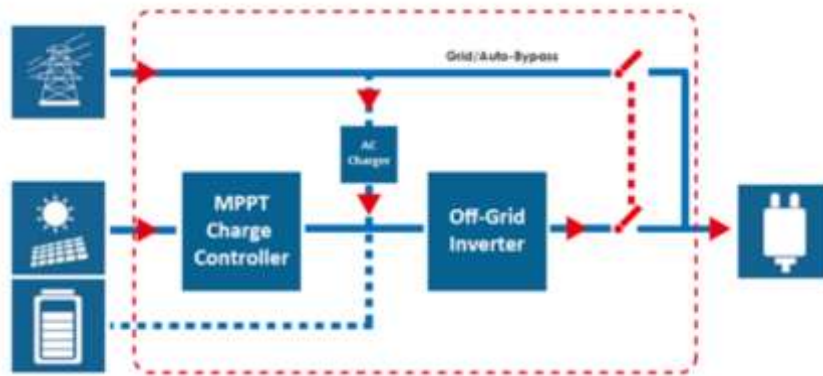


Figura 14. Representación de un inversor Grid-Tie. Información tomada de Energy, 2017. Elaborado por el autor.

La figura 14 detalla de donde proviene la energía a los paneles solares, baterías de acumulación y de la red convencional, este inversor tiene incorporado un desvío intrínseco, esto hace diferencias porque cuando el consumo es mucho más elevado que la energía producida por los paneles fotovoltaicos produzca la energía requerida, sin embargo “no trabaja en conjunto con la energía generada por los paneles solares, por la cual disminuye notablemente el aprovechamiento solar servible”, (Energy, 2017).

Los inversores de conexión a la red se utilizan en combinación con paneles solares para aprovechar la energía generada y prepararla para ser aprovechada de manera más efectiva.

Para inyectar energía eléctrica de manera eficiente y segura en la red, los inversores conectados a la red (on-grid o Grid-tie) tienen la capacidad de coincidir con precisión con el voltaje y la fase de la onda sinusoidal de corriente alterna de la red donde se montan.

2.9. Las baterías

Son los componentes que permiten el almacenamiento de electricidad, ofreciendo como una fuente complementaria de energía eléctrica portátil, regularmente están compuesta por distintos celdas de almacenamiento, así que cada una logra extraer un voltaje nominal de 2 V, por la cual se establecen determinados arreglos que provean entre 6, 12, 24, 36 o 48 V. El proceso de carga y descarga de una batería, se ejecuta mediante un desarrollo electroquímico alterable. De tal forma que en el primer proceso de transformación, tiene lugar durante el proceso de carga de la batería de almacenamiento, aquí la energía eléctrica

es transformada en energía sintética. La energía almacenada durante la descarga de la batería se convierte de nuevo en energía eléctrica.

2.9.1. Estructura de una batería

Se puede analizar que las placas que forman las celdas de almacenamiento constituyen de los siguientes materiales:

Material activo, las lengüetas de cada rejilla sirven para interconectar las placas de igual polaridad a la barra proporcionada. El separador que rodea a la placa en forma de sobre proporcionando aislamiento a toda la superficie activa.

A diferencia de las celdas convencionales, estas se fabrican con una gran cantidad de material activo por unidad de volumen, para aumentar la vida útil en el sistema.

2.9.2. Medidas eléctricas de baterías

Las medidas eléctricas de una batería pertenecen a los volúmenes que depositan electricidad, que es el total de energía almacenada por una batería, está dado gracias al voltaje nominal multiplicado por la cantidad de amperios-horas, que se mide en Wh o KWh.

Máxima corriente de descarga: Los fabricantes han creado estándares que decreta el valor de la máxima corriente de descarga. El valor de la máxima corriente está admitido por una descarga continua de 15 horas, por otra parte la energía en reserva significa un 20% de la máxima con la que inició la descarga.

- Régimen de carga/descarga
- Voltaje de Corte
- Estado de Carga
- Profundidad de descarga
- Rendimiento.
- Rendimiento farádico
- Rendimiento energético
- Ciclo.
- Ciclos de Vida
- Vida Útil

2.10. Las baterías solares

En los sistemas fotovoltaicos prácticamente utilizan un tipo especial de baterías, llamadas baterías solares. Las cuales están edificadas para resistir niveles de descarga profundos durante varios ciclos de carga y descarga, por lo cual también son llamadas baterías de ciclo profundo.

Regularmente estas se construyen para que provean voltajes de salida de 6 a 48 Voltios. Se emplean diferentes tipos de celdas, además todas logran un bajo voltaje nominal de salida, que oscila entre 1,2 y 2 V. Por lo cual es importante interconectar celdas en serie para de esta manera conseguir el voltaje nominal de salida que se desee, y en paralelo para poder aumentar el valor de la máxima corriente de carga y descarga, que la batería podrá acumular de forma continua.

2.10.1. Características de las baterías solares

Las características que deben efectuar las baterías solares son las siguientes:

- Ubicarse en lugares libres y tener el mantenimiento requerido.
- Una amplia vida útil, proporcionada por el número de ciclo de descarga y sobrecarga, soportar ciclos más prolongados de descarga en caso de que el sistema no genere la suficiente energía eléctrica para cubrir la demanda de la vivienda.
- Permitir la máxima corriente en un tiempo establecido.
- Admitir un alto nivel de profundidad de las cargas.
- Tener un valor fijo de capacidad para proveer corrientes superiores a la que es entregada por el generador fotovoltaico.

Capítulo III

Desarrollo de la propuesta

3.1. Antecedentes investigativos

Las fuentes energéticas verdes están cada vez más presentes en los países que ven el inconveniente que existe con el ecosistema, ya que normalmente las energías tradicionales se adquieren a través de los combustibles fósiles, pero no logran cambiarlas y con el transcurrir de los años se está acabando por completo. “Se pretende como medida de solución utilizar otras fuentes inagotables como energía solar, biomasa, hidráulica, entre otras que son partidarias al ecosistema y constituyen un mayor beneficio incentivando el ahorro de energía”, (Economipedia, 2020).

En la actualidad la utilización de la radiación solar como fuente energética va aumentando considerablemente, gracias a los progresos tecnológicos, logrando así disminuir los costos que se necesitan para instalar un sistema fotovoltaico.

Según indica Raboso (2012) dice que “Un sistema solar que lleva una conexión a la red y acumulación de energía, dará al sistema una ventaja superior que podrá envolver la demanda eléctrica.”

Pero a nivel residencial, en caso de contar con un sistema fotovoltaico se recalca que la acumulación de energía eléctrica (EcoInventos, 2018) como indica que “Las baterías forman el núcleo central. Por resultante los paneles solares fotovoltaicos distribuyen a estos equipos la energía y simultáneamente, la misma pasa al inversor.

El sistema se conecta con la red convencional y también llevarán un sistema alterno para gestionar el abastecimiento de energía eléctrica a los equipos básicos de la vivienda, de forma independiente y con eso estar preparado ante cualquier interrupción.

3.2. Modalidad de la investigación

El presente trabajo de titulación especifica el uso de las siguientes características de investigación las cuales se podrán obtener los resultados esperados para la implementación del sistema de producción solar de conexión a red con almacenamiento, se empieza con una investigación bibliográfica para tener una orientación sobre los sistemas que existen en el mundo, para después determinar los exigencias necesarias del sistema y comenzar a diseñar e implementar, y finalmente evaluar el rendimiento del sistema fotovoltaico.

3.3. Investigación Bibliográfica

El proyecto a desarrollarse busca iniciar con la recopilación de información en materiales bibliográficos, la investigación que más se utilizó en las tesis son los proyectos con características iguales que servirán como guía para el desarrollo del proyecto, mostrando que tratan sobre el enfoque de instalaciones fotovoltaicas de conexión a red y principalmente a las que se refiere a acumulación de energía eléctrica, esta se la buscaran es distintas fuentes, se lograra obtener información importante para el proyecto.

Mediante la función de la calidad se va a garantizar una mayor satisfacción las demandas de los beneficiarios de dicha cooperativa, de manera se buscara recolectar información que se requerirá y datos que habitantes del sector proporcionaran, para así lograr diseñar el sistema solares viendo su capacidad, el desempeño, la resistencia y confiabilidad. Una vez establecido esto se podrá tener una idea de las necesidades de los usuarios y así definir los parámetros que envolverán al desarrollo del sistema.

3.4. Diseño de la investigación

El desarrollo de la investigación está orientada al diseño e implementación de un sistema solar de conexión a red con almacenamiento, considerando el consumo promedio mensual de las familias que habitante en la Cooperativa San Nicolás para después dimensionar la instalación solar con la ayuda de los componentes encontrados.

3.5. Tipos de investigación en la metodología

3.5.1. Exploratoria

Se empezó con calcular e investigar el consumo promedio mensual de una familia en dicha cooperativa, así dimensionar el sistema detallando la energía solar como fuente de apoyo para la red eléctrica convencional y la acumulación de energía en baterías para que el sistema muestre la eficacia demanda y cubrir la energía que se utilizar para distribuir a las viviendas, garantizando un ahorro energético frente a los problemas que afectan a los habitantes.

3.5.2. Descriptiva

Aquí se planteó el respectivo análisis explorativo, consiguiendo especificar los procesos a utilizar en el proyecto que son dimensionar y diseñar el sistema para examinar el ahorro energético que existe en la instalación solar.

3.6. Población y muestra

La población y muestra que se va usar será las 205 personas encuestadas en Pascuales en la cooperativa San Nicolás, siendo todos los encuestados hombre y mujeres mayores de 18 años.

3.7. Técnicas de recolección de datos

3.7.1. Observación de laboratorio

Con ayuda de visitas al presente campo de estudio, se podrá observar y explorar el sector y se tomara la información requerida que se necesitara para poder avanzar con la implementación del proyecto.

3.7.2. Instrumentos y técnicas

Se empezó tomando en consideración a los habitantes en la Coop. San Nicolás, ya que al vivir en un departamento cuenta con una azotea que servirá como espacio amplio apropiado para la instalación del sistema fotovoltaico. Los instrumentos principales que se usaran para la recolección de datos son las encuestas que se las aplicara a los clientes potencial que viven en dicho lugar, considerando los criterios de observación, recolección, análisis de la información que proporcionara el cuestionario.

3.8. Medición de la radiación solar

Antes de proceder a instalar los paneles solares, se toma en cuenta la radiación solar de la cual se expresa como: irradiancia o irradiación.

La irradiación: Es la proporción medible de energía incidente en carácter de radiación, durante un lapso de tiempo en una superficie, sus unidades de medida son de KWh/m².

La irradiancia: es específicamente la energía instantánea emitida sobre una superficie o potencia de radiación, la irradiancia se mide en W/m².

El brillo solar; no es un tipo radiación solar pero está directamente relacionada, representa el tiempo durante el cual se mantiene una irradiación directa superior a los 120°.

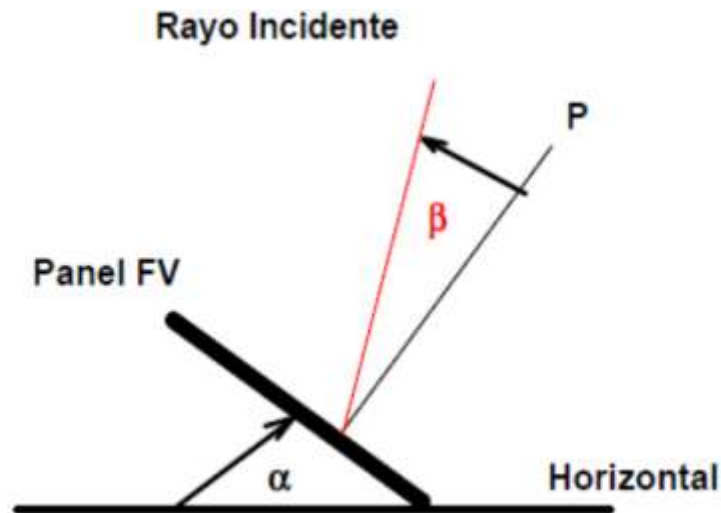


Figura 15. Ángulo de inclinación y de incidencia. Información tomada de Macancela, 2012. Elaborado por el autor.

Como ya se explicó anteriormente, la radiación solar se puede demostrar de diferentes formas, es por esta razón que es necesario conocer todos los materiales útiles para con los mismos se consigue medir la radiación solar, ya sean difusa, directa, global o también producido por el brillo solar.

3.9. Orientación de los módulos fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos domésticos SFD, no cuenta con un sistema de seguimiento solar para poder orientar un panel solar fotovoltaico de manera que el mismo entregue la mayor parte del rendimiento a lo largo de todo el año, por este motivo se recomienda orientarlos a una inclinación que forme un ángulo con respecto a la horizontal igual a la latitud de lugar, además “este ángulo proporciona el mayor rendimiento durante el mes de más baja radiación, junio en el caso de la Amazonia Ecuatoriana”, (Centrosur, 2010).

La orientación idónea para dirigir los paneles solares es hacia el sur con ángulo azimutal de 180° . Si orientamos los módulos hacia esta dirección, la instalación de módulos fotovoltaicos recibirá la máxima irradiación solar posible durante el día y, por tanto, el rendimiento del sistema será óptimo. Asimismo, es importante verificar que no haya sombras sobre nuestro sistema fotovoltaico.

3.10. Análisis de sombras

Es importante conocer la inclinación y orientado los módulos fotovoltaicos, es fundamental realizar un análisis para determinar la presencia de posibles inconvenientes,

como por ejemplo, obstáculos entre el sol y el generador fotovoltaico, generados sombras temporales o permanentes de manera parcial o en su mayor parte por la superficie del generador fotovoltaico, reduciendo la captación de radiación solar que por lo general originan un problema en el sistema.

Sombreado temporal: Estos son ocasionado por la falta de mantenimiento y limpieza de los paneles solares. Por eso los módulos fotovoltaicos son situados con una inclinación apropiada y es muy importante realizar el mantenimiento preventivo.

Sombreado permanente: Son incitadas por la zona donde se ubican los módulos fotovoltaicos o por el ambiente, como por ejemplo, los árboles que producen sombras que afectan al rendimiento de los módulos fotovoltaicos. Para prevenir este tipo de sombreado es muy importante realizar un análisis habitual de sombras, se recomienda realizar conjuntamente con la ejecución del mantenimiento preventivo de los módulos solares.

3.11. Recursos solares

En la provincia del Guayas, principalmente en la ciudad Guayaquil dispone del recurso solar suficiente para la implementación de sistemas solares, y más aún por estar en la zona en donde la temperatura aumenta a unos 30°C y eso hace que la radiación directa y difusa aumenten de manera exponencial.

En el grafico se aprecia la radiación solar del año 2020 donde se muestra un promedio de la Provincia del Guayas, el mes que presenta la más baja radicación solar promedio es junio y es igual a 3920 Wh/m²/día, donde un promedio anual global de 4438 Wh/m²/día.

Radiación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Difusa	3115	3306	3207	2955	2720	2685	2688	2842	2789	2798	2745	2959	2901
Directa	1527	1256	1587	1963	2186	1804	1894	2068	2839	2874	3108	2228	2111
Global	4220	4270	4420	4411	4286	3920	4000	4357	4917	4929	4998	4545	4438

Figura 16. Radiación promedio por mes. Información tomada de Atlas Solar. Elaborado por **el autor**.

3.12. Voltaje nominal del sistema

Un sistema fotovoltaico que se instala en el hogar puede diseñarse para funcionar a un voltaje que satisfaga las necesidades de cada cliente, los sistemas fotovoltaicos aislados normalmente funcionan a 6, 12, 24, 36 y 48 Voltios, también de integrar un convertidor de

corriente continua a corriente alterna, los voltajes de funcionamiento 110/220 VCA, 50/60 Hz, monofásico o trifásico, proporcionado según las exigencias de cada usuario.

3.13. Determinación y normativa en el País

Para el respectivo análisis de la investigación, que permita el desarrollo del proyecto propuesto, consideran lo descrito anteriormente con respecto a la implementación del sistema solar de conexión a red con almacenamiento. Se pudo investigar que en el Ecuador no existe normativa o regulación que permitan que proyectos aislados puedan ser tomados a consideración para el uso del recurso solar como fuente energética.

“El país apenas presenta oscilaciones en la posición del sol durante todo el año, ya que hay un promedio de 10 horas de sol durante el día, esto porque el territorio se sitúa por el equinoccio ecuatorial”, (Orellana & Quimis, 2015). Zonas como Guayaquil presentan una alta radiación solar, lugares provechosos para tomar la energía solar y transformarla en energía eléctrica mediante el uso del sistema fotovoltaico, y también escogen soluciones como el apoyo de la red eléctrica local y el uso de baterías de almacenamiento para sucesos hostiles, así garantizan un sistema fiable y ofrecer al usuario un ahorro de energía en sus hogares.

El gobierno posee normativas para la construcción de estos sistemas, de acuerdo al capítulo 14 de la Normativa Ecuatoriana de construcción indica que “Para el desarrollo del sistema de generación fotovoltaica conectada a red con almacenamiento, que contiene los detalles y propiedades técnicas para la formulación, planificación, ejecución y tareas relacionadas con la operación y sostenibilidad de los sistemas fotovoltaicos”.

El sector de pascuales presenta una radiación solar promedio de 5200 Wh / m² / día según (NEC, 2011), una ubicación ideal para analizar este proyecto. El dimensionamiento del sistema fotovoltaico está definido mediante la facturación promedio del consumo energético de una residencia con el tipo B, el cual se encuentra entre los rangos 251 y 350 Kwh/mes según indica la Corporación Nacional eléctrica del cantón Guayas. Primero se establecerá la potencia nominal máxima para la instalación del sistema, una vez se tiene se procederá a calcular la potencia del inversor, esto ayudara a efectuar el dimensionamiento de los equipos que se manipularan.

La instalación de un sistema de generación fotovoltaica conectado a la red con almacenamiento presenta una gran ventaja sobre otros sistemas, debido a que le da una mayor prioridad al almacenamiento de energía para no depender demasiado de la red

eléctrica, también se puede mencionar que “muchos estudios se han enfocado en optimizar la capacidad de almacenamiento ya sea como una operación estratégica” y además brinda. Está claro que la batería son la técnica de acumulación energética que se usa más a menudo, siendo la mejor opción para el sistema. En otra parte (Boukebbous & Djallel, 2017) indica que “un sistema de conexión a red con almacenamiento serviría a complementar la electricidad administrada a la red cuando existe un excedente de fotovoltaica, y por tanto debido a la modalidad de suministro eléctrico”. Que permite alimentar el consumo adicional de un sistema de autoconsumo a la red eléctrica para poder utilizar este exceso en otro momento de acuerdo con la regulación N° ARCONEL 003/18.

3.14. Arquitectura del diseño



Figura 17. Arquitectura del proyecto. Información adaptada. Elaborada por Daniel Sancán.

3.15. Justificación de los elementos

3.15.1. Criterio de selección

Los equipos del sistema fotovoltaico se eligen de acuerdo a los valores que se calculan, tomando además sus características técnicas, valor de alimentación, tamaño, rangos de medición, tipo de conexión, entre otros aspectos.

3.15.2. Cálculo de potencia instalada

Para dimensionar el sistema de generación fotovoltaica conexión a red con almacenamiento para buscar el consumo mensual se les pidió a los habitantes de la cooperativa estudiada que nos facilite planillas de luz, para después proceder calcular la capacidad instalada. También se procedió a calcular en consumo específico mensual que ronda los 8,374 kWh/mes, valor que se encuentra dentro del nivel de estratos de consumo tipo B.

$$Capacidad\ Instalada = \frac{\sum_{i=mes\ 1}^{mes\ 12} C_{mensual} (KWh)}{Factor_{Planta\ de\ diseño} * 8760 (h)}$$

$$310 \frac{KWh}{mes} * \frac{12\ meses}{1\ año} = 3720 \frac{KWh}{año}$$

$$Factor_{Planta\ de\ diseño} = \frac{HSP}{24\ h}$$

Donde:

HSP: Horas Sol Pico

HSP = 4,7 horas para la ciudad de Guayaquil.

$$Factor_{Planta\ de\ diseño} = \frac{4,7}{24\ h}$$

$$Factor_{Planta\ de\ diseño} = 0,2$$

$$Capacidad\ maxima = \frac{8,374\ kwh/año}{0,2 * 8760 (h)}$$

$$Capacidad\ maxima = 2.5\ kw/año$$

3.15.3. Calculo de potencia del inversor

Una vez con los cálculos se procedió a determinar la capacidad instalada que tendrá el inversor.

$$Potencia\ del\ inversor\ (P_{inv}) = 1,2$$

Donde:

P_{iny} = Potencia del inversor

$$P_{iny} = 1,2 \text{ (2,5 kw)}$$

$$P_{iny} = 3 \text{ kw}$$

3.15.4. Selección del inversor

En el mercado existen diversos inversores que van de diferentes potencias, de tal manera, se preferirá un inversor Grid – Tie que tenga una potencia nominal superior o igual a 3 kW, se eligió el modelo de InfiniSolar porque son más rentables y óptimos para la instalación.

Tabla 8. Especificaciones técnicas de los inversores InfiniSolar.

Características	InfiniSolar
Grid-tied operation	360 VDC / 500 VDC
Pv input	
Potencia Nominal	3000 vatios
Tensión de salida	220v CA
Rango de voltaje	60 VDC ~ 115 VDC
Corriente máxima de entrada	80 A
Voltaje nominal de salida.	208/220/230/240 VAC
Corriente nominal de salida	60 A
Factor de potencia	0.99

Información tomada de InfiniSolar. Elaborado por el autor.

3.15.5. Justificación de la selección del inversor

Ambos inversores tiene una potencia 3kW, un valor por encima de lo que se calculó, se escogió el inversor InfiniSolar como se muestra en la figura 19, debido a que estos son necesarios para que los paneles generen un total 116 Watts logrando que pueda funcionar en días donde no existe poca o nula radiación solar.



Figura 18. Inversor InfiSolar 3kW. Información tomada de InfiSolar. Elaborada por el autor.

También, presenta un valor más amplio en cuanto al voltaje AC se pueda entregar tanto a la carga como a la red y otra de las opciones que presenta este inversor es que cuenta con un slot inteligente que ayudara a monitorear al inversor, configurar sus ajuste entre otros aspectos.

3.15.6. Selección del panel solar

Para proceder a la selección de los paneles solares se necesita que esté entre un rango de voltaje de Mpp que van desde 250 VDC a 450 VDC en el cual trabaja, se prefirió un inversor que suministre la potencia instalada hasta 12 kW, que consta de dos paneles solares con potencias de 270 W a 150 W que se demuestran en la tabla 9.

Tabla 9. Opciones de selección de paneles solares.

Características	Sunmart
Potencia	270 Wp
Voltaje	30 V
Voltaje Potencia máxima	39.46 V
vmpp	8.59 A
Corriente maxima vmpp	9,11 A
Temperatura	475° C
TONC	16,59%
Eficiencia	16,60%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

3.15.7. Justificación de la elección del panel solar

Una vez seleccionado el panel que se representa en la figura 20 este servirá para suministrar la demanda cuando el voltaje llega a su potencia máxima y para que el inversor trabaje sin ningún problema sólo se requerirá de alrededor ocho paneles en serie cuya potencia necesitada será de 3 kW y 270 w, mientras que con el de 150 W se necesitarían ubicar en serie unos 15 paneles solares.

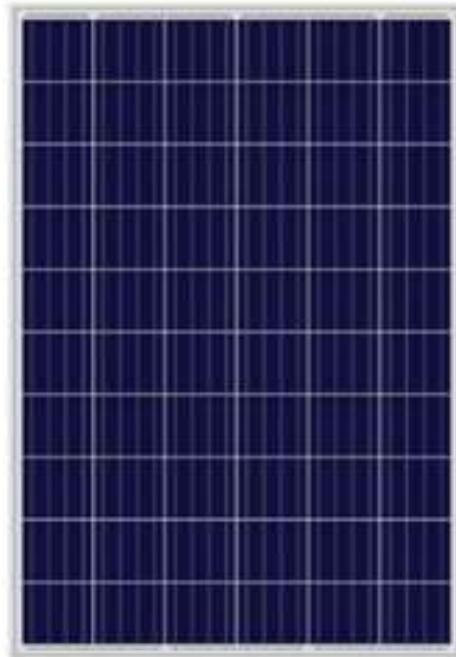


Figura 19. Panel Solar monocristalino. Información tomada de autosun. Elaborado por el autor.

Tabla 10. Datos meteorológicos de la ciudad de Guayaquil.

Datos meteorológicos de la ciudad de Guayaquil	
Ta máx	25 °C
Ta min	5°C
I máx.	1200 W/m ²
I min	100 W/m ²

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

3.15.7.1. Cantidad de Paneles Solares en la instalación FV

Después, se calculara el número de total paneles solares que tendrán el sistema FV.

$$T_p = T_a + \frac{TONC - 20}{400}$$

Donde:

T_p = temperatura del panel

T_a = temperatura ambiente

$T_{a \max}$ = temperatura ambiente máximo

$T_{a \min}$ = temperatura ambiente mínimo

TONC = temperatura de operación nominal de célula

I_{\max} = Irradiancia máxima

I_{\min} = Irradiancia mínima

$$T_{p \min} = 5 + \frac{47 - 20}{400} 100 = 8,37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{p \max} = 25 + \frac{47 - 20}{400} 1200 = 65,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.15.7.2. Encontrar el Voltaje máximo del panel

$$\frac{\delta Voc}{\delta T} = \frac{\delta Vmp}{\delta T} 0,37,81 \text{ v} * \frac{0,40 \%}{^\circ\text{C}} * \frac{1}{100 \%} = 0.1323 \frac{V}{^\circ\text{C}}$$

Donde:

ΔT = diferencial de temperatura

ΔV = diferencial de voltaje

$$\Delta T 0 25 \text{ } ^\circ\text{C} - 8,37 \text{ } ^\circ\text{C} = 16,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = \Delta T * \frac{\delta Voc}{\delta T} = 16,63 \text{ } ^\circ\text{C} * 0.1423 \frac{V}{^\circ\text{C}} = 2,37 \text{ V}$$

$$V_{\max} = Voc + \Delta V$$

$$V_{\max \text{ panel}} = 37,81 + 2,16 = 40,05 \text{ V}$$

3.15.7.3. Paneles en serie máximo

$$Nps \leq \frac{V \text{ max inversor}}{V \text{ max panel}}$$

Nps = número de paneles en serie.

$$Nps \leq \frac{450 \text{ V}}{40,05 \text{ V}}$$

$$Nps \leq 11,10$$

$$Nps \leq 11 \text{ PANELES}$$

3.15.7.4. Paneles en serie mínimos

$$NPS \geq \frac{V \text{ inversor minimo}}{V \text{ paneles minimos}}$$

$$Nps \geq \frac{250 \text{ V}}{32,46 \text{ V}}$$

$$Nps \geq 8,07$$

$$Nps \geq 8 \text{ PANELES}$$

3.15.7.5. Número de hileras máximo

$$Nhp \leq \frac{1 \text{ max admisible inversor}}{Isc}$$

$$Nhp \leq \frac{18,50 \text{ A}}{9,11 \text{ A}}$$

$$Nhp \leq 2$$

$$Nhp \leq 2 \text{ hilera}$$

De acuerdo a los cálculos anteriores se puede optar por un arreglo de 8 paneles en serie.

$$P_{\text{paneles}} = 270 \text{ W} * 8$$

$$P_{\text{paneles}} = 2160 \text{ W}$$

$$\text{Potencia Instalada} \leq P_{\text{paneles}}$$

$$2120 \text{ W} \leq 2160 \text{ W}$$

Con el cálculo ejecutado se demuestra que la potencia requerida para un cliente residencial. El arreglo de 8 paneles en serie debe estar dentro del rango del punto de máxima potencia para que trabaje normalmente, por lo cual:

$$P_{\text{paneles}} = 31,47 \text{ V} * 8$$

$$P_{\text{paneles}} = 270 \text{ w}$$

$$270 \text{ w}$$

En la figura 21 se aprecia un arreglo que consta de ocho paneles solares conectados en serie de tal forma que su rango de a la potencia máxima del inversor 250v.

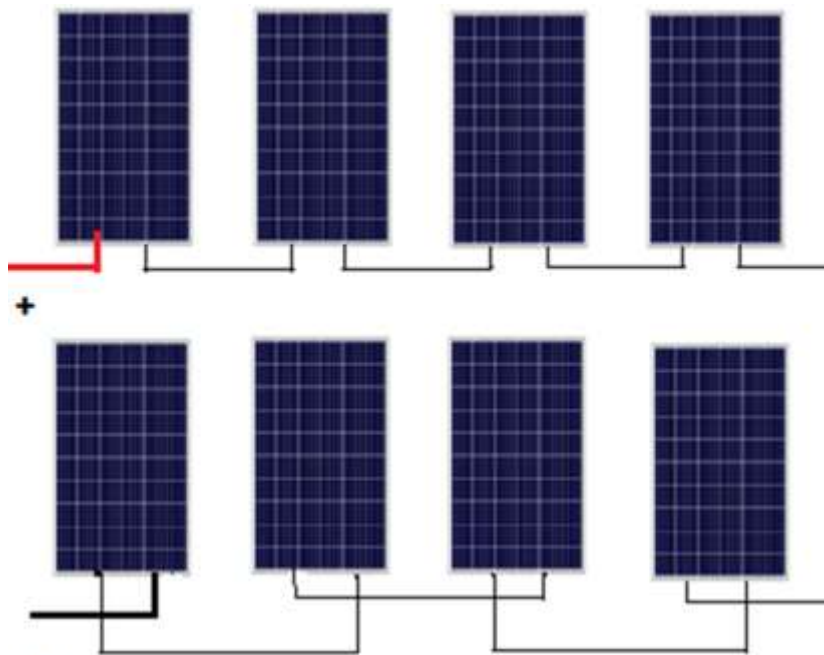


Figura 20. Esquema de la conexión de los paneles en serie. Información tomada de Macancela 2012. Elaborado por el autor.

3.16. Cantidad de baterías para la instalación FV

Para el dimensionamiento de las baterías utilizamos la siguiente ecuación.

$$C_b = \frac{E_D}{V_N * N_b * N_I}$$

Donde:

C_b : Capacidad de la Batería

E_D : Consumo diario de energía

V_N : Voltaje nominal del sistema

N_b : Rendimiento de la Batería

N_I : Rendimiento del inversor

$$E_D = \frac{310 \text{ KW/mes}}{30 \text{ dias/mes}}$$

$$E_D = 10.33 \text{ KW/ dias}$$

Se toma un 59,89% del consumo diario de energía debido a que el sistema fotovoltaico cuenta con apoyo de la red.

$$E_D = 10.33 \frac{\text{KW}}{\text{dias}} (59,89 \%)$$

$$E_D = 6.2 \text{ kw/días}$$

$$C_b = \frac{E_D}{V_N * N_b * N_I}$$

$$C_b = \frac{6200 \frac{\text{KW}}{\text{dias}}}{(0.7)(0.93)(48 \text{ Vdc})}$$

$$C_b = 198.41 \text{ Ah}$$

3.16.1. Velocidad de descarga de la batería

Para calcular el tiempo de descarga de una batería tenemos primero hallar la potencia total instalada, que en este caso se tomó como referencia la de una casa promedio que va 1200 W.

$$t = \frac{E_D}{P_I}$$

Donde:

P_I : Potencia total instalada

t : Tiempo

$$t = \frac{6200 \text{ W/dias}}{1200 \text{ W}}$$

$t = 5,16$

En la figura 22 se interpola a la capacidad de C10

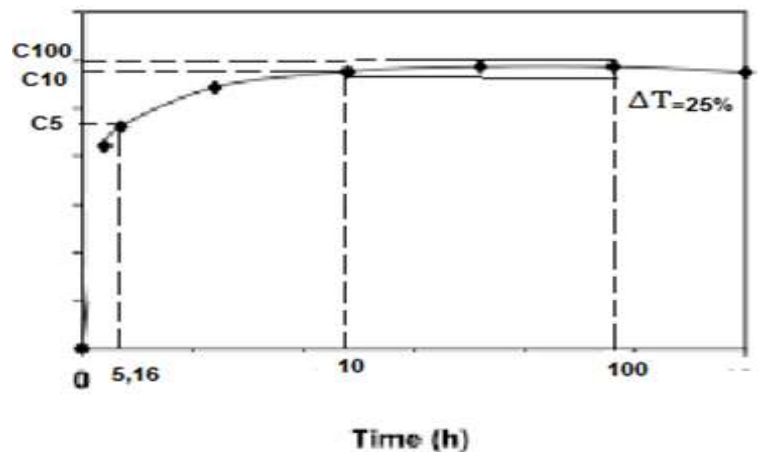


Figura 21. Curva de Descarga de la Batería. Información tomada de Renova Energía, 2019. Elaborado por el autor.

$$C_b = C_s = 198.41 \text{ Ah}$$

$$\frac{CB - CS}{(9,5 - 5,08)} = \frac{0,245 C_{10}}{90}$$

$$\frac{C_{10} - 198.71}{4,84} = \frac{0,25 C_{10}}{90}$$

$$90 C_{10} - 17883,9 = 1,21 C_{10}$$

$$C_{10} = \frac{17883,9}{88,79}$$

$$C_{10} = 201,4 Ah$$

3.16.2. Número de baterías en serie

$$\text{Número de baterías en serie} = \frac{V \text{ nominal del sistema}}{V \text{ nominal batería}}$$

$$\text{Número de baterías en serie} = \frac{48 V}{12 V}$$

$$\text{Número de baterías en serie} = 4 \text{ Baterías}$$

3.16.3. Selección de la batería de acumulación

Una vez se tiene estos datos de la capacidad obtenida, se busca en el mercado la batería de mayor aproximación al valor. En la tabla 11 se comparan se optó por la batería FMJ12-200

Tabla 11. Baterías de acumulación para instalaciones fotovoltaicas

Características	FMJ12-200
Capacidad (25 °C)	20HR(10.5A) 210AH
Peso	56 kg
Dimensiones	520mm x 240mm x 245mm
Vida Útil	8 años equivalente a 750 ciclos
Voltaje	14 V

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

3.16.4. Justificación de selección de baterías

Se optó por una batería de Gel 12v 200 a/h, los detalles se muestran en los Anexos, se añade que se requieren de 4 baterías colocadas en serie, esto servirá para tener el nivel de voltaje del sistema que son de 48 VDC, la capacidad que tiene cada batería será de 200 a/h y una vez situada en serie el valor no variara.



Figura 22. Batería de Gel 12 V 200 Ah. Información tomada de Sunmartelec. Elaborado por el autor.

3.17. Selección del medidor de energía bidireccional

Para elegir el medidor de energía bidireccional se prefirió las que estén acorde a las dimensiones eléctricas de las viviendas, en la tabla 12 se ve las opciones para la elección del medidor exacto.

Tabla 12. Comparación de los contadores de energía

Características	CEM – C6	CDP-0
Tensión nominal	230 V	230VAC \pm 10%
Frecuencia	50/60 Hz	50/60 Hz
Conexionado	Monofásico	Monofásico
Corriente nominal	10 A	250 mA
Corriente máxima	100 A	300 mA
Temperatura de trabajo	-25....+65°C	-20°C a +70°C+
Dimensiones	18x90x72 mm	250 g
Peso	100 g	Ethernet, RS-485, RS-
Comunicación	RS-485	232,RS-422.

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

3.17.1. Justificación de selección de medidor bidireccional

Ya se explicó anteriormente el tipo de medidor bidireccional seleccionado, ahora se busca que él tenga el voltaje de 230 VAC, se ve que tanto el medidor CEM-6 Y el CDP-0 poseen las mismas características, se escoge el modelo CEM-6 por que presentan el valor de corriente superior que se necesita para la instalación.



Figura 23. Medidor bidireccional. Información tomada de Circuitos.es. Elaborado por el autor.

3.17.2. Justificación del analizador

Para el sistema FV se utilizara el analizador de calidad de energía AEMC 3945 debido a que esta herramienta de medición brinda la inclusión de datos de diferentes valores eléctricos, e internamente medirá la potencia que se abastece a la red y la potencia que se extrae de esta.



Figura 24. Analizador de Calidad de Energía Eléctrica Modelo 3945. Información Tomada de EMC Instruments. Elaborado por el autor.

3.17.3. Selección del medidor de energía

Para la elección del medidor energético dependerá del diseño escogido, se debe seleccionar uno que considere la energía demandada por la carga, en la tabla 13 se compara estos dos modelos CEM Y CDP.

Tabla 13. Comparación de los contadores de energía

Características	CEM – C6	CDP-0
Rango de voltaje	100...415 V AC (45...65 Hz)	AC 80-300V
Rango de corriente	10...9000 mA	CA 0-100 ^a
Rango de potencia activa	+/- 0.5 % V	0 a 30000W
Peso	425 g	120 g
Dimensiones	96 x72x96	7x7x7 cm

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

3.18. Selección del Programa

Después de ver distintos programas se prefirió Solar Power porque es un software de que viene del inversor seleccionado, este permite ser controlado por varios dispositivos al mismo tiempo gracias a su puerto serie. Poseen funciones que va desde registrar datos para los equipos, mensajes de alerta o error y ajustar las configuraciones. Las características que presentan son:

- Provecho automática y en tiempo real de datos
- Personalizar de manera gráfica los datos del dispositivo.
- Sistema de alarmas por medio de notificaciones.
- Fácil diagnóstico de estadísticas de eventos.
- Soporta actualización en línea o manual.

3.18.1. Interfaz

Se ve a continuación la interfaz gráfica del sistema:

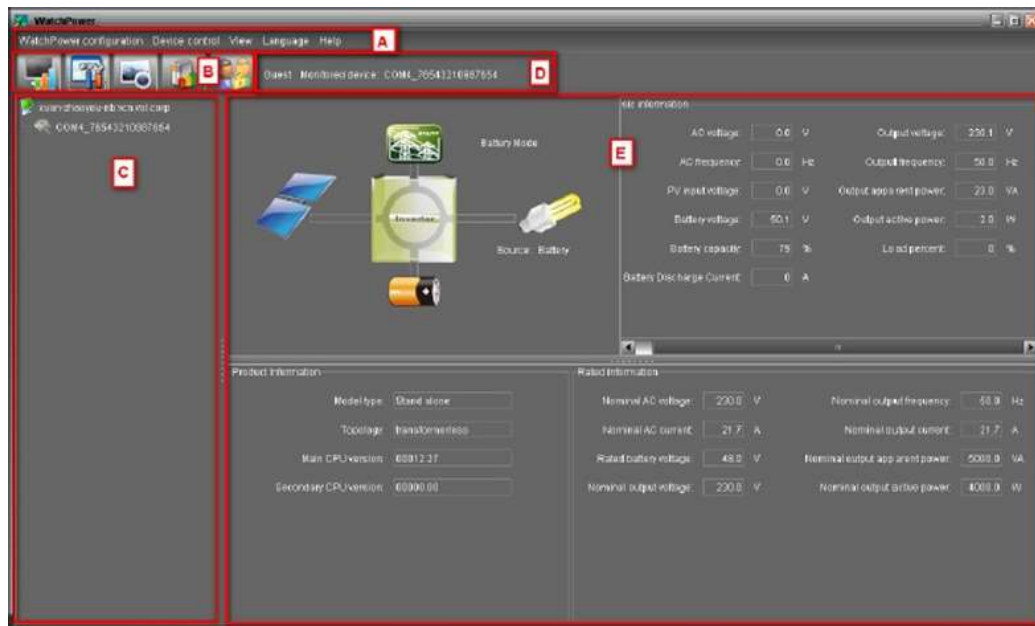


Figura 25. Interfaz Software SolarPower. Información tomada de User Manual WachtPowe. Elaborado por el autor.

- A. La cinta de funciones brinda una gran variada de características a usar.
- B. Este menú proporciona principales accesos a las funciones que más importantes para el sistema.
- C. La navegación del inversor indican los equipos que están conectados a ella.
- D. La información de monitoreo muestra tanto la dirección del usuario y la del inversor.
- E. El cuadro principal muestra todos los parámetros de los componentes.

3.19. Diseño del sistema fotovoltaico

Con todos los componentes buscados, se parte a dimensionar el sistema FV. Los paneles solares debe alcanzar la potencia que suministrara el inversor, las baterías almacenaran cierto porcentaje de la demanda energética, la instalación fotovoltaica contara con el apoyo a la red eléctrica convencional. Y evitara averías en los equipos de tal manera que resguarden los componentes del sistema.

3.19.1. Esquema de conexión de los equipos

Se aprecia el siguiente grafico donde muestra los componentes de la instalación.

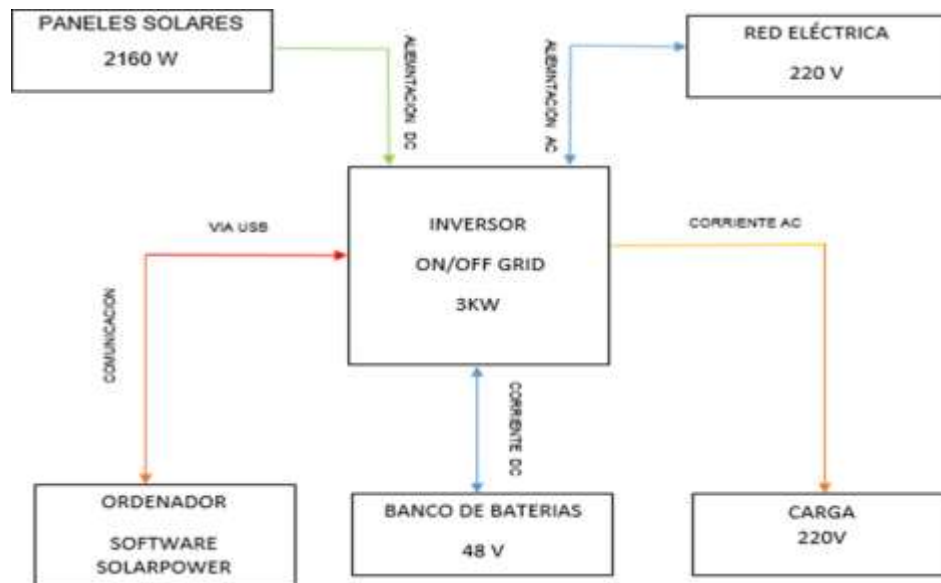


Figura 26. Esquema de conexión. Información tomada de Macancela 2012. Elaborado por el autor.

A través del programa escogido se monitoreará el sistema FV, ya que permitirá verificar las funciones y ejecuciones, demostrando que se pueda establecer las preferencias de las cargas, descargas y sobrecargas de las baterías utilizadas en la implementación. El programa tiene la ventaja de enseñar las conexiones de los inversores por medio de un cable USB.

3.20. Insolación global promedio

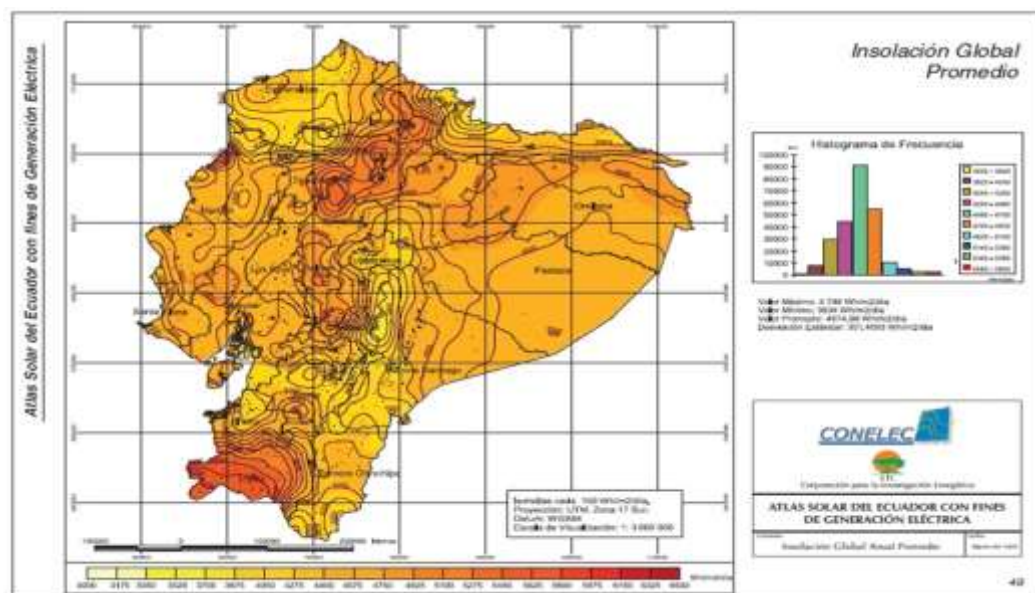


Figura 27. Atlas Solar para la Generación Eléctrica. Información tomada de Conelec. Elaborado por el autor

Aquí representa una estimación que en Guayaquil donde la radiación solar en 4575 Wh/m²/día, esto hace factible para el uso de los sistemas fotovoltaicos para la generación

de energía con energía solar, por el motivo de que en el país se encuentra en el eje perpendicular al sol, por ello los paneles solares se instala en forma horizontal a la tierra.

Las mejores condiciones de funcionamiento para un panel fotovoltaico estarán en los días donde existan alta radiación y sin nada que interfieran en la camino de la luz y con extensos periodos de radiación solar. La respuesta o cantidad de energía entregada por el panel dependerá directamente de la eficiencia del mismo, por eso será importante elegir los materiales adecuados.

Por otro parte, un panel solar generará electricidad incluso en la nula presencia de luz solar directa, lo que significa que en días nublados también habrá generación de electricidad, pero como se expresó anteriormente, las circunstancias óptimas de operación envuelven la presencia de luz solar repleta y un panel colocado en la mejor posición al sol, con la finalidad de beneficiar al máximo la luz solar directa.

3.21. Utilización de geoportal.cnelep

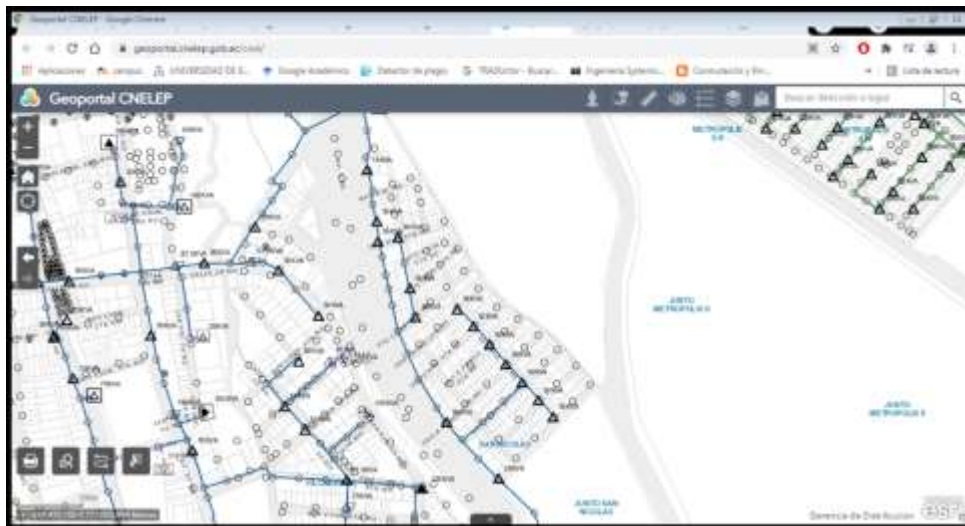


Figura 28. Ubicación de la Coop Sn Nicola. Información tomada de geoportal.cnelep. Elaborado por Daniel Sancán.

Aquí se puede ver la ubicación de las viviendas donde se va a instalar el sistema fotovoltaico en la Coop. San Nicolás. A continuación se presentara la encuesta que se les realizo a los habitantes de dicha cooperativa.

3.22. Encuesta y resultados

- 1) ¿Sabe usted que la radiación solar en el Ecuador es la más alta, debido a que está ubicado en la línea equinoccial?

Tabla 14. Conocimiento sobre la radiación solar en Ecuador.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Sí tengo conocimiento de esto	144	70%
No tengo conocimiento de esto	61	30%
TOTAL	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

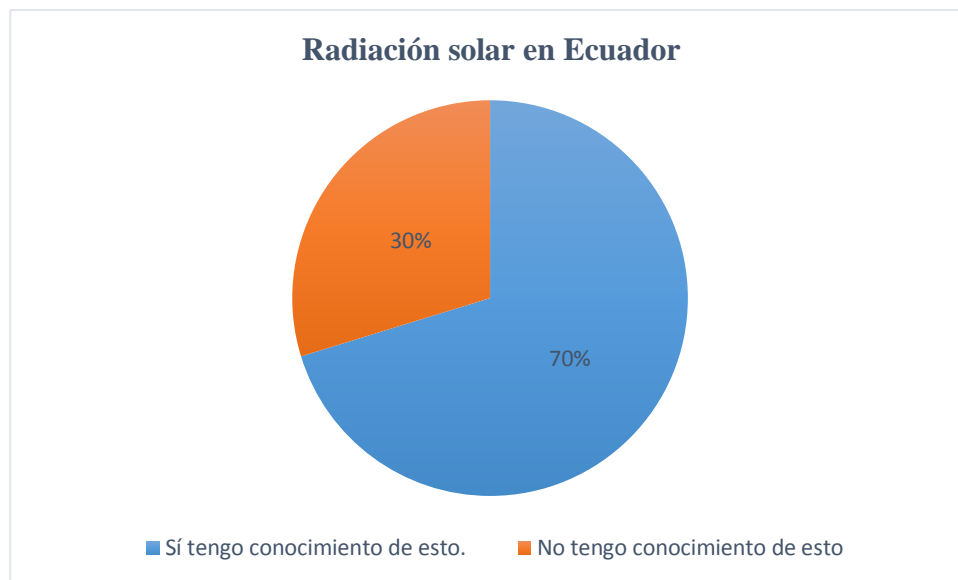


Figura 29. Conocimiento sobre la radiación solar en Ecuador. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según la encuesta realizada sobre la pregunta. ¿Sabe usted que la radiación solar en el Ecuador es la más alta, debido a que está ubicado en la línea equinoccial?, se encontró que de las doscientas cinco personas encuestadas el 70% dijo que si tenían conocimiento, mientras que el 30% dijeron que no tenían conocimiento, los resultados mostraron que la mayor partes de los encuestados poseen conocimiento sobre la alta radiación que tiene el Ecuador.

- 2) ¿Estima usted que la generación de energía verde o limpia es una necesidad prioritaria en la actualidad?

Tabla 15. Importancia de la generación de energía verde.

Alternativas		Frecuencia	Porcentaje
Poco	1	2	1%
Importante	2	2	1%
	3	2	1%
	4	7	3%
	5	10	5%
	6	14	7%
	7	19	9%
	8	28	14%
Muy	9	26	13%
Importante	10	95	46%
Total		205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

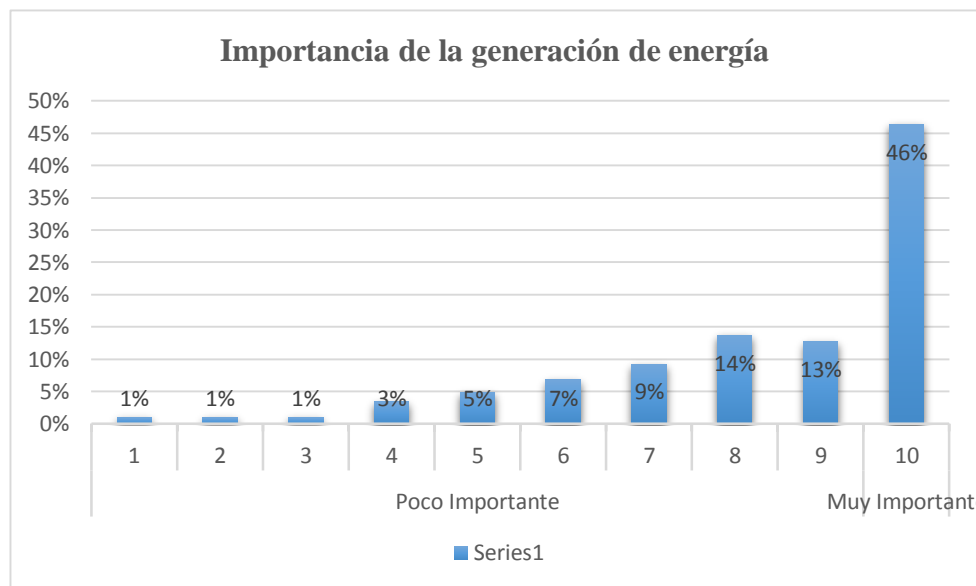


Figura 30. Importancia de la generación de energía verde. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según las personas encuetadas el 46% dijeron que es una necesidad prioritaria en la actualidad la generación de energía verde eso nos da a saber que vamos por un buen camino para así incentivar proyectos de generación de energía.

- 3) ¿Cuál es el valor de la planilla del consumo eléctrico que paga mensualmente en su vivienda?

Tabla 16. Valor de planilla eléctrica del consumo mensual.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Entre \$5 y \$9	37	18%
Entre \$10 y \$19	64	31%
Entre \$20 y \$39	67	33%
Entre \$40 y \$79	26	13%
Entre \$80 y \$120	11	5%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

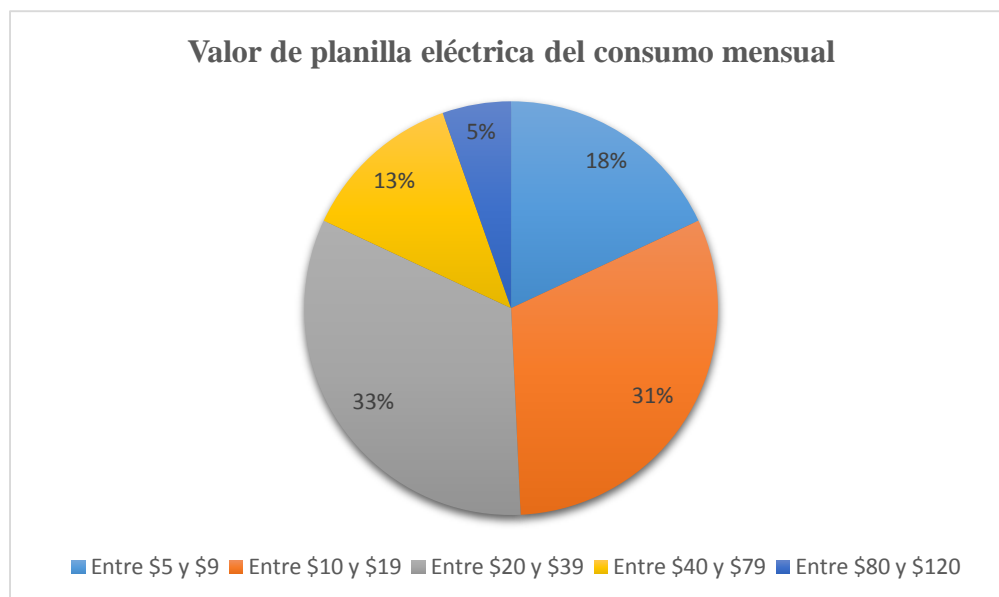


Figura 31. Valor de planilla eléctrica del consumo mensual. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Se le pregunto a los encuestados sobre el precio de sus planillas eléctricas y el 18% paga entre \$5 y \$9, el 33% pata entre \$20 y \$39, el 31% paga entre \$10 y \$19, el 13% paga entre \$40 y \$79, mientras que el 5% paga entre \$80 y \$120. Esto da entender

- 4) ¿Usted considera que con la inversión de paneles solares fotovoltaicos se disminuirá parcialmente el pago mensual de la planilla de consumo eléctrico en su vivienda?

Tabla 17. Consideración de la inversión de paneles solares fotovoltaicos.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Pagaría menos	Si	168
	No	37
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

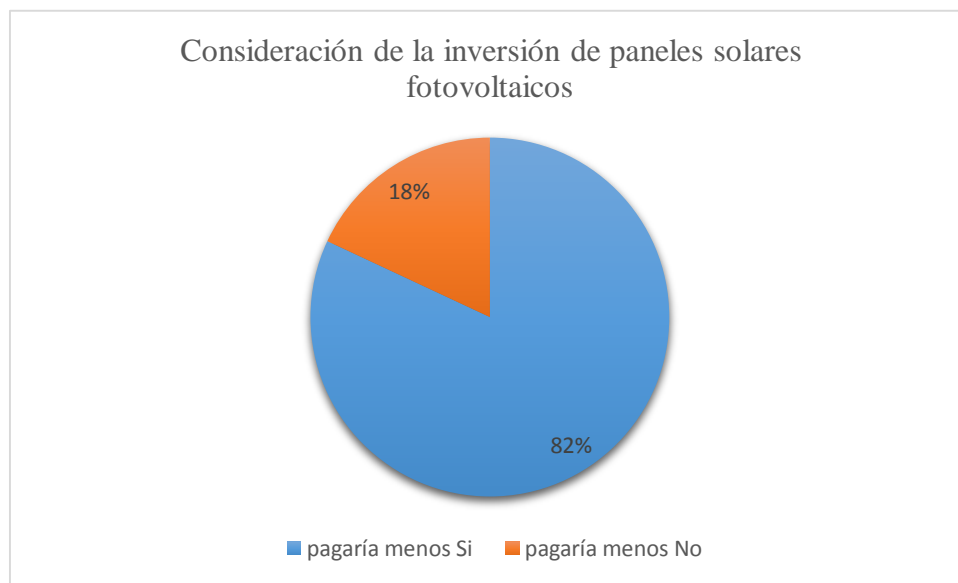


Figura 32. Consideración de la inversión de paneles solares fotovoltaicos. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según la encuesta el 82% de las personas dijeron que pagarían menos mientras que el 18% negaron que pagarían menos.

- 5) ¿Cuán de acuerdo estaría usted que al tener instalado un sistema de paneles solares en su vivienda, exista una compensación por parte de la empresa eléctrica como incentivo?

Tabla 18. Aceptación de compensación por parte de la empresa eléctrica.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo.	6	3%

De acuerdo	107	52%
En desacuerdo	16	8%
Totalmente en desacuerdo	76	37%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

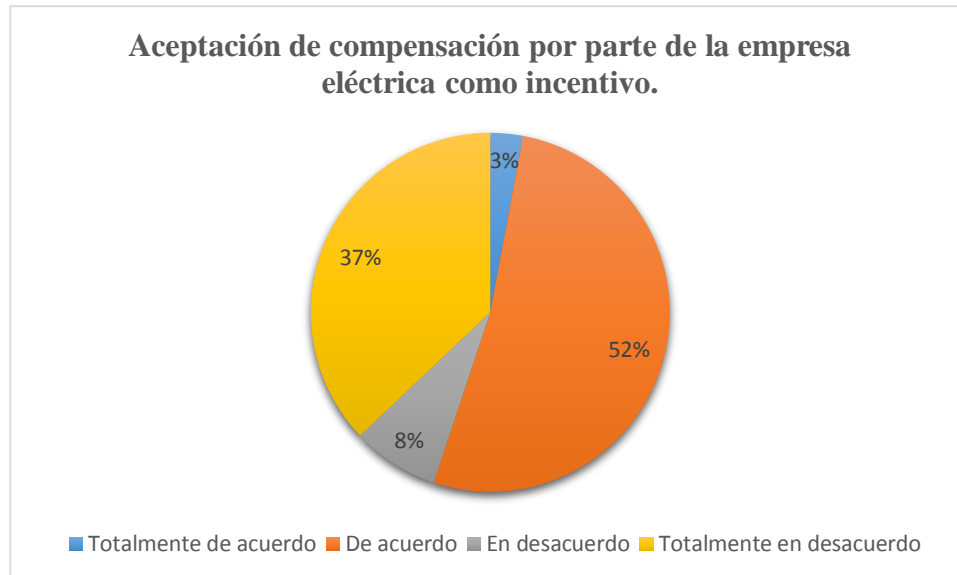


Figura 33. Aceptación de compensación por parte de la empresa eléctrica. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según el resultado de la encuesta sobre cuán de acuerdo estarían que exista una compensación por parte de la empresa eléctrica como incentivo, el 52 estuvo de acuerdo, mientras que el 37% estuvo en total desacuerdo, el 8% en desacuerdo y el 3% en total acuerdo.

- 6) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de paneles solares fotovoltaicos sin incluir la instalación?

Tabla 19. Disposición a pagar por un sistema de paneles solares fotovoltaicos.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Entre \$500 y \$850	169	82%
Entre \$851 y \$1.500	22	11%
Entre \$1.501 y \$2.000	10	5%

Entre \$2.001 y \$3.000	3	1%
Entre \$3.001 y \$5.000	1	0%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

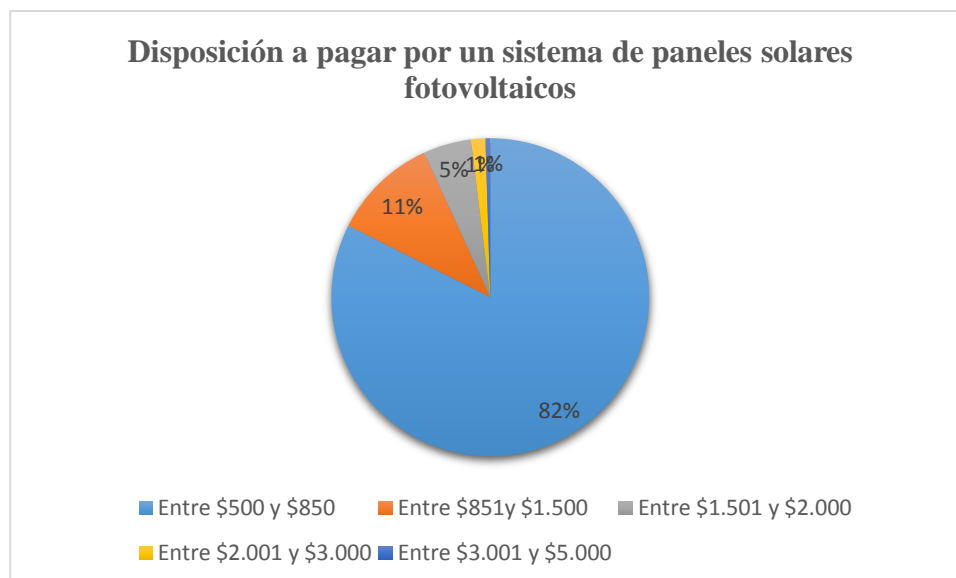


Figura 34. Disposición a pagar por un sistema de paneles solares. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según la encuesta de cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de paneles solares fotovoltaicos sin incluir la instalación se llega a la conclusión que el 82% está dispuesto a pagar entre \$500 y \$850, el 11% está dispuesto a pagar entre \$851 y \$1.500, el 5% está dispuesto a pagar entre \$1.501 y \$2.000, y el 1% está dispuesto a pagar entre \$2.001 y \$3.000.

- 7) ¿En qué tiempo le gustaría a usted recuperar la inversión de los paneles solares fotovoltaicos instalados en su vivienda?

Tabla 20. Tiempo a recuperar la inversión de los paneles solares.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
1 Año	137	67%
3 Años	48	23%
5 Años	15	7%

8 Años	5	3%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

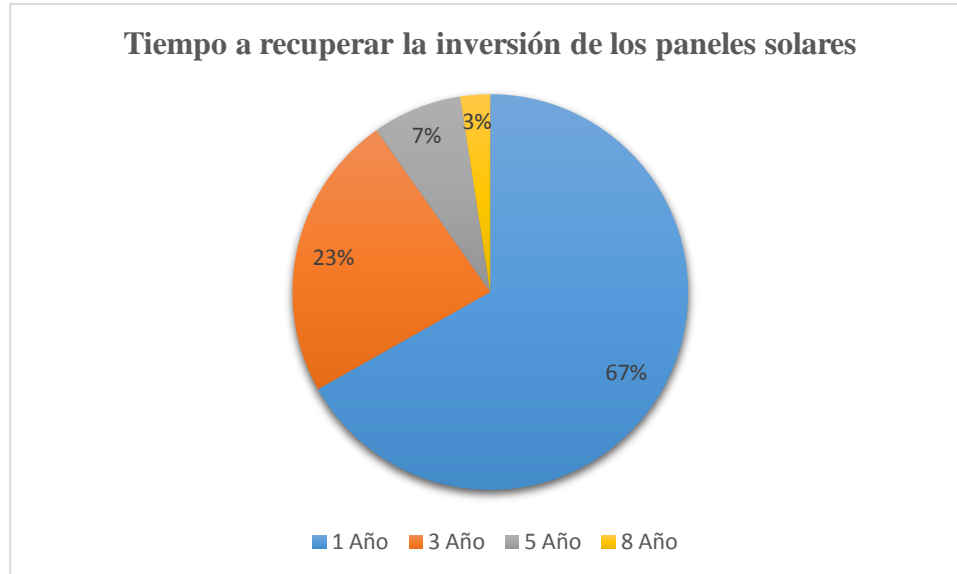


Figura 35. Tiempo a recuperar la inversión de los paneles solares. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según el análisis concluimos que el 67% de los encuestados quieren recuperar su inversión en 1 año, el 23% en 3 años el 7% en 5 años y el 3% en 8 años. Esto da a entender que los usuarios potenciales desean aportar para la instalación de paneles solares pero así mismo querrán recuperar lo invertido en 1 año.

- 8) ¿En cuál de estos aparatos le gustaría a usted que se utilice la carga eléctrica de un sistema de generación solar fotovoltaico?

Tabla 21. Aparatos a utilizar la carga eléctrica de un sistema de generación solar.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Una cámara digital	32	9%
Laptop	112	31%
Batidora de mano	27	8%
Televisor	131	36%

Taladro	27	7%
Aspiradora	34	9%
Total	363	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

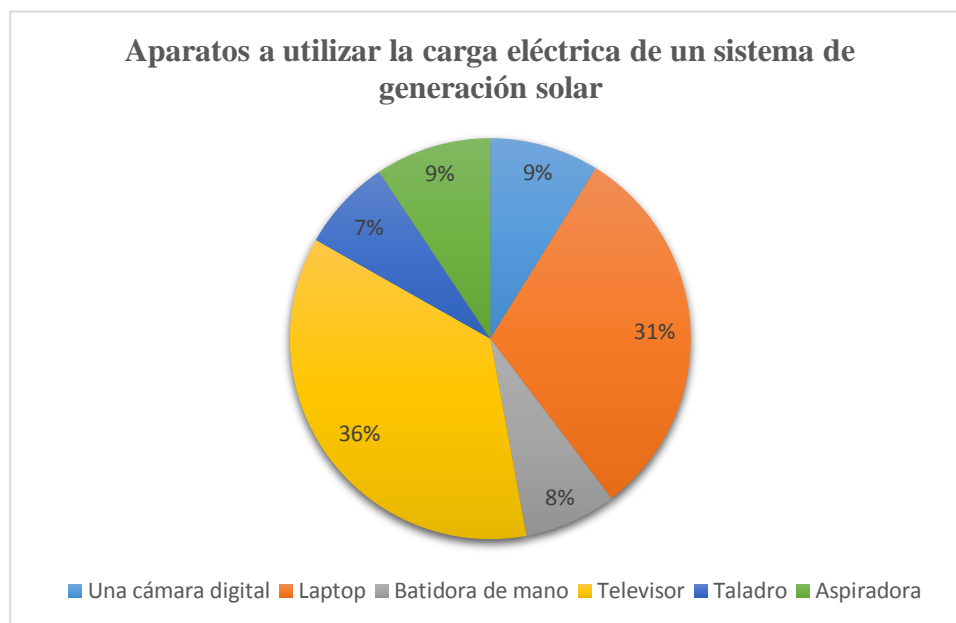


Figura 36. Aparatos a utilizar la carga eléctrica de un sistema de generación solar. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán

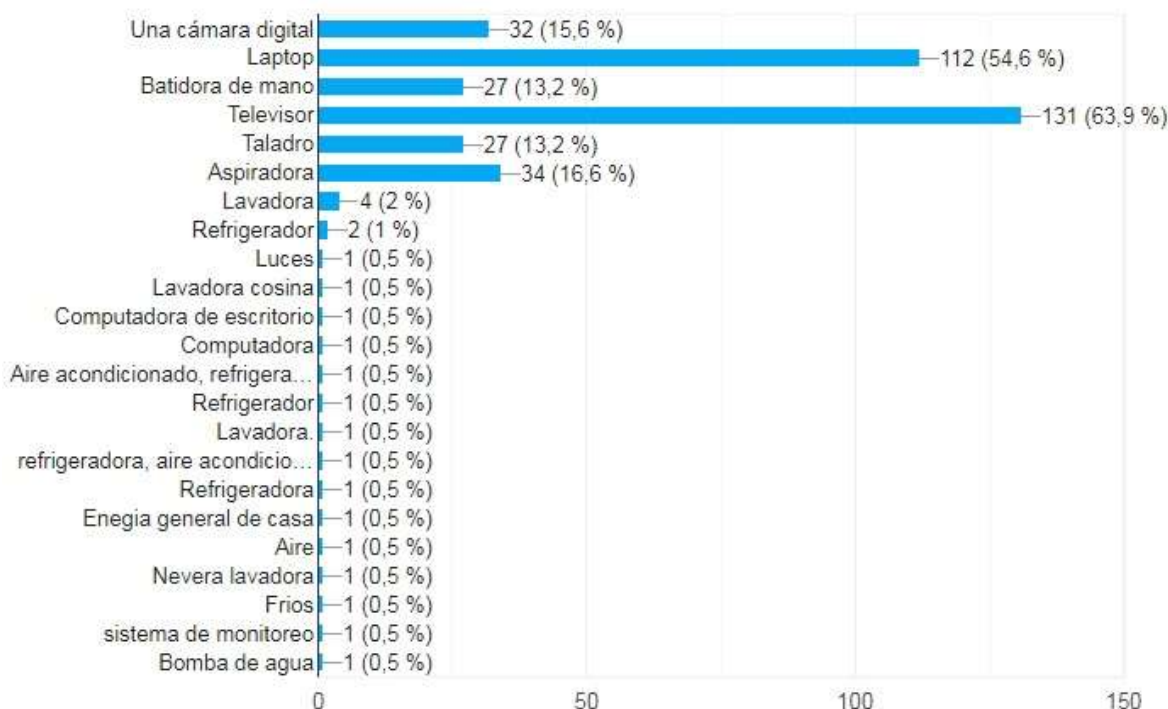


Figura 37. Otros Aparatos a utilizar la carga eléctrica de un sistema solar. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Los encuestados prefieren utilizar la carga para dos preferencias más latas que son: el televisor y laptop, mientras que los demás aparatos como la batidora, taladro, aspiradora no prefirieron utilizar la carga de los paneles. Ellos desean ahorra energía al momento de cargar la laptop o televisores, como se ve en la gráfica están interesados en usarla el sistema solar fotovoltaico para todos los dispositivos que incluye electrodomésticos.

- 9) ¿Conoce o ha escuchado de alguna empresa que ofrezca servicios de instalación, mantenimiento y venta de los sistemas de generación fotovoltaicos para viviendas?

Tabla 22. Conocimiento sobre empresa de servicios de sistemas de generación fotovoltaicos.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Sí	167	81%
No	38	19%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

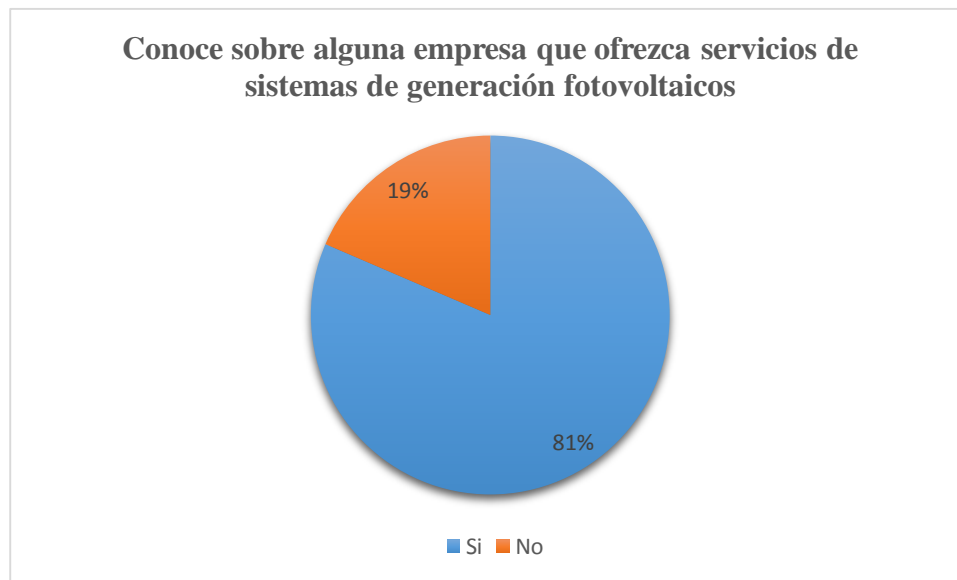


Figura 38. Conocimeinto sobre empresa de sistemas de generación fotovoltaicos. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

La encuesta sobre la pregunta si conoce sobre alguna empresa que ofrezca servicios de sistemas de generación fotovoltaicos el 81% dijo que si, mientras el 19% dijo que no.esto

da a concluir que si estan empezando a utilizar este tipo de energia solar.

10) ¿A través de qué medios de comunicación le gustaría recibir información detallada sobre los sistemas de paneles solares fotovoltaicos?

Tabla 23. Medios de comunicación sobre información sobre los sistemas de paneles solares.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Internet	144	35%
Televisión	99	24%
Correo	52	13%
Medios impresos	33	8%
Conferencias	21	5%
Seminarios	29	7%
Talleres	36	9%
Total	414	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

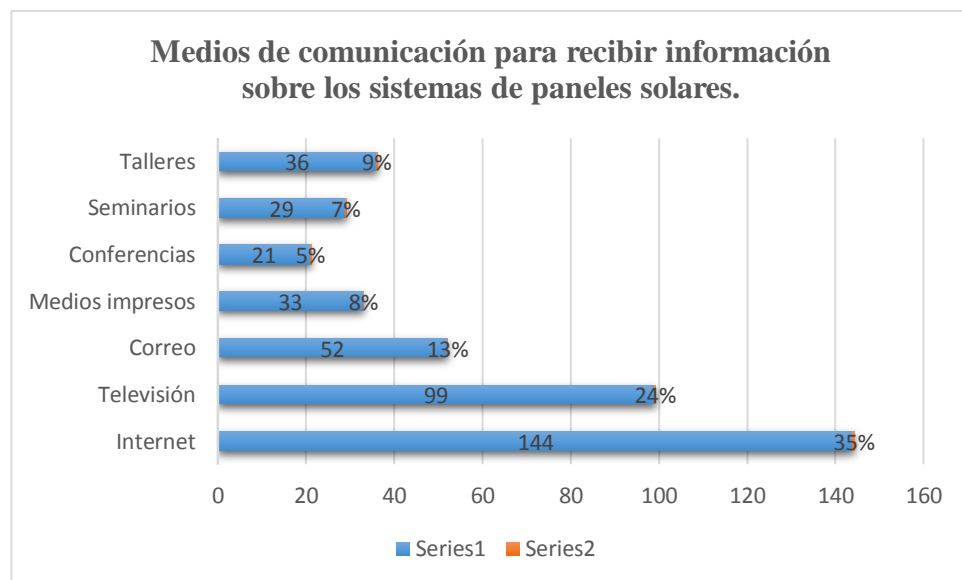


Figura 39. Medios de comunicación sobre los sistemas de paneles solares. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán

Análisis.

Según los encuestados prefieren recibir información detallada sobre los sistemas de paneles solares fotovoltaicos a través de internet con el 35% y televisor con el 24% de preferencia.

11) ¿Cree usted que los paneles solares fotovoltaicos reemplazarán a futuro la energía eléctrica convencional?

Tabla 24. Paneles solares reemplacen a futuro la energía eléctrica convencional.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Sí	187	91%
No	18	9%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

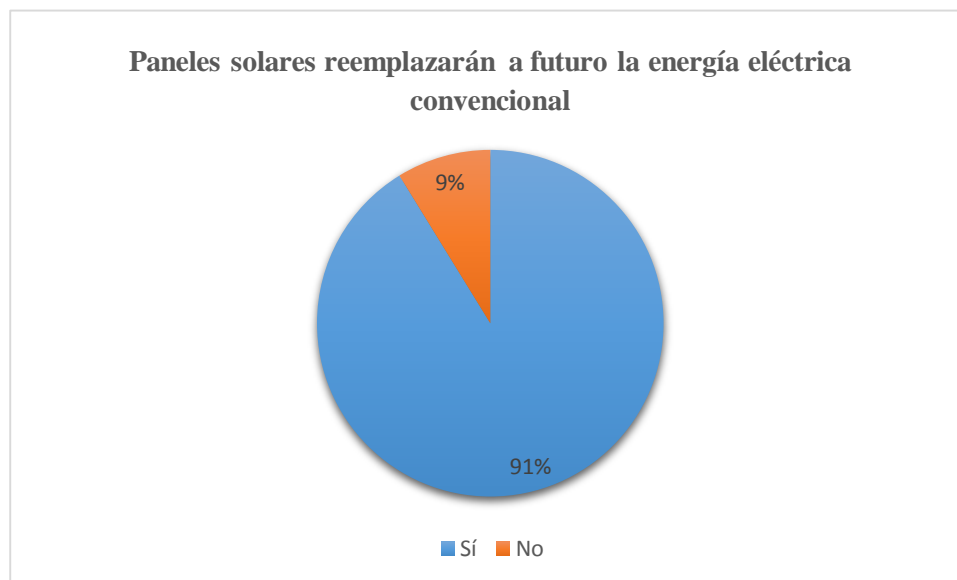


Figura 40. Paneles solares reemplazarán a futuro la energía eléctrica convencional. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según la pregunta de que los paneles solares fotovoltaicos reemplazarán a futuro la energía eléctrica convencional el 91% dijeron que si, mientras el 9% dijo que no. Se llega a la conclusión de que los encuestados esperan que se reemplace la energía convencional por la energía verde.

12) ¿Cómo considera usted que evolucionará el sistema de generación de energía eléctrica renovable (Energías verdes/limpias)?

Tabla 25. Evolucionará el sistema de generación de energía eléctrica renovable.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Aumentará	124	61%
Disminuirá	54	26%
Se mantendrá constante	27	13%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

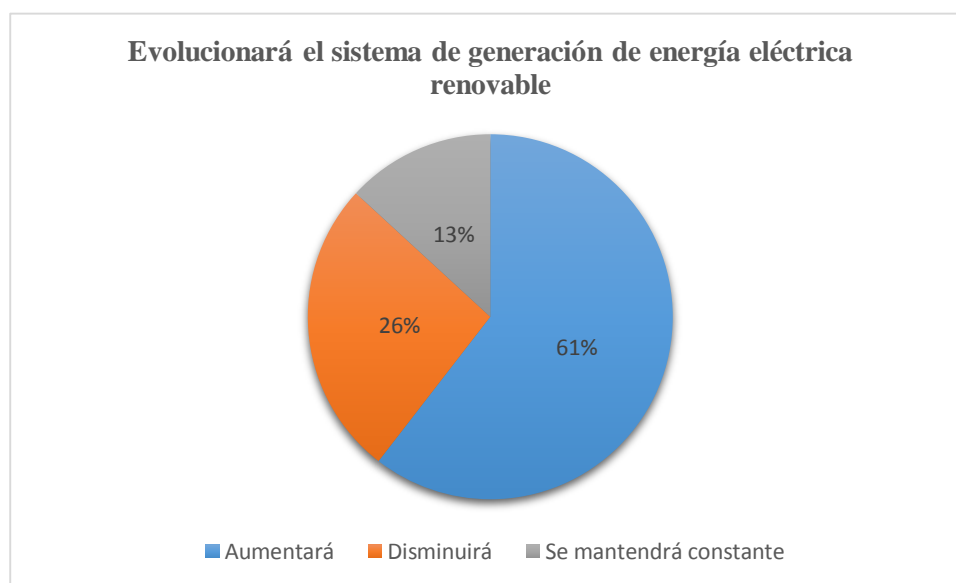


Figura 41. Evolucionará el sistema de generación de energía eléctrica renovable. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según los encuestados sobre la pregunta, ¿Cómo considera usted que evolucionará el sistema de generación de energía eléctrica renovable? el 61% dijo que aumentará el 26 % dijo que disminuirá y el 13% dijo que se mantendrá constante

13) ¿Cuántas personas viven en su hogar?

Tabla 26. Rango de personas que viven en los hogares encuestados.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
1 a 2	27	13%
3 a 5	134	65%

6 a 10	42	20%
11 a 15	2	1%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

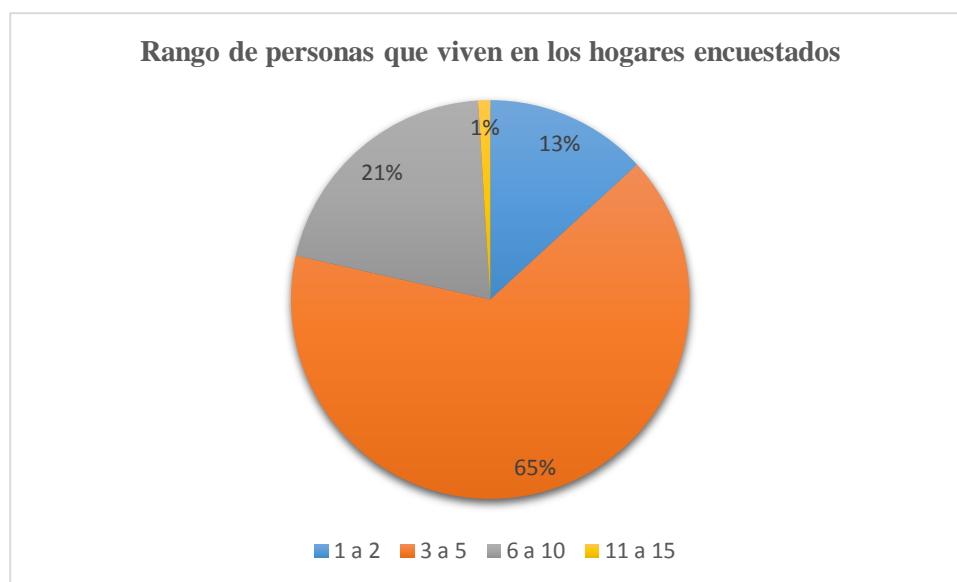


Figura 42. Rango de personas que viven en los hogares encuestados. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según la encuesta realizada sobre el Rango de personas que viven en los hogares, el 65% viven de 3 a 5 personas, el 20% viven de 6 a 10 personas, el 13% viven de 1 a 3 personas, y el 1% viven de 11 a 15 personas.

14) Genero

Tabla 27. Género de las personas encuestadas.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	117	57%
Mujer	88	43%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

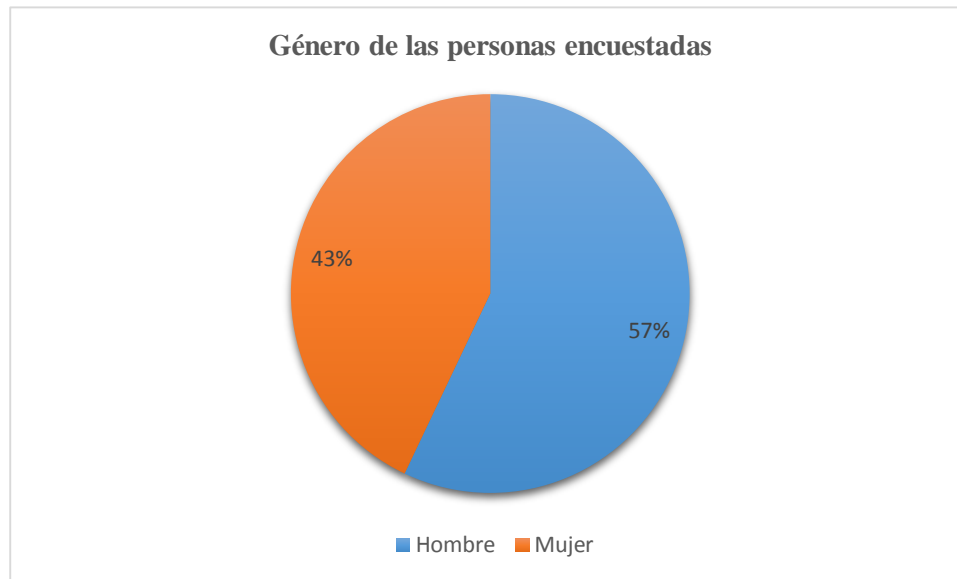


Figura 43. Género de las personas encuestadas. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según los encuestados el 57% son hombres y el 43 % son mujeres.

15) Edad.

Tabla 28. Edad de las personas encuestadas.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
20 – 29 años	149	73%
30 – 39 años	38	19%
40 – 49 años	11	5%
50 años o más	7	3%
Total	205	100%

Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

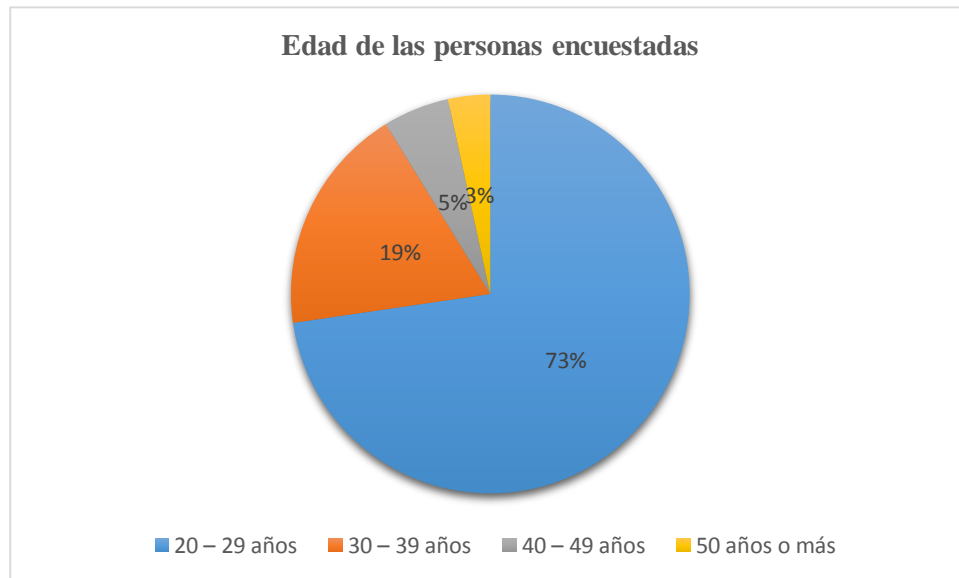


Figura 44. Edad de las personas encuestadas. Información obtenida de investigación directa. Elaborado por Daniel Sancán.

Análisis.

Según la encuesta sobre la edad de las personas, el 73% tienen entre 20 y 29 años, el 19% tienen entre 30 y 39 años, el 5% tiene entre 40 y 49 años, y el 3% tienen 50 o más.

3.23. Conclusiones

La economía mundial se enfrenta a algunos desafíos en el área del consumo de energía tradicional, provocados por el aumento impredecible de los precios de los combustibles y derivados del petróleo.

En países globalizados, a la población le empieza a desagradar el carbón o las centrales nucleares para proteger el medio ambiente y evitar la contaminación ambiental por dióxido de carbono.

Se determinó que la ciudad de Guayaquil presenta una radiación favorable siendo el mes más bajo junio pero cuyos niveles están de acuerdo al rango óptimo para la instalación, se diseñó un sistema de conexión a red fotovoltaica con almacenamiento conformado por 8 módulos solares conectados en serie con una potencia total de 3 KW. El inversor dará una potencia de 3 kW y dispone de 4 baterías de gel de 12 V 200 a/h, lo que servirá para almacenar baterías y alimentar las cargas monofásicas.

Se monitoreara el sistema por medio del software del inversor, esta aplicación permitirá guardar y registrar la información de la instalación dando preferencia a la energía solar como principal fuente energética que mantendrá cargado el sistema.

En el país es importante utilizar este tipo de fuentes de energía renovable como los paneles fotovoltaicos porque actualmente en países avanzados tecnológicamente, están al día con este tipo de energías y pueden mejorar los precios del consumo eléctrico especialmente residencial.

Asimismo, El Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER y SENACYT Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, están llevando a cabo proyectos de investigación y desarrollo sobre generación eléctrica que utilizan estas tecnologías como la fotovoltaica y la eólica para utilizar energías renovables.

Es necesario dialogar con los beneficiarios de la Coop. San Nicolás para explicarle el funcionamiento del sistema y los beneficios que tendrá este en sus viviendas y que impedirá que sigan pagando demasiado por el consumo en la planilla de luz, permitiendo ahorrar energía y evitar demasiados apagones o fallos en su residencia

3.24. Recomendaciones

El diseño del sistema de generación fotovoltaica corresponde a las necesidades energéticas de los hogares, la mayoría de los sistemas se implementaron de acuerdo con la normativa. Sin embargo, en determinados casos fue necesario, entre otras situaciones observadas, en las que, por diversas circunstancias, no se cumplieron todas las recomendaciones establecidas en la normativa (por ejemplo: ubicación de instalaciones y dispositivos eléctricos).

Es necesario que la unidad de energías renovables recopile las observaciones que cada uno de los contratistas realiza en el momento de la instalación de los sistemas fotovoltaicos para que puedan ser analizados y, en su caso, incorporados a la normativa.

Se recomienda el mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema, situación que podría afectar el funcionamiento del dispositivo. Se tiene que encontrar especialista que estén en los momentos que el sistema falle y que demore en su reparación.

Se recomienda que la unidad de energías renovables realice inspecciones y capacitaciones periódicas a los municipios y técnicos para recordarles los compromisos asumidos y que su cumplimiento redundará en la continuidad del servicio y la vida útil del sistema.

Cabe recordar que el mantenimiento mayor debe ser realizado al menos una vez al año por el personal técnico del distribuidor o delegado a un profesional especializado en la industria. De esta forma, se puede prevenir el envejecimiento prematuro de dispositivos y sistemas.

En este sentido, el mantenimiento preventivo de estos sistemas es una actividad que el comerciante no debe descuidar.

ANEXOS

Anexos 1

Data Sheet de los componentes del sistema fotovoltaico

60 CELLS
PHOTOVOLTAIC MODULE
255~275 W OUTPUT POWER



-  5 busbars cells, with efficiency up to 19.0 %.
-  With up to 275 W power and 0~3 % power output tolerance.
-  IP65 or IP67 junction box for long term weather endurance.
-  High quality aluminum frame, resisting load up to 5400 Pa and wind pressure up to 2400 Pa.
-  High transmissivity, low-iron tempered glass.

Panel solar 270 Wp. Información tomada de proviento. Elaborado por el autor

 **ECO GREEN ENERGY**

Engineering drawings



IV curves



Temperature characteristics

NOCT	43 °C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.41 %/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.31 %/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.06 %/°C

Electrical characteristics at STC*

	255 W	260 W	265 W	270 W	275 W
Power output (Pmax)	255 W	260 W	265 W	270 W	275 W
Panel efficiency	19.67 %	19.89 %	19.96 %	20.00 %	20.00 %
Maximum power voltage (Vmp)	33.77 V	33.90 V	34.16 V	34.44 V	34.75 V
Maximum power current (Imp)	8.29 A	8.41 A	8.50 A	8.58 A	8.68 A
Open circuit voltage (Voc)	37.82 V	38.05 V	38.29 V	38.45 V	38.75 V
Short circuit current (Isc)	8.76 A	8.86 A	8.95 A	9.03 A	9.11 A

*Standard test conditions
irradiance: 1000 W/m² • cell temperature: 25 °C • AM 1.5

Electrical characteristics at NOCT*

	198.94 W	199.34 W	199.94 W	200.74 W	201.44 W
Power output (Pmax)	198.94 W	199.34 W	199.94 W	200.74 W	201.44 W
Maximum power voltage (Vmp)	28.61 V	28.72 V	28.83 V	28.93 V	29.04 V
Maximum power current (Imp)	7.09 A	7.01 A	7.09 A	7.07 A	7.05 A
Open circuit voltage (Voc)	34.53 V	34.74 V	34.94 V	35.11 V	35.29 V
Short circuit current (Isc)	7.51 A	7.58 A	7.67 A	7.73 A	7.80 A

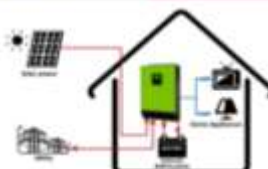
*Nominal operating cell temperature
irradiance: 800 W/m² • ambient temperature: 25 °C • AM 1.5 • wind speed: 1 m/s

Panel solar 270 Wp. Información tomada de proviento. Elaborado por el autor

Feed-in Grid inverter with Energy Storage at Good Price/Performance InfiniSolar V



- Pure sine wave output
- Self-consumption and feed-in to the grid
- Programmable supply priority for PV, Battery or Grid
- User-adjustable charging current and voltage
- Programmable multiple operation modes: Grid-tie (with battery connected), off-grid and grid-tie with backup
- Monitoring software for real-time status display and control
- Parallel operation up to 6 units only for 3K/4K/5K models



InfiniSolar V On-Grid Inverter With Energy Storage Selection Guide

MODEL	InfiniSolar V-1K-12	InfiniSolar V-2K-24	InfiniSolar V-3K-48	InfiniSolar V-4K-48	InfiniSolar V-5K-48
Max. PV Array Power	1000W	2000W	4000W	4000W	8000W
Rated Output Power	1000W	2000W	3000W	4000W	5000W
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	145 VDC	145 VDC	145 VDC	145 VDC	145 VDC
MPPT Range @ Operating Voltage	15 VDC ~ 115 VDC	30 VDC ~ 115 VDC	60 VDC ~ 115 VDC	60 VDC ~ 115 VDC	60 VDC ~ 115 VDC
MPP Tracker Number	1	1	1	1	2
GRID-TIE OPERATION					
GRID OUTPUT (AC)					
Nominal Output Voltage	220/230/240 VAC				
Output Voltage Range	184 - 264.5 VAC or 195.5 - 253 VAC (Selectable)				
Nominal Output Current	4.3 A	8.7 A	13 A	17.4 A	21.7 A
Power Factor	> 0.99				
EFFICIENCY					
Maximum Conversion Efficiency (DC/AC)	90%				
OFF-GRID, HYBRID OPERATION					
GRID INPUT					
Acceptable Input Voltage Range	90 - 280 VAC or 170 - 280 VAC				
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)				
Maximum AC Input Current	30A		40A		
BATTERY MODE OUTPUT (AC)					
Nominal Output Voltage	220/230/240 VAC				
Output Waveform	Pure sine wave				
Efficiency (DC to AC)	93%				
BATTERY & CHARGER					
Nominal DC Voltage	12 VDC	24 VDC	48 VDC	48 VDC	48 VDC
Maximum Solar Charge Current	80 A	80 A	80 A	80 A	120 A
Maximum AC Charge Current	60 A				
Maximum Charge Current	140 A	140 A	140 A	140 A	180 A
GENERAL					
PHYSICAL					
Dimension, D x W x H (mm)	100 x 300 x 440	100 x 300 x 440	120 x 295 x 468	120 x 295 x 468	190 x 295 x 483
Net Weight (kgs)	8	8	11	11	16
INTERFACE					
Parallel Function	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes
External Safety Box (Optional)	Yes				
Communication Ports	USB or RS232/Dry-Contact				
ENVIRONMENT					
Humidity	0 ~ 90% RH (Non-condensing)				
Operating Temperature	0 to 50°C				

Inversor Híbrido InfiniSolar V 3KW 48V. Información tomada de solartex. Elaborado por el autor




YINGDE AOKLY POWER CO., LTD

6GFM200G (12V/200Ah)

GENERAL FEATURES

- Longer cycle life: special paste formula, over dimensioned negative plate, optimized manufacturing process, additives for deep discharge.
- Special separators boost up the battery internal performance.
- Using oxygen recombination technology, maintenance-free and little water losing.
- ABS material: enhanced strength of the battery container. (Flame-retardant ABS is optional).
- Designed to have a lifespan of 15 years for float charging at 25°C



APPLICATIONS

- Electric tools
- Vehicle in place of walking
- Lawn mowers
- Golf trolleys and golf cart
- Power system of special network or local area network

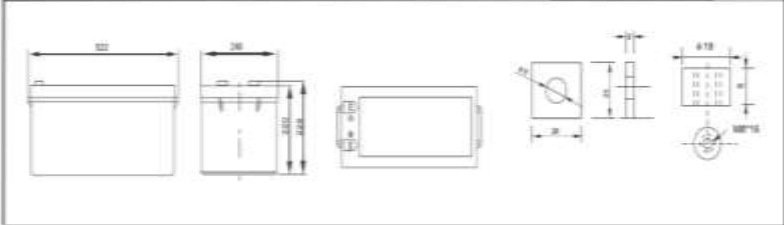
- Electric toys
- Railway and marine systems
- Fire alarms
- Solar and wind power system
- Electric wheelchairs
- Medical equipment



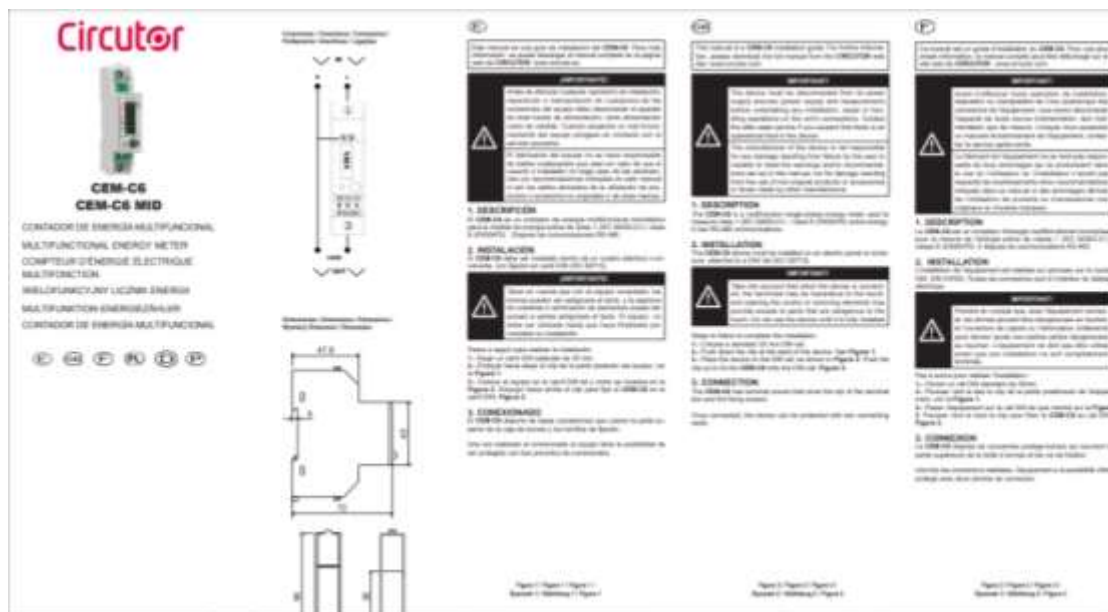
Batería 12V 200 a/h. Información tomada de solartex. Elaborado por el autor

Model	Nominal Voltage	12V		
	Rated Capacity (10Hr rate)	200Ah		
Dimensions	Length	Width	Height	Total Height
	522mm	240mm	220mm	244mm
Weight	Approx. 59.8 kgs (+/- 3%)			
Capacity @25°C (77°F)	10 Hour (20A, 10.8V)	5 Hour (34A, 10.8V)	3 Hour (50A, 10.5V)	Hour (110A, 9.6V)
	200Ah	170Ah	150Ah	110Ah
Internal Resistance	Fully charged at 25°C, approx. 2.5mΩ			
Max. Discharge current	2000A (5 Sec.)			
Capacity Affected by Temp. (20Hr)	40°C (104°F)	25°C (77°F)	0°C (32°F)	-15°C (5°F)
	112%	100%	80%	68%
Self Discharge Rate @25°C (77°F)	After 3 months Storage			
	91%	82%	After 12 months Storage:	
Charge Method	Cycle Use		Float Charging	
	14.1-14.4V (initial current less than 60A) @25°C (77°F)		13.5-13.8V@25°C (77°F)	

DIMENSIONS & TERMINALS



Batería 12V 200 a/h. Información tomada de solartex. Elaborado por el autor



CEM- C6 Medidor bidireccional. Información tomada de doc-circuito. Elaborado por el autor

Función	Rango	Resolución del Display	Exactitud
Frecuencia	40 a 69Hz	0.01Hz	±0.01Hz
Voltajes RMS monofásicos (Vrms, Vdem)	15V a 480V	0.1V	±0.5% ± 2cts
Voltaje RMS Fase-a-fase (Urms, Udem)	15V a 960V	0.1V	±0.5% ± 2cts
Componente de voltaje CD	15V a 680V	0.1V	±1% ± 5cts
Voltajes de pico monofásicos (Vpp, Vpm)	15V a 680V	0.1V	±1% ± 5cts
Voltajes de pico fase-a-fase (Upp, Upm)	15V a 1360V	0.1 V si I < 1000 V 1 V si I ≥ 1000 V	±1% ± 5cts
Sensores de corriente (Arms, Adem)	Inom/1000 a 1.2 Inom	0.1 A si I < 1000 A 1 A si I ≥ 1000 A	±0.5% ± 2cts
AmpFlex® (Arms, Adem)	10A a 6500A	0.1 A si I < 1000 A 1 A si I ≥ 1000 A	±0.5% ± 1A
Corriente CD (MR193)	1A a 1400A	0.1 A si I < 1000 A 1 A si I ≥ 1000 A	±(1% + 1A)
Corriente de pico (App, Apm)	0 a 1.7 x Inom	0.1 A si I < 1000 A 1 A si I ≥ 1000 A	±(1% + 1A)
Corriente de pico (AmpFlex®)	10 a 9190A	0.1 A si I < 1000 A 1 A si I ≥ 1000 A	±(1% + 1A)
Factor de Cresta (Vcf, Ucf, Acf)	1.00 a 9.99	0.01	±1% ± 2cts
Potencia Real (W) Tenaza y AmpFlex® Tenaza AmpFlex®	0W a 9999kW Cos φ ≥ 0.8 Cos φ 0.2 a < 0.8 Cos φ 0.5 a < 0.8	4 dígitos (10000cuentas)	±1% ± 1ct ±1.5% ± 10cts ±1.5% ± 10cts
Potencia Reactiva (VAR) Tenaza y AmpFlex® Tenaza AmpFlex®	0W a 9999kW Sin Φ ≥ 0.5 Cos φ 0.2 a < 0.8 Cos φ 0.5 a < 0.8	4 dígitos (10000cuentas)	±1% ± 1ct ±1.5% ± 10cts ±1.5% ± 10cts
Potencia Aparente (VA)	0VA a 9999kVA	4 dígitos	±1% ± 1ct
Factor de Potencia (PF, DPF)	-1.000 a 1.000 Cos φ ≥ 0.5 Cos φ 0.2 a < 0.5	0.001	±1.5% ± 1ct ±1.5% ± 1ct
Tangente (Tan) de VA ≥ 50VA	-32.76 a 32.76	0.001 Tan φ < 10 0.01 Tan φ < 10	±1° en φ ±1° en φ
Energía Activa (Wh) Tenaza y AmpFlex® Tenaza AmpFlex®	0Wh to 9999MWh Cos φ ≥ 0.8 Cos φ 0.2 a < 0.8 Cos φ 0.5 a < 0.8	4 dígitos (10000cuentas)	±1% ± 1ct ±1.5% ± 1ct ±1.5% ± 1ct
Energía Reactiva (VARh) Tenaza	0VARh a 9999MVARh Sin Φ ≥ 0.5 Sin Φ 0.2 a < 0.5	4 dígitos	±1.5% ± 1ct ±2.5% ± 1ct
Energía Reactiva (VARh) AmpFlex®	0VARh a 9999MVARh Sin Φ ≥ 0.5 Sin Φ 0.2 a < 0.5	4 dígitos	±1.5% ± 1ct ±2.5% ± 1ct

Especificaciones eléctricas AEMC 3945-B. Información tomada de AEMC instruments. Elaborado por el autor

Anexos 2

Tabla de consumo promedio mensual de los habitantes de la Cooperativa San Nicolás

Cálculos del sistema híbrido dentro de la vivienda.

ENERGIA TOTAL						
EQUIPOS	Cantidad	Consumo C/u (W)	Consumo Gral (W)	Uso diario (h/día)	Consumo Máximo,CT (Wh/día)	voltaje de aparato
focos	10,00	15,00	150,00	7,00	1050,00	110,00
cargadores de celular	2,00	33,00	66,00	4,00	264,00	110,00
plancha electrica	1,00	600,00	600,00	1,00	600,00	110,00
ventilador	1,00	60,00	60,00	2,00	120,00	110,00
parlante	1,00	500,00	500,00	1,00	500,00	110,00
laptop	1,00	720,00	720,00	3,00	2160,00	110,00
tv 32"	2,00	170,00	340,00	2,00	680,00	110,00
refrigeradora	1,00	300,00	300,00	10,00	3000,00	110,00
Energía Total					8374,00	

Consumo general

Se calcula en base a la cantidad de aparatos electrónicos por el consumo que ellos requieren

$$c = \text{cantidad} * \text{consumo } c/u$$

Consumo máximo al día

Se calcula en base a la cantidad de aparatos electrónicos por el consumo que ellos requieren por el uso en horas que se les vaya a dar.

$$c = \text{cantidad} * \text{consumo} \frac{c}{u} * \text{uso diario}$$

En el valor de energía total vemos un aproximado de consumos diario de aparatos eléctricos por parte de la vivienda tipo b en el cual muestra un consumo de 8.374kw por día, cabe recalcar que esto puede variar dependiendo del uso de los equipos electrónicos.

Dado que nuestra hsp nos da unas 4.67 horas y durante esas horas el sistema de paneles fotovoltaico nos suministra una potencia de 2.1914kwp al día, entonces podemos decir que hemos ahorrado un 26% de energía eléctrica de la red pública teniendo en cuenta que ahora solo hay que pagar el 6.1826kw

Estos datos se verán reflejado o mostrados de manera precisa por el medidor bidireccional ya que él cuenta con un software que crea los detalles sobre el consumo y el envío de potencia.

3) ¿Cuál es el valor de la planilla del consumo eléctrico que paga mensualmente en su vivienda? *

- ☐ Entre \$5 y \$9
- ☐ Entre \$10 y \$19
- ☐ Entre \$20 y \$39
- ☐ Entre \$40 y \$79
- ☐ Entre \$80 y \$120

4) ¿Usted considera que con la inversión de paneles solares fotovoltaicos se disminuirá parcialmente el pago mensual de la planilla de consumo eléctrico en su vivienda? *

	SI	NO
Considero que pagaría menos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Considero que pagaría lo mismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Considero que pagaría la mitad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5) ¿Cuán de acuerdo estaría usted que al tener instalado un sistema de paneles solares en su vivienda, exista una compensación por parte de la empresa eléctrica como incentivo? *

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

6) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de paneles solares fotovoltaicos sin incluir la instalación? *

- ☐ Entre \$500 y \$850
- ☐ Entre \$851 y \$1.500
- ☐ Entre \$1.501 y \$2.000
- ☐ Entre \$2.001 y \$3.000
- ☐ Entre \$3.001 y \$5.000

7) ¿En qué tiempo le gustaría a usted recuperar la inversión de los paneles solares fotovoltaicos instalados en su vivienda? *

- ☐ 1 Año
- ☐ 3 Año
- ☐ 5 Año
- ☐ 8 Año

8) ¿En cuál de estos aparatos le gustaría a usted que se utilice la carga eléctrica de un sistema de generación solar fotovoltaico? *

- ☐ Una cámara digital
- ☐ Laptop
- ☐ Batidora de mano
- ☐ Televisor
- ☐ Taladro
- ☐ Aspiradora
- ☐ Otra...

9) ¿Conoce o ha escuchado de alguna empresa que ofrezca servicios de instalación, mantenimiento y venta de los sistemas de generación fotovoltaicos para viviendas? *

- ☐ Sí
- ☐ No

10) ¿A través de qué medios de comunicación le gustaría recibir información detallada sobre los sistemas de paneles solares fotovoltaicos? *

- ☐ Internet
- ☐ Televisión
- ☐ Correo
- ☐ Medios impresos
- ☐ Conferencias
- ☐ Seminarios
- ☐ Talleres
- ☐ Otra...

11) ¿Cree usted que los paneles solares fotovoltaicos reemplazarán a futuro la energía eléctrica convencional? *

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

12) ¿Cómo considera usted que evolucionará el sistema de generación de energía eléctrica renovable (Energías verdes/limpias)? *

- ☐ Aumentará
- ☐ Disminuirá
- ☐ Se mantendrá constante

13) ¿Cuántas personas viven en su hogar? *

- ☐ 1 a 2
- ☐ 3 a 5
- ☐ 6 a 10
- ☐ 11 a 15

14) Genero

*

☐ Hombre

☐ Mujer

15) Edad

*

☐ 20 – 29 años

☐ 30 – 39 años

☐ 40 – 49 años

☐ 50 años o más

Bibliografía

QKSOL Energy. (2016). Autoconsumo fotovoltaico con baterías: diferencias entre inversores híbridos On-Grid e inversores cargadores Off-Grid. QKSOL - Energy Solutions, de: <https://qksol.com/diferencias-entre-inversores-hibridos-y-inversores-cargadores/>

Exo Energy. (2019). Sistema Combinado: Híbrido, de: <http://www.exoenergy.com.ar/soluciones/>

Geoportal CNEL EP (2021). Sistema de distribución de red eléctrica del país, de <https://geoportal.cnelep.gob.ec/cnel/>

Conelec 07/2008, 23 de julio del 2008 de. Procedimientos para presentar, calificar y aprobar los proyectos FERUM.

Autosolar (2021). Tienda solar fotovoltaica, de <https://autosolar.es/>

Zhang, Y., Campana, P. E., Lundblad, A., & Yan, J. (2017). Comparative study of hydrogen storage and battery storage in grid connected photovoltaic system: Storage sizing and rule-based operation. Applied Energy, 201, 397–411, de: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.123>

Solartex. (2019). Baterías de Ciclo Profundo, de: <https://www.renova-energia.com/productos/baterias-de-ciclo-profundo/>

Proviento (2020). Panel Solar 270Wp /30VDC Policristalino 60 células, de <https://proviento.com.ec/>

Agencia de regulación y control de electricidad (2020). Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano. Pág. 11.

Gstriatum. (2014). Tipos de Paneles Solares – Ventajas y Desventajas, de: <https://gstriatum.com/2014/07/24/tipos-de-paneles-solares-ventajas-y-desventajas/>

Orellana, I., & Quimis, G. (2015). Dimensionamiento de una instalación fotovoltaica de generación distribuida aislada de la red para autoconsumo con sistema de almacenamiento en una vivienda unifamiliar en la provincia del guayas y análisis de viabilidad 127 técnica y económica. De: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89132/D-84593.pdf>

QKSOL Energy. (2016). AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO CON BATERÍAS: DIFERENCIAS ENTRE INVERSORES HÍBRIDOS On-Grid E INVERSORES

CARGADORES Off-Grid. QKSOL - Energy Solutions, de: <https://qksol.com/diferencias-entre-inversores-hibridos-y-inversores-cargadores/>

Quetzal Ingeniería. (2016, Junio 7). 3 clases de instalaciones fotovoltaicas con baterías. Quetzal Ingeniería, de: <https://www.quetzalingenieria.es/3-clases-de-instalaciones-fotovoltaicas-con-baterias/>

Raboso. (Noviembre de 2012). Diseño de un sistema Fotovoltaico para alimentar una potabilizadora desalinizadora autónoma, de: https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2508/0447_Raboso.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Renlux-paneles-fv.pdf. (s/f), de <https://www.utpl.edu.ec/jorgeluisjaramillo/wp-content/uploads/2010/06/renlux-paneles-fv.pdf>

Renova Energía. (2019). Baterías de Ciclo Profundo, de: <https://www.renova-energia.com/productos/baterias-de-ciclo-profundo/>

Rodríguez, I. B., & Achedad, P. C. (2016). Optimización de sistemas de generación distribuida de energía eléctrica con almacenamiento para pequeños consumidores mediante algoritmo PSO. 153.