



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
TESIS DE GRADO

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DE PANELES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS DE 500W, DIRIGIDA A UNA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS , EN EL SECTOR DE ALAQUEZ CANTÓN LATACUNGA EN EL PERIODO 2015”.

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.

Autores:

Arias Tonato Cristian Armando

Rodríguez Panchana Cristian Eduardo

Director:

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina

LATACUNGA – ECUADOR

2016



FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- Arias Tonato Cristian Armando
- Rodríguez Panchana Cristian Eduardo

Con la tesis, cuyo título es:

“IMPLEMENTACIÓN DE PANELES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS DE 500W, DIRIGIDA A UNA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS, EN EL SECTOR DE ALAQUEZ CANTÓN LATACUNGA EN EL PERIODO 2015.”

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 21 de marzo del 2016

Para constancia firman:



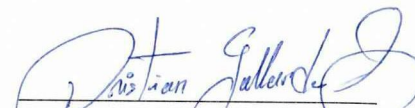
Ing. Alvaro Mullo
PRESIDENTE



Dr. Galo Terán
MIEMBRO



Ing. Carlos Espinel
OPOSITOR



Ing. Cristian Gallardo
TUTOR (DIRECTOR)



AUTORÍA

La presente investigación se ha realizado con la mayor disciplina posible, es por eso que nosotros **Arias Tonato Cristian Armando con C.I. 0503633141** y **Rodríguez Panchana Cristian Eduardo con C.I. 1719658633** declaramos ser los actores intelectuales del presente trabajo de tesis, plasmando en este documento todo nuestro esfuerzo y dedicación para poder cumplir los objetivos propuestos exitosamente. Por la presente se cede los derechos intelectuales a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, con fines netamente académicos o de investigación.

Atentamente.


Arias Tonato Cristian Armando

C.I. 0503633141


Rodríguez Panchana Cristian Eduardo

C.I. 1719658633



AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián en calidad de Director de Tesis y cumpliendo con lo expuesto en el capítulo IV, Art. 9, literal f: del reglamento de graduación en nivel de pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

INFORMO QUÉ: el grupo de postulantes conformado por los Sres. Arias Tonato Cristian Armando y Rodríguez Panchana Cristian Eduardo, egresados de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; han desarrollado su trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica con el tema:

“IMPLEMENTACIÓN DE PANELES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS DE 500W, DIRIGIDA A UNA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS , EN EL SECTOR DE ALAQUEZ CANTÓN LATACUNGA EN EL PERIODO 2015”.

En virtud de lo antes expuesto considero que los egresados se encuentran habilitados para presentarse al acto de la defensa de tesis.

Latacunga, 23 de Marzo del 2016


Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián
DIRECTOR DE TESIS



AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO DE TESIS

Yo, Lic. MsC. Susana Pallasco en calidad de Asesor Metodológico de Tesis y cumpliendo con lo expuesto en el capítulo IV, Art. 9, literal f: del reglamento de graduación en nivel de pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

INFORMO QUÉ: el grupo de postulantes conformado por los Sres. Arias Tonato Cristian Armando y Rodríguez Panchana Cristian Eduardo, egresados de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; han desarrollado su trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica con el tema:

“IMPLEMENTACIÓN DE PANELES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS DE 500W, DIRIGIDA A UNA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS , EN EL SECTOR DE ALAQUEZ CANTÓN LATACUNGA EN EL PERIODO 2015”.En virtud de lo antes expuesto considero que los egresados se encuentran habilitados para presentarse al acto de la defensa de tesis.

Latacunga, 23 de Marzo del 2016

Lic. MsC. Susana Pallasco

ASESOR METODOLOGICO

CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de coordinador de la carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico que mediante la Tesis, con el tema:

“IMPLEMENTACIÓN DE PANELES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS DE 500W, DIRIGIDA A UNA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS , EN EL SECTOR DE ALAQUEZ CANTÓN LATACUNGA EN EL PERIODO 2015”.

Los señores Cristian Eduardo Rodríguez Panchana y Cristian Armando Arias Tonato de la carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi realizan la implementación de paneles de generación fotovoltaicos de 500w, dirigida a una familia de bajos recursos económicos en una vivienda ubicada en barrio Chaguana Bajo de la Provincia de Cotopaxi Cantón Latacunga.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados hacer uso del presente en forma que estimen conveniente a sus intereses, siempre y cuando se use de forma legal.

Latacunga, 23 de Marzo del 2016



Sr. Eduardo C. Moreno R.
C.I. 050139393-8

PROPIETARIO DE LA VIVIENDA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir y brindarme la sabiduría necesaria para poder llegar a alcanzar mis metas ya que sin su fortaleza y bondad no hubiese podido llegar a ninguno de mis objetivos planteados.

A mí amada esposa le estoy agradecido infinitamente ya que sin su valiosa compañía y entereza me ha brindado su apoyo incondicionalmente en las buenas y en las malas, siendo uno de los pilares más importantes en mi vida, gracias por entenderme y apoyarme amorosamente en todas las facetas de mi vida estudiantil.

A mis hijos Cristopher y Sheyla que son el motor en mi vida, estos dos preciosos angelitos han alegrado mi vida, sembrando en mí la fuerza constante de superación para así cumplir mis metas y ser un ejemplo primordial en sus vidas.

Les agradezco a mis padres y a mis hermanos infinitamente por confiar siempre en mí y brindarme todo ese apoyo moral que un hijo y hermano necesita pese a todas las circunstancias adversas que se han presentado a lo largo de nuestras vidas.

A mis suegros cuñados y familia en general les agradezco por tener fe en mí y darme ese apoyo incondicional, siendo eso lo más importante para que dentro de mí se hayan plasmado valores de unión, colaboración y respeto.

Y como no agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi quien me abrió sus puertas y me acogió como uno más de sus hijos, A todos mis profesores, compañeros y amigos que aportaron con ideas, consejos, experiencias, comentarios y apoyo moral e hicieron posible el desarrollo y culminación de este proyecto.

Cristian Eduardo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por haberme dado mucha paciencia y sabiduría para poder llegar a mi meta trazada.

En especial agradezco a mi Virgencita SANTA ANITA, quien fue una de mis mayores inspiraciones para llegar a cumplir mi sueño tan anhelado de ser un profesional.

A Mis padres que siempre estuvieron ahí conmigo en las buenas y en las malas y nunca dejaron de alentarme y apoyarme en todo lo que necesitaba. A mis queridos hermanos que de igual manera siempre me apoyaron con esas palabras maravillosas.

A mis cuñados Walter y Ximena que me apoyaron siempre y nunca dejaron de darme consejos de aliento, de igual manera un agradecimiento muy profundo a mis amigos que siempre me acompañaron en todo este proceso de mi vida Universitaria.

Mi agradecimiento sincero y profundo a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme acogido en su alma mater, y al Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina quien hizo posible de que este proyecto se realice.

Cristian Armando

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir y brindarme la sabiduría necesaria para poder alcanzar mis metas.

A mi Esposa Paulina Velasco por brindarme su amor y apoyo incondicional a lo largo de nuestra maravillosa vida juntos.

A mis Hijos Cristopher y Sheyla por ser esos pequeños angelitos que con su tierna compañía me inspiran valor y confianza en mi camino a la excelencia.

A mis padres César y Narcisa que con su apoyo moral y sus valores inculcados en mi han forjado un gran hombre.

A mis Hermanos Rafael Y Cesitar por ser un motivo más en mi vida de superación para poder ayudarlos en un futuro cercano.

A mis Suegros Arturo y Leonor por ayudarme en todo lo que estaba a su alcance y por la confianza brindada en mí.

A mis Cuñados Y familia por creer en mí y ser ese mural que toda persona necesita muchas gracias.

Cristian Eduardo

DEDICATORIA

Con todo el cariño y amor del mundo dedico esta tesis de grado a mis padres Jorge Armando Arias Vega y Elsa Mercedes Tonato Quispe, quienes fueron un pilar fundamental en mi vida que me aconsejaron, me apoyaron y me ayudaron a cumplir mi sueño

A mis queridos hermanos Sandra y Geovanny, quienes siempre estaban pendiente de mis estudios y que con sus palabras de aliento me motivaron a seguir luchando por cumplir mi meta.

Gracias a toda mi familia y amigos que depositaron su confianza en mí. En especial a mis queridos padres.

Cristian Armando

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Autoría	ii
Aval De Director De Tesis.....	iii
Aval Del Asesor Metodológico De Tesis	iv
Certificado De Implementación	v
Propietario De La Vivienda	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria	viii
Indice De Contenidos.....	x
Resumen.....	xvi
Abstract	xvii
Introducción	xvi

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 La Energía	2
1.2.1 Tipos De Energía.....	3
1.2.2 Tipos De Energías No Renovables	3
1.2.3 Tipos De Energías Renovables	5
1.3 Energía Solar.....	7
1.3.1 El Recurso Solar.....	7
1.3.2 Constante Solar	8
1.3.3 Radiación Terrestre	8
1.3.4 La Radiación Solar En La Superficie Terrestre	9
1.3.5 Tipos De Radiación Solar frecuentes.....	9
1.3.6 Tipos De Radiación Solar	11
1.3.7 Trayectoria Solar.....	13
1.3.8 Orientación E Inclinación	13
1.3.9 Captación Solar	14
1.4 Energía Fotovoltaica	15
1.4.1 Aplicaciones De La Energía Fotovoltaica.....	16
1.4.2 Ventajas Y Desventajas De La Energía Solar Fotovoltaica.....	16
1.5 Paneles Fotovoltaicos.....	17

1.5.1 Evolución Histórica.....	17
1.5.2 Operación De Un Sistema Solar Fotovoltaico	18
1.6 Componentes De Un Sistema Solar Fotovoltaico	20
1.6.1 Paneles Solares.....	20
1.6.2 Desempeño Del Panel	21
1.6.3 Temperatura Del Panel.....	22
1.6.4 Clasificación De Los Paneles Fotovoltaicos	23
1.7 Inversor De Carga	24
1.7.1 Tipos De Inversores	25
1.7.2 Inversores De Onda Cuadrada	26
1.7.3 Inversores De Onda Cuadrada Modificada.....	26
1.7.4 Inversores De Onda Sinusoidal	26
1.7.5 Inversores Autónomos	27
1.8 Regulador De Carga.....	27
1.8.1 Tipos De Reguladores De Carga.....	28
1.9 Baterías Y Sistemas Acumuladores Solares	30
1.9.1 Batería Solar.....	32
1.9.2 Profundidad De Descarga	32
1.9.3 Auto Descarga.....	33
1.9.4 Modelos De Baterías Solares	33
1.9.5 Eficiencia.....	34
1.10 Bancos De Baterías	34

CAPITULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1 Estudio Geográfico Del Lugar A Instalar El Sistema Solar.....	38
2.1.1 Localización Del Proyecto.	38
2.2 Diseño Metodológico	39
2.2.1 Investigación Experimental.....	39
2.2.2 Métodos De Investigación	40
2.2.3 Técnicas De Investigación	41
2.2.4 Instrumentos De La Investigación	42
2.2.5 Estudio De La Irradiación Solar.....	43

2.2.6 Instrumentos De Medición.....	44
2.3 Población, Universo Y Muestra.....	47
2.4 Análisis E Interpretación De Resultados.....	48
2.4.1 Recolección De La Información.....	48
2.5 Verificación De La Hipótesis.....	53
2.5.1 Enunciado.....	53
2.5.2 Hipótesis Nula.....	53
2.5.3.Comprobación De La Hipótesis.....	53

CAPITULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Tema.....	55
3.2 Presentación.....	56
3.3 Justificación.....	56
3.4 Objetivos.....	57
3.4.1 Objetivo General.....	57
3.4.2 Objetivos Específicos.....	58
3.5 Análisis De Factibilidad.....	58
3.5.1 Factibilidad Técnica.....	58
3.5.2 Factibilidad Económica.....	59
3.5.3 Factibilidad Operacional.....	66
3.6 Desarrollo De La Propuesta.....	66
3.7 Dimensionamiento De Los Calculos Para El Sistema Solar.....	67
3.7.1 Dimensionamiento De Las Baterías.....	69
3.7.2 Dimensionamiento Del Número De Paneles.....	70
3.7.3 Dimensionamiento Del Regulador De Carga.....	71
3.7.4 Dimensionamiento Del Inversor.....	72
3.8 Dimensionamiento De Protecciones Del Sistema Fotovoltaico.....	73
3.9 Sistema De Posicionamiento Solar En Tiempo Real.....	76
3.9.1 Elementos Que Intervienen En El Sistema De Posicionamiento Solar En Tiempo Real.....	78
3.9.2 Elementos Que Intervienen En La Parte Mecánica Del Sistema De Posicionamiento.....	81
3.10 Analisis De Cargabilidad Del Sistema.....	82

3.10.1 Consumo Energético De La Vivienda.....	82
3.10.2 Medición De Los Paneles A Plena Carga	83
Conclusiones	86
Recomendaciones.....	87
Bibliografía:	88
Glosario De Términos	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Distribución Espectral De Radiación.....	10
Figura 1. 2 Componentes De La Radiación Solar Terrestre Total.....	13
Figura 1. 3 Sistema Solar	14
Figura 1. 4 Principio De Funcionamiento	19
Figura 1. 5 Diferencia De Potencial	20
Figura 1. 6 Curva Del Módulo	21
Figura 1. 7 Efecto De La Temperatura.....	23
Figura 1. 8 Inversor De Carga.....	25
Figura 1. 9 Regulador De Carga	28
Figura 1. 10 Esquema De Un Regulador Shunt.	29
Figura 1. 11 Regulador De Carga Serie	30
Figura 1. 12 Sistemas Acumuladores.....	32
Figura 1. 13 Configuración En Serie	35
Figura 1. 14 Configuración En Paralelo.....	36
Figura 1. 15 Conexión Serie Paralelo De Baterías.....	37
Figura 2.1 Irradiación Solar Mensual	44
Figura 2.2 Toma De Datos (Gps).....	45
Figura 2.3 Piranometro	46
Figura 2.4 Mediciones Con El Amperímetro.....	46
Figura 2.5 Voltímetro.....	47
Figura 2. 6 Representación Gráfica De La Pregunta N.-1	49
Figura 2. 7 Representación Gráfica De La Pregunta N.-2	50
Figura 2. 8 Representación Gráfica De La Pregunta N.-3	51
Figura 2. 9 Representación Gráfica De La Pregunta N.-4	52

Figura 3. 1 Representación Gráfica Del Tir	64
Figura 3. 2 Banco De Baterías Ritar Ra 6-200d (6v200).....	70
Figura 3. 3 Paneles Policristalinos De 250 W.....	71
Figura 3. 4 Regulador De Carga Solar Cml20	72
Figura 3. 5 Inversor Phoenix 24v/800w.....	72
Figura 3. 6 Sistema De Posicionamiento	77
Figura 3. 7 Sistema De Control Con Reloj En Tiempo Real	77
Figura 3. 8 Relé.....	78
Figura 3. 9 Motor Paso A Paso	79
Figura 3. 10 Display.....	79
Figura 3. 11 Oscilador.....	80
Figura 3. 12 Regulador.....	80
Figura 3. 13 Tubo Perfil Rectangular.....	81
Figura 3. 14 Chumaceras De 25.4 Mm	82
Figura 3. 15 Eje De Acero 25.4 Mm.....	82
Figura 3. 16 Medición De Voltaje En Los Paneles Solares	84
Figura 3. 17 Medición De Voltaje En El Sistema De Distribución Eléctrica De La Vivienda.....	85
Figura 3. 18 Medición De Corriente En El Sistema De Inversión Eléctrica De La Vivienda.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Nivel Del Voltaje Del Módulo Fotovoltaico	31
Tabla 2.1 Irradiación Solar Mensual.....	44
Tabla 2.2 Datos Obtenidos En Alaquez.....	45
Tabla 2. 3 Población Involucrada	47
Tabla 2. 4 Resumen Pregunta N.-1	49
Tabla 2. 5 Resumen Pregunta N.-2	50
Tabla 2. 6 Resumen Pregunta N.-3	51
Tabla 2. 7 Resumen Pregunta N.-4	52
Tabla 2. 8 Tabla General De Frecuencia Y Porcentaje.....	53
Tabla 3. 1 Tabla Comparativa De Energías Alternativas.....	59

Tabla 3. 2 Tabla De Cálculos Del Van Realizados En El Programa Excel.	61
Tabla 3. 3 Tabla De Criterios Del Van.	62
Tabla 3. 4 Tabla De Cálculos De La Tir Realizados En El Programa Excel.	63
Tabla 3. 5 Tabla De Criterios De La Tir.	64
Tabla 3. 6 Proforma De Materiales Para Instalación Fotovoltaicos.....	65
Tabla 3. 7 Presupuesto De Una Red Convencional	65
Tabla 3. 8 Consumo De Energía	69



TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE PANELES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS DE 500W, DIRIGIDA A UNA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS , EN EL SECTOR DE ALAQUEZ CANTÓN LATACUNGA EN EL PERIODO 2015”.

AUTORES:

- Arias Tonato Cristian Armando
- Rodríguez Panchana Cristian Eduardo

RESUMEN

El proyecto se refiere a la implementación de paneles fotovoltaicos, y tiene como finalidad aprovechar el recurso solar, ya que ayudara a satisfacer las necesidades eléctricas unifamiliares.

Este tipo de sistema es eficiente en zonas despejadas ya que proporciona en condiciones ideales un rendimiento de captación entre el 12% y 17% aprovechando al máximo la radiación solar. Por lo que cada panel aporta con 25 V y una Corriente Nominal de 7.5 A, obteniendo una potencia generada de 188 W, satisfaciendo así la demanda energética. Manteniendo una eficiencia de consumo del 75% de acuerdo a las condiciones de fábrica.

Con la implementación de este sistema fotovoltaico se obtuvo una red eléctrica sustentable que cumple con los parámetros eléctricos necesarios para el funcionamiento, manteniendo el sistema en condiciones estables aun voltaje de 117 V en corriente alterna y un corriente de 4 A con capacidad de satisfacer una demanda de 468 W en la vivienda.

DESCRIPTORES: Recurso solar, Rendimiento Energético, Sistema Fotovoltaico



TOPIC: "IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC GENERATION PANELS OF 500W, ADDRESSED TO A FAMILY OF LOW FINANCIAL RESOURCES, IN THE AREA FROM ALAQUEZ, LATACUNGA CANTON IN THE ACADEMIC YEAR 2015"

AUTHORS:

- Arias Tonato Cristian Armando
- Rodríguez Panchana Cristian Eduardo

ABSTRACT

The research has the implementation of photovoltaic panels, and its purpose is to take advantage of renewable resources like the sun, as it helps to meet the electricity needs detached.

This type of system is efficient in open areas because it provides ideal conditions performance capture between 12% and 17% taking full advantage of solar radiation. So each panel provides 25 V and a rated current of 7.5 A, obtaining a power output of 188 W, satisfying energy demand. Maintaining fuel efficiency of 75% according to factory conditions.

With the implementation of this photovoltaic system a sustainable power grid that meets the electrical parameters necessary for the operation, keeping the system stable conditions even voltage of 117 V in alternating current and a current of 4 A with capacity to meet demand it was obtained 468 W housing.

DESCRIPTORS: Solar Resource, Energy Efficiency, Photovoltaic System



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores **Arias Tonato Cristian Armando** y **Rodríguez Panchana Cristian Eduardo** Egresado de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas en la Carrera de Electromecánica : cuyo título versa **“IMPLEMENTACIÓN DE PANELES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS DE 500W, DIRIGIDA A UNA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS , EN EL SECTOR DE ALAQUEZ CANTÓN LATACUNGA EN EL PERIODO 2015”**.lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Marzo 23 2016

Atentamente,

Lic. M. Sc. Sonia Jimena Castro Bungacho

DOCENTE CARRERA DE INGLÉS

C.C. **050197472**

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la sociedad tiene un gran desarrollo gracias al aporte de la energía eléctrica renovable en concreto la energía solar. La cual en la actualidad tienen como objetivo aprovechar al máximo la radiación solar, convirtiéndose en un sistema eléctrico renovable e inagotable.

Según los avances tecnológicos se puede obtener de energías renovables la generación eléctrica, la cual es necesaria e indispensable para el desarrollo de los seres humanos, dejando de depender del caudal que necesitan las centrales hidroeléctricas o la quema de combustible de las centrales térmicas, obteniendo mejores resultados por medio de factores ambientales en este caso la energía solar.

Es por eso que se busca la forma de aprovechar la radiación solar, para así poder eliminar el consumo de energía eléctrica convencional, ya que la familia que va hacer beneficiada no cuenta con los recursos para obtener energía mediante una red eléctrica. Por lo que esta energía renovable aportara con la demanda eléctrica de su vivienda sin tener que pagar mensualmente una planilla de consumo.

La presente investigación tiene como fin demostrar el principio de generación eléctrica mediante el aprovechamiento de los recursos naturales, para nuestro caso el recurso solar, el cual será plasmado en la implementación de un sistema fotovoltaico

A continuación se detallan los tres capítulos que conforman el tema de investigación.

CAPITULO I: En este capítulo se detalla la fundamentación teórica, conceptos básicos de un sistema fotovoltaico y los componentes que interviene en el sistema, además se detalla los tipos de radiaciones y explica minuciosamente el funcionamiento de cada uno de los elementos como los paneles solares, el regulador de carga, el inversor y el banco de baterías con sus debidas configuraciones sean estos en serie o paralelo.

CAPITULO II: Describe los métodos y técnicas utilizadas para el análisis e interpretación de resultados de los datos obtenidos en el cuestionario y entrevistas aplicados a los usuarios lo que permite establecer la factibilidad del sistema solar gracias a la verificación de la hipótesis mediante la recopilación de datos establecidos de los instrumentos de investigación.

CAPITULO III: En este capítulo se detalla las tablas de datos de radiación solar previo al análisis de potencial para la implementación del sistema fotovoltaico así como la selección de dispositivos y elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos, el detalle económico del tiempo de estudio y de la implementación de los equipos así como el análisis de factibilidad técnica de distintas formas de generación eléctrica y la comparación de costos entre la implementación de energía solar vs. La energía eléctrica convencional.

CAPITULO I

1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se realizara un estudio de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos ya que es un tema que ha tomado fuerza en Ecuador, esto como consecuencia del desarrollo e incentivos para nuevas fuentes de energías limpias.

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

M. Sc. Ing. Carlos Orbegozo & Ing. Roberto Arivilca (2010) ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Manual Técnico Para Instalaciones Domiciliarias manifiesta que:

“Es la energía radiante es producida en el Sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en paquetes de energía llamados fotones (luz), que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres”

Sin la presencia del sol no existiría vida en la tierra. El planeta sería demasiado frío, no crecerían las plantas ni habría vida alguna, excepto algunas bacterias. Todos nuestros recursos energéticos provienen indirectamente del sol. Los combustibles fósiles son plantas y árboles muy antiguos, que crecieron gracias a la luz solar y han sido comprimidos durante millones de años

Julieta C. Schallenberg Rodríguez & Gonzalo Piernavieja Izquierdo Primera edición, abril 2008 ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA manifiesta que:

“La energía es la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo: trabajo mecánico, emisión de luz, generación de calor”

La energía puede manifestarse de distintas formas: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, nuclear, radiante, etc., existiendo la posibilidad de que se transformen entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación de la energía.

1.2 LA ENERGÍA

Según, BLIGOO. Concepto De La Energía, Disponible en Web: <http://energia.bligoo.com.co/concepto-energia#.VIBtLF6Kao4> [Consulta: 21 de Noviembre del 2015].

La Energía se conoce como la capacidad de un sistema físico para realizar trabajo. La materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella. La radiación electromagnética posee energía que depende de su frecuencia y, por tanto, de su longitud de onda. Esta energía se comunica a la materia cuando absorbe radiación y se recibe de la materia cuando emite radiación. La energía asociada al movimiento se conoce como energía cinética, mientras que la relacionada con la posición es la energía potencial.

El concepto de energía está relacionado con la capacidad de poner en movimiento o transformar algo. En el ámbito económico y tecnológico, la energía hace referencia a un recurso natural y los elementos asociados que permiten hacer un uso industrial del mismo.

Una ley fundamental enuncia que “la energía no se crea ni se destruye, únicamente se transforma”.

1.2.1 Tipos de Energía

- **Energía potencial**

Energía almacenada que posee un sistema como resultado de las posiciones relativas de sus componentes. La energía potencial depende de la masa y la altura del objeto, según la ecuación:

$$E = m \times g \times h \qquad \text{Ec. 1}$$

- **Energía cinética**

Energía que un objeto posee debido a su movimiento. La energía cinética depende de la masa y la velocidad del objeto, según la ecuación:

$$E_p = \frac{1}{2} m \times v^2 \qquad \text{Ec. 2}$$

1.2.2 Tipos de Energías No Renovables

Mediante las expresiones energía no renovable o energías convencionales, se alude a fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en cantidades limitadas, las cuales, una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que no existe sistema de producción o de extracción. Entre las fuentes no renovables de energía se tiene: el petróleo, gas natural, carbón, la energía nuclear.

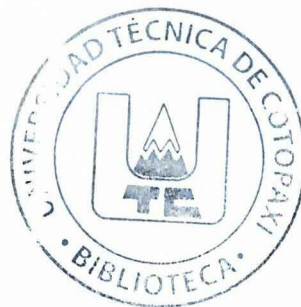
- **Energía Nuclear**

Es el aprovechamiento de la energía guardada en los núcleos de Uranio, esto se puede conseguir a partir de la fisión nuclear, que expide energía calorífica y que es auto sostenida en los reactores nucleares, para luego ser aprovechada en generar vapor de agua elevado a una alta presión, que es captada en turbinas que a su vez se encuentran acopladas con generadores eléctricos para generar energía eléctrica. Para conocimiento en los reactores se utiliza el Isótopo del Uranio 235 pero es muy escaso, al momento también se utiliza el Isótopo del plutonio 239, proveniente de la irradiación del Uranio 238, con lo cual se optimizan la producción y consumo del plutonio elevando a unas 100 veces las reservas nucleares.

Hay otra forma de generar energía calorífica, y ésta es a partir de la fusión nuclear de los isótopos de hidrógeno a muy altas temperaturas. Si se considera que este elemento se encuentra en el agua, se puede imaginar la cantidad de energía que se dispone para el futuro.

- **El petróleo, el gas y el carbón**

La energía almacenada en los combustibles fósiles es energía química. Cuando el petróleo o sus derivados se queman se produce calor o energía calórica, que es finalmente la que se usa, ya sea directamente o transformada en electricidad. El calor de la combustión es la suma de las pequeñas cantidades de energía que se producen cuando cada molécula de combustible fósil se combina químicamente con átomos de oxígeno. Cuando se quema gas, en realidad se está usando la energía solar que llegó a la tierra hace millones de años y fue almacenada en forma de combustible fósil



1.2.3 Tipos de Energías Renovables

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Las fuentes renovables de energía por excelencia provienen de dos fuentes:

a) De la energía solar y sus manifestaciones, como son: la hidráulica, la eólica, la biomasa, la mareomotriz, la energía de las olas.

b) Del interior de la tierra, como es la geotérmica.

- **Energía Hidráulica**

Proviene de la evaporación de los ríos, lagos, mares, por efecto del calor solar, y su posterior condensación y caída en forma de lluvia.

Ésta puede ser captada en forma directa en turbinas o molinos para generar energía mecánica. Si se desea producir energía eléctrica, hay que acoplar un generador al eje de la turbina, al mismo tiempo que gira la turbina se va produciendo la energía eléctrica.

- **Energía Eólica**

La radiación solar genera un calentamiento desigual en la tierra, esto hace que se tengan diferencias de presión que produce un efecto de movimiento del aire conocido como el viento, esta energía de movimiento y velocidad del viento es aprovechado en el golpeteo de las aspas de los aerogeneradores que convierten la energía mecánica de rotación en energía eléctrica.

- **Energía de la Biomasa**

Es toda materia orgánica o inorgánica que en primera instancia fueron nutridos por el sol como árboles, pasto, vegetación, etc., y luego descompuestos por el mismo en forma de desechos inorgánicos, arbustos, leña, hojas secas, etc. De igual manera, de la actividad industrial o residencial se tienen algunos desechos como: basura, madera, aguas negras, desechos animales, que con efecto de secarlas se obtienen combustibles, y por efecto de su combustión se puede generar energía calorífica y térmica que pueden ser utilizadas en otros tipos de energías como vapor para las turbinas.

- **Energía de las mareas**

El movimiento de las aguas de los océanos por movimiento de la tierra y atracción lunar provoca que el agua se mueva y en las costas se tenga la subida y bajada de las mareas, al ocurrir esto, se puede utilizar la energía proveniente de esta subida en forma de energía mecánica.

- **Energía de las Olas**

Esta energía de igual manera es el producto del movimiento y velocidad del viento sobre las aguas de los mares, provocando la formación de las olas, que al igual que las mareas se pueden utilizar su energía de movimiento para hacer girar turbinas acopladas a generadores eléctricos.

- **Energía Geotérmica**

Esta energía se encuentra almacenada bajo la superficie de la tierra en forma de calor. Y puede ser extraída en forma de vapor y captada en turbinas para generar electricidad.

- **Energía Solar**

Energía que proviene del sol, puede ser transformada en forma directa para obtener energía foto térmica que produce calor, y ésta a su vez, por medio de generadores adecuados, en energía eléctrica o calefacción doméstica e industrial; también puede ser transformada en energía fotovoltaica, que puede generar directamente energía eléctrica por medio de células solares.

1.3 ENERGÍA SOLAR

1.3.1 *El Recurso Solar*

Según el Ing. Erluin Omar López López, Disponible en Web: <https://iguerrero.wordpress.com/2009/06/02/el-recurso-solar/> [Consulta: 21 de Noviembre del 2015]. Manifiesta que:

“La radiación solar es originada por las reacciones nucleares que ocurren en los materiales que forman el sol. La definiremos como la energía proveniente del sol que se propaga a través de ondas electromagnéticas.”

La radiación se divide en dos componentes aprovechables: directa y difusa, (o en la suma de ambas; radiación global).

Su valor instantáneo se mide en **Kw/m²** (kilowatts por metro cuadrado).

Su valor acumulado se mide en **kW-Hr/m²** (kilowatts hora por metro cuadrado).

Según estudios realizados la cantidad de energía solar que se recibe aproximadamente es de 1,1 x 10²⁰ KWh cada segundo .La atmósfera exterior intercepta casi la mitad de una billonésima parte de la energía generada por el sol, o aproximadamente 1.5 trillones (1.5 x 10¹⁷) de KWh al año.

1.3.2 Constante Solar

La constante solar C.S es la energía proveniente del Sol, por unidad de tiempo, recibida en un área de superficie perpendicular a la dirección de propagación de la radiación solar, incidente que equivale a la radiación que se recibe en el límite superior de la atmosfera, se estima que es de:

$$C.S = 1.367 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Ec. 3}$$

Lo que quiere decir que al borde de la atmosfera, a cada metro cuadrado llega 1.367 kW de potencia solar, sin embargo este valor no es constante durante el año debido al movimiento de traslación de la tierra

1.3.3 Radiación Terrestre

Es la radiación térmica emitida por la Tierra como consecuencia de su temperatura, se conoce también con el nombre de radiación de onda corta, por los valores de longitud de onda en los que se concentra el máximo de emisión de energía solar.

La radiación de onda corta emitida por el sol que es absorbida por la superficie del globo se convierte en calor. La temperatura media de la superficie de la tierra es de 15°C, aproximadamente.

Esta temperatura es evidentemente muy inferior a la de la fotosfera solar que es del orden de 6000°C. Por lo tanto, la tierra emite radiación de gran longitud de onda principalmente en la banda 4,0μ a 80μ, que es lo que se llama radiación terrestre. Aproximadamente, a 10μ la tierra radia la mayor cantidad de energía. Esta radiación terrestre está situada más bien en la parte infrarroja que en la parte

visible, lo que la diferencia de la radiación solar cuya intensidad máxima está en la visible alrededor de $0,5\mu$.

1.3.4 La Radiación Solar En La Superficie Terrestre

La radiación solar incidente sobre la tierra anualmente es de alrededor de 5.6×10^{24} J. Una vez que la radiación solar extraterrestre entra a la atmosfera, la longitud de onda de la misma se distribuye de la siguiente manera:

Cerca de 31% de esta radiación es reflejada directamente hacia el espacio en el borde superior de la atmósfera. Del 69% restante, la mayor parte alcanza la superficie de la tierra, mientras que una mínima fracción es absorbida por la atmósfera. Al llegar a la superficie, aproximadamente un 4,2% de la radiación es reflejado de inmediato hacia la atmósfera.

Estos datos varían notablemente de acuerdo a la nubosidad sobre el sitio de medición. Adicionalmente, las características geográficas del sitio, tales como montañas, océanos y lagos influyen la formación de nubes, por lo que sitios a corta distancia unos de otros pueden presentar variaciones en la recepción de radiación solar.

1.3.5 Tipos De Radiación Solar frecuentes

- **Radiación Solar Directa**

Es la radiación que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

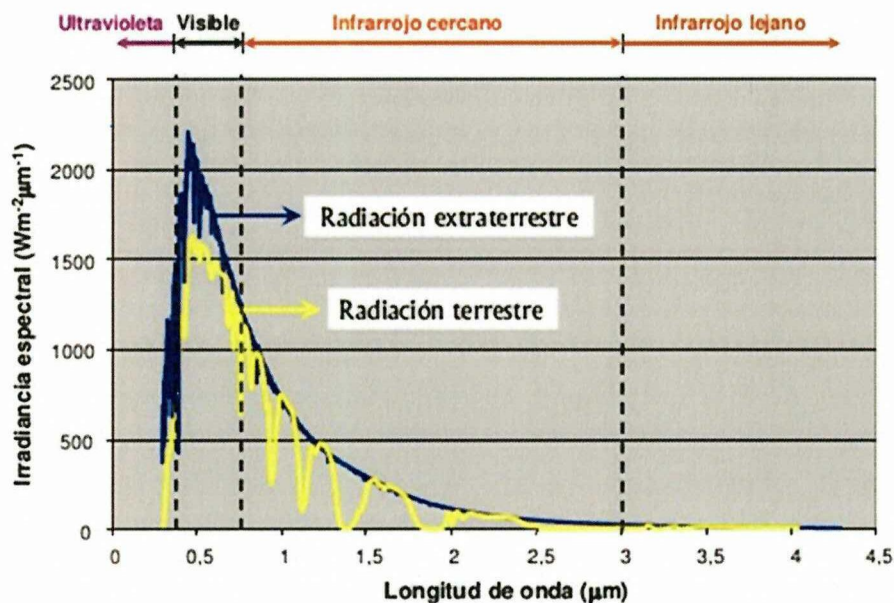


- **Radiación Solar Difusa**

Esta radiación llamada difusa, va en todas direcciones, efecto producido por las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.

El pico máximo se sitúa en el área correspondiente al espectro de luz visible, con una longitud de onda de $0,38\mu\text{m}$ hasta $0,78\mu\text{m}$ y caen pronunciadamente hacia los lados, en las zonas del espectro de los rayos ultravioletas e infrarrojos respectivamente, tal como se muestra en la Fig. 1.1.

FIGURA 1. 1 Distribución espectral de radiación



FUENTE: Photovoltaic Systems Technology.

Cuando la radiación extraterrestre atraviesa la atmósfera, sufre varios fenómenos de atenuación: reflexión, dispersión (reflexión en varias direcciones) y absorción.

La radiación solar es reflejada y dispersada principalmente por partículas suspendidas (nubes, polvo, humo, neblina, smog) y gases variados. La reflexión de la radiación solar incidente de vuelta hacia el espacio exterior varía con el grosor de las nubes y el albedo (el porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma).

Cerca de 31% de esta radiación es reflejada directamente hacia el espacio en el borde superior de la atmósfera. Del 69% restante, la mayor parte alcanza la superficie de la tierra, mientras que una mínima fracción es absorbida por la atmósfera. Al llegar a la superficie, aproximadamente un 4,2% de la radiación es reflejado de inmediato hacia la atmósfera.

Estos datos varían notablemente de acuerdo a la nubosidad sobre el sitio de medición. Adicionalmente, las características geográficas del sitio, tales como montañas, océanos y lagos influyen la formación de nubes, por lo que sitios a corta distancia unos de otros pueden presentar variaciones en la recepción de radiación solar.

1.3.6 Tipos De Radiación Solar

- **Radiación Solar Directa**

Es la radiación que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

- **Radiación Solar Difusa**

Una parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, llamada difusa, va en todas direcciones, efecto producido por las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios.

Propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.

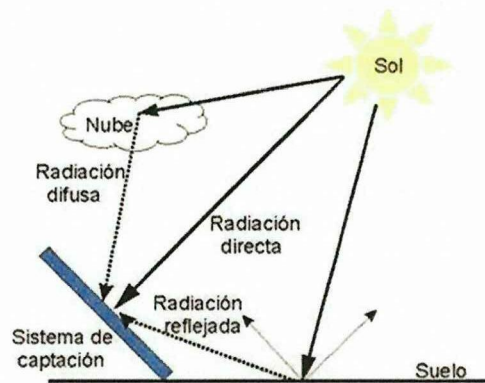
- **Radiación Solar Reflejada**

Este tipo de radiación solar es la que refleja la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

- **Radiación Solar Global**

La radiación solar global es la radiación total. Esta constituye la suma de las tres radiaciones anteriormente nombradas. Véase en la Fig. 1.2 como en un día despejado, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no hay radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

FIGURA 1.2 Componentes de la radiación solar terrestre total.



FUENTE: Monografias.com

1.3.7 Trayectoria solar

Siendo el sol la principal fuente energética que afecta al diseño bioclimático, es importante tener una idea de su trayectoria en las distintas estaciones del año. Como se sabe, la existencia de las estaciones está motivada porque el eje de rotación de la tierra no es siempre perpendicular al plano de su trayectoria de traslación con respecto al sol, sino que forma un ángulo variable dependiendo del momento del año en que nos encontremos.

El sol es una fuente de energía no contaminante e inagotable, disponible en diferente medida, en toda la superficie del planeta. La tierra gira sobre un eje inclinado 23° respecto al plano de giro alrededor del sol. Esto hace que los rayos del sol lleguen a la superficie con ángulo diferente según la latitud y la época del año en la que estemos.

1.3.8 Orientación e inclinación

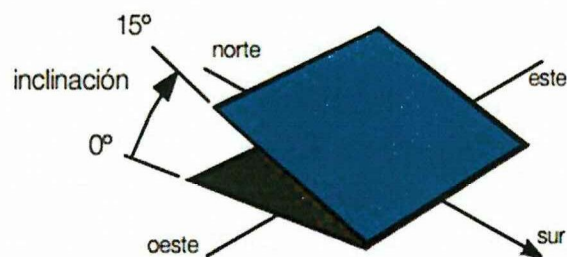
Muchos de los módulos Fotovoltaicos están inclinados para coleccionar mayor radiación solar. La cantidad óptima de energía se colecta cuando el módulo está inclinado en el mismo ángulo que el ángulo de latitud.



Sin embargo, hay que tener en cuenta que el ángulo mínimo de inclinación debería ser de por lo menos 15° como se muestra en la Fig. 1.3 para asegurar que el agua de las lluvias drene fácilmente, lavando el polvo al mismo tiempo.

Estudios sobre la disponibilidad de este recurso han mostrado que la orientación más adecuada para captar la energía solar si el dispositivo a utilizar es un colector solar plano, es la orientación norte-sur. Con respecto a la inclinación del plano receptor lo cual se ve afectado por el ángulo de declinación del eje terrestre, se recomienda colocar un colector a una inclinación equivalente a 10°

FIGURA 1.3 Sistema solar



FUENTE: (Carlos Orbezo, Energía Solar Fotovoltaica, 2010.)

1.3.9 Captación Solar

La energía solar es la que se aprovecha directamente de la radiación solar. La energía solar presenta dos características que la diferencian de las fuentes energéticas convencionales

- **Dispersión:** su densidad apenas alcanza 1 kW/m^2 , muy por debajo de otras densidades energéticas, lo que hace necesarias grandes superficies de captación o sistemas de concentración de los rayos solares.

- **Intermitencia:** hace necesario el uso de sistemas de almacenamiento de la energía captada

El primer paso para el aprovechamiento de la energía solar es su captación, aspecto dentro del que se pueden distinguir dos tipos de sistemas:

- **Pasivos:** no necesitan ningún dispositivo para captar la energía solar, el aprovechamiento se logra aplicando distintos elementos arquitectónicos. Aquí, se introduce el concepto de arquitectura bioclimática con el diseño de edificaciones para aprovechar al máximo los recursos disponibles (sol, viento) reduciendo así, en lo posible, el consumo energético y minimizando el impacto ambiental.
- **Activos:** captan la radiación solar por medio de un elemento de determinadas características, llamado "colector"; según sea éste se puede llevar a cabo una conversión térmica aprovechando el calor contenido en la radiación solar (a baja, media o alta temperatura), o bien una conversión eléctrica, aprovechando la energía luminosa de la radiación solar para generar directamente energía eléctrica por medio del llamado "efecto fotovoltaico"

1.4 ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica.

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, así que se genera una corriente eléctrica.

1.4.1 Aplicaciones de la energía fotovoltaica

La mayoría de las aplicaciones que existe actualmente en nuestro país, están orientadas en la zonas rurales que se encuentran alejadas de la redes de distribución de energía eléctrica.

Existen varias aplicaciones de implementación de paneles solares, desarrolladas en nuestro país para mejorar el estilo de vida de las personas que no disponen de energía eléctrica, a continuación se detalla un proyecto realizado en nuestro país:

“PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE PANELES SOLARES EN HACIENDAS ALEJADAS DE LA FUENTE DE ENERGIA CONVENCIONAL”

CASO: HACIENDA “EL VADO”. Realizado por JORGE FEIJOO AGUILAR

- El objetivo de este proyecto es ofrecer una nueva alternativa que sirva para atender las necesidades de créditos formales que emanan del sector rural de la Provincia del Guayas.

La aplicación e implementación de paneles fotovoltaicos citada nos muestran la gran importancia que tiene en la sociedad para la generación de energía eléctrica en zonas donde no tenemos acceso a una red eléctrica.

1.4.2 Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica.

Las ventajas de la energía solar fotovoltaica son:

- Es una fuente de energía renovable, sus recursos son ilimitados.
- Es una fuente de energía muy amigable con el medio ambiente, su producción no produce ninguna emisión.

- Los costos de operación son muy bajos.
- El mantenimiento es sencillo y de bajo costo.
- Los módulos tienen un periodo de vida hasta de 20 años.
- Es un sistema de aprovechamiento de energía idóneo para zonas donde no llega la electricidad.
- Los paneles fotovoltaicos son limpios y silenciosos

Las desventajas de la energía solar fotovoltaica .son los siguientes:

- Los costos de instalación son altos, requiere de una gran inversión inicial.
- Los lugares donde hay mayor radiación solar, son lugares desérticos y alejados de las ciudades.
- Posee ciertas limitaciones con respecto al consumo ya que no puede utilizarse más energía de la acumulada en períodos en donde no haya sol.

1.5 PANELES FOTOVOLTAICOS

1.5.1 *Evolución Histórica*

El uso de la energía solar ha sido utilizada desde hace muchos años con diferentes objetivos como: en la agricultura, hornos solares o para generar vapor para maquinaria, calefacción, entre muchos otros ejemplos.

Pero el científico francés Alexandre Edmon Becquerel, experimentando con una pila electrolítica sumergida en una sustancia de las mismas propiedades, observo que después al exponerla a la luz generaba más electricidad, así fue que descubrió el "**efecto fotovoltaico**" en 1839 que consiste en la conversión de la luz del sol en energía eléctrica.

En 1885 el profesor W. Grylls Adams experimento con el selenio (elemento

semiconductor) como reaccionaba con la luz y descubrió que se generaba un flujo de electricidad conocida como "fotoeléctrica".

Charles Fritts en 1893, fue quien invento la primera célula solar, conformada de láminas de revestimiento de selenio con una fina capa de oro, estas células se utilizaron para sensores de luz en la exposición de cámaras fotográficas.

Albert Einstein investigo más a fondo sobre el efecto fotoeléctrico y descubrió que al iluminar con luz violeta (que es de alta frecuencia) los fotones pueden arrancar los electrones de un metal y producir corriente eléctrica. Esta investigación le permitió ganar el Premio Nobel de Física en 1921.

El inventor estadounidense Russel Ohl, creo patentó las primeras células solares de silicio en 1946, pero Gerald Pearson de Laboratorios Bells, por accidente, experimentando en la electrónica creo una célula fotovoltaica más eficiente con silicio, gracias a esto Daryl Chaplin y Calvin Fuller mejoraron estas células solares para un uso más práctico.

Empezaron la primera producción de paneles solares en 1954, que se utilizaron en su mayoría en satélites espaciales. En los 70's el primer uso general para el público, de los paneles solares fue con calculadoras que se siguen utilizando actualmente.

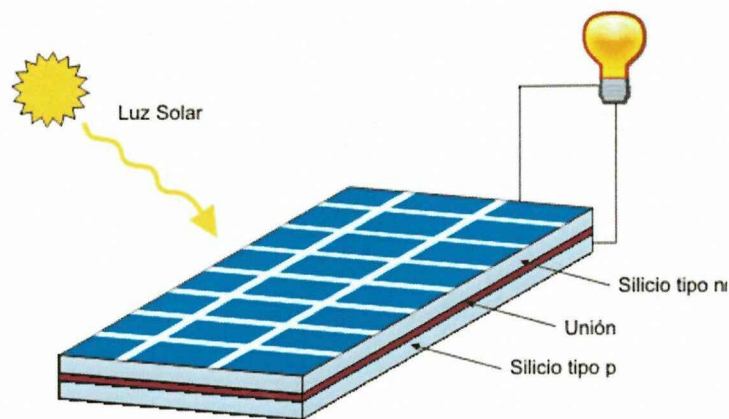
1.5.2 Operación De Un Sistema Solar Fotovoltaico

1.5.2.1 Principio de funcionamiento.

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos

lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, Véase en la Fig. 1.4 como el panel solar capta la radiación solar para generar energía eléctrica.

FIGURA 1. 4 Principio de funcionamiento



FUENTE: www.textoscientificos.com

La eficiencia de las celdas solares es determinante para reducir los costos de los sistemas fotovoltaicos, ya que su producción es la más cara de todo el sistema.

Algunos de los fotones, que provienen de la radiación solar, impactan sobre la primera superficie del panel, penetrando en este y siendo absorbidos por materiales semiconductores, tales como el silicio o el arseniuro de galio.

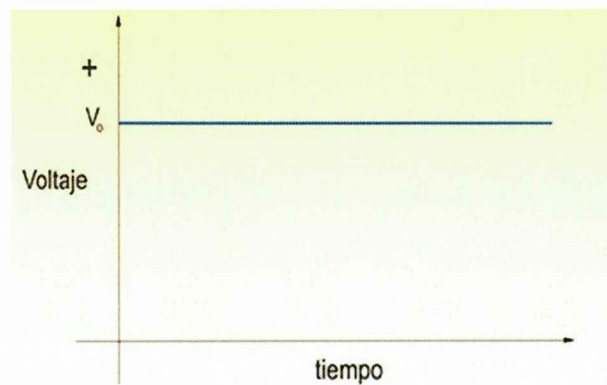
Los electrones, subpartículas atómicas que forman parte del exterior de los átomos, y que se alojan en orbitales de energía cuantizada, son golpeados por los fotones (interaccionan) liberándose de los átomos a los que estaban originalmente confinados. Esto les permite, posteriormente, circular a través del material y producir electricidad.

Las cargas positivas complementarias que se crean en los átomos que pierden los electrones, (parecidas a burbujas de carga positiva) se denominan huecos y fluyen en el sentido opuesto al de los electrones, en el panel solar.



Se ha de comentar que, así como el flujo de electrones corresponde a cargas reales, es decir, cargas que están asociadas a desplazamiento real de masa, los huecos, en realidad, son cargas que se pueden considerar virtuales puesto que no implican desplazamiento de masa real. Véase en la Fig. 1.5 como actúa la diferencia de potencial, o voltaje de corriente con respecto al tiempo en corriente continua.

FIGURA 1.5 Diferencia de potencial



FUENTE: aneles-fotovoltaicos.blogspot.com/

Un conjunto de paneles solares transforman la energía solar (energía en forma de radiación y que depende de la frecuencia de los fotones) en una determinada cantidad de corriente continua, también denominada DC (acrónimo del inglés Direct Current y que corresponde a un tipo de corriente eléctrica que se describe como un movimiento de cargas en una dirección y un sólo sentido, a través de un circuito. Los electrones se mueven de los potenciales más bajos a los más altos).

1.6 COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

1.6.1 Paneles Solares.

Los módulos o paneles fotovoltaicos están formados por la interconexión de células solares dispuestas en serie o en paralelo de manera que la tensión y corriente que finalmente proporcione el panel se ajusta al valor requerido.

La conexión entre células puede ir en serie y/o en paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente requeridos. Cada célula de las que compone un panel fotovoltaico es capaz de ofrecer una tensión del orden de 0,5 voltios y una potencia eléctrica alrededor de los 3 vatios, aunque este valor dependerá de la superficie que mida la célula.

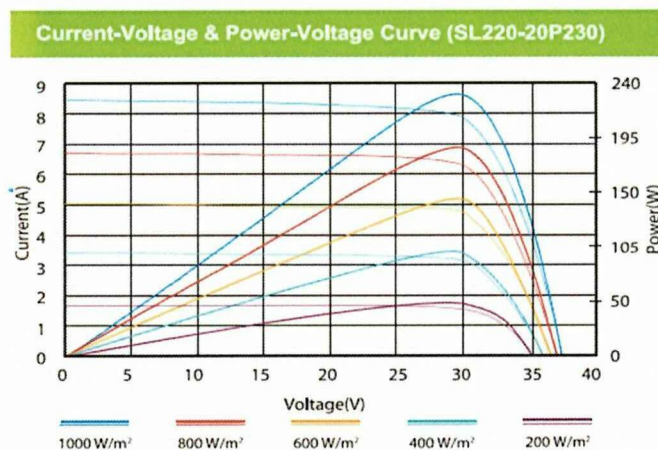
De esta manera la potencia que pueda ofrecer un módulo dependerá del número de células que posea, estando diseñado para el suministro eléctrico en corriente continua (directa, *DC*), a un determinado voltaje (normalmente 12 o 24 V).

1.6.2 Desempeño Del Panel

La energía eléctrica total de salida de un módulo fotovoltaico es igual al producto del voltaje operativo de salida por la corriente operativa. Los módulos fotovoltaicos pueden producir corriente en un amplio rango de voltajes, al contrario de fuentes de voltaje como las baterías que producen la corriente a un voltaje relativamente constante.

La Fig. 1.6 muestra las características de salida del módulo fotovoltaico por una curva de respuesta, llamada curva I-V, que muestra la relación entre las salidas de corriente y voltaje.

FIGURA 1. 6 Curva del Módulo



FUENTE: Manual de Operaciones

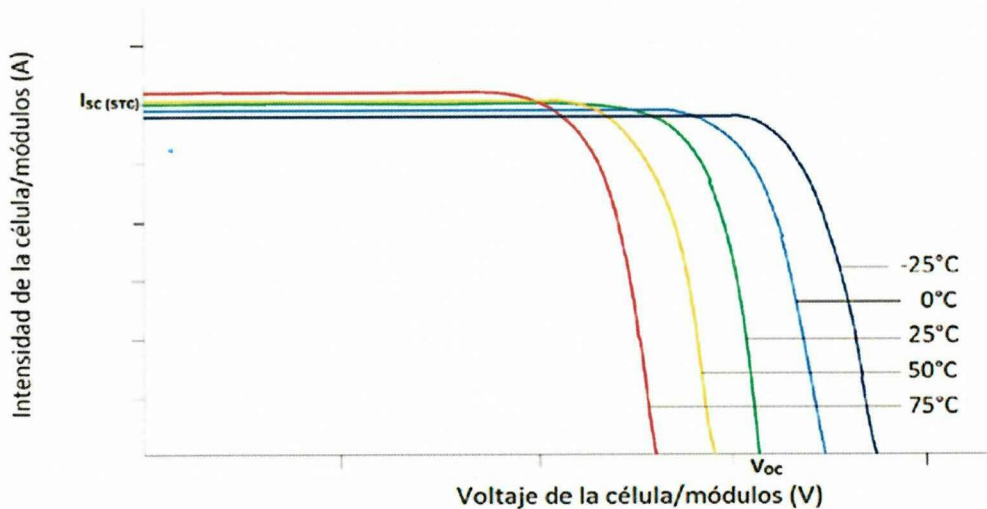
1.6.3 Temperatura Del Panel

Según aumenta la temperatura de la celda por encima de las temperaturas de operación estándar de 25°C, el módulo opera en forma menos eficiente y el voltaje disminuye. Como se ilustra en la Fig. 1.7 al subir la temperatura de la celda por encima de 25°C (temperatura de la celda, no temperatura del aire ambiente), la forma de la curva I-V se mantiene igual, pero se desplaza hacia la izquierda a mayores temperaturas de la celda indicando un menor voltaje de salida. El calor, en este caso, debe ser pensado como la resistencia eléctrica al flujo de los electrones. La corriente de salida efectiva debe también decrecer significativamente si el punto de máxima potencia de un módulo o arreglo cae por debajo del voltaje operativo de la carga.

El Flujo de aire alrededor de todo el módulo es crítico para eliminar el calor acumulado que causa las altas temperaturas de la celda. Un esquema de montaje que suministre un flujo de aire adecuado, como un montaje en marcos o en un poste independiente, puede mantener las celdas con bajas temperaturas.

Algunos módulos se han diseñados especialmente para compensar las altas temperaturas con mejores coeficientes de temperatura. Otros usan un mayor número de celdas en serie para compensar el menor voltaje causado por las altas temperaturas. La potencia nominal del módulo se basa en las condiciones normalizadas de prueba para la cual la temperatura de la celda es 25°C. Esta es una temperatura irreal para las celdas en la mayoría de los sistemas ya que las celdas FV están directamente al sol, son oscuras y frecuentemente están montadas sobre un tejado caliente.

FIGURA 1. 7 Efecto de la temperatura



FUENTE: Manual de diseño de instalación fotovoltaica

1.6.4 Clasificación De Los Paneles Fotovoltaicos

- **Monocristalinos**

Basados en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza se han realizado diferentes pruebas de laboratorio donde han alcanzado un rendimiento de conversión energética del 15% y en algunas marcas supera el 21%.

- **Policristalinos**

Los materiales son semejantes a los del tipo inferior aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente. Los paneles Policristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Son visualmente muy reconocibles por presentar su superficie un aspecto granulado. Su rendimiento en estos paneles está entre 12% a un 17%

- **Amorfos**

Basados también en silicio, pero a diferencia de los dos anteriores, este material no sigue aquí estructura cristalina alguna. Paneles de este tipo son habitualmente empleados para pequeños dispositivos electrónicos (Calculadoras, relojes) y en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio ha sido del 13% siendo el de los módulos comerciales del 8%.

1.7 INVERSOR DE CARGA

El convertidor de corriente DC/AC, también llamado inversor u ondulator, es un dispositivo electrónico de potencia encargado de convertir la corriente continua (DC) proveniente de los generadores fotovoltaicos en corriente alterna (AC) para su consumo en la vivienda.

Además sincroniza la frecuencia de la corriente inyectada con la de la red, adaptándola a las condiciones requeridas según el tipo de carga, garantizando así la calidad de la energía vertida en la instalación eléctrica de la vivienda.

Los inversores vienen caracterizados principalmente por la tensión de entrada desde las baterías, la potencia máxima que puede proporcionar y su eficiencia o rendimiento de potencia. Este último se define como la relación entre la potencia eléctrica que el inversor entrega para su uso (potencia de salida) y la potencia eléctrica que extrae del sistema de baterías o de los generadores fotovoltaicos (potencia de entrada)

Véase en la Fig. 1.8 como el inversor de carga transforma la corriente continua DC, en corriente alterna AC para el consumo diario.

FIGURA 1. 8 Inversor de carga



FUENTE. www.wordpress.com-solar-sistemas-fotovoltaicos

1.7.1 Tipos De Inversores

Existen tres categorías de inversores: los conectados a red, los conectados a la red con respaldo de baterías y los autónomos. Los dos primeros son inversores sincrónicos o conectados a la red, estos son usados con los sistemas fotovoltaicos conectados a la red de servicio eléctrico.

La tercera categoría es la de los inversores autónomos o fuera de la red, que están diseñados para sistemas independientes, desconectados de las compañías de suministro de energía eléctrica y son apropiados para instalaciones fotovoltaicas ubicadas en lugares remotos. Algunos inversores pueden tener características de varios de estos tipos.

Otra forma de clasificar a los inversores es por la forma de la onda que producen. Las tres formas de ondas más comunes incluyen las siguientes:

1.7.2 Inversores De Onda Cuadrada

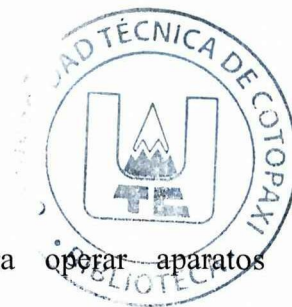
Estas unidades cambian la entrada de corriente directa en una salida de corriente en función de paso o "cuadrada" alterna. Ellas brindan poco control del voltaje de salida, capacidad de sobretensión limitada y una distorsión armónica considerable. Por consiguiente, los inversores de onda cuadrada son apropiados solo para pequeñas cargas de calentamiento por medio de resistencias, algunos aparatos eléctricos pequeños y focos incandescentes. Estos inversores baratos pueden llegar a quemar los motores de ciertos equipos y no se usan en los sistemas residenciales.

1.7.3 Inversores De Onda Cuadrada Modificada

Este tipo de inversores utiliza transistores de efecto de campo (FET) o rectificadores de control de silicio (SCR) para cambiar la entrada de corriente directa en salida de corriente alterna. Estos circuitos complejos pueden manejar grandes sobretensiones y producir salidas con mucha menos distorsión armónica. Este estilo de inversor es más apropiado para operar una amplia variedad de cargas, incluyendo motores, luces y equipos electrónicos estándar como televisores y equipos de música. Sin embargo, ciertos dispositivos electrónicos pueden sacar el ruido del inversor cuando trabajan con un inversor de onda cuadrada modificada. También los relojes y hornos de microondas que trabajan con marcadores de tiempo digitales pueden trabajar más rápido o más lento con los inversores de onda cuadrada modificada. Tampoco se recomienda cargar paquetes de baterías para equipos inalámbricos en este tipo de inversores.

1.7.4 Inversores De Onda Sinusoidal

Los inversores de onda sinusoidal se utilizan para operar aparatos



electrónicos sensibles que requieren una forma de onda de alta calidad. Ellos son los inversores más comunes en las aplicaciones residenciales y tienen muchas ventajas sobre los de onda cuadrada modificada. Esos inversores están diseñados específicamente para producir salidas con poca distorsión armónica lo que les permite operar aun los más sensibles equipos electrónicos. Tienen una alta capacidad de sobretensión y pueden arrancar muchos tipos de motores fácilmente.

1.7.5 Inversores Autónomos

Al escoger un inversor para un sistema autónomo, se debe tomar mucha importancia a las especificaciones técnicas y así escoger las características deseadas. Un inversor autónomo necesita ser versátil para cuantificar de manera continua el ritmo de demanda, la entrada del generador, las cargas de baterías y las cargas de sobrecorriente.

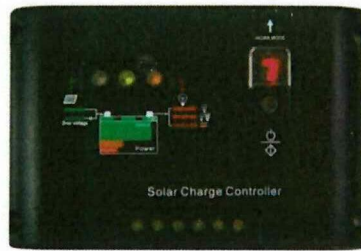
1.8 REGULADOR DE CARGA

Un regulador de carga se encarga de controlar la forma de realizar la carga de las baterías cuando los paneles solares están recibiendo radiación solar evitando que se produzcan cargas excesivas.

En este sentido, la corriente máxima prevista por la línea de entrada al regulador desde los generadores fotovoltaicos es la correspondiente a la corriente de cortocircuito (I_{SC}) del generador fotovoltaico más un margen de seguridad (generalmente un 25%), para tener en cuenta los posibles picos de irradiancia o los cambios de temperatura.

En la Fig. 1.9 se muestra el regulador de carga que es aquel que controla y regula el paso de corriente eléctrica desde los módulos fotovoltaicos hacia las baterías

FIGURA 1. 9 Regulador de carga



Fuente. <http://reguladores-de-carga-para-panel-solar>

1.8.1 Tipos De Reguladores De Carga.

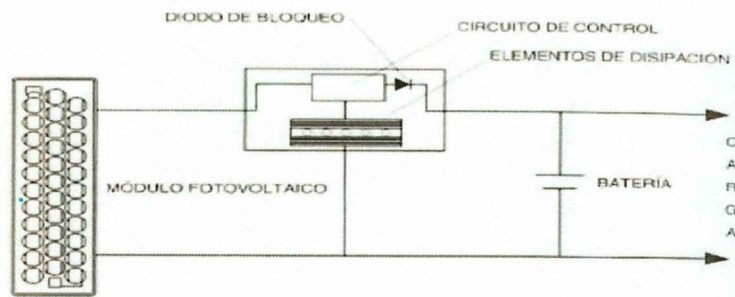
- **Regulador Shunt**

Los dispositivos de este tipo, colocados en paralelo con el grupo solar y el sistema de baterías, detectan la tensión de los bornes de la batería, y cuando ese potencial alcanza un valor establecido de antemano, crean una vía de baja resistencia a través del grupo solar, derivando con ello la corriente y apartándola de las baterías.

Un diodo en serie, situado entre el regulador en derivación y la batería, impide que la corriente del acumulador retorne a través del regulador o del grupo solar.

Como el sistema al que se está dando energía toma corriente de la batería, su tensión en los bornes descenderá hasta que se desconecte el regulador en derivación y se reanude la carga como se indica en la figura 1.10.

FIGURA 1. 10 Esquema de un Regulador Shunt.



FUENTE: gobiernodecanarias.or

Los reguladores del tipo Shunt han de disipar toda la corriente de salida del grupo solar cuando el sistema de baterías alcanza el estado de plena carga. Esto resulta una tarea razonable cuando los sistemas eléctricos solares son pequeños, pero con los grandes sistemas se requieren disipadores térmicos de grandes dimensiones o disipadores menores múltiples, lo que conduce a problemas de fiabilidad y de coste elevado. Este tipo de reguladores, está hoy día en desuso, ya que el avance en los microprocesadores y la electrónica en general ha facilitado el diseño de equipos más compactos y con más prestaciones que las que ofrecían aquéllos, con un coste mucho más elevado y la posibilidad de alojarlos en cajas retenidas, cosa que no se podía hacer en el caso de los reguladores Shunt, puesto que disipan calor y en consecuencia debe dejarse una salida para su evacuación.

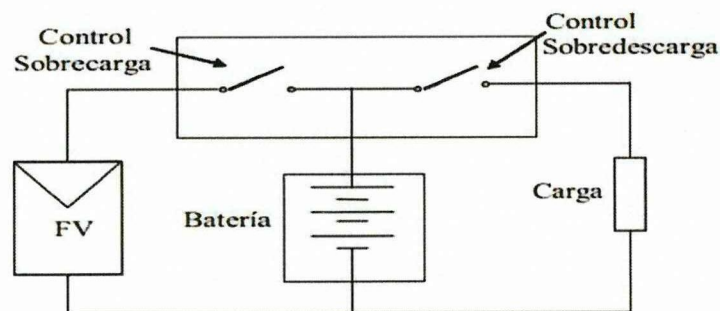
- **Regulador Serie**

Se basan en el concepto de regulación en serie, en la que el grupo solar se desconecta del sistema de baterías cuando se logra un estado de plena carga, por lo que es equivalente a un interruptor conectado en serie que proporciona una vía de baja resistencia desde el grupo solar al sistema de baterías durante la carga, y un circuito abierto entre el grupo y la batería cuando ésta se encuentra plenamente cargada.

En el regulador serie que utilice relé electromecánico no se disipa nada de energía en ninguno de los estados, porque cuando está en la posición cerrado no hay caída de tensión en el interruptor y cuando se encuentra en posición abierto no hay paso de corriente.

La única potencia consumida es la requerida para el propio funcionamiento de los circuitos de control y, en su caso, la producida por la caída de tensión en el diodo de bloqueo, si se le dota de este elemento al regulador como se indica en la figura 1.11.

FIGURA 1. 11 Regulador de Carga Serie



FUENTE: Sistemas Fotovoltaicos.pdf

1.9 BATERÍAS Y SISTEMAS ACUMULADORES SOLARES

Las baterías, también llamado acumuladores solares o fotovoltaicos, se utilizan para almacenar la energía eléctrica generada por el sistema de generadores fotovoltaicos, con objeto de disponer de ella en periodos nocturnos o en aquellas horas del día que no luzca el sol.

No obstante, también pueden desempeñar otras funciones, como elementos que sirven para estabilizar el voltaje y la corriente de suministro, o para inyectar picos de corriente en determinados momentos, tales como en el arranque de motores.



Las baterías se componen básicamente de dos electrodos que se encuentran sumergidos en un medio electrolítico.

Los tipos de baterías más recomendadas para uso en instalaciones fotovoltaicas son las de tipo estacionarias de plomo ácido y de placa tubular, compuestas de un conjunto de vasos electroquímicos interconectados de 2V cada uno, que se dispondrán en serie o paralelo para completar los 12, 24 o 48 V de tensión de suministro y la capacidad de corriente en continua que sea adecuado en cada caso. Como se muestra en la Tabla 1.1.

Generalmente a la asociación eléctrica de un conjunto de baterías se le suele llamar sistema acumulador o simplemente acumulador.

TABLA 1. 1 Nivel Del Voltaje Del Módulo Fotovoltaico

POTENCIA DEMANDA (W)	TENSIÓN DEL TRABAJO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO (V)
< de 1500 W	12 V-24V
Entre 1500W y 5000W	48V
>5000 W	120V-300V

FUENTE: Sistema solar Fotovoltaico.pdf

La capacidad de una batería se mide en amperios-hora (*Ah*), unidad de carga eléctrica que indica la cantidad de carga eléctrica que pasa por los terminales de una batería. Indica la cantidad de electricidad que puede almacenar durante la carga la batería, para después devolverla durante su descarga.

Véase en la Fig. 1.12 el sistema acumulador o banco de baterías lo cual es el elemento primordial para almacenar la energía.

FIGURA 1. 12 Sistemas acumuladores



FUENTE: <http://www.mpptsolar.com/es/baterias-serie-paralelo.html>

1.9.1 Bateria Solar

Los electrodos de una batería solar tienen una aleación de antimonio, la que permite adherir una mayor cantidad de material activo. El envejecimiento de una batería se produce por la pérdida de éste cuando la batería es descargada. Celdas con mayor cantidad de material activo tienen larga duración y profundidad de descarga. El incremento del material activo aumenta el costo y el peso de la batería. Una batería solar de 6 V, con volumen muy similar a la de 12 V en un automotor, pesa más de 30 Kg. La presencia del antimonio incrementa las pérdidas por auto descarga. Si una batería solar permanece en almacenamiento, debe ser cargada con frecuencia. La presencia del antimonio incrementa la gasificación, la corriente de carga en un sistema FV debe tener un régimen variable.

1.9.2 Profundidad De Descarga

La batería solar permite una PD (Profundidad de Descarga) máxima del 80%, cientos de veces, a niveles de corriente moderados. Es por ello que a estas baterías se las denomina de ciclo profundo (BCP).

Se considera que una BCP ha completado todos los ciclos de carga y descarga cuando, al ser cargada nuevamente, la máxima energía que puede almacenar se reduce al 80% de su valor inicial.

El número de ciclos de carga/descarga depende de la PD. Cuando ésta disminuye, el número de ciclos aumenta. Para una dada PD, la batería más robusta proporciona el mayor número de ciclos.

1.9.3 Auto descarga

Es la pérdida de carga de la batería cuando esta permanece en circuito abierto se conoce que el grado de antimonio incrementa la auto descarga de las batería solares. Cuando la temperatura ambiente es de 50 ° C la auto descarga se reduce a un 6 % por semana. Estas cifras muestran que si una batería de este tipo permanece en depósito por largo tiempo, deberá ser recargada con frecuencia. Las baterías de automotor con aleación de calcio tardan un año en perder el 50 % de su carga, a 25 ° C.

1.9.4 Modelos De Baterías Solares

Las versiones con mayor aceptación son las de 6 y 12V nominales. Baterías de 6V, con una capacidad de unos 200Ah, son utilizadas en sistemas de mediana capacidad de reserva, donde pasan a formar parte de un banco de baterías con conexión serie o serie-paralelo, a fin de satisfacer los valores de voltaje y corriente del sistema. Esta versión ofrece el mejor compromiso entre peso (facilidad de manejo) y número de Ah de reserva.

Como los sistemas FV (fotovoltaico) de bajo consumo son sistemas de 12V nominales, los requerimientos de reserva pueden ser satisfechos con la versión de

12V, la que tiene una capacidad de 100Ah. Baterías de más de 250Ah resultan convenientes cuando se trabaja con sistemas de alto consumo.

Se fabrican asimismo baterías de ciclo profundo con capacidad de reserva mucho más grandes. Un modelo de 24 V, diseñado para ser usado en un sistema comunal (varias casas conectadas a un sistema (FV) tiene una capacidad de 1.493Ah y pesa 1.200 Kg.

1.9.5 Eficiencia

La doble conversión de energía que toma lugar en una batería resulta en una eficiencia total que está dada por la ecuación 2.19:

$$nb = nc * nd \qquad \text{Ec. 4}$$

Donde

η_b : Eficiencia total

η_c : Valor de la eficiencia de carga

η_d : Valor de la eficiencia de descarga

Los valores de carga y descarga varían con la temperatura del electrolito y el estado de carga de la batería, ya que la resistencia interna de la misma genera estas pérdidas. Las pérdidas durante el proceso de carga fuerzan un incremento en la capacidad de generación del sistema, a fin de restablecer el balance energético del mismo. El valor de η_d está implícitamente considerado al determinar el valor en Ah.

1.10 BANCOS DE BATERÍAS

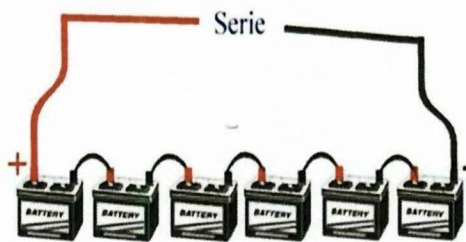
Los sistemas fotovoltaicos dependiendo del caso deben tener una gran

capacidad de almacenamiento de energía de acuerdo a lo requerido, conectando varias baterías en bancos entrelazados con conexiones serie, paralelo o combinadas, para proveer mayores niveles de corriente y/o voltaje.

- **Conexión En Serie**

Esta asociación en serie es la más conocida. En este caso, el borne positivo o negativo de una celda o batería, se conecta al borne opuesto de otra de idénticas características. De esta manera, la asociación resultante tendrá el doble de tensión y la misma capacidad que cada celda o batería en forma individual como se indica en la Fig. 1.13

FIGURA 1. 13 Configuración en serie



Fuente. [https://www. INVERSOR+DE+CARGA.SERIE](https://www.INVERSOR+DE+CARGA.SERIE)

Y si se agrega una celda o batería más a la serie anterior, la tensión resultante será el triple. Y así sucesivamente. Es importante resaltar que las celdas o baterías que se asociarán en serie deben ser de la misma capacidad y, preferentemente, de la misma marca y modelo. De no ser así, tanto en la descarga como en la posterior carga, habrá un comportamiento disparejo y esto afectará tanto el desempeño como la vida del conjunto.

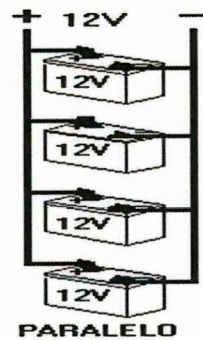
- **Conexión En Paralelo**

Asociar en paralelo significa vincular eléctricamente bornes de la misma polaridad. La asociación en paralelo se utiliza cuando no es posible obtener una

batería de la capacidad deseada. O, a veces, dicha capacidad existe en un determinado modelo o tipo constructivo y resulta más económico utilizar una asociación en paralelo de otros modelos más baratos.

Un caso típico es el de algunas capacidades intermedias (200, 300 o 400Ah en tensiones de 12 o 24V), donde las mismas se pueden obtener asociando en serie y paralelo baterías monoblock de 100Ah, según necesidad, y esto resulta más económico que utilizar celdas de 2V y de la capacidad deseada como se indica en la figura 1.14.

FIGURA 1. 14 Configuración en paralelo

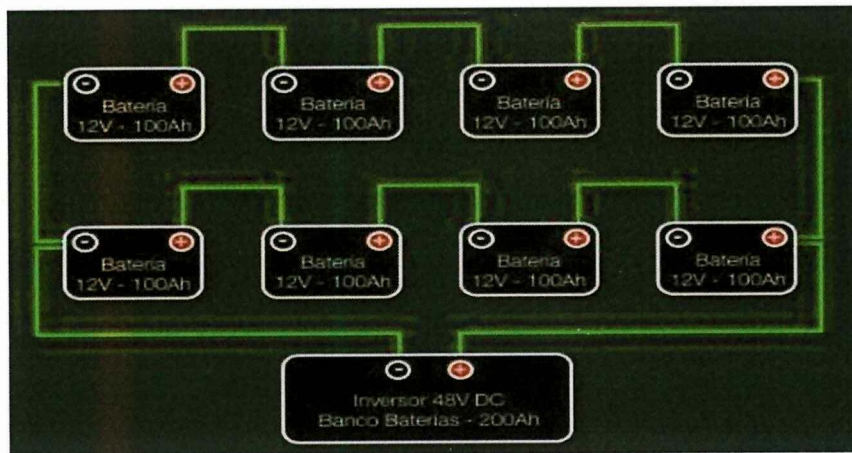


Fuente. [https://www. INVERSOR+DE+CARGA.PARALELO](https://www.INVERSOR+DE+CARGA.PARALELO)

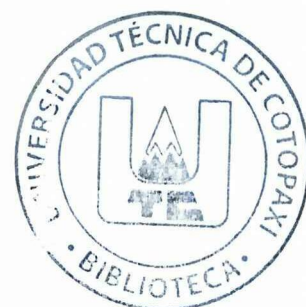
- **Conexión Serie Paralelo**

En algunos casos se requiere mayor voltaje y también mayor corriente que los brindados por las baterías en forma individual. En estas condiciones se realiza una conexión denominada “serie-paralelo” que consiste en formar bancos de baterías en paralelo hasta llegar al voltaje deseado y luego conectar estos bancos en serie como se indica en la Fig. 1.15.

FIGURA 1. 15 Conexión Serie Paralelo de Baterías



FUENTE: ayudaelectronica.com



CAPITULO II

2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se realizara las debidas especificaciones sobre el estudio de radiación solar del proyecto, con el fin de recopilar datos reales que serán utilizados para el análisis del potencial solar.

2.1 ESTUDIO GEOGRÁFICO DEL LUGAR A INSTALAR EL SISTEMA SOLAR

2.1.1 Localización del proyecto.

El barrio Chaguana Bajo se encuentra geográficamente ubicado en la parroquia de Alaquez en el cantón Latacunga, capital de la provincia de Cotopaxi y cabecera cantonal del cantón homónimo. Se encuentra en la Sierra centro del país, San Antonio de Alaquez, es parroquia rural del Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, se encuentra ubicada al Noreste de la Ciudad de Latacunga. Tiene una superficie de 142 kilómetros cuadrados. Se encuentra a 5 kilómetros de distancia de la cabecera provincial, a una latitud de 2856 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 15 grados Celsius.

Limita: Al Norte Las parroquias Joseguango Bajo y Mulaló. Al Sur Las parroquias San Buenaventura y Juan Montalvo. Al Este: Los páramos de Pansachi. Al Oeste: La parroquia Guaytacama.

En general la Provincia posee una temperatura media anual de 11 °C, por lo que cuenta con un clima templado a frío.

La vivienda se encuentra ubicada a 500 metros de la entrada a Chaguana bajo el cual está alejado de las líneas de transportación eléctrica generando dificultad.

Para poder adquirir este servicio básico, es considerado como zona rural del cantón Latacunga.

2.2 DISEÑO METODOLÓGICO

2.2.1 Investigación experimental

Hernández Sampieri (2006) manifiesta que:

“Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control.

Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula”. (p 160)

Mediante la investigación experimental en nuestro proyecto se estableció un análisis completo mediante la recopilación de datos. Llegando a obtener parámetros eléctricos que influyeron activamente en la toma de decisiones para la implementación del sistema fotovoltaico.

2.2.2 *Métodos De Investigación*

- **El Método analítico**

Bernal, C. A. (2006) manifiesta que:

“Este método es un proceso cognoscitivo, que consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarla en forma individual”. (p 56)

Mediante este método se analizó todas las partes que compone nuestro sistema fotovoltaico y así poder estudiar profundamente el tema y eliminar todas las inquietudes presentes sobre el tema.

- **Método inductivo**

Bernal, C. A. (2006) manifiesta que:

“Con este método se utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría”. (p 56)

Por medio de este método científico se ha podido observar el comportamiento de la radiación estableciendo una recopilación de datos mediante la clasificación y estudio de los hechos permitiendo llegar a una generalización y por ende su respectiva solución.

2.2.3 *Técnicas De Investigación*

- **La Observación**

Leiva Zea (2008) manifieta que:

“Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.”

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. Gran parte del acervo del conocimiento que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación. Un científico es, ante todo, un observador cuidadoso y metódico”. (p 45)

Mediante esta técnica se ha podido recoger información sobre la implementación del sistema lo cual ha ayudado a tomar en consideración los datos reales sobre el tipo de fenómeno que se quiere estudiar.

- **Encuesta**

Leiva Zea (2008) manifieta que:

“La encuesta es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Ese listado se denomina cuestionario”. (p 59)

La encuesta se utilizó para obtener la información clara y precisa mediante cuestionario el cual consiste en un listado de preguntas MUY SENCILLAS que

tiene como objetivo principal conocer la problemática del tema a investigar. Véase en el Anexo G-1, G-2, G-3.

- **Entrevista**

Leiva Zea (2008) manifieta que:

“Es una técnica para obtener datos que consisten en un diálogo entre dos personas: el entrevistador (investigador) y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información de parte de éste, que es, por lo general, una persona entendida en la materia de la investigación.... De hecho, en estas ciencias, la entrevista constituye una técnica indispensable porque permite obtener datos que de otro modo sería muy difícil conseguir”. (p 54)

Mediante la entrevista se establecieron preguntas concretas sobre el funcionamiento del sistema en la vivienda, para conocer si el proyecto está en perfecto funcionamiento y satisface la demanda energética.

2.2.4 Instrumentos De La Investigación

- **Ficha de Observación**

Leiva Zea (2008) manifieta que:

“La ficha de observación deja constancia de las actividades que realiza al hacer una investigación. Puede abarcar bibliografías, notas o procesos seguidos, suele acomodarse en orden cronológico o de importancia.”

Estas fichas nos pueden informar en dónde se encuentra cada una de las fuentes de información que utilizamos o los pasos seguidos en dicha investigación.

Se realizó una ficha de observación para conocer los aspectos importantes que se realizaron en la elaboración del proyecto de investigación para poder acceder de una forma rápida y sencilla a los parámetros importantes elaborados en el proyecto de tesis. Véase en el Anexo G

- **Cuestionario**

Bernal, C. A. (2006) manifiesta que:

“El cuestionario es un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto de investigación. Se trata de un plan formal para recabar la información de la unidad de análisis objeto de estudio y centro del problema de investigación”. (p 217)

Por medio de este instrumento básico de la investigación se realizaron una serie de preguntas con el propósito de obtener la información de los consultados, siendo redactada en forma coherente y organizada para conseguir los datos con mayor exactitud.

2.2.5 Estudio de la irradiación solar

La tabla muestra la ubicación, latitud, longitud y los valores de radiación que están dados en Wh/m² que comprende entre el mes de Septiembre hasta el mes de Febrero tal como se muestra en la Tabla 2.1.

Los valores de dicha tabla son valores representativos entre días totalmente despejados y días totalmente nublados

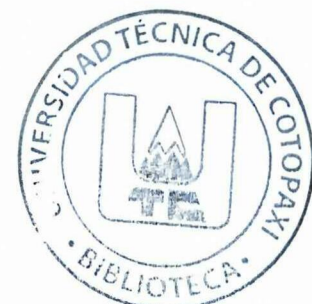


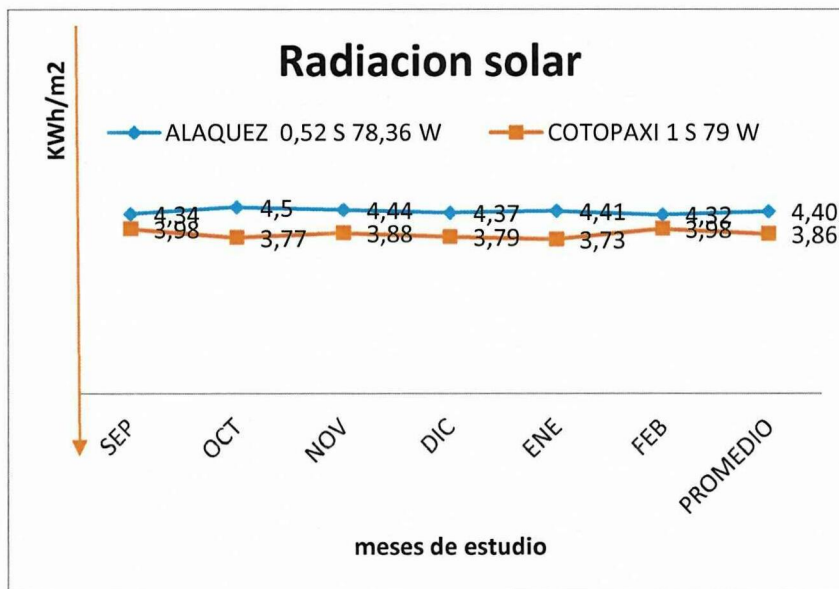
TABLA 2.1 Irradiación solar mensual

UBICACIÓN	TABLA DE IRRADIACION SOLAR SEMESTRAL PROMEDIO EN KWh/m2								
	LAT.	LONG.	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	PROMEDIO
ALAQUEZ	0,52 SUR	78,36 OESTE	4,34	4,5	4,44	4,37	4,41	4,32	4,4
COTOPÁXI	1 SUR	79 OESTE	3,98	3,77	3,88	3,79	3,73	3,98	3,86

FUENTE: Centro Meteorológico INAMHI www.iner.gob.ec/solar/

W/ m2= es la medida normalmente utilizada como unidad de energía del sol, es decir cuanta energía entrega el sol a cada metro cuadrado de superficie de la tierra.

FIGURA 2.1 Irradiación solar mensual



ELABORADO POR: Grupo Investigador

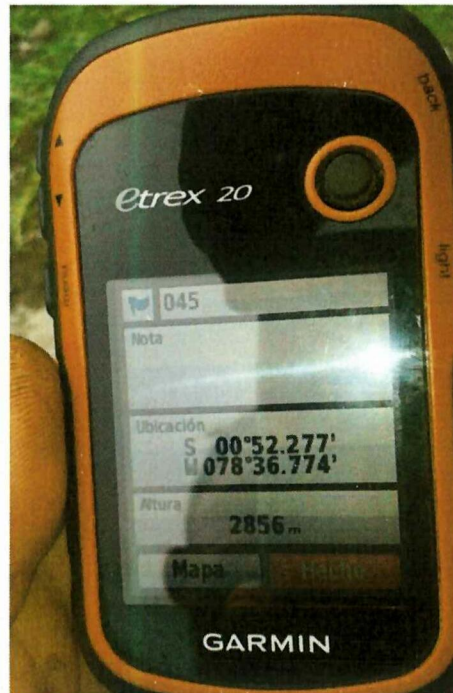
2.2.6 Instrumentos de Medición

- **Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

Es un sistema de navegación basado en 24 satélites que proporcionan posiciones en tres dimensiones, velocidad y tiempo las 24 horas del día, en cualquier parte del mundo y en todas las condiciones climáticas.

Este dispositivo proporciona información sobre la posición en donde se encuentra el lugar de estudio, es decir facilita los datos sobre latitud, longitud y altura del lugar que se necesita para seguir con la investigación. Como se muestra en la Fig. 2.2.

FIGURA 2.2 Toma de datos (GPS)



ELABORADO POR: Grupo Investigador

TABLA 2.2 Datos Obtenidos en Alaquez

LATITUD	00°52.277'
LONGITUD	078°36.774'
ALTURA	2856 msnm

ELABORADO POR: Grupo Investigador

- **Piranometro**

Es un instrumento utilizado para medir de manera muy precisa la radiación solar incidente sobre la superficie de la tierra.

FIGURA 2.3 Piranometro



FUENTE: <http://eko-eu.com/es/productos/radiacion-solar-y-fotometros/piranometros/piranometro-ms-602>

- **Amperímetro**

Un amperímetro es un instrumento que se utiliza para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

FIGURA 2.4 Mediciones con el Amperímetro



ELABORADO POR: Grupo Investigador

- **Voltímetro**

Este dispositivo permite realizar la medición de la diferencia de potencial o tensión que existe entre dos puntos pertenecientes a un circuito eléctrico

FIGURA 2.5 Voltímetro



FUENTE: <https://wordpress.com/2012/10/28/aparatos-de-medicion/>

2.3 POBLACIÓN, UNIVERSO Y MUESTRA

La población involucrada para nuestra investigación es considerada como pequeña la misma que no resulta difícil investigar a todos los elementos que la conforman en la Tabla 2.3 que reflejan los involucrados, así que se le aplicara a toda la población el instrumento respectivo para la obtención de información que se desea obtener.

TABLA 2. 3 Población Involucrada

ITEMS	INVOLUCRADOS	Número
1	Familia Beneficiada	3
	TOTAL	3

ELABORADO POR: Grupo Investigador

2.4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las preguntas que se realizo en la entrevista, fue elaborada por el grupo investigador para de esta manera obtener datos y conocer las necesidades que tiene esta familia de bajos recursos económicos, y así poder determinar la factibilidad de la implementación de paneles de generación fotovoltaicos de 500w.

2.4.1 Recolección De La Información

Las preguntas serán de lo más sencillas y entendibles para que la persona a ser interrogada no tenga dificultad alguna en responderlas, constará de preguntas que serán de dos y múltiples opciones de la manera más concreta.

A continuación se detalla cada una de las preguntas realizadas a los residentes de la vivienda con su respectiva tabulación y representación gráfica, para obtener un análisis e interpretación de resultados.

Pregunta N.- 1

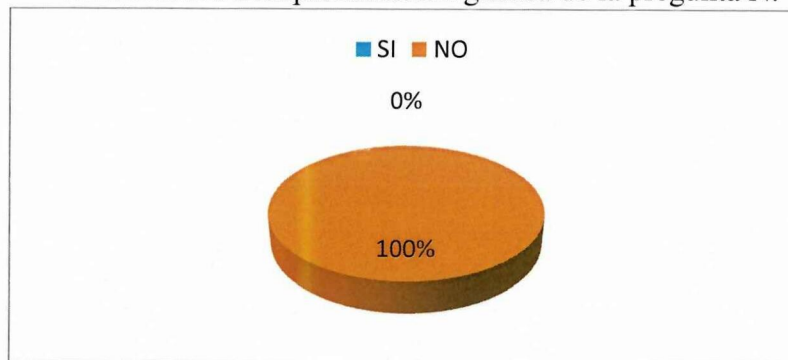
¿Usted cuenta con un suministro de energía eléctrica en su vivienda que satisfaga su demanda energética?

TABLA 2. 4 Resumen pregunta N.-1

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	0	0%
NO	3	100%
Total	3	100%

ELABORADO POR: Grupo Investigador

FIGURA 2. 6 Representación gráfica de la pregunta N.-1



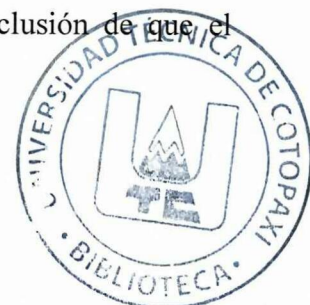
ELABORADO POR: Grupo Investigador

Análisis

De los 3 residentes de dicho hogar, el 100% ha respondido que no cuenta con suministro eléctrico

Interpretación

Por lo expuesto en la entrevista, se ha obtenido como conclusión de que el servicio eléctrico es primordial para el hogar.



Pregunta N.- 2

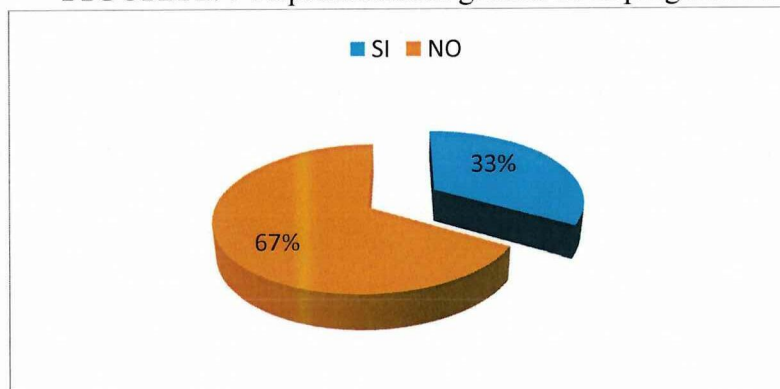
¿Sabía usted que por medio del sol se puede generar energía eléctrica para satisfacer la demanda energética de una vivienda?

TABLA 2. 5 Resumen pregunta N.-2

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	1	33%
No	2	67%
Total	3	100%

ELABORADO POR: Grupo Investigador

FIGURA 2. 7 Representación gráfica de la pregunta N.-2



ELABORADO POR: Grupo Investigador

Análisis

De los 3 residentes del hogar, el 33% sabe que por medio del sol se genera electricidad, mientras que el 67% desconoce de la misma.

Interpretación

Por lo expuesto en la entrevista, se obtiene como conclusión que esta familia desconoce casi en su totalidad de cómo generar energía por medio de una fuente renovable como el sol.

Pregunta N.- 3

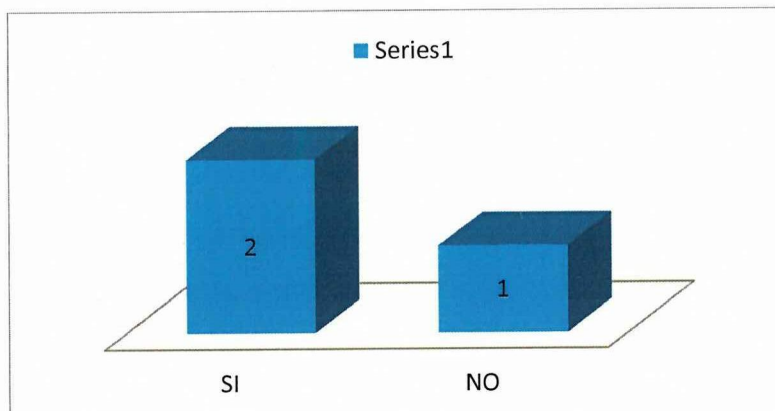
¿Cree usted que mediante la implementación del sistema fotovoltaico se puede obtener energía eléctrica para satisfacer la demanda energética de su vivienda?

TABLA 2. 6 Resumen pregunta N.-3

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	2	67%
No	1	33%
Total	3	100%

ELABORADO POR: Grupo Investigador

FIGURA 2. 8 Representación gráfica de la pregunta N.-3



ELABORADO POR: Grupo Investigador

Análisis

De los 3 residentes del hogar, el 67% está en total acuerdo que implementando este sistema fotovoltaico obtendrá mayor beneficio energético.

Interpretación

De Los residentes del hogar una persona no está de acuerdo que cubrirán la demanda energética con a la implementación de paneles

Pregunta N.- 4

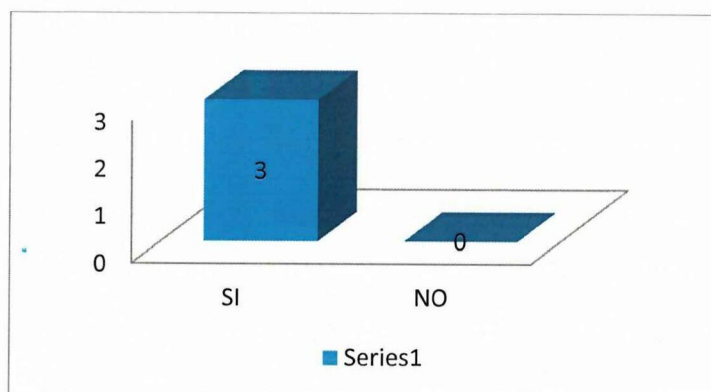
¿Le gustaría que se realice este tipo de proyectos solares en su vivienda para satisfacer la demanda energética de su diario vivir?

TABLA 2. 7 Resumen pregunta N.-4

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	3	100%
No	0	0%
Total	3	100%

ELABORADO POR: Grupo Investigador

FIGURA 2. 9 Representación gráfica de la pregunta N.-4



ELABORADO POR: Grupo Investigador

Análisis

De los 3 residentes de dicho hogar, el 100% están en total acuerdo que este proyecto se lo realice en su vivienda.

Interpretación

Los tres residentes del hogar respondieron que se implemente los paneles en su vivienda para satisfacer la demanda energética de la misma.

TABLA 2. 8 Tabla general de frecuencia y porcentaje

PREGUNTAS	FRECUENCIA			PORCENTAJE		
	SI ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	TOTAL	SI	NO	TOTAL
Pregunta 1	0	3	3	100%	0%	100%
pregunta 2	2	1	3	67%	33%	100%
pregunta 3	2	1	3	67%	33%	100%
Pregunta 4	3	0	3	100%	0%	100%

ELABORADO POR: Grupo Investigador

2.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.5.1 *Enunciado*

¿La implementación de paneles de generación fotovoltaicos con una potencia de 500W, permitirá abastecer con la demanda eléctrica unifamiliar?

2.5.2 *Hipótesis Nula*

La implementación de paneles de generación fotovoltaicos con una potencia de 500W, NO permitirá abastecer con la demanda energética de la vivienda

2.5.3. **Comprobación de la Hipótesis**

Para establecer la comprobación de la hipótesis de la presente investigación se utilizó los métodos y técnicas e instrumentos de investigación para obtener datos claros y precisos sobre la factibilidad del proyecto.

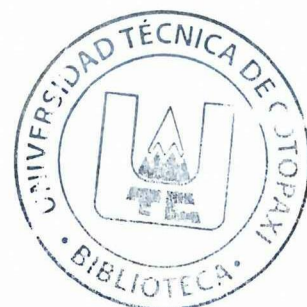
Mediante los datos obtenidos se ha llegado a la conclusión de que la vivienda no cuenta con suministro energético por problemas de transportación eléctrica,

siendo la mejor opción la implementación de paneles fotovoltaicos para satisfacer la demanda energética de consumo de 1366 KWh/día. Véase en la tabla 3.8.

Por lo antes expuesto se procedió a instalar 2 paneles de 250 W cada uno, con un banco de baterías de 24V/200Ah lo que va a entregar 20 A durante 10 h o bien la mitad de corriente de 10 A durante el doble de tiempo 20 h en base a mantener siempre constante el producto de la corriente expresada en Amperios y el tiempo expresado en horas: 200Ah , un regulador de carga de 20 A y un inversor con una configuración de 24 V-800W, creando un sistema de alimentación energético continuo de 292.5 W.

Una grupo de baterías de 250 Ah podrían pues entregar 25 Amperios (A) durante 10 h, o bien la mitad de corriente (12,5 A) durante el doble de tiempo (20 h) en base a mantener siempre constante el producto de la corriente expresada en Amperios y el tiempo expresado en horas : 250 Ah.

Mediante el análisis de la entrevista ha proporcionado información sobre el perfecto funcionamiento del sistema por lo que se llega a la conclusión de que la hipótesis planteada es VERDADERA. Véase en el Anexo G.



CAPITULO III

3 DESARROLLO DEL PROYECTO

En el presente capítulo se va a realizar de la manera más detallada los cálculos para el dimensionamiento de un sistema solar que necesitara una vivienda para satisfacer su demanda eléctrica de consumo. Implementando un sistema de captación solar, que tiene como principio transformar la energía solar de corriente continua en energía eléctrica renovable teniendo en consideración que la potencia obtenida varía con respecto a la variación solar en el punto donde se encuentra ubicada la implementación fotovoltaica.

Así que para obtener el mayor rendimiento de captación solar se instaló 2 paneles solares Policristalinos de 250 W Su capacidad de absorción es buena debido a su color azul, y su rendimiento alcanza valores entre el 11% y el 15%. Véase en el Anexo F-3.

3.1 TEMA

“IMPLEMENTACIÓN DE PANELES DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS DE 500W, DIRIGIDA A UNA FAMILIA DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS , EN EL SECTOR DE ALAQUEZ CANTÓN LATACUNGA EN EL PERIODO 2015”

3.2 PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación es desarrollado por el grupo investigador, el cual es un aporte tecnológico ambiental realizado mediante los conocimientos teóricos-prácticos obtenidos a lo largo de la carrera los cuales serán plasmados en la realización del proyecto, siendo este aporte de gran utilidad para la familia beneficiada ya que ayudara a satisfacer la demanda eléctrica unifamiliar.

3.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene como fin demostrar el principio de generación eléctrica mediante el aprovechamiento de los recursos solar, el cual será plasmado en la implementación de un sistema fotovoltaico en una vivienda.

Siendo este proyecto de gran utilidad para la transformación de corriente directa energía eléctrica renovable dirigida a una vivienda. Que no cuenta con suministro eléctrico por lo que se pretende satisfacer la demanda energética.

La razón por la cual se escoge a una familia en el sector de Chaguana bajo (Puente de Alaquez) es por la dificultad que representa acceder a una red de energía eléctrica convencional por la distancia en que se encuentra ubicada la vivienda de la red de distribución eléctrica.

Los siguientes aspectos son los que se tomó en cuenta para realizar el proyecto en esta vivienda.

- La vivienda no cuenta con una red convencional, que pueda suministrar de energía eléctrica en la misma.
- La radiación solar del lugar es idónea para instalar un sistema fotovoltaico ya que no existe sombras ni reflejos que puedan afectar el sistema.

La implementación de este sistema produce energía eléctrica directamente de la radiación solar. La función básica de convertir la radiación solar en electricidad la realiza el modulo fotovoltaico. La corriente producida por el modulo fotovoltaico es corriente continua a un voltaje que generalmente es de 12V (Voltios), dependiendo de la configuración.

La energía eléctrica producida se almacena en baterías, para que pueda ser utilizada en cualquier momento, y no sólo cuando está disponible la radiación solar. Esta acumulación de energía debe estar dimensionada de forma que el sistema siga funcionando incluso en periodos largos de mal tiempo y cuando la radiación solar sea baja por lo que mediante la experimentación se ha obtenido una carga continua desde las 6 H 30 Am hasta las 6 H 30 pm variando los valores desde 20V a su máxima de 25V. Véase en la figura 3.16 De esta forma se asegura un suministro prácticamente continuo de energía.

Lo antes expuesto se basa en un sistema de generación de baja potencia.

3.4 OBJETIVOS

3.4.1 Objetivo General

- Implementar un sistema fotovoltaico mediante la toma de datos reales para generar energía eléctrica renovable por medio de la captación de radiación solar.

3.4.2 *Objetivos Específicos*

- Implementar un sistema fotovoltaico, mediante un estudio previo de investigaciones ya realizadas sobre la incidencia solar en el Cantón Latacunga.
- Establecer un estudio de cargabilidad para conocer la potencia generada y la potencia de consumo.
- Implementar los paneles solares tomando en cuenta la ubicación y orientación

3.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

3.5.1 *Factibilidad Técnica*

Se basa prácticamente en la evaluación del proyecto a realizarse para ponerlo en marcha y que se mantenga a lo largo de la vida útil del sistema, mostrando como evidencias los estudios que se han realizado para obtener un mayor rendimiento en la captación solar, contemplado los problemas que involucra y mantenerlo en un correcto funcionamiento.

Para lo que se han tomado algunos aspectos como los implementos tecnológicos que se han utilizado en los que se encuentran inmersos los sistemas de control, generación, almacenamiento y medición los mismos que forman parte del sistema solar y gracias a la gran demanda de productos en el mercado se ha obtenido productos de calidad los cuales aportaran con aspectos positivos en el sistema convirtiéndolo en un sistema eficiente y confiable. Otro aspecto importante del sistema es que se puede ampliar por lo que será de vital importancia para el propietario ya que es un sistema totalmente autónomo.

En la tabla 3.1 se puede observar el análisis comparativo de diferentes tipos de generación energética por lo que se ha llegado a la conclusión de que la

generación solar es la energía idónea para dotar de suministro eléctrico a la vivienda.

Siendo los valores analizados en la tabla 3.1. El número 10 es un 100% y así respectivamente.

TABLA 3. 1 Tabla comparativa de energías alternativas

Condiciones de Operación	Generación Eolica	Generación Fotovoltaica	Generación Hidroelectrica
Costo de Instalación	9	8	10
Costo de Mantenimiento	4	2	2
Vida util del Sistema	8	10	6
Factores Contaminantes	5	1	3
Rendimiento del Sistema	7	6	8
TOTAL	33	27	29

ELABORADO POR: Grupo Investigador

3.5.2 Factibilidad Económica

El recurso económico es aporte del grupo investigador, por lo que el costo total del proyecto es de (\$ 3000,00) vs el costo de una implementación de red eléctrica convencional de (\$4620,31). Véase en la tabla 3.7.obteniendo de esta manera todos los implementos tecnológicos para aprovechar los recursos naturales (energía solar) y así generar energía eléctrica, implementando un sistema fotovoltaico que dote de suministro eléctrico a la vivienda ubicada en Chaguana Bajo (Puente de Alaquez) para lo cual se despliega diferentes parámetros como:

- La ubicación de la vivienda está en un punto sin ningún tipo de sombras o reflejos lo cual ayudara a captar sin ningún inconveniente la radiación solar.
- la red de transportación energética se encuentra ubicada a unos 500 metros de la vivienda por lo que se necesita de equipos de transformación



energética para dotar de suministro eléctrico convencional a la vivienda, lo cual no es factible para los beneficiarios.

Para establecer si el proyecto es viable se ha realizado un estudio de proyección económica como es el cálculo del VAN y la TIR

3.5.2.1 Cálculo del Valor actual Neto

El Valor Actualizado Neto (VAN) es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Proporciona una medida de la rentabilidad del proyecto analizado en valor absoluto, es decir expresa la diferencia entre el valor actualizado de las unidades monetarias cobradas y pagadas siendo estos datos de mucha importancia para ver si el proyecto planteado es viable o no es viable realizarlo.

Para establecer los siguientes parámetros se realizara los siguientes cálculos mediante la siguiente ecuación 9.

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad \text{Ec. 9}$$

Donde.

- = representa los flujos de caja en cada periodo t.
- = el valor del desembolso inicial de la inversión.
- = es el número de períodos considerado.
- = es el tipo de interés.

TABLA 3. 2 Tabla de cálculos del VAN realizados en el programa Excel.

N	FNE	$(1+i)^n$	$FNE/(1+i)^n$
0	-2566,00		-2566,00
1	230	1,05	219,05
2	230	1,10	208,62
3	230	1,16	198,68
4	230	1,22	189,22
5	230	1,28	180,21
6	230	1,34	171,63
7	230	1,41	163,46
8	230	1,48	155,67
9	230	1,55	148,26
10	230	1,63	141,20
11	230	1,71	134,48
12	230	1,80	128,07
13	230	1,89	121,97
14	230	1,98	116,17
15	230	2,08	110,63
16	230	2,18	105,37
17	230	2,29	100,35
18	230	2,41	95,57
19	230	2,53	91,02
20	230	2,65	86,68
			300,31
VAN			\$ 300,31

ELABORADO POR: Grupo Investigador

Como se puede observar en la tabla 3.2 se ha realizado un análisis del valor actual neto sobre la inversión del proyecto y se ha establecido un valor positivo lo cual indica que el proyecto es viable según la tabla de criterios del VAN véase en la tabla 3.3.

TABLA 3. 3 Tabla de criterios del VAN.

Valor	Significado	Decisión a tomar
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

ELABORADO POR: Grupo Investigador

3.5.2.2 Cálculo de la tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En términos simples, en esta oportunidad se utilizara la TIR como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

Para realizar este tipo de cálculo se ha utilizado la ecuación 10.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Ec. 10

Donde.

= representa los flujos de caja en cada periodo t.

= es el número de períodos considerado.

= es el tipo de interés.

TABLA 3. 4 Tabla de cálculos de la TIR realizados en el programa Excel.

TIR	VAN
0%	\$ 2.034,00
5%	\$ 300,31
10%	(\$ 607,88)
15%	(\$ 1.126,35)
20%	(\$ 1.446,00)
25%	(\$ 1.656,61)
30%	(\$ 1.803,37)
35%	(\$ 1.910,48)
40%	(\$ 1.991,69)
45%	(\$ 2.055,19)
50%	(\$ 2.106,14)
55%	(\$ 2.147,88)
60%	(\$ 2.182,70)
65%	(\$ 2.212,17)
70%	(\$ 2.237,44)
75%	(\$ 2.259,34)
80%	(\$ 2.278,50)
85%	(\$ 2.295,41)
90%	(\$ 2.310,45)
95%	(\$ 2.323,90)
TIR	6%

ELABORADO POR: Grupo Investigador

Estableciendo una conclusión sobre los datos arrojados por la tasa interna de retorno (TIR) Se ha determinado que el proyecto es viable con un margen de

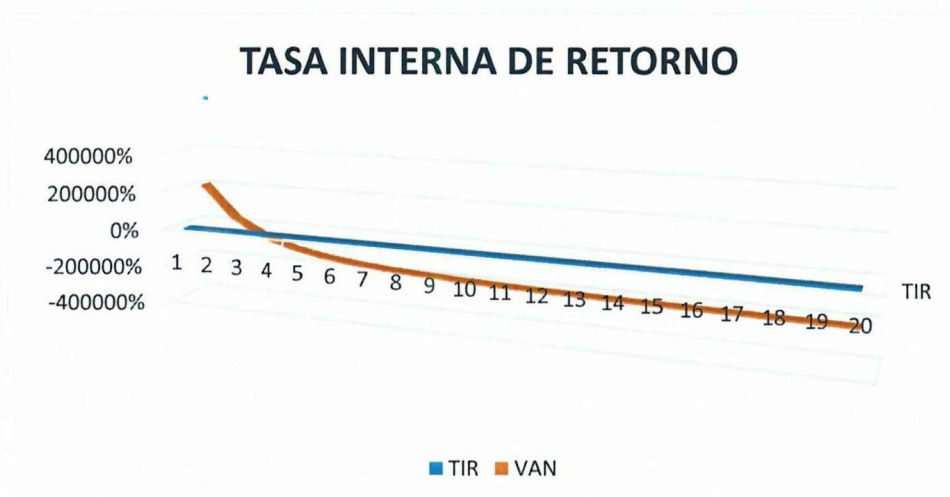
riesgo del 5% por lo que se concluye según la tabla de criterio de la TIR en la tabla 3.5 que el proyecto puede aceptarse.

TABLA 3. 5 Tabla de criterios de la TIR.

Valor	Significado	Decisión a tomar
$TIR \geq r$	La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida	El proyecto puede aceptarse
$TIR < r$	La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida	El proyecto debería rechazarse

ELABORADO POR: Grupo Investigador

FIGURA 3. 1 Representación gráfica del TIR



ELABORADO POR: Grupo Investigador

Por todo lo antes expuesto se puede sacar como conclusión que el proyecto a realizarse es económicamente factible, ya que los gastos económicos para obtener energía eléctrica convencional se necesita una inversión alta lo cual no justificaría ya que el número de beneficiarios son tres que forman parte de una familia.

Véase en la tabla 3.6 y 3.7 el capital que se necesita para realizar una implementación fotovoltaica y una convencional.

TABLA 3. 6 Proforma de materiales para instalación fotovoltaicos

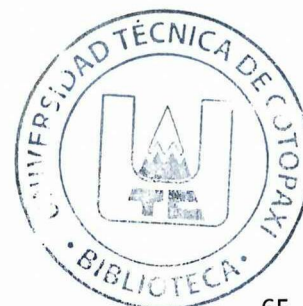
Materiales	Unidades	Precio unitario	Precio Total
Panel solar 250 Wp 24V	2	339	678
Bateria solar 6 Vdc 200Ah	4	320	1280
Inversor victron 24 V/800W	1	523	523
Controladores phocos 12/24V	1	85	85
TOTAL	8	1267	2566

FUENTE: Proforma Ingeniería verde

TABLA 3. 7 Presupuesto de una Red Convencional

PRESUPUESTO DE INSTALACION DE UNA RED ELECTRICA CONVENCIONAL			
MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Postes de Hormigon 12m X 500 Kg	5	264	1320
Transformador 5 Kv	1	980	980
Abrazadera para transformador 5/8	1	9,18	9,18
Cable ANTIHURTO Al 3 x 6	500	1,53	765
Puesta a tierra	1	10,28	10,28
Bastidores de una via	5	2,57	12,85
Abraz. Simple DE 6 1/2 RACK	5	4,6	23
Transporte y Mano de Obra			1500
		TOTAL	4620,31

FUENTE: Proforma Imhotep



3.5.3 Factibilidad Operacional

El grupo investigador se encuentra totalmente capacitado en el manejo de este tipo de sistemas tecnológicos ya que se ha adquirido habilidades y destrezas a lo largo de la vida estudiantil para el uso correcto de todos los elementos inmersos en este sistema fotovoltaico y se capacitara debidamente a los propietarios de la vivienda para el manejo adecuado de los equipos, esto garantizara el uso adecuado de los equipos y por ende se aumentara su vida útil.

3.6 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El análisis de potencial solar viene dado a partir de datos obtenidos por grupos investigadores ecuatorianos los cuales mencionan los tipos de radiación solar que se manifiestan a lo largo de seis meses reflejados en KWh/m². Véase la tabla 2.1, estos datos ayudaran a realizar los diferentes cálculos para la elaboración del sistema.

Llegando a establecer un sistema adecuado y eficiente para brindar energía eléctrica a una vivienda, por medio de un sistema de posicionamiento solar en tiempo real se podrá obtener mayor captación solar por lo que el sistema brindara un servicio óptimo a sus beneficiarios.

El sistema de posicionamiento es diseñado mediante un sistema mecánico el cual realizara un movimiento rotacional en los momentos donde hay mayor incidencia solar para dirigirse a la posición en la que se encuentra ubicado el sol. De esta manera se asegura que el sistema sea totalmente autónomo y eficiente.

3.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CALCULOS PARA EL SISTEMA SOLAR

A partir del consumo energético teórico E_r (W/h), se realiza el cálculo de consumo energético real E (W/h), necesario para hacer frente a los múltiples factores de pérdidas que van a existir en la instalación fotovoltaica, del siguiente método.

$$E = E_r / R \quad \text{Ec: 9}$$

Donde R es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica, definido como.

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * 1 - \frac{K_a \cdot N}{P_d} \quad \text{Ec: 10}$$

Los factores de la ecuación son los siguientes.

K_b = Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.

- 0.05 en sistemas que no demanden descargas intensas
- en sistemas con descargas profundas.

K_c = Coeficiente de pérdidas en el convertidor.

- 0.05 para convertidores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo
- en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo

K_v = Coeficiente de pérdidas varias.

- Agrupa otras pérdidas como rendimiento de red, efecto joule, etc.
- 0.05 – 0.15 como valores de referencia.

K_a = Coeficiente de descarga diario.

- 0.005 para baterías de ciclo profundo

N= Número de días de autonomía de la instalación.

- Serán los días que la instalación deberá operar bajo una radiación mínima, en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar. 4-10 días como valores de referencia.

Pd = Profundidad de descarga diaria de la batería

- Esta profundidad no excederá el 80 % (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de este decrece en gran medida con los ciclos de descarga – descargas muy profundas.

En la realización de la siguiente investigación se consideran los siguientes valores de los coeficientes de pérdidas.

$$\mathbf{Kb} = 0,1 \quad \mathbf{Kc} = 0,05 \quad \mathbf{Kv} = 0,1 \quad \mathbf{Ka} = 0,005 \quad \mathbf{N} = 7 \quad \mathbf{Pd} = 0,7$$

Según la ecuación del rendimiento de la instalación fotovoltaica R, es la siguiente.

$$R = (1 - 0,1 - 0,05 - 0,1) \left(1 - \frac{0,005 \cdot 7}{0,7}\right) = 0,7125 \quad \mathbf{Ec: 11}$$

Y a partir de la ecuación 9

$$E = E_r / R$$

Se obtiene

$$E = \frac{1366}{0,7125} = 1917,19 \text{ W/h}$$

Una vez definida la utilidad energética real E (W/h) Véase en la Tabla 3.8 el consumo de energía total diaria de la vivienda, lo cual servirá para obtener el rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

TABLA 3. 8 Consumo de Energía

DEMANDA ENERGETICA DE LA VIVIENDA						
EQUIPOS	TENSIÓN Voltios (V)	POTENCIA Vatios (W)	CANTIDAD N	POTENCIA TOTAL (Vatios)	UTILIZACIÓN Hora/Dia	ENERGÍA (Wh/d)
Corriente Alterna						
Televisor	110	40	1	40	3	120
Mini Componente	110	85	1	85	3,5	297,5
Plancha	110	680	1	680	1	680
Piano	110	90	1	90	1	90
Luminarias	110	8,5	7	59,5	3	178,5
TOTAL AC						1366

FUENTE: Tabla Normalizada CONELEC

Así se obtendrá fácilmente la capacidad del banco de baterías C necesario, utilizando la siguiente ecuación.

3.7.1 Dimensionamiento De Las Baterías

Ec: 12

Donde V es la tensión nominal del sistema acumulador, 24 V

A partir de la capacidad calculada, se realizara una selección de equipos comerciales más próximos en prestaciones, dentro de la categoría se ha seleccionado las baterías Ritar RA 6-200D (6V200) como se muestra en la figura 3.2.



FIGURA 3. 2 Banco de baterías Ritar RA 6-200D (6V200)



ELABORADO POR: Grupo Investigador

Una vez definida las baterías se calculara los paneles solares necesarios para la instalación. Para ello se debe conocer los valores de irradiación solar medida en la superficie del lugar del proyecto.

Los resultados medidos se presentan en la tabla 2.1.

3.7.2 Dimensionamiento Del Número De Paneles.

El número de paneles NP se calculara con el siguiente método.

Ec: 12

Donde Wp es la potencia pico de cada panel solar

Hps es el horario Promedio solar en el punto de la implementación.

En el mercado hay paneles solares de diversas potencias. 5, 30, 50, 75, 100, 150, 165, 200, 220, 250 W. según la demanda que se precise.

En este caso se optara por dos paneles solares de 250 W, se ha elegido paneles solares Policristalinos de alta eficiencia Sunlink PV Maximum Power 250W los cuales se muestran en la figura 3.3.

• **FIGURA 3. 3** Paneles Policristalinos de 250 W



ELABORADO POR: Grupo Investigador

3.7.3 Dimensionamiento Del Regulador De Carga.

Una vez definido el generador fotovoltaico, se procede a calcular el regulador de carga necesario. Para ello simplemente se multiplicara la intensidad de corto circuito de cada panel, por el número de paneles necesarios. Este producto será la máxima intensidad nominal a la que trabaja el regulador.

Por lo que se empleara un regulador de carga solar CML20 de 12-24 V para 20 A como se muestra en la figura 3.4

FIGURA 3. 4 Regulador de carga solar CML20



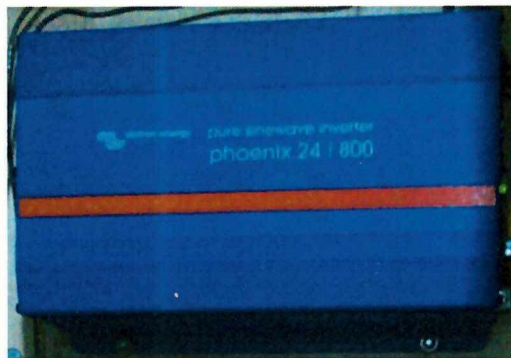
ELABORADO POR: Grupo Investigador

3.7.4 Dimensionamiento del inversor

Por último se establece el dimensionamiento del inversor necesario. Para ello se estimara la potencia instantánea máxima de la demanda de instalación.

Se tiene 2 paneles de 250 W por 3.19 horas de irradiación promedio diaria se ha llegado a la conclusión que se necesitará para el sistema un inversor de 800W. Por lo que se utilizara un inversor Phoenix Blue Power 24V/800W como se muestra en la figura 3.5.

FIGURA 3. 5 Inversor Phoenix 24V/800W



ELABORADO POR: Grupo Investigador

3.8 DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para la protección del panel al regulador, se calcula la capacidad del fusible o del breaker por el siguiente método.

- Primero se calcula la corriente del conductor mediante la siguiente ecuación.

$$I_c = \frac{125\% * P_n}{V_n}$$

$$I_c = \frac{125\% * 500W}{24V}$$

$$I_c = 26.04 A$$

Donde.

P_n = potencia máxima del panel

V_n = voltaje nominal del banco de baterías

I_c = corriente del conductor

- La capacidad del fusible se calcula mediante la siguiente ecuación que debe ser igual al 125% de la corriente del conductor

$$I_F = 125\% * I_c$$

$$I_F = 125\% * 26.04A$$

$$I_F = 32.55 A$$

Donde

I_F = Corriente del fusible

I_c = corriente del conductor

- para la corriente de la capacidad del breaker se calcula con la siguiente ecuación.

$$I_B = 150\% * I_c$$

$$I_B = 150\% * 26.04A$$

$$I_B = 39.06 A$$

Donde.

I_B =Corriente del breaker

I_c = corriente del conductor

Llegando a la conclusión que se necesitara un fusible o un breaker de 30 a 40 A.

Para la protección del regulador de voltaje a la batería se realizara un cálculo que arroje datos sobre la capacidad del fusible o breaker por medio del siguiente método.

En este caso el banco de baterías es de 200 Ah, tiene una corriente máxima de 20 A.

- La capacidad del fusible debe ser igual al 125% la corriente máxima, como se indica en la siguiente ecuación.

$$I_F = 125\% * I_{MAX}$$

$$I_F = 125\% * 20A$$

$$I_F = 25 A$$

- Para la corriente de la capacidad del breaker se calcula mediante el siguiente método.

$$I_B = 150\% * I_c$$



$$I_B = 150\% * 20A$$

$$I_B = 30 A$$

Por lo cual se determina que se necesitara un fusible o un breaker de 30 A.

Para la protección de la batería al inversor, se procede a calcular la capacidad del fusible o breaker con el siguiente método.

- La capacidad del fusible será igual a.

$$I_c = 125\% * I_{INVERSOR}$$

$$I_c = 125\% * 33.33A$$

$$I_c = 41.66 A$$

- La capacidad del fusible debe ser igual a 125 la corriente del conductor.

$$I_F = 125\% * I_c$$

$$I_F = 125\% * 41.66A$$

$$I_F = 52.07A$$

Según el resultado se necesitara un fusible o breaker de 60 A

Para la protección del inversor a la carga se procederá a realizar los cálculos utilizando la corriente requerida por la carga CA.

$$I_{carga AC} = \frac{P_{carga ac}}{V_{AC}}$$

$$I_{carga AC} = \frac{500W}{110V}$$

$$I_{carga AC} = 5 A$$

$$I_c = 125\% * I_{carga AC}$$

$$I_c = 125\% * 5 A$$

$$I_c = 6.25 A$$

Para obtener la capacidad del breaker en CA, se sobredimensiona con un 250% debido que hay cargas que al arranque ocupan más corriente.

$$I_B = 250\% * I_c$$

$$I_B = 250\% * 6.25A$$

$$I_B = 15.6 A$$

Por lo que se utilizara un breaker de 20 A

3.9 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO SOLAR EN TIEMPO REAL

Para realizar el sistema de posicionamiento solar debemos tomar en cuenta algunos aspectos importantes para conseguir un perfecto funcionamiento.

En primer lugar se analiza la existencia de sistemas de posicionamiento solar en el mercado, pero no se han encontrado por lo que no se cuenta con el dispositivo físico para poder analizarlo así que se debe realizar un modelo de diseño que presente condiciones óptimas para un correcto funcionamiento. La representación gráfica del circuito electrónico a utilizar para el correcto funcionamiento del sistema de posicionamiento solar en tiempo real se ha realizado mediante una simulación en el programa proteus para poderlo diseñar con mayor versatilidad y así establecer los dispositivos que se necesitaran para la elaboración del circuito electrónico. Véase en el Anexo I.

Otro punto importante del sistema de posicionamiento es la parte mecánica la cual se encargara de realizar los movimientos necesarios para captar la mayor radiación solar posible, esta parte se encuentra conformada por un motor de corriente continua de 12 V el cual por medio de pulsos emitirá una señal para que

el motor se encienda y se apague después de un límite de tiempo estableciendo el ángulo de posicionamiento del sistema como se muestra en la figura 3.6.

FIGURA 3. 6 Sistema de posicionamiento



ELABORADO POR: Grupo Investigador

La parte de control es indispensable para el sistema ya que este emitirá los pulsos de 1 y 0 lógico para enviar la señal al motor y así se encienda y pueda realizar los movimientos de posicionamiento en determinada hora el sistema realizara tres movimientos a las 11 am establecerá un movimiento rotacional de este a oeste, seguido de otro pulso el cual empezara a las 3 pm de este a oeste y finalmente a las 7 pm se establecerá el ultimo pulso el cual establecerá el retorno del sistema a su punto inicial realizando un movimiento rotacional de oeste a este como se muestra en la figura 3.7.

FIGURA 3. 7 Sistema de control con reloj en tiempo real



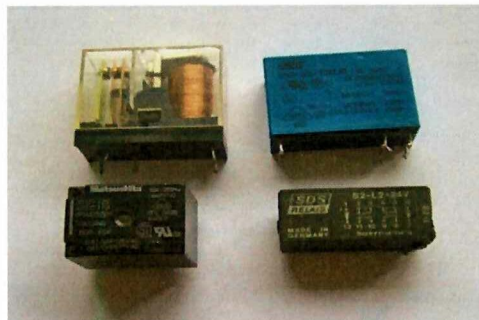
ELABORADO POR: Grupo Investigador

3.9.1 *Elementos que intervienen en el sistema de posicionamiento solar en tiempo real*

- **Relé de 30 A:** Este dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes lo cual ayudara a nuestro sistema para enviar las ordenes de funcionamiento en el motor de corriente continua.

Un relé es un interruptor accionado por un electroimán. Véase en la Fig. 3.8.

FIGURA 3. 8 Relé



FUENTE: <http://www.inventable.eu/introduccion-a-los-reles/>

- **Motor Paso a Paso:** Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. Por lo que se ha utilizado un motor de 12 V para generar los movimientos rotacionales para el posicionamiento del sistema.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Véase en la Fig. 3.9

FIGURA 3. 9 Motor paso a paso



FUENTE: [http:// motor-paso-a-paso.pdf](http://motor-paso-a-paso.pdf)

- **Display:** Se llama visualizador o display, a un dispositivo de ciertos aparatos electrónicos que permite mostrar información al usuario de manera visual por lo que se ha optado implementar este tipo de dispositivo para poder visualizar la hora en tiempo real y así enviar los pulsos precisos para el correcto funcionamiento del sistema de posicionamiento. Como se muestra en la figura 3.10.

FIGURA 3. 10 Display



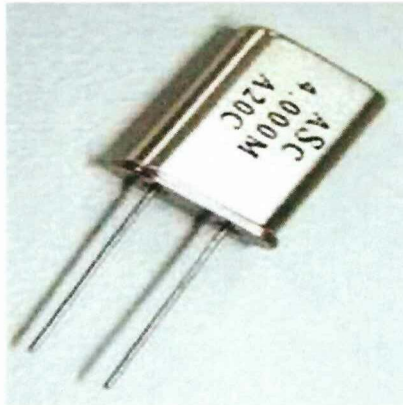
FUENTE: [http:// display.pdf.ec](http://display.pdf.ec)

- **Oscilador de 4mh:** Es un dispositivo capaz de convertir la energía de corriente continua en corriente alterna de una determinada frecuencia.1 Dicho de otra forma, es un circuito que es capaz de convertir la corriente continua en una corriente que varía de forma periódica en el tiempo

Un oscilador electrónico es fundamentalmente un amplificador, cuya señal de entrada se toma de su propia salida a través de un circuito de realimentación. Como se muestra en la Fig. 3.11



FIGURA 3. 11 Oscilador



FUENTE: Electrónica de Comunicaciones (2009)

- **Regulador de 5 Voltios:** Los reguladores son usados para mantener una salida de voltaje predeterminada, a pesar de las variaciones en la entrada de la fuente (voltaje AC) y a pesar también de las variaciones que se puedan dar en la carga. El regulador de voltaje se inserta entre la carga y la salida de la fuente sin regular:

Los reguladores en circuitos integrados, simplifican considerablemente el diseño de fuentes de poder. Véase en la Fig. 3.12

FIGURA 3. 12 Regulador



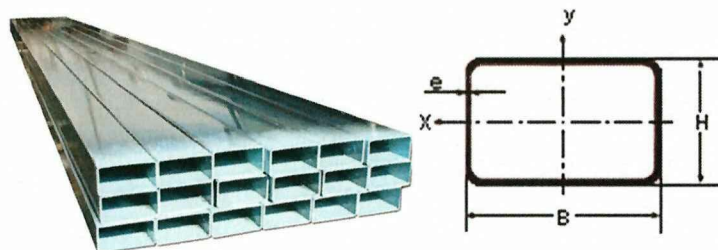
FUENTE: Electrónica de Comunicaciones (2009)

3.9.2 Elementos que intervienen en la parte mecánica del sistema de posicionamiento.

Para la elaboración del sistema mecánico se ha realizado una comparación de elementos que puedan resistir las condiciones necesarias para un perfecto funcionamiento por lo que a continuación se detallan los siguientes componentes mecánicos.

- **Tubo estructural rectangular:** este tipo de tubos soldados ofrecen grandes ventajas al momento de realizar una estructura, Por su forma cerrada y bajo peso presentan un mejor comportamiento a esfuerzos de torsión y resistencia al pandeo. Permitiendo la realización de uniones simples por soldadura. Lo que facilito el proceso de diseño de los soportes del sistema de posicionamiento solar

FIGURA 3. 13 Tubo perfil rectangular



FUENTE: www.constructalia.com/espanol

- **Chumaceras:** Una chumacera es un rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación. En esta ocasión se ha utilizado para poder brindar a nuestro sistema un movimiento rotacional evitando fricciones.

Al seleccionar una chumacera, lo primero que se ha verificado es el tamaño del eje, incluyendo su flexión y carga de torsión. Véase en el Anexo F-3 Ya que va a soportar una carga de 30 kg.

FIGURA 3. 14 Chumaceras de 25.4 mm



FUENTE: Catalogo-de-chumaceras-ntn-espanol

- **Eje de acero de 1 pulgada:** Su dureza y calidad aseguran unas cualidades óptimas de funcionamiento. La profundidad homogénea de la capa templada garantiza una transición continua entre la capa superficial templada y el núcleo resistente. El núcleo del eje es blando para absorber los esfuerzos por flexión por lo que se ha optado este tipo de material para la sujeción del sistema.

FIGURA 3. 15 Eje de acero 25.4 mm



FUENTE: Catalogo Ejes INA

3.10 ANALISIS DE CARGABILIDAD DEL SISTEMA

3.10.1 Consumo Energético De La Vivienda

Para conocer la demanda energética que tiene la vivienda en donde se instalara el sistema solar se debe obtener los datos de las cargas eléctricas que serán utilizadas

en el sistema véase en la tabla 3.8 donde señala todas las cargas eléctrica dando un valor de 1366 Kw/h por lo que se procederá a analizar su consumo eléctrico mensual.

$$1366 \text{ Kwh/dia}$$

$$1366 \frac{\text{wh}}{\text{dia}} \frac{\text{Kwh}}{1000 \text{ wh}} = 1.366 \text{ Kwh}$$

$$1.366 \frac{\text{Kwh}}{\text{dia}} * 30 \frac{\text{dia}}{\text{mes}} = 40.98 \text{ Kwh/mes}$$

$$40.98 \frac{\text{Kwh}}{\text{mes}} * \frac{0,15}{\text{Kwh}} = 6,147 \text{ dolares/mes}$$

3.10.2 Medición de los paneles a plena carga

Se realizó las mediciones de los paneles para comprobar su eficiencia a plena carga con una temperatura promedio de 18 grados Celsius y se desplego las siguiente toma de datos con un voltaje nominal de 25 V y una corriente de 5 A. véase en la figura 3.16 por lo que se concluyó que los paneles están funcionando correctamente. Y gracias a estas medidas se obtuvo su potencia mediante la siguiente ecuación.

$$P = I \cdot V \quad \text{Ec: 13}$$

Donde.

P= potencia generada

I= Corriente del sistema en Amp.

V= Voltaje que tiene el sistema

$$P = 7A * 25V$$

Por lo que se concluye que el panel brinda los 250 w dependiendo de las condiciones ideales en captación solar y temperatura.

FIGURA 3. 16 Medición de voltaje en los paneles solares



ELABORADO POR: Grupo investigador

- **Mediciones realizadas en el sistema de inversión**

Las siguientes mediciones fueron realizadas en el interior de la vivienda en los puntos de inversión de voltaje arrojando los siguientes datos 117 V en C.a y 2.5 A en el sistema eléctrico de la vivienda dando un perfecto funcionamiento en la distribución eléctrica. Véase en la Fig. 3.17 y 3.18

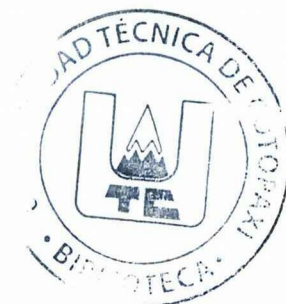
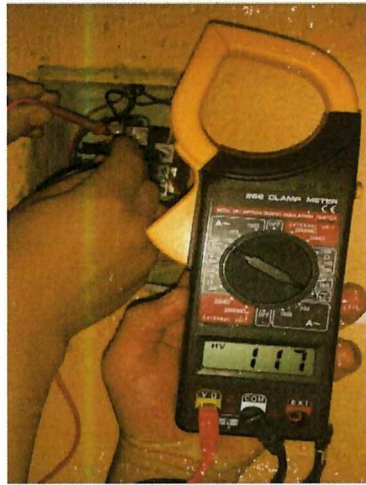


FIGURA 3. 17 Medición de voltaje en el sistema de distribución eléctrica de la vivienda



ELABORADO POR: Grupo investigador

FIGURA 3. 18 Medición de corriente en el sistema de inversión eléctrica de la vivienda



ELABORADO POR: Grupo investigador

Conclusiones

- El proyecto que se realizó ha contribuido de manera muy importante para identificar y resaltar los puntos que hay que cubrir y considerar para llevar a cabo una implementación fotovoltaica para poder satisfacer la demanda de energía eléctrica de una vivienda con una potencia de consumo de 1366 KWh/día.

- Como se mencionó a lo largo de este documento uno de los problemas más frecuentes para que un sistema no cumpla con el objetivo para el cual fue adquirido es que la implementación del mismo no sea exitosa, y la mayor causa para que una implementación fracase es hacer a un lado todos los procesos investigativos que conllevan a evaluar si el proyecto es o no viable, teniendo como resultado un gasto en lugar de una inversión es por eso nuestro proyecto investigativo se ha utilizado diferentes técnicas de investigación para así obtener datos reales por medio de la entrevista y el cuestionario.

- De acuerdo al estudio de radiación solar en el Barrio Chaguana Bajo de la Parroquia de Alaquez tiene una incidencia solar de 4.4 KWh/m² por lo que se asegura la alimentación continua de energía eléctrica renovable durante la vida útil de los componentes del sistema.

Recomendaciones

- Realizar un estudio de factibilidad en primer plano para realizar cualquier tipo de mecanismo de posicionamiento solar para establecer si es que es viable o no realizarlo en el país.

- Se recomienda instalar el banco de baterías en un lugar aislado porque pueden producir gases inflamables, además por ninguna manera hacer chispas cerca de las baterías porque puede producir alguna explosión, se debe asegurar que el lugar se encuentre ventilado.

- Establecer un estudio de radiación solar mínimo de seis meses para obtener los datos precisos y confiables sobre la incidencia solar en el punto donde se piense a hacer una implementación de paneles fotovoltaicos.

- Se recomienda realizar un manual de funcionamiento dirigido a los usuarios para evitar cualquier manipulación incorrecta de los equipos y así evitar cualquier tipo de incidente o accidente en la implementación fotovoltaica, que pueda causar pérdidas materiales o humanas.

Bibliografía:

➤ Citadas

- BERNAL, C. A. (2006). Metodología de la Investigación. México: Pearson Educación.
- HERNANDEZ RODRIGUEZ Carlos Energías Renovables y Eficiencia Energética, Primera Edición, Abril 2008, Instituto Tecnológico de Canarias; Energía renovable, Boyle (2010),
- HERNÁNDEZ Sampieri, R., FERNÁNDEZ Collado, C., & BAPTISTA Lucio, Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana P. (2006).
- LEIVA Zea, F. (2008). Nociones de Metodología de Investigación Científica. Quito:
- M. Sc. Ing. ORBEGOZO Carlos & Ing. ARIVILCA Roberto (2010) ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Manual Técnico Para Instalaciones Domiciliarias.
- SCHALLENBERG RODRÍGUEZ Julieta C. & PIERNAVIEJA IZQUIERDO Gonzalo Primera edición, abril 2008 ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

➤ Consultadas

- ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACION ELECTRICA (CONELEC): Agosto 2008
- GARRIDO Santiago. Energías Renovables, Edición Mensual Año II Enero 2012.
- JARA TIRAPEGUI Wilfredo Energías Renovables No Convencionales, Primera Edición: Agosto de 2006 Flóres, R. O. (2011).
- JARA TIRAPEGUI Wilfredo Energías Renovables No Convencionales PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS. Bogotá: Ediciones de la U.

- MAGAÑES Humberto DISEÑO DE UN SEGUIDOR SOLAR PARA EFICIENTAR LA CAPTACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LOS PANELES FOTOVOLTAICOS. Octubre 2010
- PRADO MORA, C.R, Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para la comunidad aislada (julio2008).
- RODRIGUEZ GALBARRO Hermenegildo Instalación solar fotovoltaica para vivienda, Primera Edición: Febrero de 2009 JIJÓN, Z. O. (2011).
- ROLDÁN VILORIA, J. (2008), Energías Renovables.
- SÁNCHEZ MIÑO Santiago J. y otros ENERGÍAS RENOVABLES conceptos y aplicaciones, , Junio 2003
- SARDÓN J., (2008) Energías renovables para el desarrollo.

➤ Virtuales

- Energías renovables y eficiencia energética, Julieta C. Schallenberg Rodríguez Primera edición, abril 2008, Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. de: <http://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- Energías Renovables No Convencionales, Wilfredo Jara Tirapegui, Primera Edición: Agosto de 2006 de: <http://www.endesa.cl/ES/NUESTROCOMPROMISO/PUBLICACIONES/EINFORMES/Documents/Libro%20ERN%20versi%C3%B3n%20de%20impresión.pdf>
- Energía solar fotovoltaica como fuente de energía renovable global, renewables academy de: http://www.renacmexico.com/fileadmin/user_upload/Download/RENAC_Mexico/Introduccion_fotovoltaica.pdf
- ENERGÍAS RENOVABLES, Santiago J. Sánchez Miño, Fundación Natura Quito, Junio 2003 de: http://www.uni-oldenburg.de/fileadmin/user_upload/physik-pre/download/Downloads/ENERG%CDAS_RENOVABLES.pdf

- Según, BLIGOO. Concepto De La Energía, Disponible en Web: <http://energia.bligoo.com.co/concepto-energia#.VIBtLF6Kao4> [Consulta: 21 de Noviembre del 2015].

Glosario De Términos

A

Acumulador: es un dispositivo capaz de transformar energía potencial química en energía eléctrica.

Albedo: Es la reflectividad de la superficie terrestre y se refiere a la energía reflejada desde la Tierra al universo.

Autodescarga: Es la pérdida de carga de la batería cuando esta permanece en circuito abierto

B

Baterías: Dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad

C

Constante solar: Es la energía proveniente del Sol, por unidad de tiempo, recibida en un área de superficie perpendicular

E

Energía: Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor.

Eje: Barra cilíndrica que atraviesa un cuerpo giratorio y le sirve como centro para girar.

F

Fotón: Energía en forma de radiación electromagnética, emitido o absorbido por la materia.

Frecuencia: Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

I

Inversor: Elemento que transforma la corriente continua almacenada en el acumulado en corriente alterna.

M

Multímetro: Es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales.

P

Profundidad de descarga: Energía en forma de radiación electromagnética, emitido o absorbido por la materia.

Protecciones: Dispositivos eléctricos que deben estar instalados en el cuadro general de la vivienda; la función que tiene es desconectar la instalación eléctrica de forma rápida cuando existe una fuga a tierra.

Pinza Amperimétrica: Es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales

R

Radiación: Es una forma de energía en movimiento que se propaga a través de ondas invisibles.

Regulador de carga: Es un equipo encargado de controlar y regular el paso de corriente eléctrica desde los módulos fotovoltaicos hacia las baterías.

S

Soporte: Un soporte es aquel apoyo o sostén que presenta a un determinado objeto.

ANEXOS

ANEXO A

**CONDICIONES
INICIALES DE LA
VIVIENDA**

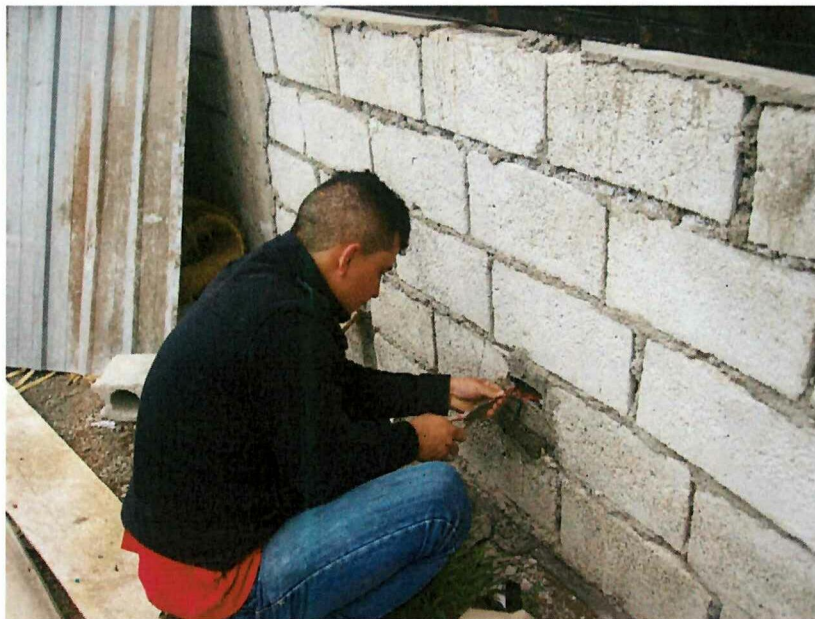
1-10



ELABORADO POR: Grupo Investigador



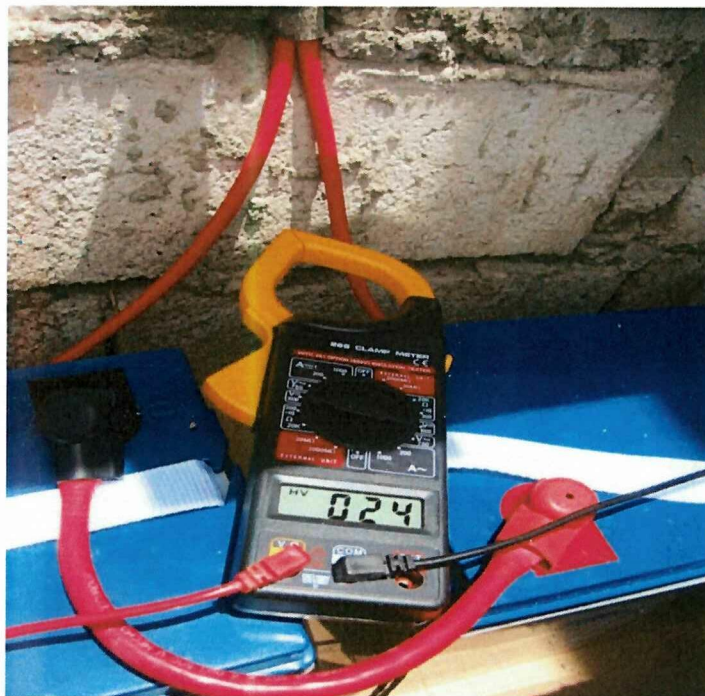
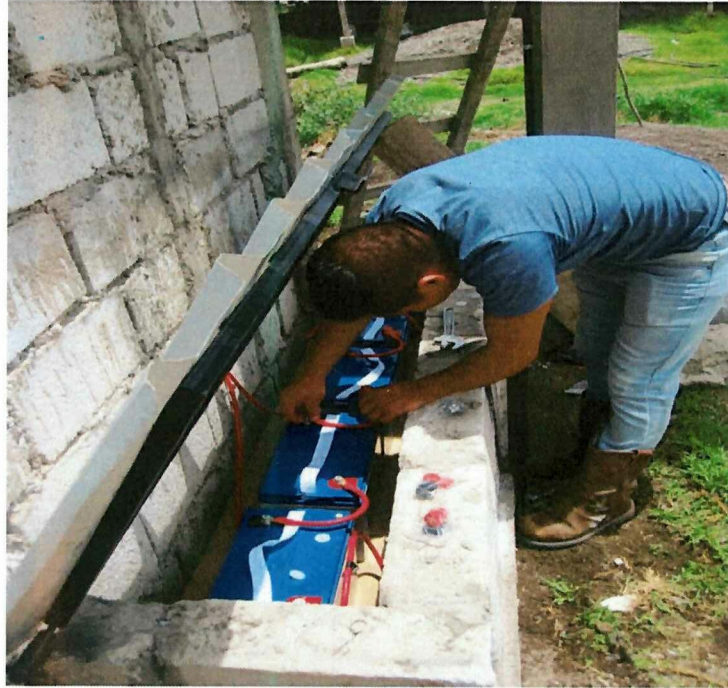
ELABORADO POR: Grupo Investigador



ELABORADO POR: Grupo Investigador



ELABORADO POR: Grupo Investigador



ELABORADO POR: Grupo Investigador

3. Información técnica

Inversor Phoenix	12 V	12/800	12/1200
	24 V	24/800	24/1200
	48 V	48/800	48/1200
INVERSOR			
Potencia cont. CA a 25 °C (VA) (1)		800	1200
Potencia cont. a 25 °C/ 40 °C(W)		700 / 650	1000/ 900
Pico de potencia (W)		1800	2000
Tensión / frecuencia CA de salida (4)		120VCA +/- 5% o 230VCA +/- 3%	50Hz o 60Hz +/- 0,1%
Rango de tensión de entrada (VCC)		9,2 - 17,3 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 68,0	
Alarma de batería baja (V CC)		10,9 / 21,8 / 43,6	
Apagado por batería baja (V CC)		9,2 / 18,4 / 36,8	
Reinicio por batería baja (V CC)		12,5 / 25 / 50	
Eficacia máx. (%)		91 / 93 / 94	92 / 94 / 94
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)		6 / 6 / 6	8 / 9 / 8
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)		2	2,3
Apagado/encendido del modo de búsqueda (W)		20 / 30	20 / 30
GENERAL			
Protección (2)		a - e	
On/Off remoto		Si	
Temperatura de trabajo		-20 a +50°C (refrigerado por ventilador)	
Humedad (sin condensación):		máx. 95%	
Fusible CC interno (tipo: fusible MIDI) (A)		200 / 100 / 60	200 / 150 / 100
CARCASA			
Material y color:		Aluminio	Azul Ral 5012
Tipo de protección		IP 20	
Conexión de la batería		Cables de batería de 1,5 metros	
Toma de corriente CA estándar		230V: IEC-320 (IEC-320 enchufe incluido), CEE 7/4 (Schuko) 120V: Nema 5-15R	
Otras salidas (bajo pedido)		BS 1363 (Reino Unido) AN/NZS 3112 (Australia, Nueva Zelanda)	
Peso en (kg / lbs)		6,5 / 14,3	8,5 / 18,7
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p en pulgadas)		103x195x290 4.1x7.7x11.4	
NORMATIVAS			
Seguridad		EN 60335-1	
Emisiones/Normativas		EN55014-1 / EN 55014-2 / EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3	

1. Carga no lineal, factor de cresta 3:1
2. Protección
 - a. Cortocircuito de salida
 - b. Sobrecarga
 - c. Tensión de la batería demasiado alta
 - d. Tensión de la batería demasiado baja
 - h. Temperatura demasiado alta



RA6-200D (6V200Ah)

RA6-200D is AGM Deep cycle battery with 10 years floating design life, specially designed for frequent cyclic discharge usage. By using strong grid and specific paste plate, it makes battery have 30% more cyclic life time than standby series. It is applicable for solar energy system, golf cart, electric wheelchair, etc..

Specification

Cells Per Unit	3
Voltage Per Unit	6
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 29.0 Kg
Max. Discharge Current	2000 A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 1.8 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C-60°C Charge: 0°C-50°C Storage: -20°C-60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ±5°C
Float Charging Voltage	6.8 to 6.9 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	60A
Equalization and Cycle Service	7.3 to 7.4 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F14/F16
Container Material	A.B.S. (UL94-HB) , Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.

FUENTE: RENOVAENERGIA S.A.

TECHNICAL DATA

Solar cell	60 poly-crystalline 156 × 156 mm
Front glass	3.2 mm tempered glass
Junction box	IP 65 rated
Bypass-diodes	6 pieces
Output cables	1000 mm length cable, compatible with MC IV connectors
Frame	anodized aluminium
Weight	19 kg
Dimensions	1640 × 992 × 45 mm

ELECTRICAL DATA

Module Type	SL220-20P250	SL220-20P245	SL220-20P240	SL220-20P235	SL220-20P230
Nominal peak power (P_{mp})	250 W	245 W	240 W	235 W	230 W
Nominal voltage (V_{mp})	30,5 V	30,3 V	30,1 V	30,0 V	29,9 V
Nominal current (I_{mp})	8,20 A	8,08 A	7,97 A	7,83 A	7,69 A
Open circuit voltage (V_{oc})	37,3 V	37,2 V	37,2 V	37,2 V	37,2 V
Short circuit current (I_{sc})	8,79 A	8,66 A	8,60 A	8,40 A	8,24 A
Module efficiency	15,4 %	15,0 %	14,7 %	14,4 %	14,1 %
Operating Temperatre	- 40 to + 85 °C	- 40 to + 85 °C	- 40 to + 85 °C	- 40 to + 85 °C	- 40 to + 85 °C
Maximum System Voltage	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC


STC: Irradiation: 1000 W/m², module temperature: 25 °C, air mass: 1.5 (EN 60904-3)

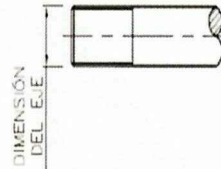
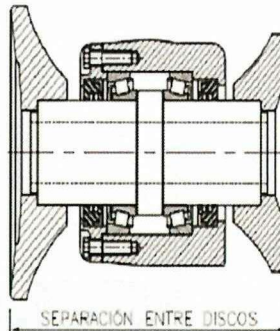
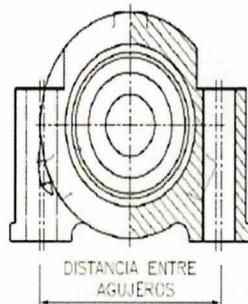
Maximum power (P_{max})	180 W	176 W	173 W	169 W	166 W
Nominal voltage (V_{mp})	29,2 V	29,0 V	28,8 V	28,7 V	28,6 V
Nominal current (I_{mp})	6,17 A	6,08 A	6,0 A	5,89 A	5,79 A
Open circuit voltage (V_{oc})	34,4 V	34,3 V	34,3 V	34,3 V	34,3 V
Short circuit current (I_{sc})	6,55 A	6,45 A	6,41 A	6,26 A	6,14 A

NOCT: Irradiation: 800 W/m², module temperature: 45 °C, air mass: 1.5

Performance under weak light conditions (200 W/m²): EN60904-1, 95.3 % or higher of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved

FUENTE: RENOVAENERGIA S.A.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHUMACERAS	LEH011
		FECHA EDICIÓN: 2008-11-28
		Página 1 de 6
		REVISIÓN: 8



LUBRICADAS POR ACEITE						
REFERENCIA BONEM	REFERENCIA VENTAS	SEPARACIÓN ENTRE DISCOS	DIMENSIÓN DEL EJE		DISTANCIA ENTRE AGUJEROS	OBSERVACIONES
			REDONDO	CUADRADO		
CH0801	CHA0801	8"	1-1/4"	1-1/8"	120-140 mm	Diseño Rome
CH0901	CHA0901	9-1/2"	1-3/4"	1-1/2"	137-162 mm	Diseño Rome
CH0901G	CHA0901G	9-1/2"	1-3/4"	1-1/2"	137-162 mm	Diseño Rome con Guarda
CH0901GHF	CHA0901GHF	9-1/2"	1-3/4"	1-1/2"	137-162 mm	Diseño Rome - Guarda con Hard Facing
CH0912	CHA0912	9"	1-1/4"	1-1/8"	120-140 mm	Diseño Rome
CH0914	CHA0914	8-3/4"	1-3/4"	1-1/2"	ESPECIAL	Diseño Case 596
CH0914G	CHA0914G	8-3/4"	1-3/4"	1-1/2"	ESPECIAL	Diseño Case 596 con Guarda
CH0915	CHA0915	9-1/2"	1-5/8"	--	137-162 mm	Diseño Rome
CH0915G	CHA0915G	9-1/2"	1-5/8"	--	137-162 mm	Diseño Rome con Guarda
CH0915GHF	CHA0915GHF	9-1/2"	1-5/8"	--	137-162 mm	Diseño Rome - Guarda con Hard Facing
CH0916	CHA0916	9"	1-3/4"	1-1/2"	137-162 mm	Diseño Rome
CH0916G	CHA0916G	9"	1-3/4"	1-1/2"	137-162 mm	Diseño Rome con Guarda

8 18/09/2012 Se adicionan las referencias CH0918, CH0918G, CH1007, CH1007G, CH1007GHF.

No	FECHA	REVISIÓN	
PREPARO		REVISO	APROBO
JEFE INGENIERIA LINEA AGRICOLA		JEFE INGENIERIA LINEA AGRICOLA	GERENTE DE MANUFACTURA

FUENTE: RENOVAENERGIA S.A.

ANEXO G

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

Nombre del entrevistado. Familia beneficiada

Nombre del entrevistador. Cristian Arias y Cristian Rodríguez

Lugar y fecha. Latacunga (Alaquez) 03 de febrero el año 2016

Hora de inicio. 10 H 00

Hora de culminación. 10 H 30

Estimada familia propietaria de la vivienda ubicada en el Barrio Chaguana Bajo en la Parroquia de Alaquez estamos realizando esta entrevista con la idea de recopilar información sobre las problemáticas que puede haber presentado el sistema solar implementado en su hogar ya que necesitamos de su valiosa información para poder realizar la comprobación de nuestra hipótesis.

1. ¿Qué tipo de problema ha observado usted en el funcionamiento del sistema solar implementado en su hogar?

2. ¿Se siente conforme con la energía eléctrica que cuenta su vivienda actualmente con esta implementación fotovoltaica?

3. ¿Alguna vez se ha quedado sin suministro de energía ya sea en el día o en la noche?

4. ¿Se siente conforme con la capacitación sobre los componentes del sistema brindados por el grupo investigativo?

ANEXO H

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y
APLICADAS
INGENIERIA ELECTROMECHANICA**



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

Instrucciones. Favor responda a las preguntas presentadas a continuación solo marcando una de las opciones en cada apartado.

¡GRACIAS POR SU COLABORACION!

Identificación.

SEXO..... EDAD.....

1.- ¿usted cuenta con un suministro de energía eléctrica en su vivienda que satisfaga su demanda energética?

SI

NO

2.- ¿Sabia Ud. Que por medio del sol se puede generar energía eléctrica para satisfacer la demanda energética de una vivienda?

SI

NO

3.- ¿Cree Ud. Que mediante la implementación de un sistema fotovoltaico se pueda obtener energía eléctrica para satisfacer la demanda energética de su vivienda?

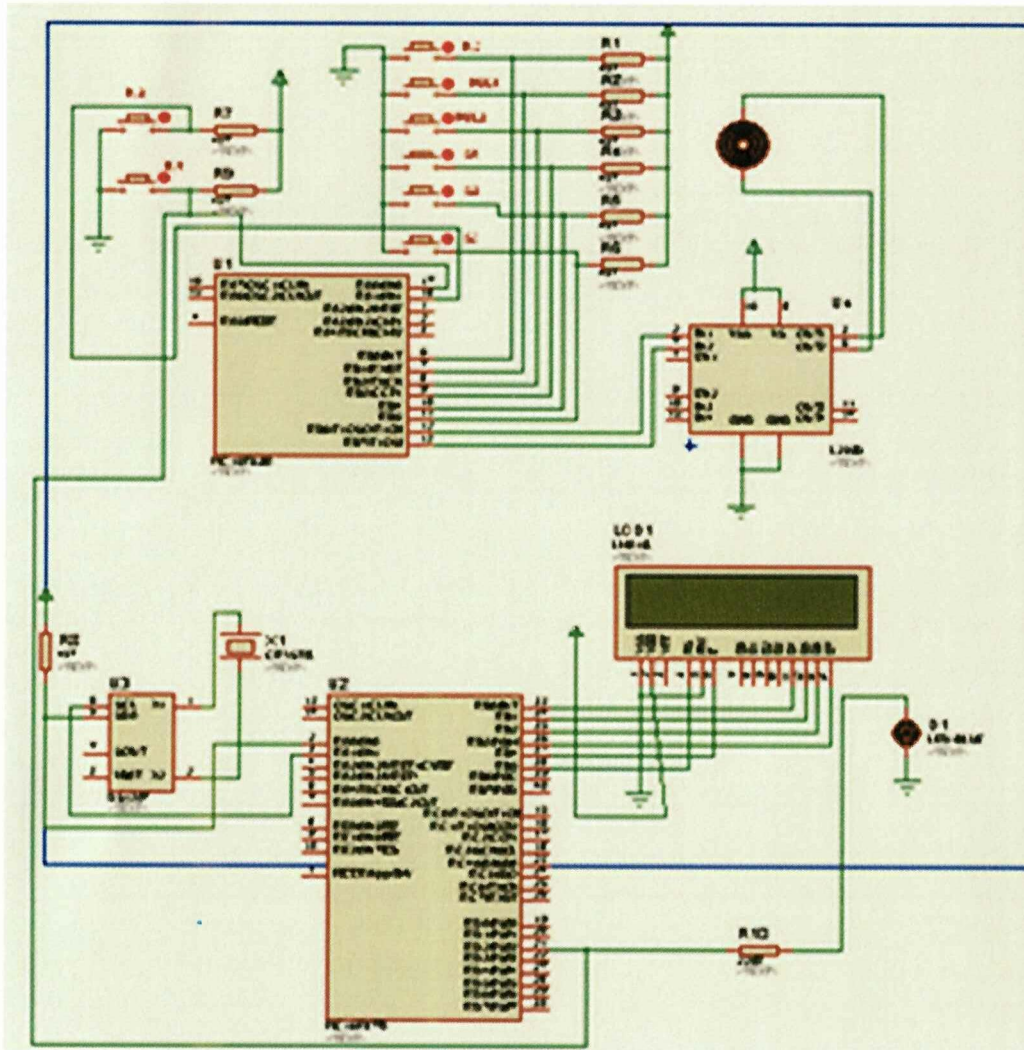
SI

NO

4.- ¿le gustaría que se realice este tipo de proyectos solares en su vivienda para satisfacer su demanda energética de su diario vivir?

SI

NO



ELABORADO POR: Grupo Investigador