



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

**Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar los equipos de climatización a utilizarse en el edificio “Dagoberto” del cantón Milagro**

AUTOR:

Rodríguez Cabello, Johannes Imperio

Trabajo de titulación previo a la obtención de grado de

**INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO.**

TUTOR

Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier

GUAYAQUIL, ECUADOR

5 de marzo 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.  
**Rodríguez Cabello, Johannes Imperio** como requerimiento para la obtención del  
título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO**

**TUTOR**

---

**Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier, M.S.c.**

**DIRECTOR DE CARRERA**

---

**Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando. M.S.c.**

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICO

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Rodríguez Cabello, Johannes Imperio**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación **“Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar los equipos de climatización a utilizarse en el edificio “Dagoberto” del cantón Milagro”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

---

RODRÍGUEZ CABELLO, JOHANNES IMPERIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICO  
**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Rodríguez Cabello, Johannes Imperio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar los equipos de climatización a utilizarse en el edificio “Dagoberto” del cantón Milagro”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

---

RODRIGUEZ CABELLO, JOHANNES IMPERIO

## REPORTE DE URKUND

Documento [Tesis Johannes Rodriguez.docx](#) (D35695644)

Presentado 2018-02-17 09:42 (+01:00)

Presentado por johannesimperio93@gmail.com

Recibido ricardo.echeverria.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje Tesis [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

100% # 1 Activo

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN  
TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO  
MECÁNICO

TEMA: Diseño de  
un sistema fotovoltaico para alimentar los equipos de climatización a utilizarse en  
el edificio “Dagoberto” del cantón Milagro

AUTOR: Johannes imperio rodríguez cabello

Trabajo de titulación previo a la obtención de grado de INGENIERO EN ELÉCTRICO  
MECÁNICO

TUTOR Ing. Ricardo Xavier Echeverría Parra

### CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Rodríguez Cabello, Johannes Imperio, Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 1% como requerimiento para la obtención del Título de INGENIERO ELECTRICO-MECANICO

TUTOR

---

Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier

Atentamente

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme salud, fuerza y ser el pilar fundamental en mi vida, a mi familia por todos sus buenos consejos y por ser el apoyo durante en toda mi carrera.

Johannes Imperio Rodríguez Cabello

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradecer a Dios por llenarme de bendiciones en mi vida y por cumplir este logro a base de esfuerzo y dedicación

A mis padres y hermano por ser mi motor para seguir adelante ante los obstáculos de la vida

A mi tutor el Ing. Ricardo Echeverría por sus acertados consejos y dirigencia en la culminación de mis tesis.

No solo no hubiera sido nada sin ustedes, sino con toda la gente que estuvo a mi alrededor desde el comienzo; algunos siguen hasta hoy. ¡Gracias totales!

Johannes Imperio Rodríguez Cabello



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICO

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_  
**ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS, M.S.c.**  
DECANO

f. \_\_\_\_\_  
**ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO M.S.c.**  
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. \_\_\_\_\_  
**ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO M.S.c.**  
OPONENTE



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
CAPÍTULO 1 .....	2
INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Planteamiento del problema .....	3
1.4 Objetivos Del Problema De Investigación .....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Metodología.....	4
2    CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Energía Renovable.....	5
2.1.1 Renovable.....	5
2.1.2 No Renovable.....	5
2.2 Tipos De Energía .....	5
2.3 Energía Mareomotriz .....	6
2.3.1 Generador De La Corriente De Marea .....	6
2.3.2 Presa De Marea .....	7
2.3.3 Ventajas De La Energía Mareomotriz.....	7
2.3.4 Desventajas De La Energía Mareomotriz .....	7
2.4 Energía Undimotriz .....	8
2.4.1 Ondas Estacionarias .....	8
2.4.2 Onda Progresiva O Transitoria.....	8

2.5	Energía Por Biomasa .....	8
2.5.1	Biomasa Natural .....	9
2.5.2	Biomasa Residual .....	9
2.5.3	Ventajas De La Biomasa .....	10
2.5.4	Desventajas De La Biomasa.....	10
2.6	Energía Hidráulica .....	11
2.6.1.1	Energía Eléctrica .....	11
2.6.1.2	Energía Mecánica .....	11
2.6.2	Ventajas De La Energía Hidráulica.....	11
2.6.3	Desventajas De La Energía Hidráulica .....	12
2.7	Energía Eólica.....	12
2.7.1.1	Energía Eólica En El Ecuador .....	13
2.7.2	Ventajas De La Energía Eólica .....	14
2.7.3	Desventajas De La Energía Eólica .....	14
2.8	Energía Geotérmica .....	14
2.8.1	Ventajas De La Energía Geotérmica .....	16
2.8.2	Desventajas De La Energía Geotérmica.....	16
2.9	Energía Solar .....	17
2.9.1	Radiación Solar .....	17
2.9.2	Ventajas De La Energía Solar .....	18
2.9.3	Desventajas De La Energía Solar.....	18
2.10	Tipos De Sistemas De Captación De Energía Solar.....	18
2.11	Captadores Térmicos .....	19
2.11.1	Captadores De Baja Temperatura .....	19
2.11.2	Captadores De Alta Temperatura.....	20
2.12	Módulos Fotovoltaicos .....	21
2.13	Sistema solar fotovoltaico.....	23

2.14	Tipos de paneles solares .....	23
2.14.1	Monocristalino .....	23
2.14.2	Policristalino.....	24
2.15	Paneles Solares .....	25
2.15.1	Conexión de los paneles solares.....	26
2.16	Características eléctricas de los paneles solares .....	27
2.17	Protecciones del generador fotovoltaico.....	28
2.18	Estructuras y Soportes .....	29
2.19	Almacenamiento o acumuladores.....	31
2.19.1	Pilas y acumuladores .....	31
2.19.2	Tipos de baterías.....	32
2.20	El inversor.....	32
3	<b>CAPÍTULO 3: DISEÑO Y CÁLCULOS .....</b>	<b>34</b>
3.1	Información general del edificio.....	34
3.2	Ubicación del edificio.....	34
3.3	Cálculos de la carga térmica .....	35
3.3.1	Carga por radiación a través de cristal .....	40
3.3.2	Techo expuesto al sol .....	41
3.3.3	Cálculos para los aires acondicionados.....	42
3.3.4	Selección de los equipos de aires acondicionados .....	51
3.4	Cálculo de la energía diaria que se va a consumir con los equipos de climatización inverter.....	53
3.5	Hora pico sol por día.....	53
3.6	Cálculos de la potencia del generador .....	54
3.7	Cálculo de batería de acumuladores .....	55
3.8	Cálculos de cuantos paneles solares se deben utilizar .....	57
4	<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>

4.1 Conclusiones.....	58
4.2 Recomendaciones .....	59
BIBLIOGRAFÍA .....	60
ANEXOS .....	64
Diseño Del Edificio Con Los Paneles Fotovoltaico.....	65
Planos del edificio .....	66
ANEXO A.....	70
ANEXO B.....	71
ANEXO C.....	75
ANEXO D.....	76
ANEXO E.....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Esquema De Una Central Mareomotriz -----	7
Figura 2.2: Esquema De La Energía Por Biomasa -----	10
Figura 2.3: Esquema De La Energía Hidráulica -----	12
Figura 2.4: Esquema De La Energía Eólica -----	13
Figura 2.5: Esquema De Una Central Geotérmica -----	16
Figura 2.6: Esquema Del Colector Solar Baja Temperatura -----	20
Figura 2.7: Esquema De Captadores En Alta Temperatura -----	21
Figura 2.8: Esquema Del Efecto Fotovoltaico -----	22
Figura 2.9: Panel Solar Monocristalino -----	24
Figura 2.10: Panel Solar Policristalino -----	24
Figura 2.11: Panel Fotovoltaico Y Curvas Características Del Mismo -----	25
Figura 2.12: Conexión En Paralelos De Los Paneles Fotovoltaicos -----	26
Figura 2.13: Conexión Serie – Paralelo De Los Paneles Fotovoltaicos -----	27
Figura 2.14: Detalle De La Sección De Un Módulo Fotovoltaico -----	28
Figura 2.15: Protecciones Exteriores De Un Panel Fotovoltaico -----	29
Figura 2.16: Estructura Fijas De Los Paneles Fotovoltaicos -----	29
Figura 3.17: Ubicación Del Edificio Donde Se Instalara Los Módulos Fotovoltaicos -----	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Aires Acondicionados A Utilizarse En La Planta Baja-----	45
Tabla 3.2: Tabla: Aires Acondicionados A Utilizarse En La Planta Alta -----	49
Tabla 3.3: Aires Acondicionados A Utilizarse En El Departamento De La Terraza-	51
Tabla 3.4: Equipos De Aires Acondicionados Inverter A Utilizarse En La Planta Baja -----	52
Tabla 3.5: Equipos De Aires Acondicionados Inverter A Utilizarse En La Planta Alta -----	52
Tabla 3.6: Equipos De Aires Acondicionados Inverter A Utilizarse En La Terraza -	52

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación es del diseño de generación fotovoltaica para alimentar de energía a los equipos de climatización, para ello utilizaremos la metodología descriptiva, documental y experimental, los mismos que permitió el estudio de la energía renovable, se realizó el cálculo de la carga térmica de los departamentos, aplicar el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y analizar las ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica. El diseño contempla la instalación de los paneles fotovoltaicos para alimentar de energía los equipos de climatización, el mismo que se utilizara con los equipos invertir por su bajo consumo en Wh/mes, se calcula la hora pico solar por día, realizaremos los cálculos de potencia del generador, los cálculos de las baterías y por ultimo cuantos paneles solares se deberá obtener para la climatización. Así mismo da a conocer el funcionamiento de todos y cada uno de los elementos que conforman un sistema de generación eléctrica mediante la irradiación solar, especialmente si se desea incorporar uno de estos sistemas en casa para producir nuestra propia energía, entre los elementos principales se adquiere a los paneles solares, inversores, baterías, reguladores de carga, cableado y protecciones para el sistema, al finalizar este trabajo se expondrán las conclusiones y recomendaciones acerca del sistema fotovoltaico.

**PALABRAS CLAVES:** ENERGÍA RENOVABLE, SISTEMA FOTOVOLTAICO, BATERÍAS, PANELES SOLARES, INVERSORES

## **ABSTRACT**

The present work of certification of the design of photovoltaic generation to feed of power to the equipment of air conditioning, for it we used the descriptive methodology, documental and experimental, the same that allowed the study of the renewable energy, the calculation of the load was made thermal department, apply the operation of photovoltaic systems and analyze the advantages and disadvantages of photovoltaic energy. The design contemplates the installation of the photovoltaic panels to power the air conditioning equipment, the same that we will use with the equipment to invest for its low consumption in Wh / month, we calculate the solar peak hour per day, we perform generator power calculations, the calculations of the batteries and finally how many solar panels we must obtain for the air conditioning. It also discloses the operation of each and every one of the elements that make up an electrical generation system through solar irradiation, especially if you want to incorporate one of these systems at home to produce your own energy. Among the main elements we have the solar panels, inverters, batteries, charge regulators, wiring and protections for the system, at the end of this work will be presented the conclusions and recommendations about the photovoltaic system.

**KEY WORDS:** RENEWABLE ENERGY, PHOTOVOLTAIC SYSTEM, BATTERIES, SOLAR PANELS, INVERTER



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

En este tiempo se está tratando de minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub>, promoviendo a las empresas y organización a que logren invertir en proyectos de ahorro energético. Esta importante decisión se trata de suplantar la generación de energía con combustibles fósiles para utilizar la energía renovable.

En el Ecuador el sistema energético está basado en la energía fósil y también energía renovables, analizando la producción de la energía eléctrica la mitad de la fabricación es de energía hidráulica, aunque la alta intervención de energía renovable en la producción eléctrica del ecuador, hasta el momento solo está aprovechando el 12% del potencial hidroeléctrico en el Ecuador.

En el Ecuador la energía está siendo un sector muy estratégico para el gobierno, así lo manifiestan los programas que el gobierno puso en marcha con el ministerio de electricidad y energía renovable encargándose del desarrollo y control del sector.

Las energías renovables son las solares, biomasa, hidráulicas, mareomotriz y eólicas, el ecuador es un país rico en los recursos naturales, estos pueden ser llevado a generar energía limpia y poder proveer en todo el país, sin la necesidad de los generadores a base de carbón o derivados como el petróleo, estos son derivados muy contaminantes y de mucho valor que hacer el precio muy alto de la electricidad.

La energía solar es una fuente abundante, económica y limpia, este tipo de energía tiene extensas aplicaciones como para calentar agua, generar electricidad, en este proyecto de tesis se utilizará para climatizar un edificio por medio de la energía solar fotovoltaica.

La energía solar en las áreas comerciales es de una excelente aplicación, dada que esta energía se la puede instalar en todo tipo de área, como en las paredes, terrazas

donde se aprovecha todo tipo de espacio no impedir el paso de las personas, también la energía solar no produce contaminación auditiva.

En este trabajo de titulación, se realizara el diseño de fotovoltaico para alimentar los equipos de climatización a utilizarse en un edificio de la ciudad de milagro, tomando en cuenta los puntos de enfoque del sol, los efectos con la que la luz solar llega a la tierra y como los paneles fotovoltaicos aprovechan esta radiación que produce el sol para originar la energía y realizar la climatización del edificio.

## **1.2 Antecedentes**

El cantón milagro está ubicado en la provincia de las guayas, su característica demográfica está a 13 metros sobre el nivel del mar con un clima tropical que promedia los 36° según información proporcionada por el instituto geográfico de la armada nacional.

En base a la situación climática, las olas crecientes de calor y los altos índices de húmedas que afectan a la zona, la habitabilidad de los inquilinos presenta problemas y dificultades por el incremento de calor. Aprovechando factores como la alta luminosidad se considera pertinente la aplicación de un sistema centralizado de aires, que funcione la climatización con energía fotovoltaica, con el fin del precautelar el ambiente y el ecosistema además de utilizar recursos altos que consumen un sistema de aire acondicionado condicional.

## **1.3 Planteamiento del problema**

Las altas temperaturas causan problemas de habitad en viviendas, en ese contexto se analizará un edificio con 4 departamentos con el área total de 366 metros cuadrados ubicado en la urbanización 5ta patricia en la Av. Asan y calle 7ma de dicho cantón el cual se desea alimentar los equipos de climatización con energía fotovoltaica.

## **1.4 Objetivos Del Problema De Investigación**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar de un sistema fotovoltaico para alimentar los equipos de climatización a utilizarse en el edificio “Dagoberto” del cantón Milagro.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Calcular de la carga térmica de los departamentos con su respectiva demanda.
- Aplicar el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos para alimentar la carga de los sistemas de climatización.
- Analizar las ventajas y desventajas del uso de la energía fotovoltaica.

## **1.5 Metodología**

La metodología en este trabajo será de tipo experimental, documental y descriptiva, cuando se crean determinación de los conceptos teóricos del efecto fotovoltaico, beneficios y sus características por las conexiones de los paneles solares.

Esta investigación será tipo experimental porque se trata en obtener información acerca de los beneficios de la energía fotovoltaica, también otros tipos de energía renovables con la realización de comparaciones con los resultados obtenidos, con esto para lograr el estudio y el desarrollo de la energía (Lerma Gonzales, 2009, p. 68).

La investigación será de tipo documental, esta investigación se la va a desarrollar por medio de recopilaciones de páginas web, revistas científicas, tesis, documentales, todo esto relacionado con la energía fotovoltaica.

La metodología descriptiva nos da a conocer cuántos módulos se deberá instalar, las relaciones de la capacidad y a la vez se va a indicar las actividades a realizar con los equipos fotovoltaicos, con los estudios descriptivos se buscará especificar las propiedades, los perfiles y las características de comunidades, grupos, objetos o personas de cualquier persona que se someta a un análisis (Hernández Sampieri, 2014, p. 98).

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Energía Renovable**

Las energías renovables son energías limpias, estas favorecen al medio ambiente, se las define como energía a la capacidad de conjuntos o cuerpos para poder desarrollar un trabajo, esta energía se la encuentra en la luz y el calor, en agua, el viento, lo vegetales, la madera al estar encendida, un determinado gas o un carbón, un líquido, hay tipos de energías que son las renovables y las no renovables

#### **2.1.1 Renovable**

Esta energía la utilizaremos y se renueva por ejemplo: la luz del sol, la fuerza del viento, el agua de los ríos.

#### **2.1.2 No Renovable**

La energía que nosotros consumimos, esta desaparece de esa forma de energía y se convierte en otra, por ejemplo: la gasolina utilizada en un motor se transforma en energía mecánica (Roldán & Viloría, 2008, p. 4).

### **2.2 Tipos De Energía**

Las energía conocidas bajo el nombre de energía renovables son por fuentes de energía inagotables y las regeneradoras del recurso energético, al utilizar la radiación solar para producir calor o electricidad, no es una molestia en absoluto, toda la energía del sol es capaz de producir y repartir en todas las direcciones del espacio, donde una mínima parte llega a nuestro planeta.

Se la denomina renovable por las fuentes naturales que por medio de ella se podrá generar energía solar, energía undimotriz, energía hidráulica, energía mareomotriz, energía geotérmica, energía eólica, energía por biomasa (Díaz Velilla, 2005, p. 18).

## **2.3 Energía Mareomotriz**

La energía producida por las mareas, se genera a la diferencia entre la altura del mar y la posición de la luna la tierra, esta es una energía renovable y pura, su transformación de energía no genera gases contaminantes que lleguen a perjudicar a la atmósfera como si contamina los que son generada por combustión de recursos fósiles, ahora en cuanto a la contaminación visual esta afectaría a la costa, ya que en esta se instala una presa muy cerca del mar para el funcionamiento de la central mareomotriz.

Esta energía se convierte en electricidad en las centrales mareomotrices que funcionan como un embalse de río, este depósito se llena con la ayuda de la marea, el agua se la detiene hasta bajamar, y para ser liberada a través de una red con conductores apretados, estos hacen aumentar la presión y las turbinas generan la electricidad (Miguélez Pose, 2009, p. 31).

Con un acoplamiento en el alternador para la generación de electricidad, así alcanzando lograr transformar la energía mareomotriz en energía eléctrica, de una forma más útil y aprovechando la energía renovable.

Cuando hay marea baja el nivel del mar procede por debajo del nivel de su embalse, la diferencia entre el nivel del embalse y el mar cuando alcanza su máxima amplitud, abren sus compuertas dejando que el agua pase por las turbinas (Velasco, 2009, p. 38).

### **2.3.1 Generador De La Corriente De Marea**

Este se hace con la energía cinética que posee el agua cuando el movimiento de las turbinas de la energía, esta energía tiene un menor impacto ambiental y el valor es más bajo en comparación a la explotación de las otras energías.

### 2.3.2 Presa De Marea

Se utiliza la energía potencial, ya que esta se genera en la diferente altura entre las mareas bajas y altas (Sardón, 2003, p. 28).

### 2.3.3 Ventajas De La Energía Mareomotriz

- No emite ningún tipo de contaminación
- Su materia prima es de bajo costo
- En cualquier tipo de clima o época del año está disponible
- Es de generación renovable y no requiere combustible

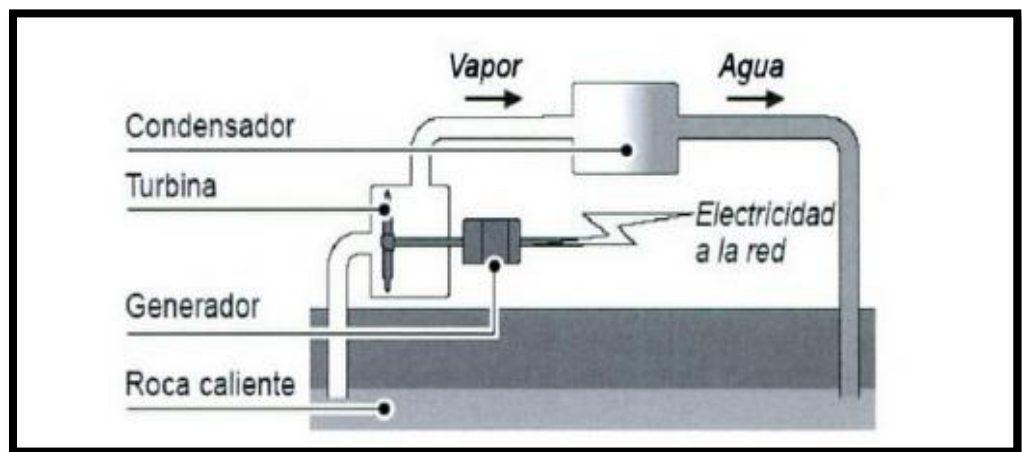


Figura 2.1: Esquema De Una Central Mareomotriz  
Fuente:(Mujal-Rosas, 2005, p. 23)

### 2.3.4 Desventajas De La Energía Mareomotriz

- Su impacto estructural y visual en el paisaje costero
- El traslado de la energía es muy costosa
- Tiene un efecto negativo sobre la fauna y flora
- En el planeta hay pocas zonas que se prestan por el oleaje que produce (Beltrán-Telles et al., 2017, p. 27).

## **2.4 Energía Undimotriz**

Este tipo de energía viene de las olas del mar, estas olas son e agua profundas que no tienen ninguna similitud con las olas que se pueden observar en las orillas de las costas. Estas son ondas marinas que nacen en las aguas profundas y son fuente limpia e inagotable para el medio ambiente, lo que significa que esta nueva generación eléctrica tiene como una buena opción la búsqueda de sustitutos de los combustibles fósiles, la clasificación de las olas se debe mencionar lo siguiente. (Pelissero,2009, p. 6).

### **2.4.1 Ondas Estacionarias**

La onda estacionaria se forma por la interferencia de dos ondas con similares parámetros que avanzan en el sentido contrario directamente desde un medio, se obtendría como resultado una onda que permanece en el mismo espacio.

### **2.4.2 Onda Progresiva O Transitoria**

La onda generada por la acción del viento que impacta en la superficie marina, esta también se genera en el interior del océano, provocada por el cambio de temperaturas por la salinidad de las masas de agua y algunos casos por los movimientos sísmicos de las placas marinas, en este tipo de ondas van variando en el tiempo y espacio (Cuevas Ulloa, 2009, p. 8).

## **2.5 Energía Por Biomasa**

La biomasa es una sustancia renovable del origen vegetal como animal, la energía por biomasa es la que almacenan los seres vivos, ejemplo: los vegetales, cuando estos realizan la fotosíntesis utilizan la energía del sol para formar las sustancias orgánicas, después los animales incorporan y la transforman en ese tipo de energía al alimentarse de las plantas.

El proceso de la biomasa es del modelo básico de la atracción y acumulación de la energía solar por los vegetales verdes, escogido por la naturaleza a lo largo de un

proceso escalonado de más de unos 3000 millones de años, que ha conservado vida en el planeta tierra hasta nuestros días, la materia orgánica es una parte de la energía solar almacenada y se nombra energía por biomasa (Libro de la energía renovable , Schallenberg, 2009, p. 49).

Dicha transformación que son considerados residuos pueden llegar a ser utilizados como recurso energético, existen varios tipos de biomasa que pueden llegar a ser utilizados como recurso energético. Aunque se pueden hacer muchas clasificaciones, en este caso se ha optado por la más precisa, la cual se divide en biomasa natural y residual (Carbel, 2015, p. 23).

### **2.5.1 Biomasa Natural**

Estas produce en la naturaleza sin ninguna ayuda de la mano del ser humano, el problema que se presenta en este tipo de biomasa es la gestión del transporte y la adquisición del recurso del lugar donde se la utilizara, puede llegar a provocar una explotación de la biomasa económicamente (Enzoo, 2014, p. 18).

### **2.5.2 Biomasa Residual**

El mayor desafío al que se enfrentan las plantas de transformación de biomasa es asegurar la disponibilidad de una cantidad de combustible que permita alcanzar las dimensiones mínimas de diseño para que la planta sea rentable. En este sentido, una industria, como la olivarera, que aprovecha sus propios residuos es más fácil que alcance los niveles de rentabilidad. Sin embargo, una planta que tiene que asumir costes de recolección, transporte y afrontar la incertidumbre de garantía de suministro, aun siendo el residuo gratis, es difícil que logre hacer rentable el proceso.

Se genera con los residuos en las actividades de ganadería y agriculturas, en las industrias maderera, en las forestales y agroalimentaria, aun puede ser considerados y utilizados subproductos, como un ejemplo de la biomasa residual se puede considerar el aserrín, la pulpa de la aceituna, la cascara de almendras, etc. (Barbut, 2009, p. 24).



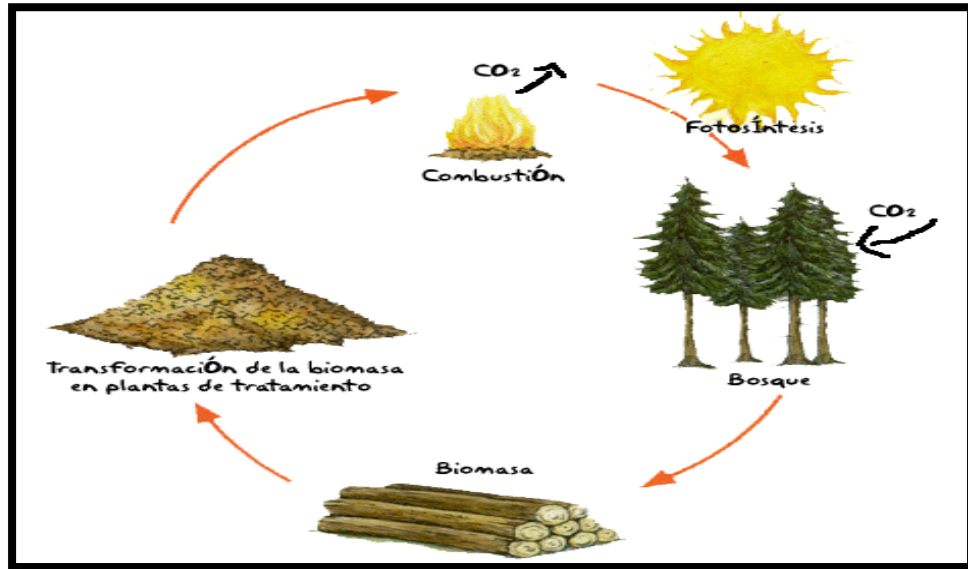


Figura 2.2: Esquema De La Energía Por Biomasa  
Fuente: (Sardón, 2003)

### 2.5.3 Ventajas De La Biomasa

Las siguientes ventajas de la biomasa con fines energético tienen estas ventajas

- No emite contaminantes nitrogenados o sulfurados
- Permite la entrada de cultivos de gran valor frente a monocultivos cerealista
- Ayuda a un aumento económico en el medio
- Disminuye la utilización del abastecimiento de combustibles

### 2.5.4 Desventajas De La Biomasa

Las más importantes desventajas de la biomasa

- Su materia prima es de baja densidad energética, esto quiere decir que ocupa mucho volumen y por este motivo se tiene problema en el almacenamiento y en el transporte
- Su costo de producción es de un valor muy elevado a comparación de la energía que proviene de los combustibles fósiles
- Producción estacional
- Tiene un menor rendimiento energético de los combustibles derivados de la biomasa (Galindo Garcia & Nogues, 2010, p. 32).

## **2.6 Energía Hidráulica**

Se la llama energía hidráulica a lo que lleva la utilización de energías potencial y cinética de la corriente de mareas o ríos, este es un tipo de energía verde cuando su impacto en el ambiente es mínimo y se utiliza la fuerza hídrica para represarla, es calificado como un tipo de energía renovable (Martínez, 2012, p. 29).

El sol cuando calienta a la tierra, genera corrientes de aire y hace que el agua de los mares se evapore y se mueva a los territorios con montañas para luego caer en forma de lluvia, esta agua se la almacena mediante presas, esta agua almacenadas en las presas se las deja salir y mueve las hélices de una turbina que está en el generador de energía (Hadzich, 2013, p. 18).

### **2.6.1.1 Energía Eléctrica**

La energía eléctrica es utilizada para múltiples usos, como es la iluminación, radio, tv, cargadores de baterías, cargadores de celulares, comunicaciones y otros artefactos.

### **2.6.1.2 Energía Mecánica**

La energía mecánica se la utiliza para usos industriales como para procesar la lana, avena, café, lavadora de ropa y cualquier otro provecho que según sea necesidad del consumidor.

## **2.6.2 Ventajas De La Energía Hidráulica**

- Es de bajo costo al dar mantenimiento
- Alta fiabilidad
- Es de larga vida útil
- Fuente de energía inagotable
- Se puede utilizar para pequeños consumos como para consumos a nivel industrial

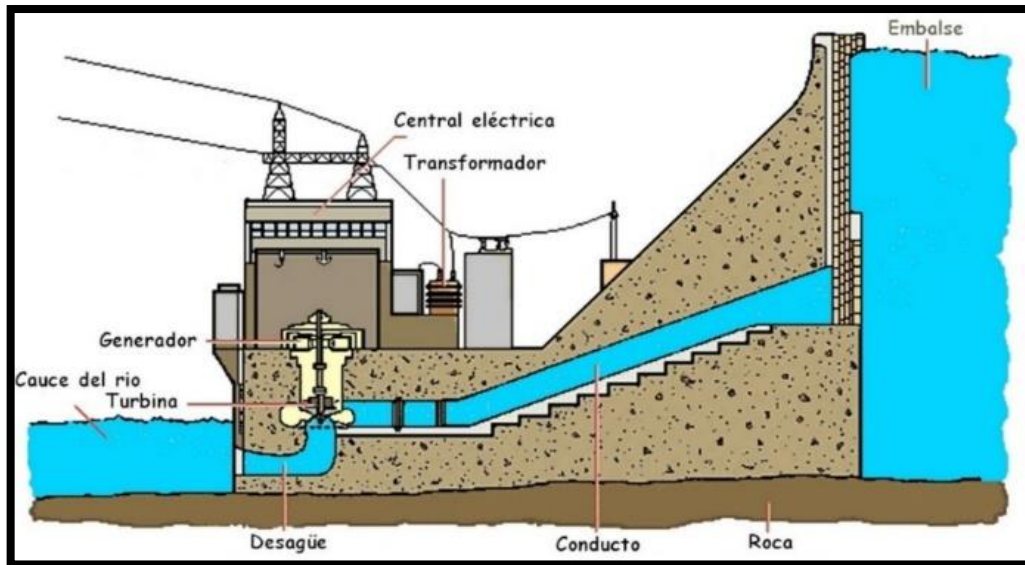


Figura 2.3: Esquema De La Energía Hidráulica  
Fuente: (Hadzich, 2013)

### 2.6.3 Desventajas De La Energía Hidráulica

Pueden destruir el ecosistema acuático, ejemplo: se mostró que las presas en la costa de Norteamérica ha reducido las poblaciones de truca, ahora necesitan migrar a otra parte para reproducirse, hay muchos estudios que están buscando soluciones a este problema.

Para generar energía hidráulica el proceso cambia los ecosistemas en los ríos, el agua de las turbinas no tiene mucho sedimento, esto resulta en la destrucción de los ríos. Las turbinas se las abren y las cierran algunas veces para regular el caudal (Robinovich, 2013, p. 22).

## 2.7 Energía Eólica

La energía eólica es producida por el viento, esto quiere decir que con el aire en movimiento, el viento puede detallar como corriente de aire efecto de las diferencias de presión en la atmosfera, en algunos casos por las variaciones de la temperatura, se debe a los cambios de radiación solar en diferentes puntos de la tierra (Velasco, 2009, p. 38).

En este tiempo actual la energía eólica se la utiliza para girar aerogeneradores, en este caso la energía eólica mueve las hélices por medio de un sistema mecánico el cual hace que el rotor del generador gire produciendo energía eléctrica (Navales & Martínez, 2008, p. 23).

### 2.7.1.1 Energía Eólica En El Ecuador

En el año 2017 mes de octubre en la isla San Cristóbal del Archipiélago de Galápagos fue inaugurado el primer parque eólico del país, con una potencia instalada de 2,4 MW.

Dada la relevancia medioambiental del Archipiélago de Galápagos, el MEER se ha establecido como meta satisfacer toda la demanda eléctrica con energías renovables, las expectativas de potencia instalada en generación eólica que perfila el MEER, se encuentran entre los 40 y 50 MW.

A pesar de no disponer de la herramienta de evaluación del recurso eólico, está previsto el desarrollo de proyectos eólicos en aquellas localizaciones en las cuales hay referencias históricas de vientos constantes, se han realizado estudios de factibilidad y están a la espera de financiación (Ministerio de Energía, 2008, p. 6).

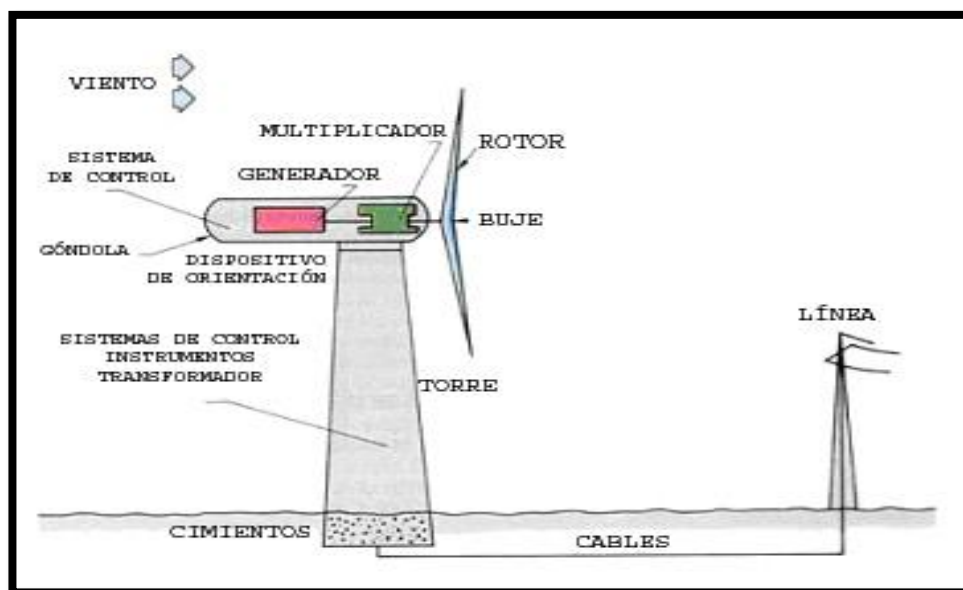


Figura 2.4: Esquema De La Energía Eólica  
Fuente:(RES & RUE Dissemination Energía Eólica, 2012)

### **2.7.2 Ventajas De La Energía Eólica**

- La instalación es compatible con otros usos del suelo
- Fácilmente reversible, es decir, se pueden retirar sin dejar rastro
- No emite gases causantes del efecto invernadero o lluvia ácida
- Energía segura, renovable y limpia
- No requiere grandes movimientos de tierra y la obra civil es mínima

### **2.7.3 Desventajas De La Energía Eólica**

- Discontinuidad del viento
- Afecciones menores sobre la avifauna
- Impacto visual, ya que genera modificación al paisaje
- Efectos sonoros en el entorno del parque (López Villarrubia, 2004, p. 18).

## **2.8 Energía Geotérmica**

Se refiere al calor almacenado que se encuentra en el interior de la tierra, es decir, esta energía es la que se deriva de este calor que es producido por la descomposición espontánea, natural y perpetua de los isótopos radioactivos que existen, en muy pequeña cantidad, en todas las rocas naturales.

El calor se suele trasladar por conducción a través de los materiales del subsuelo, pero debido a la baja conductividad térmica de los mismos, la mayor parte de esta energía se encuentra acumulada en las entrañas de la Tierra por largo tiempo.

Esta energía se obtiene mediante la extracción y aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. Es un recurso parcialmente renovable y de elevada disponibilidad, producido en las profundo de nuestro planeta, que se transmite por conducción térmica hacia la superficie. (Banyeras & Jutglar, 2004, p. 47).

Actualmente en el Ecuador, el uso de la geotermia se centra en balnearios y piscinas termales. En el año 2010, según un estudio publicado por el Ministerio de

Electricidad y Energía Renovable (MEER), denominado “Plan para el aprovechamiento de los recursos geotérmicos en el Ecuador”, existen 16 zonas de interés geotérmico que todavía no han sido estudiadas en el país.

Para incentivar e impulsar esta investigación, el Instituto de Eficiencia Energética (INEER), tiene como propósito el de retomar el desarrollo en las etapas de reconocimiento y exploración del recurso geotérmico existente en el territorio nacional, que fue iniciado en el año de 1978.

Por este motivo se ha incluido a la Geotermia como una línea de investigación fundamental, ya que permitirá diversificar la matriz energética, fomentando el uso de energías renovables no convencionales que cubran la demanda energética nacional (INEER, Instituto de Eficiencia Energética, 2009, p. 6).

Existen diferentes tipos de áreas térmicas:

- Las áreas hidrotérmicas son las que contienen agua a alta presión y temperatura que se encuentra almacenada bajo la corteza de la tierra en una roca permeable cerca de una fuente de calor.
- Los sistemas de roca caliente, están formados por capas de roca impermeable que recubren un foco calorífico.
- Los recursos de magma ofrecen energía geotérmica de alta temperatura, son fácilmente observables en géiseres y en aguas termales por sus manifestaciones naturales.

Los recursos hidrotérmicos son los más usados por la existencia de tecnología de perforación de pozos y métodos de conversión de energía para generar electricidad o para producir agua caliente para uso directo.

El uso de la energía geotérmica para electricidad ha incrementado a nivel mundial, en mayor parte son aprovechados por el uso medicinal y por los turísticos, ya que son parte de la antigüedad y tradiciones de la mayoría de lugares. Además, existen aplicaciones en calefacción de viviendas, agricultura, piscicultura e industria en general. (Bruni, 2007, p. 11).

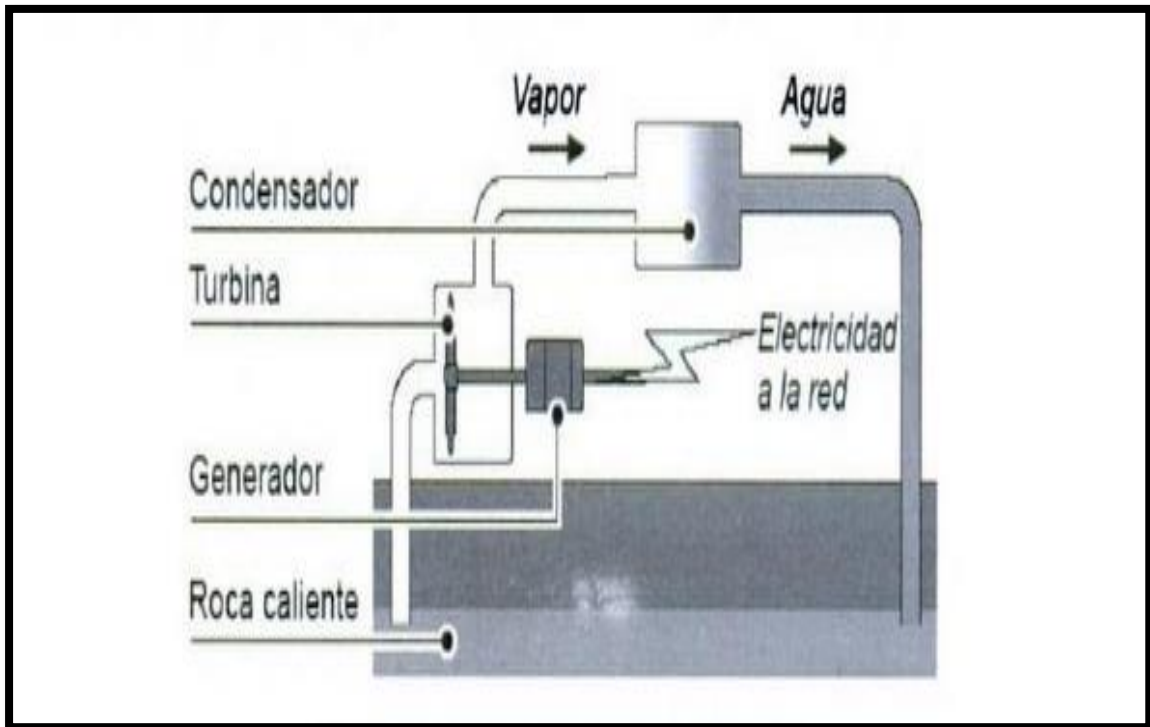


Figura 2.5: Esquema De Una Central Geotérmica  
Fuente: (Ramos Castellanos, 2007, p. 427)

### 2.8.1 Ventajas De La Energía Geotérmica

- Esta fuente permitirá evitar a muchos países la dependencia de la energética del exterior
- Los residuos que produce son mínimos
- Presentan poco impacto

### 2.8.2 Desventajas De La Energía Geotérmica

- Emisión de ácido sulfhídrico y de CO<sub>2</sub>
- Permite la contaminación térmica
- Posible contaminación de aguas próximas con sustancias como arsénico, amoníaco, etc.
- No se puede transportar
- Deterioro del paisaje (ERENOVABLE, 2012, p. 6).

## **2.9 Energía Solar**

El sol es una masiva fuente de energía que actualmente ofrece una alternativa a los combustibles fósiles sucios, costosos y temporales; aunque sea muy popular tanto en plantas de energías, áreas domésticas, dispositivos portátiles con nuevos sistemas de absorción de energía por medio de celdas, colectores entre otros, todavía no se obtiene la energía necesaria para suplir la demanda requerida, además de tener indudables desventajas que todavía no se dominan, pero sigue siendo un gran complemento en sistemas híbridos para la optimización de generación energía eléctrica (Murcia Rodríguez, 2009, p. 34).

La energía solar es la luz y el calor irradiado por el sol el cual influye sobre el clima y la meteorología de la tierra y sustenta la vida. Desde tiempos ancestrales la energía solar ha sido utilizada por los humanos a través de distintas tecnologías.

Las diferentes tecnologías que captan la energía solar pueden generar electricidad por medio de motores de calor o módulos fotovoltaicos. Con estas tecnologías se puede calentar o enfriar espacios en construcciones solares activas o pasivas, obtención de agua potable por destilación y desinfección, dar luz, calentar agua, energía termal para cocinar, y procesos de alta temperatura para propósitos industriales.

La contribución de la energía solar térmica al consumo energético mundial es muy escasa todavía, aunque se perciben síntomas de cambio que permite encarar el futuro con un cierto optimismo. Existen un creciente interés por la energía solar térmica; muchos países del mundo están apoyando esta energía con subvenciones y ayudas económicas; los captadores solares están experimentando reducciones en sus precios (Martínez, 2012, p. 33).

### **2.9.1 Radiación Solar**

El aprovechamiento de la energía solar, como fuente de energía solar, como fuente de energía útil tiene un doble objetivo: por un lado, ahorrar en energías no



renovables, sobre todo energía fósil y energía nuclear, y por otro amortiguar el impacto ambiental generado por ellas.

Se intenta aprovechar esta energía, de la mejor manera posible, se debe conocer bien algunas de sus características más importantes, tales como: horas de sol para una situación geográfica determinada, trayectoria aparente del sol respecto a un punto situado sobre la superficie de la tierra, cantidad de energía recibida por metro cuadrado y unidad de tiempo, energía recibida a lo largo de un día, mes o año, etc. (Banyeras & Jutglar, 2004, p. 9).

### **2.9.2 Ventajas De La Energía Solar**

- No produce residuos perjudiciales al medio ambiente
- Distribuida por todo el mundo
- Ayuda en la lucha contra el cambio climático y efecto invernadero
- Es inagotable (al menos en los próximos 6 000 millones de años)
- No disminuye la calidad de aire y suelos
- Contribuye al desarrollo sostenible
- No Contamina acústicamente

### **2.9.3 Desventajas De La Energía Solar**

- Puede afectar a los ecosistemas por la extensión ocupada por los paneles en caso de grandes instalaciones
- Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los módulos solares en el entorno
- Se precisan sistemas de acumulación que contienen agentes químicos peligrosos (Méndez Muñiz, 2007, p. 28).

## **2.10 Tipos De Sistemas De Captación De Energía Solar**

Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, se puede obtener calor y electricidad. El calor se logra mediante los captadores o colectores térmicos, y la

electricidad, a través de los llamados módulos fotovoltaicos (Plasencia, Perdices, & Celemín, 2008, p. 15).

## **2.11 Captadores Térmicos**

Un captador solar, también llamado colector solar plano, panel solar térmico o concentrador solar, es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica. Los colectores se dividen en dos grandes grupos: los captadores de baja temperatura, utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y aire acondicionado, y los colectores de alta temperatura, conformados mediante espejos, y utilizados generalmente para producir energía eléctrica (Méndez Muñiz, 2007, p. 67).

### **2.11.1 Captadores De Baja Temperatura**

Son sistemas en los que se alcanzan temperaturas máximas del orden de 80 °C. Sus usos fundamentales son los sistemas de agua caliente sanitaria, calefacción por suelo radiante y climatización de piscinas. El tipo de captador más utilizado en estos sistemas, es el captador solar plano, el cual consiste en una caja metálica plana por la cual circula un fluido, (los colectores pueden utilizar un líquido o un gas para transferir el calor, los líquidos más frecuentes son el agua, una disolución anticongelante o un aceite térmico) (ERENOVABLE, 2012, p. 56).

El gas que se suele utilizar como fluido térmico es el aire que se calienta a su paso por el panel. Este tipo de captador aprovecha el efecto invernadero que se crea en su interior debido a sus particulares características constructivas para calentar el fluido que circula por los tubos de su interior. Este fluido posteriormente suele utilizarse para que ceda su energía en un intercambiador de calor a un agua contenida en un depósito de acumulación (en el caso de una aplicación para agua caliente sanitaria).

Este tipo de captador puede ser a su vez:

- Captador plano protegido: con un vidrio que limita las pérdidas de calor.

- Captador plano no protegido: sistema más económico y de bajo rendimiento, utilizado esencialmente para climatización de piscinas.
- Panel de tubos de vacío: donde la superficie captadora está aislada del exterior por un doble tubo de vidrio que crea una cámara al vacío.

Existen dos sistemas:

- Flujo directo: el fluido circula por los tubos, como en los captadores planos.
- Flujo indirecto: el calor evapora un fluido en el tubo, y transmite su energía al condensarse en el extremo (Alejandro & Amaya, 2016, p. 36)

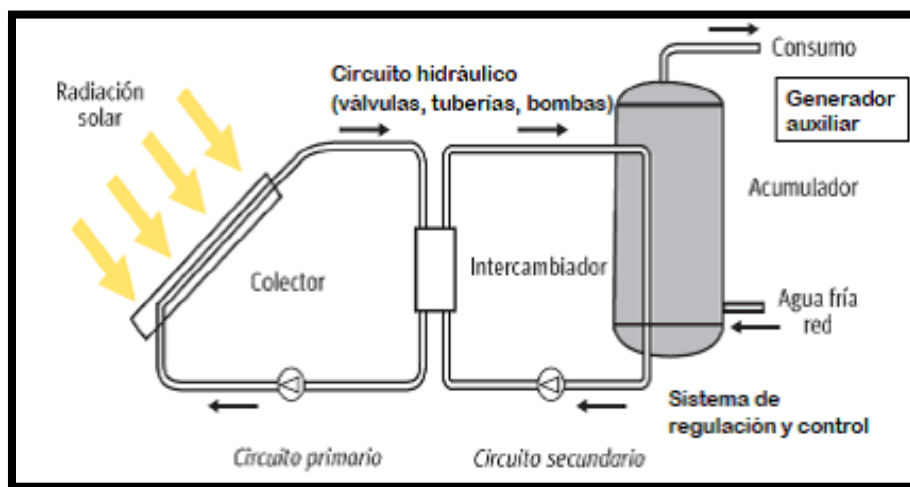


Figura 2.6: Esquema Del Colector Solar Baja Temperatura  
Fuente:(Instalaciones y eficiencia eléctrica, 2018)

### 2.11.2 Captadores De Alta Temperatura

Llamado también concentrador solar, su función es concentrar la radiación solar en un punto específico, incrementando la temperatura de un líquido o fluido; el fluido se calienta a alta temperatura mediante espejos parabólicos.

Estos pueden ser:

- Sistemas lineales (disposición cilíndrica): el fluido se calienta al recorrer la línea situada en el foco de la parábola.
- Sistemas puntuales (disposición esférica): con forma de plato, utilizado para concentrar más los rayos y obtener así temperaturas más altas cuando la infraestructura es de dimensiones limitadas.
- Espejos planos o lentes Fresnel lineales, con idéntica función que los concentradores solares lineales.

- Espejos en una central térmica solar concentran la radiación solar en un único punto situado en una torre, en donde se genera vapor de agua para producir electricidad.
- Espejos en un horno solar: son una variante donde se utilizan espejos planos y posteriormente espejos parabólicos para obtener muy altas temperaturas. (García-Badell, 1983, p. 102)

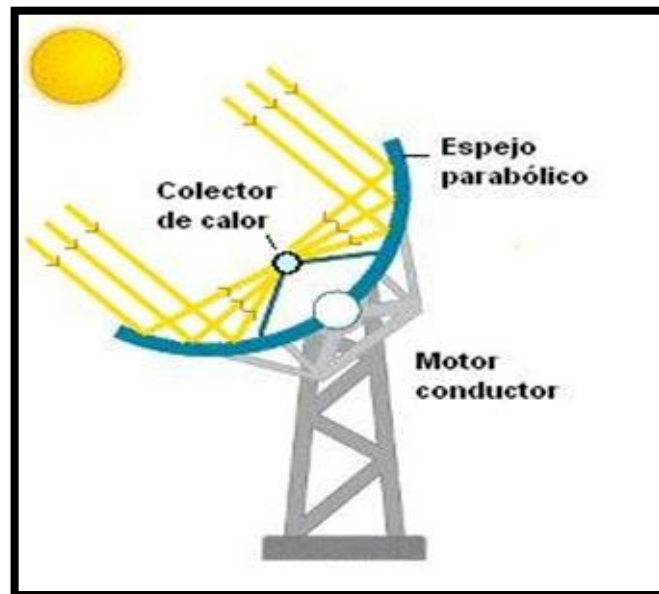


Figura 2.7: Esquema De Captadores En Alta Temperatura  
Fuente:(Fernández Barrera, 2010)

Estos captadores al calentar un líquido por arriba de los  $150^{\circ}\text{C}$  hace transformarse en vapor, lo que pone en marcha una turbina acoplada a un generador. Generalmente todas estas instalaciones solares tienen incorporado un dispositivo que permite almacenar una cierta cantidad de energía en forma de calor, para contrarrestar las posibles fluctuaciones que puedan existir de la radiación solar (Méndez Muñiz, 2007,p.36.).

## 2.12 Módulos Fotovoltaicos

El funcionamiento de los paneles es basado en el efecto fotovoltaico (FV). Este efecto es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad.

La luz solar se compone por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del

espectro solar. En el momento que los fotones inciden sobre una célula FV, pueden ser reflejados, absorbidos, o pasar a través de la célula fotovoltaica.

Para generar electricidad los fotones deben estar únicamente absorbidos, al momento en el que un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula, con esta nueva energía el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico.

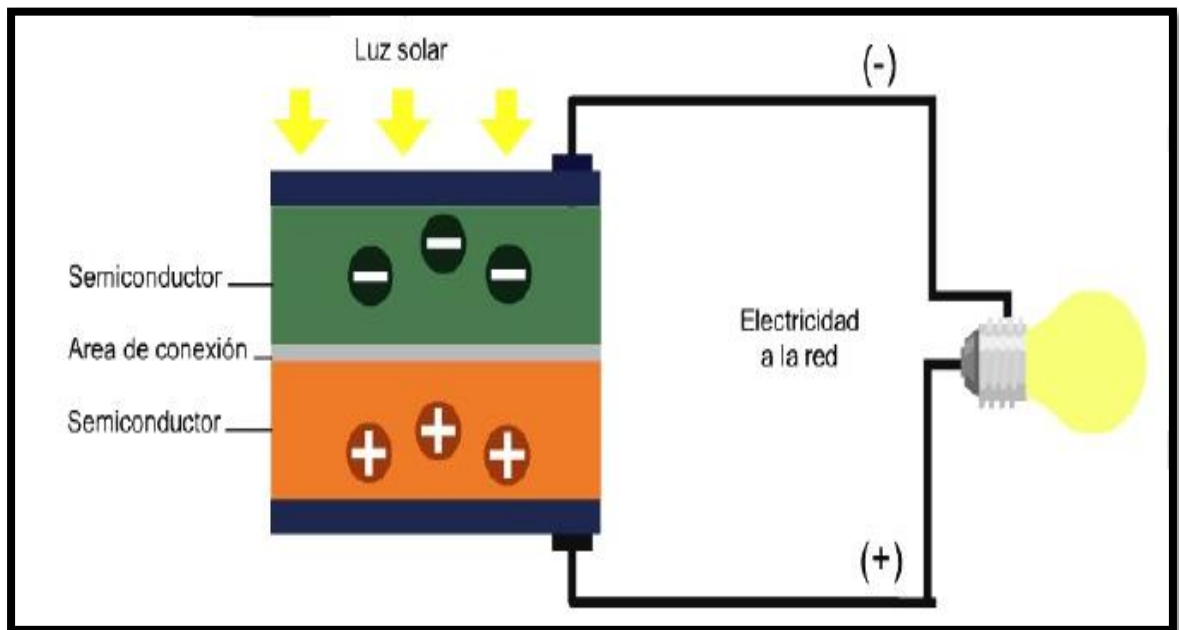


Figura 2.8: Esquema Del Efecto Fotovoltaico  
Fuente:(Beltrán-Telles et al., 2017)

El módulo fotovoltaico está conformado por células conectadas unas con otras, encapsuladas y montadas sobre una estructura de soporte o marco. Estos módulos están diseñados para suministrar electricidad a un determinado voltaje (normalmente 12 o 24 V).

Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar como autónomos o conectados a la red eléctrica, o según el tipo de aplicación como:

- Electrificación doméstica (todo uso eléctrico en viviendas unifamiliares, comunidades y cooperativas).

- Electrificación rural (lugares de difícil emplazamiento y acceso, viviendas de uso temporal, refugios de montaña).
- Electrificación urbana (alumbrado de vías urbanas y de edificios públicos como museos o colegios).
- Seguridad y señalización (dispositivos de alarma, señalización, faros, pasos de trenes, aeropuertos, autopistas, etc.)
- Telecomunicaciones espaciales (los paneles solares de los satélites les dan una autonomía indefinida).
- Telecomunicaciones terrestres (telefonía terrestre y móvil, comunicación para navegación aérea y marítima, repetidores y reemisores de radio y televisión, radioteléfonos, etc.).

### **2.13 Sistema solar fotovoltaico**

En el sistema solar fotovoltaico la unidad básica es la celular solar, con ella se constituyen en lo que son los módulos fotovoltaicos, estos elementos son de fácil manejo que al conectarse entre sí componen el generador eléctrico de la instalación fotovoltaica. Los sistemas fotovoltaicos pueden transformar la luz solar en electricidad y se pueden incluir en la envolvente de los edificios de muchas maneras (Chivelet & Solla, 2007, p. 33).

### **2.14 Tipos de paneles solares**

Las células fotovoltaicas más utilizadas son las que están formadas por una unión P-N y son construidas con silicio monocristalino, las células se fabrican mediante la cristalización del silicio, se encuentran 3 tipos principales.

#### **2.14.1 Monocristalino**

Tiene una estructura cristalina completamente ordenada, esta se la obtiene de silicio puro fundido dopado de boro, se la reconoce por su monocromía oscura azulada y metálica

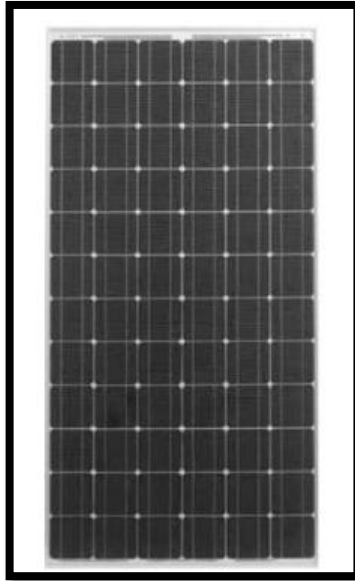


Figura 2.9: Panel Solar Monocristalino  
Fuente: (Fernández Barrera, 2010)

### 2.14.2 Policristalino

Su estructura ordenada por varias regiones separadas, las zonas irregulares se traduce en disminución del rendimiento, se la obtiene de una forma en que el monocristalino pero con menos fases de cristalización, en su tono se distinguen azules y grises metálicos

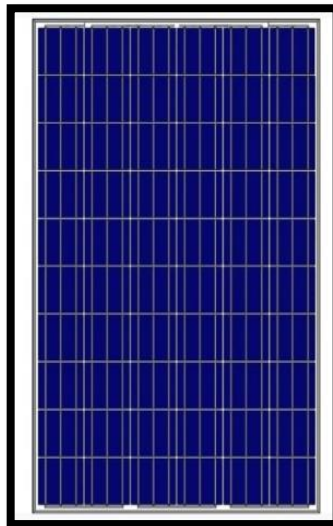


Figura 2.10: Panel Solar Policristalino  
Fuente:(Pareja Aparicio, 2009)

Los parámetros que la definen son:

- Tensión de circuito abierto: es el máximo valor de voltaje que se mediría en un panel o un módulo sin no hubiese paso de corriente en los bornes del mismo
- Tensión nominal: es denominada  $V_n$  es el valor del diseño al que se trabaja en el panel o el modulo fotovoltaico, ejemplo : 12, 24 o 48 voltios
- Potencia máxima: es denominada como  $P_M$ , el valor máximo de potencia que se obtiene entre los productos de la corriente por la tensión de salida del módulo fotovoltaico
- Tensión máxima: es denominada como  $V_M$  corresponde con el valor de tensión para la potencia máxima, se trata del 80% de la tensión en el circuito abierto, en algunos se la indica como  $V_{mp}$  de potencia máxima
- Corriente máxima: denominada como  $I_M$  corresponde al valor de corriente para la potencia máxima (Pareja Aparicio, 2010, p. 13).

## 2.15 Paneles Solares

Para su realizar la utilización de paneles, las células de silicio son muy frágiles y se encapsulan, deben ir protegidas tanto por la parte delantera como la parte de atrás y para un mejor acople van fijadas con silicona. Todos estos materiales empleados así como las células, tienen que tener los mismos coeficientes de la expresión térmica.

El cristal protector del panel lleva un proceso laminado y templado para lograr soportar las inclemencias del tiempo sin sufrir daños

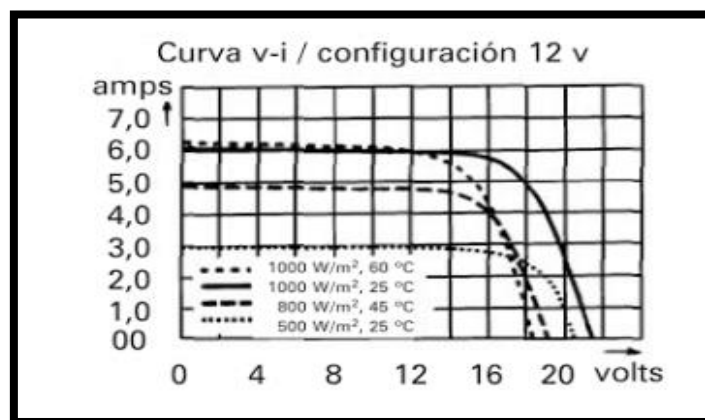


Figura 2.11: Panel Fotovoltaico Y Curvas Características Del Mismo

Fuente: (González Gormaz, 2007, p. 205)



Todo el panel va rodeado de un marco de aluminio, las células solares selladas bajo vidrio tienen la ventaja de estar intactas sus propiedades ópticas, mecánicas y eléctricas durante largos periodos de tiempo (González Gormaz, 2007, p. 205).

### 2.15.1 Conexión de los paneles solares

Los paneles solares están diseñados para formar una estructura modular, pudiendo combinarlos entre sí en paralelos, en series o en forma mixta, con el fin de obtener las tensiones e intensidades que se necesitará.

El acoplamiento de los paneles solares de dos o más conectados en serie producen un voltaje igual a la suma de los voltajes individuales de cada panel con una variable constante de la intensidad, en paralelo es la intensidad que aumenta permaneciendo el mismo voltaje.

Lo más habitual es comprar paneles de voltaje deseado para combinarlos en paralelos de forma que se consiga una intensidad total y por tanto una potencia total adecuada para satisfacer nuestras necesidades de consumo (Fernández Barrera, 2010, p. 30).

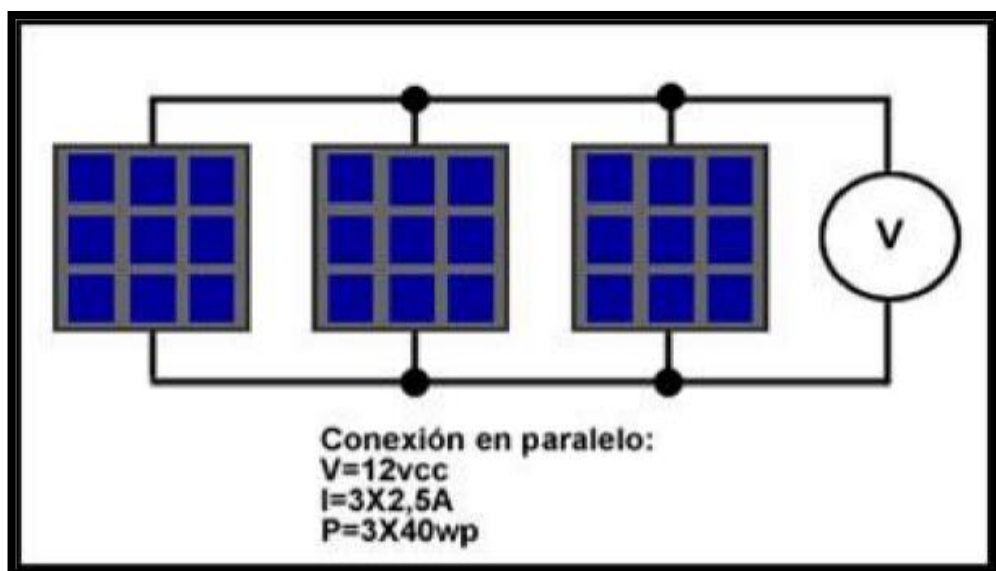


Figura 2.12: Conexión En Paralelos De Los Paneles Fotovoltaicos  
Fuente: (González Gormaz, 2007, p. 205)

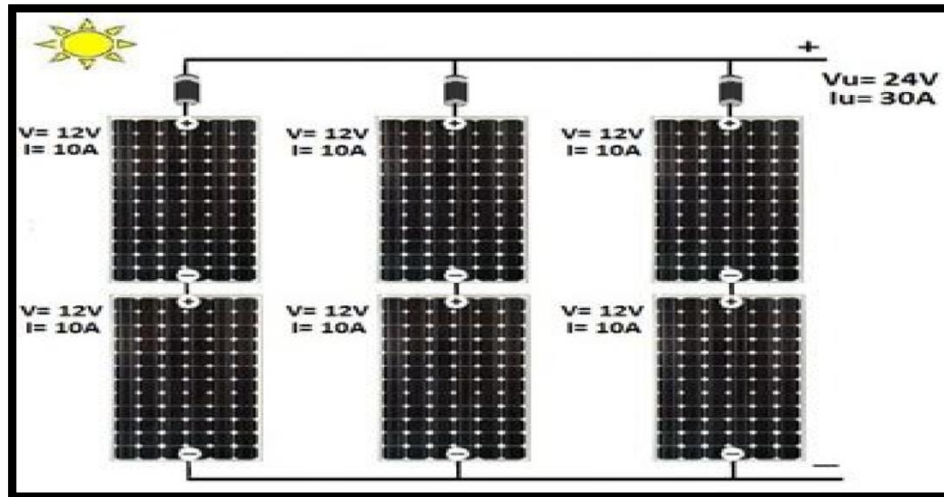


Figura 2.13: Conexión Serie – Paralelo De Los Paneles Fotovoltaicos  
Fuente:(González Gormaz, 2007, p. 205).

## 2.16 Características eléctricas de los paneles solares

Cuando se realiza el diseño de un sistema fotovoltaico es primordial estudiar y conocer las características técnicas de los paneles solares disponibles en el mercado, ya que sus aspectos influirán entre otras cosas, en el rendimiento del sistema.

### Características eléctricas

La fabricación, el comportamiento y las características eléctricas y mecánicas del módulo fotovoltaico aparecen determinados en la hoja de características del dispositivo, esta siempre es promocionada por el fabricante.

### Potencia máxima o potencia pico del módulo ( $P_{maxG}$ )

Si se conecta una determinada carga al panel, el punto del trabajo vendrá por la corriente  $I$  y la tensión  $V$  dichas en el circuito, esos valores tendrán que ser inferiores

La potencia  $P$  que el panel entrega a la carga está determinada por la siguiente ecuación

$$P = V \cdot I$$

Su valor más alto se denomina potencia o pico del módulo, los valores de la corriente y tensión correspondientes a este punto se conocen respectivamente como.

- **IPmax:** intensidad cuando la potencia es máxima o corriente en el punto de máxima potencia
- **VPmax:** la tensión cuando la potencia también es máxima o tensión en el punto de máxima potencia

### Corriente de cortocircuito (IscG)

Al cortocircuitarse los terminales del panel ( $V=0$ ) y recibir la radiación solar, la intensidad que estaba circulando en el panel es máxima su valor se denomina IscG.

### Tensión de circuito abierto (VocG)

Se obtiene al dejar los terminales del panel en cortocircuito abierto ( $I=0$ ), entre ellos aparece al recibir la tensión que será máxima (Guerrero Pérez, 2017, p. 180).

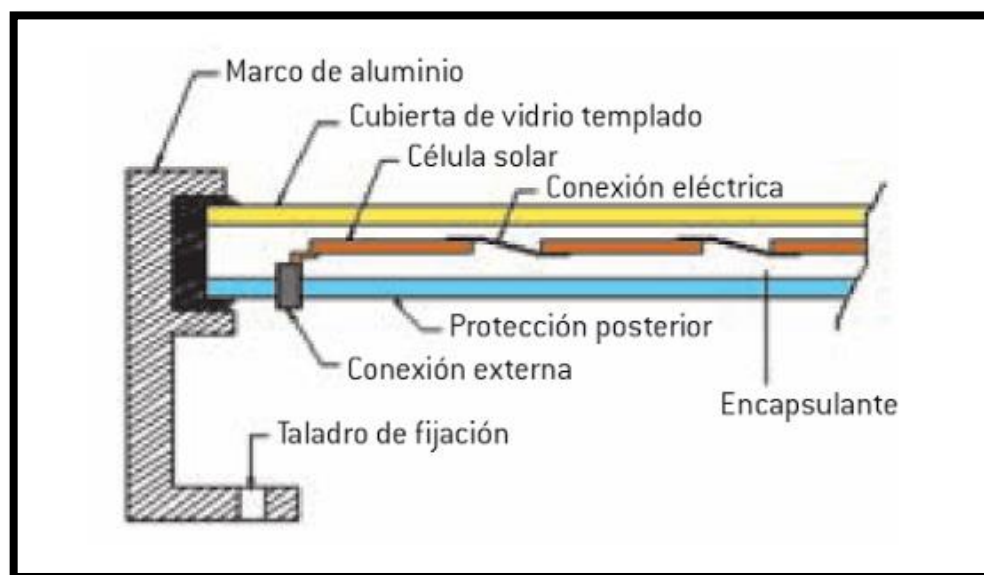


Figura 2.14: Detalle De La Sección De Un Módulo Fotovoltaico  
Fuente:(Guerrero Pérez, 2017)

## 2.17 Protecciones del generador fotovoltaico

El generador en el caso de una instalación de un sistema fotovoltaico es con el panel o un conjunto de paneles fotovoltaico, los paneles fotovoltaicos estarán protegidos con los siguientes dispositivos de protección:

- Relés descargadores de sobretensiones
- Diodos anti-retornos
- Fusibles
- Puesta a tierra de las estructuras soporte de los planes fotovoltaicos (Roldán & Viloría, 2008, p. 177).

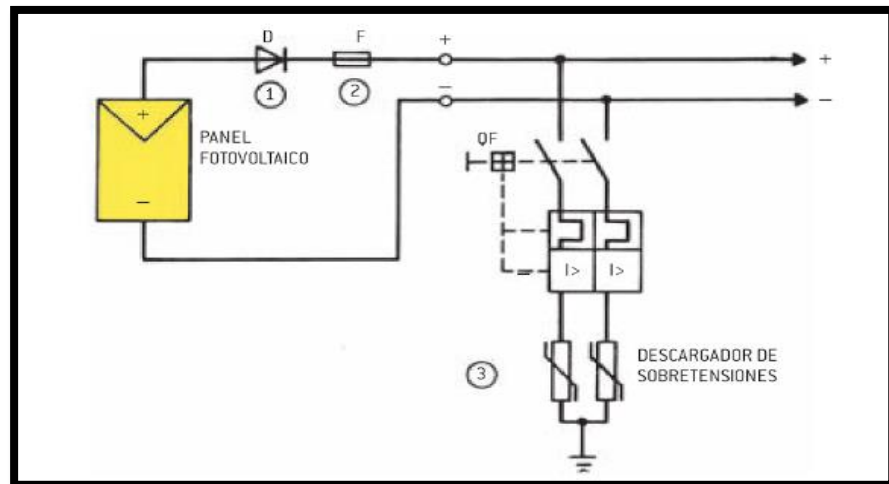


Figura 2.15: Protecciones Exteriores De Un Panel Fotovoltaico  
Fuente: (Roldán & Viloría, 2008, p. 177).

## 2.18 Estructuras y Soportes

Las estructuras para sujetar los módulos fotovoltaicos se realizan con materiales que sean resistencia a la carga y poder soportar los cambios del tiempo y de forma especial, el agua y la humedad, las estructuras y los anclajes serán capaces de soportar el peso de las gotas de la lluvias, el empuje del viento y por supuesto el peso de los módulos



Figura 2.16: Estructura Fijas De Los Paneles Fotovoltaicos  
Fuente:(Roldán & Viloría, 2008, p. 177).

➤ **Soportes y estructuras**

Los soportes de sujeción de módulos se ajustaran a las normas CTE de edificación, cuándo se integren en un edificio, como en una azotea, un tejado o formando parte como una fachada

➤ **Fijación y anclaje**

Los modelos fotovoltaicos se fijaran a su soporte siguiendo las indicaciones que las otorga el fabricante, nunca forzar el módulo bien sea para sujetarlo o posicionarlo.

Los anclajes de la estructura serán adecuados al medio donde se vayan a ser instalado, asegurando de que no sufran merma en sus propiedades con el paso del tiempo

➤ **Fijación de los soportes**

Las estructuras o los soportes de los paneles podrán anclarse de diferentes formas, según sea el lugar en el que se instalarán lusismo

a) Al suelo

Esta es una de las formas más comunes de instalación de los paneles fotovoltaicos, especialmente cuando se trata de instalaciones masivas como son las huertas o los parques solares

b) Paredes y fachadas

Los módulos fotovoltaicos a las fachadas o paredes que tengan orientación sur

c) Techo

Esta forma de instalación de módulos es muy empleada, esta instalación suele perjudicar la impermeabilización del techo, hay que tener mucho cuidado cuando se instale los paneles fotovoltaicos en los techos

d) Postes

Pequeños módulos sujetos a los postes como son los que alimentan los faros o señales de tránsito (Roldán & Vilorio, 2008, p. 189).

## **2.19 Almacenamiento o acumuladores**

“La necesidad energética no siempre coincide en el tiempo con la captación de energía solar, por lo que se hace necesario disponer de un sistema de almacenamiento solar, por lo que se hace necesario disponer de un sistema de almacenamiento eléctrico que haga frente a la demanda, cuando exista poca o nula radiación solar, así como la producción solar en momentos de consumo mínimo” (Guerrero Pérez, 2017, p. 153).

### **2.19.1 Pilas y acumuladores**

Son elementos capaces de convertir la energía producida en una reacción química en corriente eléctrica, ambas funcionan de una manera similar, a diferencia que los acumuladores se pueden recargar simplemente aplicando diferencia de potencial entre sus electrodos.

Hay que destacar la fiabilidad general de la instalación solar dependerá, en gran medida, del sistema de acumulación, por lo que es un elemento cuyas características es necesario tener muy en cuenta.

Algunas de las características de los acumuladores son:

#### **a) Eficiencia de carga**

La relación que existe entre la energía empleada para cargar la batería y la que realmente se almacena para cargar la batería y lo que realmente se almacena, una eficiencia del 100% significa que toda la energía empleada para cargar la batería es la que se puede suministrar en su descarga.

#### **b) Capacidad**

Es la cantidad de electricidad que se almacena en el acumulador, se la puede calcular mediante la descarga total de una batería que este inicialmente cargada al máximo

#### **c) Autodescarga**

Este es el proceso natural por el cual el acumulador pierde energía almacenada sin estar funcionando

#### **d) Profundidad de descarga**

Se la denomina con ese nombre a la profundidad de descarga al porcentaje de energía que un acumulador ha perdido una descarga, ejemplo: si una batería totalmente cargada de capacidad 100Ah sufre una descarga de 20Ah, esto significa una profundidad de descarga del 20%. Cuando menos profundos sean los ciclos de carga/descarga mayor será la duración del acumulador.

#### **2.19.2 Tipos de baterías**

Existen dos grupos de baterías, las de plomo ácido con sus múltiples versiones, las mismas que son utilizadas por su accesibilidad en el precios y las de Níquel-Cadmio, de muy buenas características pero mayor costo de adquisición. Las baterías de ciclos profundos son diseñadas con placas gruesas especialmente para los sistemas fotovoltaicos que soportan descargas repetitivas por horas sin sufrir daño, en cuanto a las llamadas baterías de arranque, sus placas son más frágiles y entregan una elevada corriente en segundos (Pareja Aparicio, 2009).

Los tipos de baterías son:

- Batería de plomo con ácido de válvula regulada
- Baterías tipo gel
- Baterías tipo Agm
- Baterías de níquel-cadmio

#### **2.20 El inversor**

El inversor de un sistema fotovoltaico conectado a una red es un dispositivo electrónico de potencia que transforma en corriente alterna la corriente continua proveniente de los módulos. Esta corriente alterna puede inyectarse en la red eléctrica o consumirse directamente en el propio edificio. Existen diversos tipos de inversores, pero cualquiera de ellos debe cumplir con las normas de seguridad y protección a las personas, los equipos y a la red eléctrica.

Las principales características que definen el comportamiento de un inversor son:

- a) **El rendimiento:** que es el cociente entre la potencia activa que suministra el inversor y la potencia continua que recibe, los valores máximos del rendimiento se sitúan entre el 90 y el 95%.
  
- b) **El seguimiento del punto de máxima potencia:** estrategia de control con que el inversor intenta mantener el generador trabajando en el punto de máxima potencia. El fin es buscar el máximo aprovechamiento posible de la energía producida por los modelos
  
- c) **La calidad de la onda:** debe cumplir con las exigencias recogidas en la normativa, los valores de frecuencia y tensión deben mantenerse dentro de unos límites. La distorsión armónica total tiene también un límite máximo para la señal de corriente y otro para la señal de tensión (Chivelet & Solla, 2007, p. 53).



## CAPÍTULO 3: DISEÑO Y CÁLCULOS

### 3.1 Información general del edificio

El edificio “Dagoberto” se encuentra dividido en tres departamentos, de los cuales dos departamentos de características similares de 138.45 metros cuadrados con tres dormitorios, sala de estar, comedor, cocina y sala.

El departamento que se encuentra en la terraza su longitud es de 69.93 metros cuadrados, con tres dormitorios, sala, comedor y cocina, fue construido en el año 2013, es una estructura de hormigón armado, en promedio cada departamento tiene capacidad para albergar a una familia de 5 personas

### 3.2 Ubicación del edificio

El edificio se encuentra ubicado en el cantón Milagro, en la urbanización Quinta Patricia en las calles Av. Vicente Asan y calle 6ta.

Según los datos obtenidos de Google Earth se tiene los siguientes resultados:

Latitud  $2^{\circ}08'19.2''S$   
Longitud  $79^{\circ}35'57.9''W$

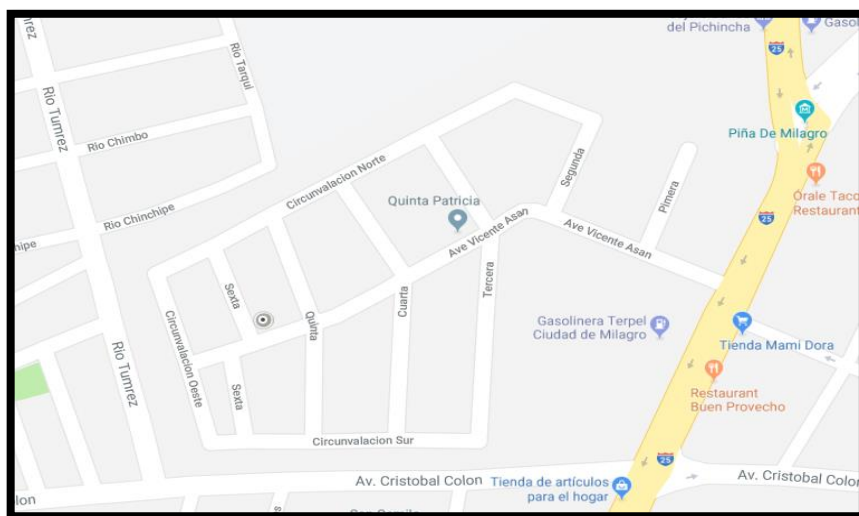


Figura 3.17: Ubicación Del Edificio Donde Se Instalara Los Módulos Fotovoltaicos  
Elaborado por: Autor

### 3.3 Cálculos de la carga térmica

La carga que se transmite a través de las paredes y techos se la calcula con la siguiente fórmula

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

Donde:

**Q<sub>str</sub>** = Coeficiente de transmisión térmica

**K** = Transmisión térmica = 2,55

**T<sub>e</sub>** = Temperatura externa

**T<sub>i</sub>** = Temperatura interna (Barreiro Méndez, 2006, p. 65)

#### **CÁLCULOS DE LA CARGA TÉRMICA DE PLANTA BAJA DEL EDIFICIO CALCULO DE LA PARED LADO NORTE, PLANTA BAJA**

La pared del lado norte tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 10.65 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 33,015 m<sup>2</sup>

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 33,015 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 841,8825 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 841,8825 \text{ Watts} \times 3,42123 = 2.880,27 \text{ BTU}$$

#### **CALCULO DE LA PARED LADO SUR, PLANTA BAJA**

La pared del lado Sur tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 10.65 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 33,015 m<sup>2</sup>

La pared de la planta baja sur posee 2 ventanas, las medidas son 1.60 x 1.80m esto multiplicado da un valor de 5,76 m<sup>2</sup>

El resultado de la pared sur se lo resta por el valor de la venta

$$33,015 \text{ m}^2 - 5,76 = 27,2555 \text{ m}^2$$

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 27,2555 \text{ m}^2 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 695,0025 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 695,0025 \text{ Watts} \times 3,42123 = 2.3770,76 \text{ BTU}$$

### **CALCULO DE LA PARED DEL LADO ESTE, PLANTA BAJA**

La pared del lado Este tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 13.00 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la caga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 40.3 m<sup>2</sup>

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 40,3 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 1.027,65 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 1.027,65 \text{ Watts} \times 3,42123 = 3.515,82 \text{ BTU}$$

### **CALCULO DE LA PARED LADO OESTE, PLANTA BAJA PARED OESTE PARTE 1**

La pared del lado Oeste tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 9,19 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la caga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 28,21 m<sup>2</sup>

La pared de la planta baja oeste posee 1 ventana, las medidas son 1.60 x 1.80m esto multiplicado da un valor de 2,88 m<sup>2</sup>

El resultado de la pared sur se lo resta por el valor de la venta

$$28,21 \text{ m}^2 - 2,88 \text{ m}^2 = 25,33 \text{ m}^2$$

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 25,33 \text{ m}^2 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 645,915 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 645,915 \text{ Watts} \times 3.42123 = 2.220,98 \text{ BTU}$$

## **PARED OESTE PARTE 2**

La pared del lado Oeste tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 8,90 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 27,59 m<sup>2</sup>.

La pared de la planta baja oeste posee 1 ventana, las medidas son 1.60 x 1.80m esto multiplicado da un valor de 2,88 m<sup>2</sup>

El resultado de la pared sur se lo resta por el valor de la venta

$$27,59 \text{ m}^2 - 2,88 \text{ m}^2 = 24,71 \text{ m}^2$$

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 24,71 \text{ m}^2 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 630,105 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 630,105 \text{ Watts} \times 3.42123 = 2.155,71 \text{ BTU}$$

La suma total de los BTU de la pared Oeste

$$2.220,98 \text{ BTU} + 2.155,71 \text{ BTU} = 4.376,69 \text{ BTU}$$

La carga térmica de las paredes exteriores dio como resultado 3,840 Watts, para calcular cuántos BTU, se lo multiplica por 3,42123

$$(3.840 \times 3.42123) = \mathbf{13.139, 42 \text{ BTU}}$$

## **CÁLCULOS DE LA CARGA TÉRMICA DE PLANTA ALTA DEL EDIFICIO CALCULO DE LA PARED LADO NORTE, PLANTA ALTA**

La pared del lado norte planta alta tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 10.65 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 33,015 m<sup>2</sup>

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 33,015 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 841,8825 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 841,8825 \text{ Watts} \times 3.42123 = 2.880,27 \text{ BTU}$$

## **CALCULO DE LA PARED LADO SUR, PLANTA ALTA**

La pared del lado Sur planta alta tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 10.65 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 33,015 m<sup>2</sup>

La pared de la planta alta sur posee 2 ventanas, las medidas son 1.60 x 1.80m esto multiplicado da un valor de 5,76 m<sup>2</sup>

El resultado de la pared sur planta alta se lo resta por el valor de la venta

$$33,015 \text{ m}^2 - 5,76 = 27,2555 \text{ m}^2$$

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 27,2555 \text{ m}^2 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 695,0025 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 695,0025 \text{ Watts} \times 3.42123 = 2.3770, 76 \text{ BTU}$$

## **CALCULO DE LA PARED DEL LADO ESTE, PLANTA ALTA**

La pared del lado Este planta alta tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 13.00 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 40.3 m<sup>2</sup>

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 40.3 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 1.027,65 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 1.027,65 \text{ Watts} \times 3.42123 = 3.515,82 \text{ BTU}$$

## **CALCULO DE LA PARED LADO OESTE, PLANTA ALTA PARED OESTE PARTE 1**

La pared del lado Oeste planta alta tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 9,19 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 28,21 m<sup>2</sup>

La pared de la planta alta oeste posee 1 ventana, las medidas son 1.60 x 1.80m esto multiplicado da un valor de 2,88 m<sup>2</sup>

El resultado de la pared sur se lo resta por el valor de la venta

$$28,21 \text{ m}^2 - 2,88 \text{ m}^2 = 25,33 \text{ m}^2$$

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 25,33 \text{ m}^2 \times (34^a - 24^a)$$

$$Q_{str} = 645,915 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 645,915 \text{ Watts} \times 3.42123 = 2.220,98 \text{ BTU}$$

## **PARED OESTE PARTE 2 – PLANTA ALTA**

La pared del lado Oeste planta alta tiene 3.10 metros de alto y de ancho tiene 8,90 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 27,59 m<sup>2</sup>

La pared de la planta alta oeste posee 1 ventana, las medidas son 1.60 x 1.80m esto multiplicado da un valor de 2,88 m<sup>2</sup>

El resultado de la pared oeste se lo resta por el valor de la venta

$$27,59\text{m}^2 - 2,88 \text{ m}^2 = 24,71 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{str}} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{\text{str}} = 2,55 \times 24,71 \text{ m}^2 \times (34^{\text{a}} - 24^{\text{a}})$$

$$Q_{\text{str}} = 630,105 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{\text{str}} = 630,105 \text{ Watts} \times 3,42123 = 2.155,71 \text{ BTU}$$

La suma total de los BTU de la pared Oeste planta alta

$$2.220,98\text{BTU} + 2.155,71 \text{ BTU} = 4.376,69\text{BTU}$$

La carga térmica de las paredes exteriores de la planta alta dio como resultado 3,840 Watts, para calcular cuántos BTU, se lo multiplica por 3,42123  
(3.840 x 3.42123) = **13.139, 42 BTU**

### **3.3.1 Carga por radiación a través de cristal**

La radiación solar atraviesa los cristales e incide sobre las superficies del edificio calentado el interior, la carga térmica por radiación a través de los cristales “ventanas” se la calcula con esta fórmula

$$Q_{sr} = S \times R \times F$$

Donde:

**Q<sub>sr</sub>** = Carga térmica por radiación

**S** = Superficie expuesta a la radiación

**R** = Radiación solar = 580

**F**= Factor de corrección respecto al vidrio empleado (González Pérez, 2013, p. 69)

El factor de corrección respecto al vidrio es de 0,1 aplicado en los vidrios del edificio

La superficie de las ventanas son de 1.80 x 1.60 m = 2.88 m<sup>2</sup>

$$Q_{sr} = S \times R \times F$$

$$Q_{sr} = 2.88 \text{ m}^2 \times 580 \times 0.1$$

$$Q_{sr} = 167,04 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{sr} = 167,04 \times 3.42123$$

$$Q_{sr} = 571.48 \text{ Btu por cada ventana}$$

### 3.3.2 Techo expuesto al sol

La losa del edificio tiene una superficie de 11.90 metros por 14,10 metros, entonces se procede a utilizar la fórmula de la carga térmica, multiplicando estos valores nos da un resultado de 167,79 m<sup>2</sup>

$$Q_{str} = K \times S \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{str} = 2,55 \times 167,79 \text{ m}^2 \times (34^{\circ} - 24^{\circ})$$

$$Q_{str} = 4.278,45 \text{ Watts}$$

Para convertir de Watts a BTU se lo multiplica por 3,42123

$$Q_{str} = 4.278,45 \text{ Watts} \times 3.42123 = 14.638,22 \text{ BTU}$$



### 3.3.3 Cálculos para los aires acondicionados

Para saber la capacidad del aire acondicionado que se debe comprar para el edificio se debe tener en cuenta los siguientes factores

- Número de personas que viven en el edificio
- Numero de electrodomésticos que disipen calor
- Ventanas
- Área del lugar en metros cúbicos , largo x ancho x alto

Para realizar la compra de un aire acondicionado esta es la siguiente formula

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

Donde:

**C** = Capacidad térmica

**230** = Factor de cálculo para américa latina (temp max 40°)

**V** = Volumen del área donde se instalara el equipo, largo x ancho x alto

**#PyE** = Número de personas y electrodomésticos instalados en el área

**476** = Factores de ganancias y pérdidas aportados por personas y electrodomésticos (Magín Lapuerta & Armas Vergel, 2012, p. 76).

#### Cálculos para instalar los equipos de climatización en la planta baja del edificio

##### Dormitorio 1

Tiene un largo de 4.15 m, ancho 3,34 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$4,15 \times 3,34 \times 3,10 = 42,96 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 42,96 + (2 \times 476)$$

$$C = 10.832,8$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$C = 10.832,8 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C = 10.832,8 + 85,53 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$\mathbf{C = 11, 490,13 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 12.000 Btu**

## **DORMITORIO 2**

Tiene un largo de 5.05 m, ancho 4.01 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$5.05 \times 4.01 \times 3,10 = 62,77 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 62,77 + (2 \times 476)$$

$$C = 15, 389,1$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$C = 15, 389,1 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C = 15, 389,1 + 85,53 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$\mathbf{C = 15, 046,43 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 18.000 Btu**

## **DORMITORIO 3**

Tiene un largo de 3.40 m, ancho 2.90 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$3,40 \times 2,90 \times 3,10 = 30,56 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 30,56 + (2 \times 476)$$

$$C = 7.980,8 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$C = 7.980,8 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C = 7.980,8 + 85,53 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$C = \mathbf{8.638,13 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 9.000 Btu**

## **COCINA**

La cocina tiene un largo de 4.15m, ancho 2.67 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$4.15 \times 2,67 \times 3,10 = 34.34 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 34.34 + (3 \times 476)$$

$$C = 9.326,2 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, la cocina cuenta con 2 luminarias, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$C = 7.980,8 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C = 9.326,2 + 171,06 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$C = \mathbf{10.069,06 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 12.000 Btu**

## SALA - COMEDOR

La sala y el comedor están juntos, tiene un largo de 7.00m, ancho 5.70m y de alto 3,10 m.

Entonces

$$7.00 \times 5.70 \times 3,10 = 123,69 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 123,69 + (3 \times 476)$$

$$C = 30.890,8 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, en la sala y comedor se cuenta con 6 luminarias, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124.

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales.

$$C = 30.890,8 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C = 30.890,8 + 513.18 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$C = 31.975,78 \text{ Btu}$$

**Se necesita un a/c de 36.000 Btu**

Se requieren de 5 equipos de aires acondicionados para climatizar la planta baja

Tabla 3.1: Aires Acondicionados A Utilizarse En La Planta Baja

#A/C	BTU
1 A/C	9.000
2 A/C	12.000
1 A/C	18.000
1 A/C	36.000

Elaborado por: Autor

## **CÁLCULOS PARA INSTALAR LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN EN LA PLANTA ALTA DEL EDIFICIO**

### **DORMITORIO 1**

Tiene un largo de 4.15 m, ancho 3,34 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$4,15 \times 3,34 \times 3,10 = 42,96 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 42,96 + (2 \times 476)$$

$$C = 10.832,8$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124.

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$C = 10.832,8 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C = 10.832,8 + 85,53 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$C = 11, 490,13 \text{ Btu}$$

**Se necesita un a/c de 12.000 Btu**

### **DORMITORIO 2**

Tiene un largo de 5.05 m, ancho 4.01 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$5,05 \times 4,01 \times 3,10 = 62,77 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 62,77 + (2 \times 476)$$

$$C = 15, 389,1$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$C= 15,389,1+ \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C= 15,389,1+ 85,53 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$\mathbf{C= 15,046,43 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 18.000 Btu**

### **DORMITORIO 3**

Tiene un largo de 3.40 m, ancho 2.90 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$3,40 \times 2,90 \times 3,10 = 30,56 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C= 230 \times 30,56 + (2 \times 476)$$

$$C= 7.980,8 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$C= 7.980,8 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C= 7.980,8 + 85,53 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$\mathbf{C= 8.638,13 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 9.000 Btu**

### **COCINA**

La cocina tiene un largo de 4.15m, ancho 2.67 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$4,15 \times 2,67 \times 3,10 = 34,34 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C= 230 \times 34,34 + (3 \times 476)$$

$$C= 9.326,2 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, en la cocina se cuenta con 2 luminarias, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124.

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$\begin{aligned}C &= 7.980,8 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas} \\C &= 9.326,2 + 171,06 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu} \\C &= \mathbf{10.069,06 \text{ Btu}} \\&\mathbf{\text{Se necesita un a/c de 12.000 Btu}}\end{aligned}$$

### **SALA - COMEDOR**

La sala y el comedor están juntos, tiene un largo de 7.00m, ancho 5.70m y de alto 3,10 m

Entonces

$$\begin{aligned}7.00 \times 5.70 \times 3,10 &= 123,69 \text{ m}^3 \\C &= 230 \times V + (\# \text{PyE} \times 476) \\C &= 230 \times 123,69 + (3 \times 476) \\C &= 30.890,8 \text{ Btu}\end{aligned}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, en la sala y comedor se cuenta con 6 luminarias, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124.

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$\begin{aligned}C &= 30.890,8 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas} \\C &= 30.890,8 + 513,18 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu} \\C &= \mathbf{31.975,78 \text{ Btu}} \\&\mathbf{\text{Se necesita un a/c de 36.000 Btu}}\end{aligned}$$

Tabla 3.2: Tabla: Aires Acondicionados A Utilizarse En La Planta Alta

#A/C	BTU
1 A/C	9.000
2 A/C	12.000
1 A/C	18.000
1 A/C	36.000

Elaborado por: Autor

## **CÁLCULOS PARA INSTALAR LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN EN LA TERRAZA**

En la terraza hay un departamento con las medidas de 6.90 por 9.00 m, el departamento tiene 3 dormitorios, sala, comedor y cocina

### **DORMITORIO 1**

Tiene un largo de 3.50 m, ancho 2.60 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$3.50 \times 2.60 \times 3,10 = 28.21 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 28.21 + (2 \times 476)$$

$$C = 7.440,3 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

También se les suma los Btu de las ventanas, este valor se lo encuentra en los cálculos de la radiación a través de los cristales

$$C = 7.440,3 + \text{Luminaria} + \text{Ventanas}$$

$$C = 7.440,3 + 85,53 \text{ Btu} + 571,8 \text{ Btu}$$

$$C = \mathbf{8.097,63 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 9.000 Btu**



## **DORMITORIO 2**

Tiene un largo de 3.50 m, ancho 2.55 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$3.50 \times 2.55 \times 3,10 = 27.66 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 27.66 + (2 \times 476)$$

$$C = 7.313,85 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

$$C = 7.313,85 + \text{Luminaria}$$

$$C = 7.313,85 + 85,53 \text{ Btu}$$

$$C = \mathbf{7.399,33 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 9.000 Btu**

## **DORMITORIO 3**

Tiene un largo de 3.50 m, ancho 3.00 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$3.50 \times 3.00 \times 3,10 = 32.55 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 32.55 + (2 \times 476)$$

$$C = 8.914,5 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

$$C = 8.914,5 + \text{Luminaria}$$

$$C = 8.914,5 + 85,53 \text{ Btu}$$

$$C = \mathbf{8.914,5 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 9.000 Btu**

### **SALA- COMEDOR- COCINA**

Tiene un largo de 9.00 m, ancho 3.40 m y de alto 3,10 m

Entonces

$$9.00 \times 3.40 \times 3,10 = 94.66 \text{ m}^3$$

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

$$C = 230 \times 94.66 + (3 \times 476)$$

$$C = 23.245,8 \text{ Btu}$$

A este valor se le suma los Btu que produce la luminaria, cada luminaria consume 25 watts, para transformar a Btu se lo multiplica por 3,24124

$$C = 8.914,5 + \text{Luminaria} + \text{Ventana}$$

$$C = 8.914,5 + 85.53 \text{ Btu} + 150.8$$

$$C = \mathbf{23.653,19 \text{ Btu}}$$

**Se necesita un a/c de 24.000 Btu**

Tabla 3.3: Aires Acondicionados A Utilizarse En El Departamento De La Terraza

#A/C	BTU
3 A/C	9.000
1 A/C	24.000

Elaborado por: Autor

#### **3.3.4 Selección de los equipos de aires acondicionados**

Para realizar la climatización de las parte del edificio, se lo hará con las unidades de aire acondicionado invertir, estos quipo ayudan a bajar el consumo eléctrico y se lo realizará con el sistema fotovoltaico.

Tabla 3.4: Equipos De Aires Acondicionados Inverter A Utilizarse En La Planta Baja

DESCRIPCIÓN	BTU	kwh/anual	kwh/mes
DORMITORIO 1	12.000	324.5 kwh/Año	27.04 Kwh/Mes
DORMITORIO 2	18.000	486.7 kwh/Año	40.5 kwh/Mes
DORMITORIO 3	9.000	243.3 kwh/Año	22.18 kwh/Mes
COCINA	12.000	324.5 kwh/Año	27.04 Kwh/Mes
SALA COMEDOR	36.000	973.5 kwh/Año	81.12 kwh/Mes

Elaborado por: Autor

Tabla 3.5: Equipos De Aires Acondicionados Inverter A Utilizarse En La Planta Alta

DESCRIPCIÓN	BTU	kwh/anual	kwh/mes
DORMITORIO 1	12.000	324.5 kwh/Año	27.04 Kwh/Mes
DORMITORIO 2	18.000	486.7 kwh/Año	40.5 kwh/Mes
DORMITORIO 3	9.000	243.3 kwh/Año	22.18 kwh/Mes
COCINA	12.000	324.5 kwh/Año	27.04 Kwh/Mes
SALA COMEDOR	36.000	973.5 kwh/Año	81.12 kwh/Mes

Elaborado por: Autor

Tabla 3.6: Equipos De Aires Acondicionados Inverter A Utilizarse En La Terraza

DESCRIPCIÓN	BTU	kwh/anual	kwh/mes
DORMITORIO 1	9.000	243.3 kwh/Año	22.18 kwh/Mes
DORMITORIO 2	9.000	243.3 kwh/Año	22.18 kwh/Mes
DORMITORIO 3	9.000	243.3 kwh/Año	22.18 kwh/Mes
COCINA- SALA - COMEDOR	24.000	649 kwh/Año	54.12 Kwh/Mes

Elaborado por: Autor

### 3.4 Cálculo de la energía diaria que se va a consumir con los equipos de climatización inverter

Para aplicar la energía diaria que se va a consumir (Wh/día) se multiplicará la potencia de los aparatos de climatización por el tiempo de funcionamiento

$$E = P \times T = \text{Wh/día}$$

**E** = Energía consumida

**P** = Potencia en vatios de cada aparato

**T** = Tiempo que está funcionando los equipos de climatización

Se calcula la energía que se consumirá en la planta baja y planta alta, ya que son los mismos s equipos de climatización que se va a utilizar

$$E = P \times T = \text{Wh/día}$$

$$E = 197.8 \times 5$$

$$E = 989 \text{ W/día}$$

### Los cálculos del departamento que se encuentra en la terraza

$$E = P \times T = \text{Wh/día}$$

$$E = 120.66.8 \times 5$$

$$E = 603.3 \text{ W/día}$$

### 3.5 Hora pico sol por día

La energía resultante se la debe dividirla por las horas solares pico de la región en la que se encuentra (HPS es igual al cociente entre la radiación solar y 3.600) para medir la radiación solar es el LANGLEY, estableciendo las siguientes relaciones de equivalencia

$$1 \text{ Langley} = 1 \text{ cal/cm}^2 \times \text{día}$$

$$1 \text{ Langley} = 0.016 \text{ HPS}$$

La radiación en el cantón Milagro en todo el año es de 130 cal/cm<sup>2</sup>

Teniendo en cuenta:

$$1 \text{ Langley} = 1 \text{ cal/cm}^2 \times \text{día}$$

Por lo tanto

$$130 \text{ cal/cm}^2 \times \text{día} = 130 \text{ Langley}$$

$$\text{HPS} = 130 \times 0.016 = 1.508 \text{ HPS}$$

A estas horas picos del sol más el 20% darán **1.809 HPS**

### 3.6 Cálculos de la potencia del generador

Una vez determinada la energía consumida en Wh/día, por la instalación, así como se determina la hora pico del sol, se procede a calcular la potencia nominal que deben proporcionar los paneles fotovoltaicos para hacer frente a la instalación

$$P_{GFV} = \frac{E}{HPS}$$

**$P_{GFV}$**  = Potencia que se requiere en watts del generador fotovoltaico

**E** = Energía que consume la instalación al día Wh/día

**HPS** = Hora pico del sol en la región en la que se encuentra

### **El cálculo de potencia del generador para la primera y segunda planta**

$$P_{GFV} = \frac{E}{HPS}$$

$$P_{GFV} = \frac{989 \text{ wh/dia}}{1,809}$$

$$P_{GFV} = 544.3 \text{ W}$$

### **Cálculos de potencia del generador para el departamento de la terraza**

$$P_{GFV} = \frac{E}{HPS}$$

$$P_{GFV} = \frac{603.3 \text{ wh/dia}}{1,809}$$

$$P_{GFV} = 333.3 \text{ W}$$

### **3.7 Cálculo de batería de acumuladores**

Los encargados de almacenar energía eléctrica para su utilización, a la hora de calcular la capacidad del acumulador que se deberá emplear, se tendrá que tener en cuenta su auto descarga, luego al valor deseado le suma los Ah correspondiente para compensar la auto-descarga y así obtener los Ah de capacidad del acumulador a utilizar

$$C_{acu} = \frac{E \times D_{AUTO}}{U}$$

$C_{acu}$  = Capacidad del acumulador en Ah

$E$  = Energía consumida al día en Wh/día

$D_{AUTO}$  = Días de autonomía aunque no salga el sol

$U$  = Tensión de utilización 12 o 24V

### **Cálculos para la primera y segunda planta alta**

$$C_{acu} = \frac{E \times D_{AUTO}}{U}$$

$$C_{acu} = \frac{989 \times 7 \text{ dias}}{24V}$$

$$C_{acu} = 288,45 \text{ Ah}$$

### **Cálculos para la terraza**

$$C_{acu} = \frac{E \times D_{AUTO}}{U}$$

$$C_{acu} = \frac{603.3 \times 7 \text{ dias}}{24V}$$

$$C_{acu} = 175,9 \text{ Ah}$$

### 3.8 Cálculos de cuantos paneles solares se deben utilizar

Para realizar el cálculos de cuantos módulos fotovoltaicos se deberá utilizar en el edificio, se sumará la primera planta y la segunda ya que son las mismas medidas y se utilizaran los mismo equipos de climatización

El resultado que nos dio en la energía real la dividimos por la potencia de cada panel, en este caso se utilizará un paneles de 320 W, esto se lo multiplica por la Hora pico Solar

$$\text{numero de paneles solares} = \frac{\text{Energia Real}}{\text{Potencia de cada panel} \times \text{HPS}}$$

$$\text{numero de paneles solares} = \frac{983 \text{ wh}}{320 \text{ W} \times 1.809}$$

$$\text{numero de paneles solares} = 17 \text{ paneles}$$

En este caso el primer piso bajo y el según piso alto tienen los mismo equipos de climatización y se duplicaran los paneles a **34 PANELES SOLARES**

#### Cálculos de paneles para el departamento de la terraza

$$\text{numero de paneles solares} = \frac{\text{Energia Real}}{\text{Potencia de cada panel} \times \text{HPS}}$$

$$\text{numero de paneles solares} = \frac{603.3 \text{ wh}}{320 \text{ W} \times 1.809}$$

$$\text{numero de paneles solares} = 10 \text{ paneles}$$

En el diseño fotovoltaico para climatizar el edificio se necesitará **44 PANELES SOLARES**



## CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- La principal ventaja de la energía solar fotovoltaica es que se trata de una energía limpia, sin gran incidencia en el medio ambiente.
- Se debe tener en cuenta que las emisiones de carbono por combustión están ocasionando varios problemas de polución en el planeta, ocasionando con estos varios problemas de calentamiento global.
- La energía que capta un panel solar fotovoltaico va a depender tanto de la climatología del lugar como del ángulo de inclinación que el panel posea respecto a los rayos solares
- La energía solar hoy en día es una de las fuentes de obtención de energía con gran aceptación mundial en el sistema de electrificación

## 4.2 Recomendaciones

- Ante el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico se debe tener en cuenta las características técnicas principales de los equipos a instalar paneles fotovoltaicos e inversores, ya que la correcta elección de estos equipos permitirá encontrar la mejor solución de compromiso entre coste y fiabilidad.
- Es importante que la selección del cableado y protecciones sean las más idónea ya que estas delimitara las perdidas en el transporte de la corriente y asegurar la correcta continuidad del servicio de generación, se debe recordar que el sobredimensionamiento de los conductores y protección afectara directamente a la inversión del sistema y a al correcto funcionamiento de los equipos.
- Se debe recordar que para el cálculo de la energía producida se deberá incluir las pérdidas diarias de energía producidas por el autoconsumo de los equipos.
- Las distancias entre la superficie de los módulos y la del tejado no debe ser muy grande, sin embargo, debe ser lo suficientemente holgada para garantizar una correcta ventilación para evitar que la eficiencia de los paneles caiga por temperatura, de igual manera deberán tener una correcta inclinación para garantizar que pequeñas partículas (polvo, hojas, Agua) no obstruyan la superficie de los paneles fotovoltaicos.
- La falta de mediciones de irradiación focalizadas en el Ecuador es un limitante para la elaboración de un plan de generación eléctrica con sistemas no convencionales, se debe recordar que los datos que existen hoy en día son a nivel nacional.
- Las afectaciones ambientales que se pudieran dar, serán reglamentadas directamente por los organismos responsables, los cuales delimitaran el alcance de los proyectos esto quiere decir que los proyectos estar obligados a cumplir con las disposiciones distritales del lugar de implementación.
- Se debe considerar que las inversiones para este tipo de generación son altas y que la mejor manera de generar ganancias es con la importación directa de los equipos.
- Las perdidas energéticas por sombreado son difíciles de calcular y por esta razón se debe considerar adecuadamente la ubicación de este tipo de sistema

## BIBLIOGRAFÍA

- Alejandro, D. A. S., & Amaya, M. G. (2016). Instalaciones solares térmicas de baja temperatura. Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Banyeras, L. J., & Jutglar, L. (2004). Energía solar. Grupo Planeta (GBS).
- Barbut, M. (2009). La Inversion en Proyectos de Energia Renovable. Global Environment Facility.
- Barreiro Mendez, J. (2006). Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Equinoccio.
- Beltrán-Telles, A., Morera-Hernández, M., López-Monteagudo, F. E., Villela-Varela, R., Beltrán-Telles, A., Morera-Hernández, M., ... Villela-Varela, R. (2017). Prospectiva de las energías eólica y solar fotovoltaica en la producción de energía eléctrica. *CienciaUAT*, 11(2), 105–117.
- Bruni, S. (2007). Energia Geotermica. Recuperado a partir de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6601/El%20calor%20de%20la%20Tierra%3A%20fuente%20inagotable%20de%20energ%C3%ADa%20sostenible.pdf?sequence=4>
- Carbel, F. (2015). Energías renovables. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, a partir de <https://erenovable.com/energias-renovables/>
- Chivelet, N. M., & Solla, I. F. (2007). La envolvente fotovoltaica en la arquitectura: criterios de diseño y aplicaciones. Reverte.
- Cuevas Ulloa, A. (2012). Energía Undimotriz. Recuperado a partir de [https://www.u-cursos.cl/usuario/de487473eb2ddafe013d62393bd6ecd0/mi\\_blog/r/1\\_Primer\\_a\\_Entrega\\_energia\\_undimotriz.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/de487473eb2ddafe013d62393bd6ecd0/mi_blog/r/1_Primer_a_Entrega_energia_undimotriz.pdf)
- Díaz Velilla, J. P. (2005). Sistemas de energías renovables. Ediciones Paraninfo, S.A.

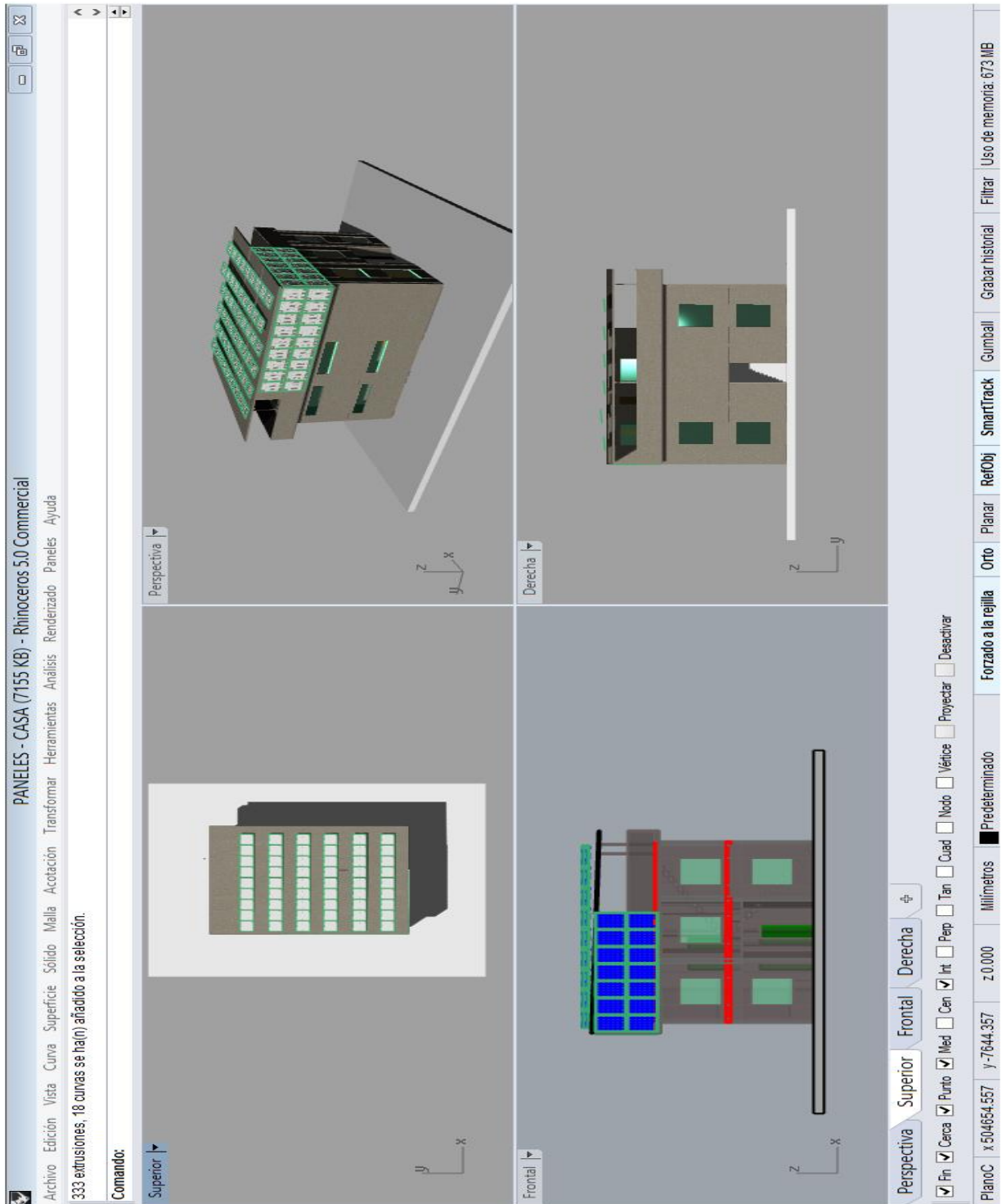
- Enzoo. (2014). Tipos de energía renovables. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, a partir de <https://enzo201114.wordpress.com/2014/05/08/103/>
- ERENOVABLE. (2012). Energía Geotérmica - Qué es, fuentes, usos, ventajas y desventajas de la energía geotérmica - erenovable.com. Recuperado el 11 de enero de 2018, a partir de <https://erenovable.com/energia-geotermica/>
- Fernández Barrera, M. (2010). Energía Solar: Electricidad Fotovoltaica. Editorial Liber Factory.
- Galindo García, D., & Nogues, F. (2010). Energía de la Biomasa (volumen I). Universidad de Zaragoza.
- García-Badell, J. J. (1983). Cálculo de la energía solar. IGME.
- González Gormaz, I. (2007). Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios: instalaciones electrotécnicas. Editorial Paraninfo.
- González Pérez, R. (2013). Criogenia: Cálculo de equipos. Recipientes a presión. Ediciones Díaz de Santos.
- Guerrero Pérez, R. (2017). Replanteo y funcionamiento de instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0108. IC Editorial.
- Hadzich, M. (2013). Energía Hidráulica. Recuperado a partir de <http://miguelhadzich.com/wp-content/uploads/2013/05/7.-ENERGIA-HIDRAULICA-Curso-Tecnologias-para-Hoteles-Ecologicos-6-Mayo-2013.pdf>
- Hernandez Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación.
- INEER, Instituto de Eficiencia Energética. (2009). Instituto de eficiencia energética. Recuperado a partir de [http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/GEOTERMIA\\_DOSSIER.pdf](http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/GEOTERMIA_DOSSIER.pdf)

- Instalaciones y eficiencia eléctrica. (2018). Energía Solar Térmica ¿Cómo funciona?  
Lo entenderás todo. Recuperado el 17 de febrero de 2018, a partir de  
<https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/como-funciona-la-energia-solar-termica/>
- Lerma Gonzales, H. D. (2009). Metodología de la Investigación (Cuarta Edición).  
ECOE.
- Libro de la energía renovable , Schallenberg. (2009). Libro la energía renovable.  
Recuperado a partir de <http://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- López Villarrubia, M. (2004). Energía eólica. Grupo Planeta (GBS).
- Magín Lapuerta, & Armas Vergel, O. (2012). Frío industrial y aire acondicionado.  
Universidad de Castilla La Mancha.
- Martínez, P. R. (2012). Energía Solar Térmica: Técnicas para su Aprovechamiento.  
Marcombo.
- Méndez Muñoz, J. M. (2007). Energía solar fotovoltaica. FC Editorial.
- Miguélez Pose, F. (2009). La energía que viene del mar. Netbiblo.
- Ministerio de Energía. (2008). Energía Eólica. Recuperado a partir de  
<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00289.pdf>
- Mujal-Rosas, R. (2005). DVD Fuentes de energía. Aspectos técnicos,  
medioambientales y legislativos.
- Murcia Rodríguez, R. (2009). Desarrollo de la Energía Solar (p. 7). Bogotá, Colombia.  
Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12>
- Navales, A. P. T., & Martínez, E. T. (2008). Energía eólica. Universidad de Zaragoza.
- Pareja Aparicio, M. (2009). Energía solar fotovoltaica: Cálculo de una instalación  
aislada. Marcombo.

- Pelissero, M. (2011). Energía Undimotriz. Recuperado a partir de [https://www4.frba.utn.edu.ar/sectip/proyecciones/pdf/V9\\_2\\_4.pdf](https://www4.frba.utn.edu.ar/sectip/proyecciones/pdf/V9_2_4.pdf)
- Plasencia, I. G., Perdices, M. B., & Celemín, M. del R. H. (2008). Fuentes de energía para el futuro. Ministerio de Educación.
- Ramos Castellanos, P. R. (2007). Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales. Universidad de Salamanca.
- RES & RUE Dissemination Energía Eólica. (2012). Guía eólica. Recuperado el 17 de febrero de 2018, a partir de <http://cecu.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/guia/eolica.htm>
- Robinovich, G. (2013). Energía Hidráulica. Recuperado a partir de [http://sitio.iae.org.ar/minisites/proyectoe/revistas/Proyecto\\_Energetico97\\_IAEMOSCONI.pdf](http://sitio.iae.org.ar/minisites/proyectoe/revistas/Proyecto_Energetico97_IAEMOSCONI.pdf)
- Roldán, J., & Viloría, J. R. (2008). Fuentes de Energía. Editorial Paraninfo.
- Sardón, J. M. de J. (2003). Energías renovables para el desarrollo. Editorial Paraninfo.
- Velasco, J. G. (2009). Energías renovables. Reverte.

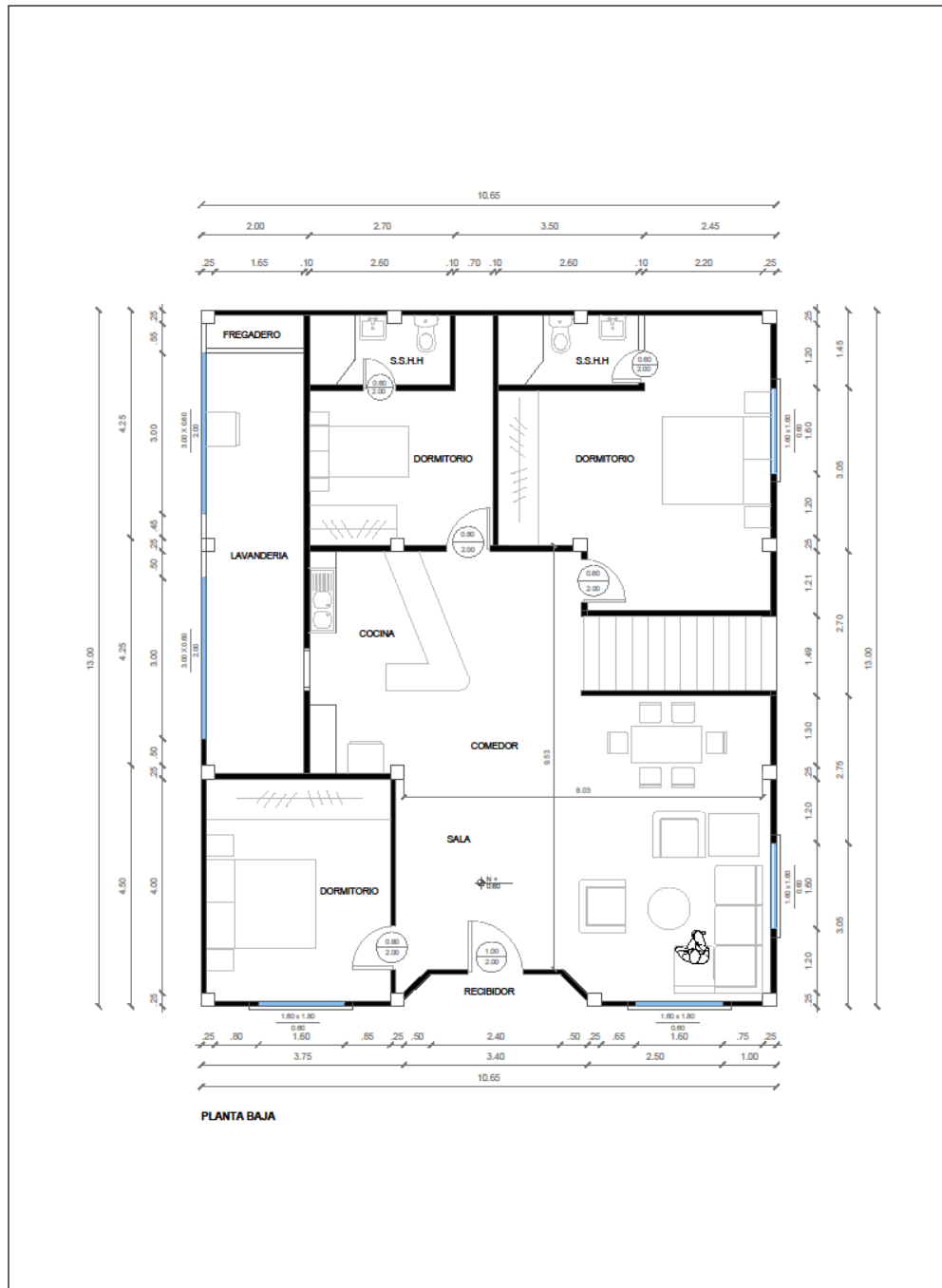
# ANEXOS

## Diseño Del Edificio Con Los Paneles Fotovoltaico





# Planos del edificio










UBICACIÓN		ESPECIFICACIONES GENERALES	
PROVINCIA:	GUAYAS	<b>ESTRUCTURA</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>
CANTÓN:	MILAGRO	<b>CIMENTACIÓN:</b>	TUBERÍAS PVC EMPOTRADOS EN PISOS Y PAREDES
PARROQUIA:	ENRIQUE VALDEZ	PLINTOS DE HORMIGÓN ARMADO DE 210 Kg/cm <sup>2</sup>	CAJAS DE CONEXIÓN METÁLICAS
ZONA:	04	<b>COLUMNAS:</b>	PIEZAS (tomacorrientes, Interruptores)
SECTOR:	11	VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO DE 210 Kg/cm <sup>2</sup>	
MANZANA:	12 (F)	<b>CUBIERTA:</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>
SOLAR:	06 (08)	GALVALUME	TUBERÍAS PVC EMPOTRADAS EN PISOS Y PAREDES
CIUDADELA:	URB. QUINTA PATRICIA	<b>ALBAÑILERIA</b>	SERVICIO DE AGUA FRÍA Y CALIENTE
ÁREA DE SOLAR SEGÚN ESCRITURA:	187.62 m <sup>2</sup>	<b>CONTRAPISO:</b>	
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN PLANTA BAJA:	136.80 m <sup>2</sup>	HORMIGÓN SIMPLE 8cm	
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN PLANTA ALTA:	160.88 m <sup>2</sup>	<b>SOBREPISO:</b>	
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN TERRAZA:	70.78 m <sup>2</sup>	CERÁMICA	
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN TOTAL:	368.46 m <sup>2</sup>	<b>PAREDES:</b>	
		BLOQUE DE CONCRETO	
		<b>ENLUCIDOS:</b>	
		ARENA FINA Y CEMENTO 1:3	

ANEXO A  
 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PANELES SOLARES

Catálogo de productos



Paneles Solares

Fabricante: <b>EXMORR</b> 艾美克新能源							
Tipo	5Wp 12V	15Wp 12V	25Wp 12V	50Wp 12V	80Wp 12V	100Wp 12V	150Wp 24V
Material	Si-Poli- cristalina	Si-Poli- cristalina	Si- Mono- cristalina	Si-Poli- cristalina	Si-Mono- cristalina	Si-Poli- cristalina	Si-Poli- cristalina
Modelo	5P	15P	25C	50P	80C	100P	150P
Medidas (mm)	290x200x28	420x360x28	550x400x28	670x620x35	1200x550x3 5	1130x670x3 5	1190x992x3 5
Voltage Max. Voc*	22 V +/-0.5V	22 V +/-0.5V	22 V +/-0.5V	22 V +/-0.5V	21.97 V +/-0.5V	22 V +/-0.5V	44 V +/-0.5V
Voltage MPP. Vmpp*	17.5 V +/-0.5V	17.4 V +/-0.5V	17.5 V +/-0.5V	17.5 V +/-0.5V	17.39 V +/-0.5V	17.5 V +/-0.5V	35.5 V +/-0.5V
Corriente Max. Isc*	0.32 A +/-0.1A	0.92 A +/-0.1A	1.54 A +/-0.1A	3.07 A +/-0.1A	4.98 A +/-0.1A	6.14 A +/-0.1A	4.61 A +/-0.1A
Corriente MPP Impp*	0.29 A +/-0.1A	0.86 A +/-0.1A	1.43 A +/-0.1A	2.86 A +/-0.1A	4.61 A +/-0.1A	5.71 A +/-0.1A	4.23 A +/-0.1A
Variación potencia	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Diodos 'Bypass'	-	-	-	2	2	2	3
Voltage en Serie maxima	600V	600V	600V	600V	1000V	600V	1000v
Caja de conexion							
Precios sin IVA	20,-USD	40,-USD	60,-USD	120,-USD	180,-USD	200,-USD	310,-USD

ProViento S.A. Energías Renovables Ecuador – RUC: 1791819446001  
 San Ignacio N 30-28 y González Suarez – Quito / Ecuador  
 Tel/Fax.: (02) 2231844, info@proviento.com

ANEXO B

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR

PV Inverter

**SUNNY BOY 1200/1700**

Installation Guide



SB12-17-IA-en-52 | IMEN-SB11\_17 | Version 5.2

EN

## 11.2 Sunny Boy 1700

### DC Input

Maximum DC power at $\cos \varphi = 1$	$P_{DC}$	1 850 W
Maximum DC voltage *	$V_{DC \max}$	400 V
MPP voltage range at 230 V AC	$V_{PV}$	147 V ... 320 V
DC nominal voltage	$V_{DC \text{ nom}}$	180 V
Minimum DC voltage at 230 V AC	$V_{DC \text{ min}}$	139 V
Start voltage, adjustable	$V_{PV \text{ Start}}$	180 V
Maximum input current	$I_{PV \text{ max}}$	12.6 A
Number of MPP trackers		1
Maximum number of parallel strings		2
Voltage ripple of input voltage	$V_{pp}$	< 10 %
Internal consumption during operation		< 4 W

\* The maximum open circuit voltage, which can occur at a cell temperature of  $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , may not exceed the maximum input voltage.

### AC Output

AC nominal power at 230 V AC, 50 Hz	$P_{AC \text{ nom}}$	1 550 W
Maximum AC apparent power	$S_{AC \text{ max}}$	1 700 VA
Nominal AC current	$I_{AC \text{ nom}}$	6.7 A
Maximum output current	$I_{AC \text{ max}}$	8.6 A
Maximum fuse protection		16 A
Harmonic distortion of output current at AC THD voltage < 2 %, AC power > 0.5 AC nominal power	$K_{IAC}$	< 3 %
Nominal AC voltage	$V_{AC \text{ nom}}$	220 V / 230 V / 240 V
AC voltage range	$V_{AC}$	180 V ... 265 V
AC grid frequency	$f_{AC \text{ nom}}$	50 Hz / 60 Hz
Operating range at AC grid frequency	$f_{AC}$	50 Hz: 45.5 Hz ... 54.5 Hz 60 Hz: 55.5 Hz ... 64.5 Hz
Power factor at nominal AC power	$\cos \varphi$	1
Overvoltage category		III
Test voltage at 50 Hz		1.7 kV
Surge testing voltage		4 kV
Surge testing voltage with serial interface		6 kV
Internal consumption in night mode		0.1 W

## Mechanical data

Width x height x depth	440 mm x 339 mm x 214 mm
Weight	25 kg

## Climatic Conditions

Extended temperature range *	- 25 °C ... +60 °C
Extended humidity range *	0 % ... 100 %
Extended air pressure range *	79.5 kPa ... 106 kPa
Temperature range **	- 25 °C ... +70 °C
Operation temperature range	- 25 °C ... +60 °C
Maximum operating altitude above mean sea level	2 000 m

\* according to DIN EN 50178:1998-04, installation type C, class 4K4H

\*\* according to DIN EN 50178:1998-04, transport type E, class 2K3

## Features

Topology	LF transformer
----------	----------------

## General data

Protection rating according to DIN EN 60529	IP65
Protection class	I
Noise emission (typical)	≤ 46 dB(A)

## Protective equipment

All-pole DC switch-disconnector	Electronic Solar Switch, DC plug system SUNCLIX
DC overvoltage protection	Thermally monitored varistors
Personal protection ( $R_{iso} > 1 \text{ M } \Omega$ )	Insulation monitoring
Pole confusion protection	Short circuit diode
AC short circuit protection	Current control
All-pole AC disconnection unit	Automatic disconnection device SMA Grid Guard 2.1, double design

## Communication Interfaces

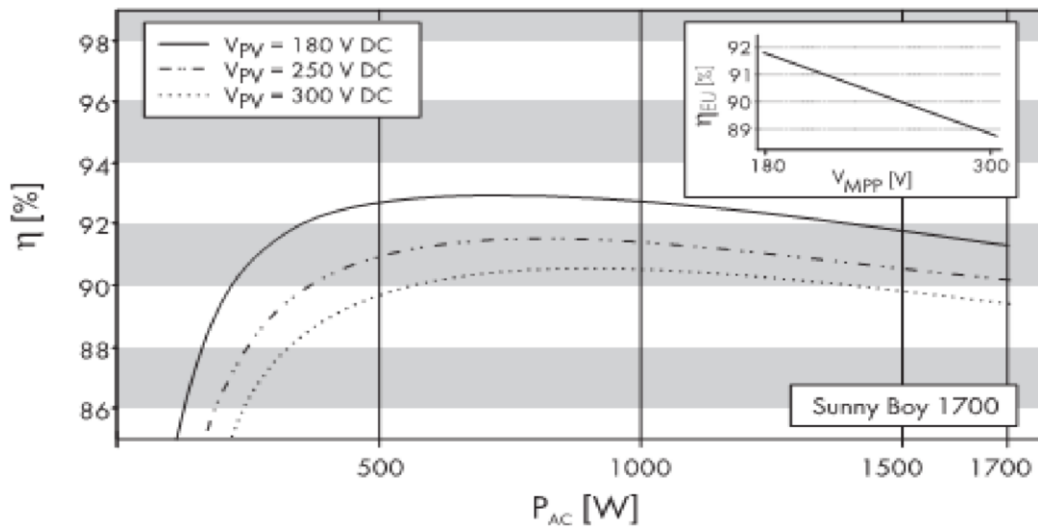
Bluetooth	Optional
Radio	Optional
RS485, galvanically isolated	Optional



### Electronic Solar Switch

Electrical service life in the event of a short circuit, with a nominal current of 35 A	A minimum of 50 switching operations
Maximum switching current	35 A
Maximum switching voltage	800 V
Maximum PV power	12 kW
Protection rating when plugged	IP65
Protection rating when unplugged	IP21

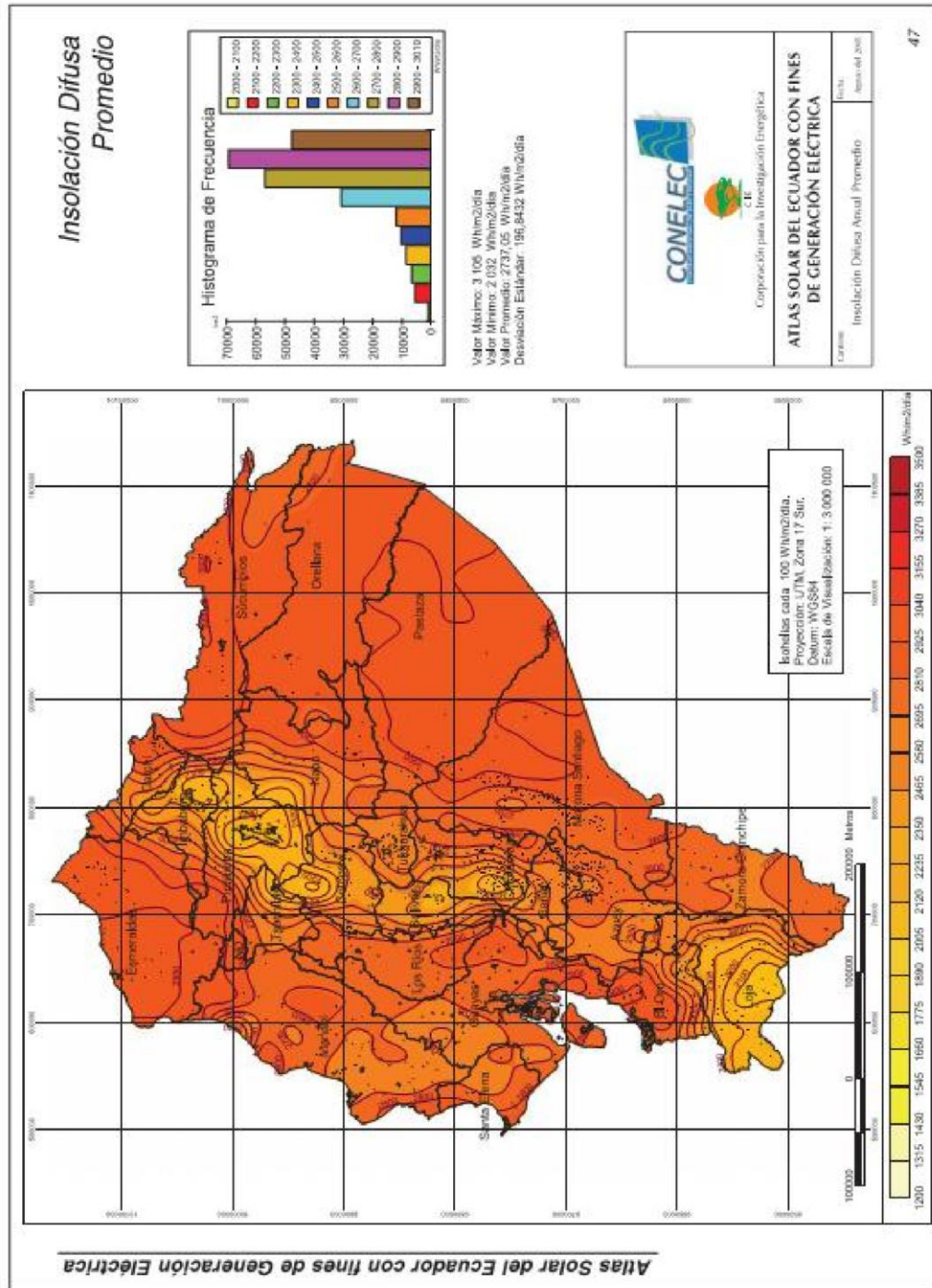
### Efficiency



Peak efficiency	$\eta_{max}$	93.5 %
European efficiency	$\eta_{EU}$	91.8 %

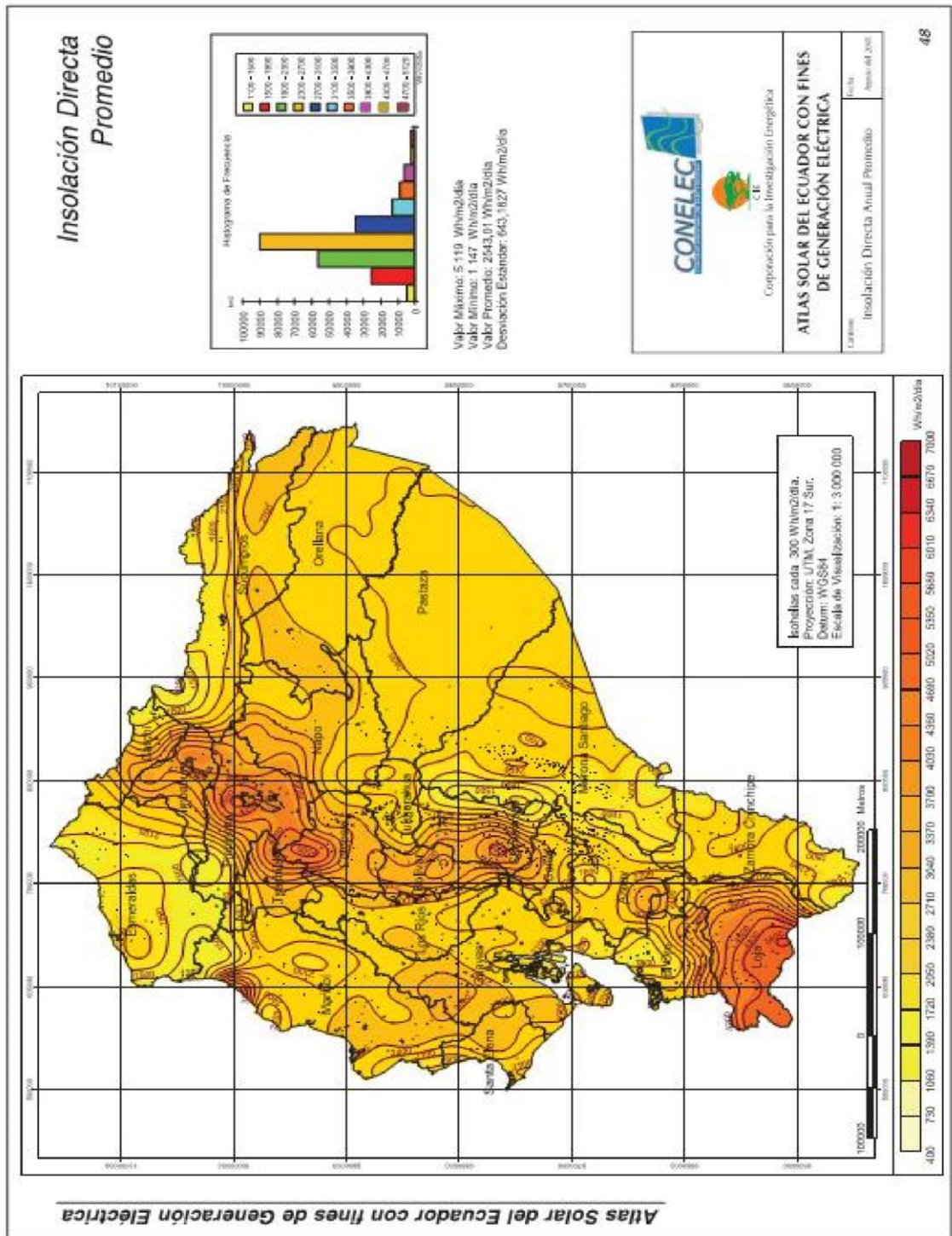
ANEXO C

DATOS DE INSOLACION DIFUSA EN EL ECUADOR

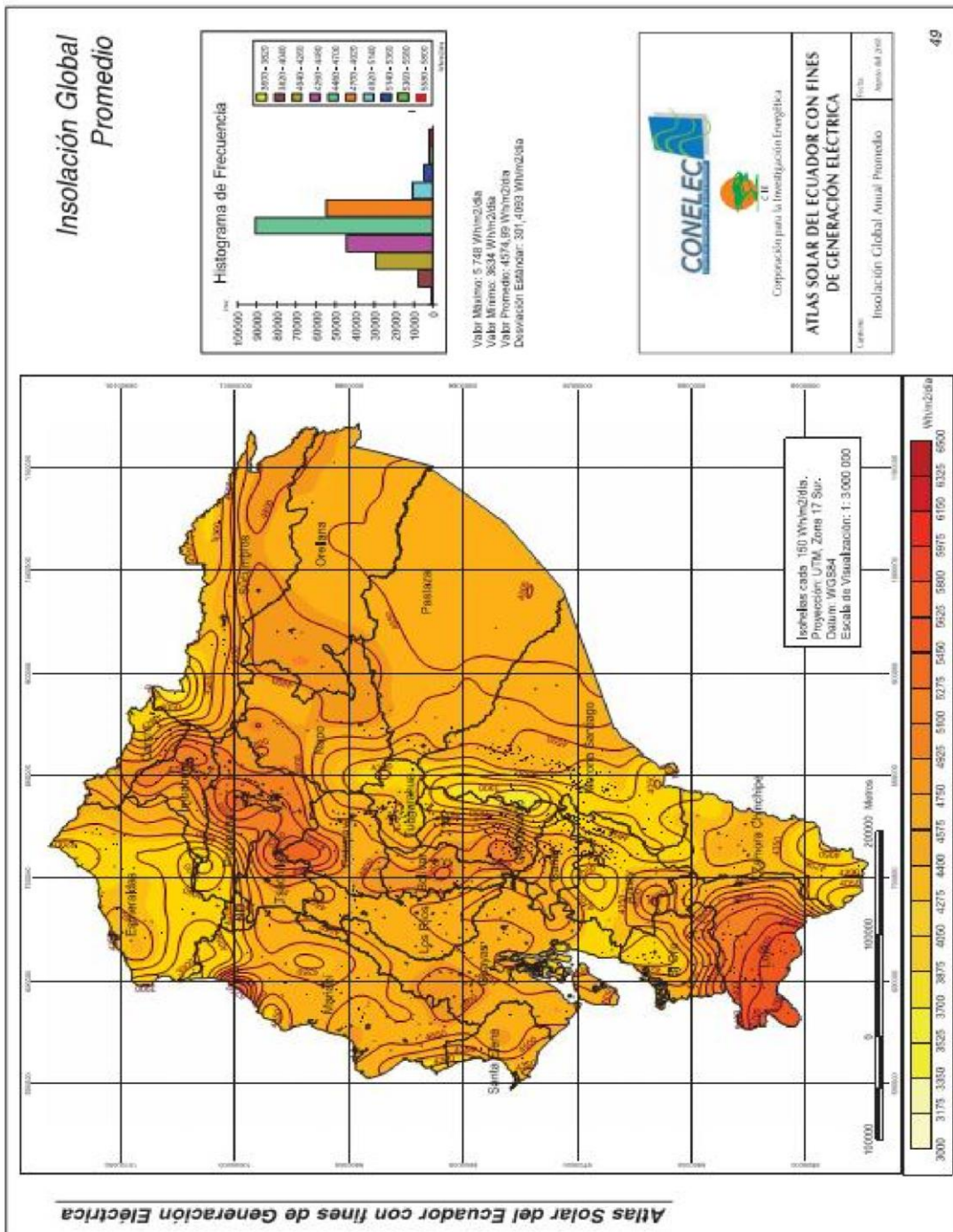


ANEXO D

DATOS DE INSOLACIÓN DIRECTA EN EL ECUADOR



# ANEXO E DATOS DE INSOLACIÓN GLOBAL EN EL ECUADOR





## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **Rodríguez Cabello, Johannes Imperio** con C.C: # **0941340853** autor/a del trabajo de titulación: **Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar los equipos de climatización a utilizarse en el edificio “Dagoberto” del cantón Milagro** previo a la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico Mecánico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

**Guayaquil, 5 de marzo del 2018**

f. \_\_\_\_\_

**Rodríguez Cabello, Johannes Imperio**

**C.C: 0941340853**



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar los equipos de climatización a utilizarse en el edificio "Dagoberto" del cantón Milagro		
<b>AUTOR(ES)</b>	Rodríguez Cabello, Johannes Imperio		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico Mecánico		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico Mecánico		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	5 de Marzo del 2018	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	90 páginas
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Paneles fotovoltaicos, Energía renovables, Sistema de climatización		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Energía Renovable, Sistema Fotovoltaico, Baterías, Paneles Solares, Inversores		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b>			
<p>El presente trabajo de titulación es del diseño de generación fotovoltaica para alimentar de energía a los equipos de climatización, para ello se utilizará la metodología descriptiva, documental y experimental, los mismos que permitió el estudio de la energía renovable, se realizó el cálculo de la carga térmica de los departamentos, aplicar el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y analizar las ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica, entre los elementos principales se tendrá a los paneles solares, inversores, baterías, reguladores de carga, cableado y protecciones para el sistema, al finalizar este trabajo se expondrán las conclusiones y recomendaciones acerca del sistema fotovoltaico</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-0983361576	<b>E-mail:</b> johannesrc93@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Philco Asqui, Luis Orlando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-80960875		
	<b>E-mail:</b> luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			