



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE LUMINARIA PÚBLICA FOTOVOLTAICA  
AUTÓNOMA CON TECNOLOGÍA LED A DESARROLLARSE EN CASERÍO  
LOS CEDROS, ALDEA LOS MAGUEYES, MATAQUESCUINTLA  
DEPARTAMENTO DE JALAPA**

**Gustavo Adolfo Pineda Cancinos**

Asesorado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz

Guatemala, julio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE LUMINARIA PÚBLICA FOTOVOLTAICA  
AUTÓNOMA CON TECNOLOGÍA LED A DESARROLLARSE EN CASERÍO  
LOS CEDROS, ALDEA LOS MAGUEYES, MATAQUESCUINTLA  
DEPARTAMENTO DE JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**GUSTAVO ADOLFO PINEDA CANCINOS**

ASESORADO POR EL ING. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

GUATEMALA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio Solares
EXAMINADOR	Ing. Romeo López
EXAMINADOR	Ing. Armando Rivera
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE LUMINARIA PÚBLICA FOTOVOLTAICA  
AUTÓNOMA CON TECNOLOGÍA LED A DESARROLLARSE EN CASERÍO  
LOS CEDROS, ALDEA LOS MAGUEYES, MATAQUESCUINTLA  
DEPARTAMENTO DE JALAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 4 de octubre de 2010.

  
Gustavo Adolfo Pineda Cancinos



Guatemala, 04 de abril de 2011.  
Ref.EPS.DOC.534.04.11.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

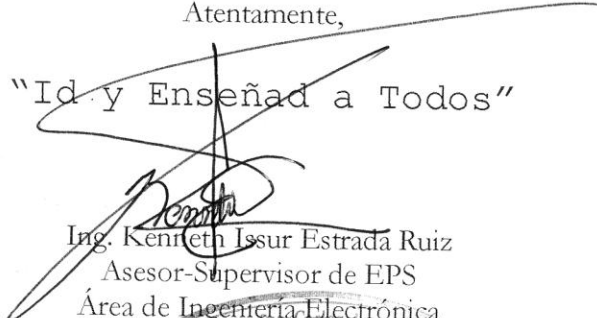
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Gustavo Adolfo Pineda Cancinos** de la Carrera de Ingeniería Electrónica, con carné No. **200412421**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO E INSTALACIÓN DE LUMINARIA PÚBLICA FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA CON TECNOLOGÍA LED A DESARROLLARSE EN CASERÍO LOS CEDROS, ALDEA LOS MAGUEYES, MATAQUESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE JALAPA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

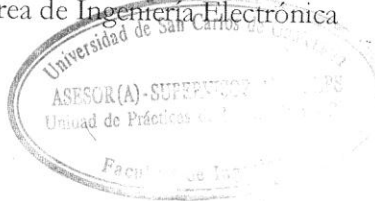
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Electrónica

c.c. Archivo  
KIER/ra





Guatemala, 04 de abril de 2011.  
Ref.EPS.D.273.04.11.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Presente


Estimado Ingeniero Puente Romero.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO E INSTALACIÓN DE LUMINARIA PÚBLICA FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA CON TECNOLOGÍA LED A DESARROLLARSE EN CASERÍO LOS CEDROS, ALDEA LOS MAGUEYES, MATAQUESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE JALAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Gustavo Adolfo Pineda Cancinos**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecaña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Ref. EIME 28. 2011  
Guatemala, 06 de ABRIL 2011.

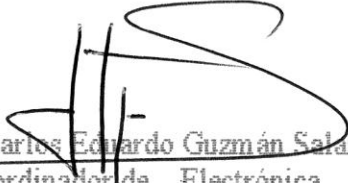
Señor Director  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:  
"DISEÑO E INSTALACIÓN DE LUMINARIA PÚBLICA  
FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA CON TECNOLOGÍA LED A  
DESARROLLARSE EN CASERÍO LOS CEDROS, ALDEA LOS  
MAGUEYES, MATAQUESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE  
JALAPA." del estudiante Gustavo Adolfo Pineda Cancinos, que  
cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,  
ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar  
Coordinador de Electrónica



CEGS/sro



REF. EIME 34. 2011.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; GUSTAVO ADOLFO PINEDA CANCINOS titulado: "DISEÑO E INSTALACIÓN DE LUMINARIA PÚBLICA FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA CON TECNOLOGÍA LED A DESARROLLARSE EN CASERÍO LOS CEDROS, ALDEA LOS MAGUEYES, MATAQUESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE JALAPA", procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



GUATEMALA, 12 DE MAYO 2011.





DTG. 240.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E INSTALACIÓN DE LUMINARIA PÚBLICA FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA CON TECNOLOGÍA LED A DESARROLLARSE EN CASERÍO LOS CEDROS, ALDEA LOS MAGUEYES, MATAQUESCUINTLA DEPARTAMENTO DE JALAPA**, presentado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Pineda Cancinos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Pineda  
Decano



Guatemala, 7 de julio de 2011.

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **MIS PADRES**

Gustavo Adolfo Pineda Ezquivel, por ser uno de los últimos mandatos que me dio mi padre antes de su partida.

Silvia Judith Cancinos Gómez, por ser uno de los sueños más anhelados de mi madre.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **DIOS**

Por haberme brindado la fuerza y entereza necesaria para culminar este trabajo de graduación, por haber puesto en mi camino a personas tan especiales a lo largo de este trayecto, por estar conmigo siempre, no me alcanzan las palabras para agradecerte; GRACIAS DIOS.

### **MI PADRE**

Porque a pesar de su partida hacia el más allá sus enseñanzas y preceptos estuvieron y estarán conmigo siempre.

### **MI MADRE**

Por haber sido no sólo una madre, sino también un padre durante todo este tiempo.

### **MI HERMANA KAREN**

Por todo el amor, el apoyo y más que todo la comprensión que me ha brindado hasta el día de hoy.

### **FAMILIA HERNÁNDEZ MEJÍA**

Por haber sido una segunda familia para mí, brindándome su apoyo incondicional desde aquel trágico día hasta la fecha.

**FAMILIA REYES**  
**MONTENEGRO**

Por haberme brindado su amistad y apoyo; sin el cual no hubiera sido posible concluir el presente trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN.....	1
1.1. Misión.....	1
1.2. Visión.....	1
1.3. Objetivos de la institución.....	2
1.3.1. Objetivos estratégicos.....	2
1.3.2. Objetivos operativos.....	3
1.3.3. Otros objetivos.....	3
2. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO.....	5
2.1. Características generales del municipio.....	5
2.2. Antecedentes históricos.....	5
2.3. Localización.....	6
2.4. Clima.....	6
2.5. Orografía y fisiografía.....	7
2.6. Recursos naturales.....	8
2.6.1. Suelo.....	8
2.6.2. Bosques.....	8
2.6.2.1. Situación actual de los bosques.....	9
2.6.3. Hidrografía.....	10

3.	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	11
3.1.	Clasificación de las instalaciones.....	13
3.1.1.	Instalaciones aisladas de la red.....	13
3.1.2.	Instalaciones con conexión a la red.....	14
3.1.3.	Instalaciones híbridas.....	16
4.	PANELES FOTOVOLTAICOS.....	19
4.1.	Células solares.....	20
4.2.	Tipos de células.....	23
4.3.	Estructura de los paneles fotovoltaicos.....	26
4.4.	Características de los paneles.....	28
5.	SOPORTE DE MÓDULOS Y MANTENIMIENTO.....	33
5.1.	Soporte de módulos.....	33
5.2.	Mantenimiento.....	35
6.	LUMINARIA TIPO LED.....	37
6.1.	Ventajas.....	38
7.	CARGADOR DE BATERÍAS.....	39
7.1.	Programa del microcontrolador.....	43
8.	PLAN DE CONTINGENCIA.....	45
8.1.	Plan de contingencia ante desastres naturales.....	45
8.2.	Desastres naturales.....	46
8.2.1.	Deslizamientos de tierra.....	47
8.2.1.1.	Recomendaciones.....	48
8.2.1.2.	Antes que comience una tormenta.....	49
8.2.1.3.	Durante una tormenta.....	50

8.2.2.	Sismos.....	51
8.2.2.1.	Causas.....	51
8.2.2.2.	Tamaño de un sismo.....	51
8.2.2.3.	Antes de un sismo.....	52
8.2.2.4.	Durante un sismo.....	53
8.2.2.5.	Después de un sismo.....	54
8.2.3.	Inundaciones.....	55
8.2.3.1.	Causas de las inundaciones.....	55
8.2.3.2.	Antes de una inundación.....	56
8.2.3.3.	Durante una inundación.....	56
8.2.3.4.	Después de una inundación.....	57
8.3.	Antecedentes.....	58
8.4.	Instituciones que coordinan, desarrollan, planifican y ejecutan acciones para reducir desastres.....	59
8.4.1.	Legislación guatemalteca relacionada la reducción de desastres.....	60
8.5.	Estructura del plan de contingencias.....	61
8.5.1.	Comité para la reducción de desastres.....	62
	CONCLUSIONES.....	67
	RECOMENDACIONES.....	69
	BIBLIOGRAFÍA.....	71
	APÉNDICE.....	73
	ANEXOS.....	79





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Municipalidad de Mataquescuintla, Jalapa.....	02
2.	Caserío los Cedros, Aldea los Magueyes, Mataquescuintla, Jalapa.....	10
3.	Instalación solar fotovoltaica aislada.....	14
4.	Instalación solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica.....	15
5.	Diagrama de una instalación aislada híbrida.....	17
6.	Funcionamiento de la unión p-n bajo iluminación.....	20
7.	Regiones del semiconductor y conducción eléctrica con la luz incidente.....	21
8.	Diferentes módulos solares comerciales.....	24
9.	Módulo fotovoltaico.....	27
10.	Detalle de la caja de conexiones de un módulo fotovoltaico.....	28
11.	Curva de la función I-V con la energía solar recibida.....	30
12.	Curva de la función I-V con la temperatura.....	31
13.	Curvas características del módulo comercial KC65T, KYOCERA.....	32
14.	Soportes para paneles fotovoltaicos.....	34
15.	Luminaria tipo LED.....	38
16.	Diagrama de cargador de baterías.....	39
17.	Divisor de voltaje (salida del panel) .....	40
18.	Divisor de voltaje (carga de la batería).....	42

19.	Inundación de Mataquescuintla, Jalapa.....	57
20.	Desastre natural Mataquescuintla, Jalapa.....	58
21.	Organigrama del comité para la reducción de desastres, Municipalidad de Mataquescuintla.....	62
22.	Plano de la Municipalidad y ruta de evacuación.....	65

## **TABLAS**

I.	Tipos y características de células solares.....	25
----	---	----

## GLOSARIO

<b>Amperio</b>	Unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica.
<b>Diodo</b>	Dispositivo semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en una única dirección con características similares a un interruptor.
<b>Efecto fotovoltaico</b>	Transformación parcial de la energía luminosa en energía eléctrica.
<b>Electrón</b>	Partícula subatómica con carga negativa.
<b>Monocristalino</b>	Constituidos por un solo tipo de red cristalina; sistemas homogéneos de grano único.
<b>Policristalino</b>	Constituidos por más de un tipo de ordenamiento o estructura cristalina.
<b>PIC</b>	<i>Peripheral Interface Controller</i> (controlador de interfaz periférico).
<b>Radiación fotónica</b>	Tipo de rayos X en los que hay una pérdida de energía cinética, por la interacción con el núcleo de un átomo diana, dando lugar a un fotón de rayos X.

<b>Radiación solar</b>	Radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol.
<b>Semiconductor</b>	Material que puede ser dopado para dar lugar a dos tipos de semiconductores (tipo p y tipo n); cuyas propiedades eléctricas tienen un valor intermedio entre el de los metales y los aislantes.
<b>Tensión</b>	Voltaje o diferencia de potencial efectiva entre dos conductores o entre un conductor y tierra.
<b>Watt</b>	Unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Es el equivalente a 1 Julio sobre segundo (1 J/s) y es una de las unidades derivadas. Expresado en unidades utilizadas en electricidad; potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA).

## RESUMEN

En el trabajo de graduación que a continuación se presenta, se desarrolló el diseño e instalación de luminaria pública fotovoltaica autónoma con tecnología LED en el caserío Los Cedros, aldea los magueyes, Mataquescuintla departamento de Jalapa.

En el primer capítulo se presenta la información general de la Municipalidad de Mataquescuintla; el segundo capítulo consta de una breve descripción del municipio en mención con énfasis en el recurso natural que éste posee.

En los capítulos siguientes se lleva a cabo el servicio técnico profesional que se realizó para el diseño y elaboración del proyecto en el caserío indicado. Se parte de una descripción acerca de la clasificación de las instalaciones de energía solar fotovoltaica. Luego, se procede al estudio del funcionamiento del componente básico (célula solar) y diferentes tipos de esta clase de energía.

Seguidamente se describen los tipos de soportes con la finalidad de optar por uno de ellos para la instalación del panel fotovoltaico elegido. Después, se da una breve reseña de la luminaria tipo LED a utilizar, como también se presenta el circuito de control del cargador de baterías. Posteriormente, se presenta un plan de contingencia ante desastres naturales que puedan ocurrir en la región; ya que el territorio guatemalteco está ubicado dentro de una región geográfica con un potencial de múltiples amenazas naturales.

El trabajo cuenta al final con las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron, así como el material didáctico presentado a la comunidad del caserío Los Cedros.

# OBJETIVOS

## General

Brindar iluminación al patio del líder comunitario del caserío Los Cedros, aldea Los Magueyes, Mataquescuintla departamento de Jalapa, con el propósito de ayudar a los vecinos a realizar sus reuniones por la noche.

## Específicos

1. Dar a conocer los beneficios que ofrece la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables.
2. Determinar cuáles son las variables que intervienen en la cantidad de potencia total que puede proporcionar un módulo fotovoltaico.
3. Diseñar e implementar un sistema fotovoltaico confiable, seguro y automatizado para la obtención y almacenamiento de energía eléctrica.
4. Crear un plan de contingencia ante desastres con el propósito de saber cómo actuar ante los fenómenos naturales que pongan en riesgo a la comunidad.





## INTRODUCCIÓN

Existen varios sectores de nuestro país que no cuentan con suministro de energía eléctrica. Esto se debe en su mayoría a que estos sectores están ubicados en zonas muy apartadas de la infraestructura eléctrica actual; con difícil acceso, con viviendas dispersas habitadas por familias de escasos recursos y bajo consumo energético.

Según los mapas de radiación solar presentados por El Ministerio de Energía y Minas, el departamento de Jalapa cuenta con un índice de radiación solar suficiente para la generación de electricidad, por medio de energía solar fotovoltaica; esto representa una alternativa viable para comunidades que se encuentran privadas del suministro de energía eléctrica, como es el caso del caserío Los Cedros, aldea Los Magueyes, ubicado en el municipio Mataquescuintla.

El presente trabajo de graduación realizado como ejercicio profesional supervisado –EPS–, consiste en la elaboración de una luminaria pública en el caserío Los Cedros, que sea capaz de funcionar sin estar conectada al suministro de energía eléctrica del país, por medio de dispositivos especiales llamados paneles fotovoltaicos se puede transformar la energía solar en electricidad en modo directo, así la energía producida durante el día es almacenada en una batería de ciclado profundo. La energía almacenada en la batería se utilizará por la noche para encender una luminaria *LED* de alta eficiencia y así proporcionar luz a los vecinos del caserío.



## **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN**

La Municipalidad de Mataquescuintla, departamento de Jalapa está formada de la siguiente manera: Alcalde Municipal, Doctor Hugo Manfredo Loy Solares; Síndico I, Oswaldo Antonio Morales Abrego; Síndico II, Ernesto Oliva González; Síndico Suplente II, Placido de Jesús Rodríguez Torres; Concejal I, Leonel Arnulfo Pineda Cruz; Concejal II, Noé de Jesús Sánchez González; Concejal III, Edgar Benjamín Morales Ortiz; Concejal IV, Alberto Pastor Ascón Segura; Concejal V, Salvador Jiménez Salazar; Concejal Suplente I, José Ricardo Cruz Cruz; Concejal Suplente II, Pablo Oliva González.

Dentro de las dependencias que se encuentran en la municipalidad están: Oficina de Secretaría Municipal, Oficina de Tesorería Municipal, Oficina Municipal de Planificación, Juzgado de Asuntos Municipales y Oficina 1.

### **1.1. Misión**

Proporcionar programas que con lleven al desarrollo integral del municipio y brindar servicios públicos con calidad y eficiencia.

### **1.2. Visión**

Ser un municipio con mejores índices de calidad de vida, que ofrezca: servicios, seguridad e infraestructura municipal moderna y de primer orden.

Figura 1. **Municipalidad de Mataquescuintla, Jalapa**



Fuente: fotografía propia.

### **1.3. Objetivos de la institución**

#### **1.3.1. Objetivos estratégicos**

- Mejorar condiciones de salud y vida de la población por medio de los proyectos y actividades.
- Mejorar la red vial del municipio a través del mejoramiento, mantenimiento, pavimentación construcción de puentes y aperturas de caminos.
- Contribuir a mejorar la calidad educativa del municipio a través de ampliar la cobertura por medio de la contratación de maestros, mejoramiento de establecimientos y brindar incentivos.
- Fomentar en la población del municipio de Mataquescuintla la cultura y el deporte por medio de programas y actividades.
- Brindar a la población educación y seguridad vial.

### **1.3.2. Objetivos operativos**

- Mejorar y mantener el servicio de agua.
- Facilitar el acceso a las diferentes comunidades por medio del mantenimiento, mejoramiento y apertura de caminos vecinales.
- Mejorar y mantener las calles y avenidas del casco urbano.

### **1.3.3. Otros objetivos**

- Brindar a los establecimientos educativos nacionales del municipio, mejoras en infraestructura y apoyo con suministros.
- Brindar a los alumnos de escasos recursos con buenas notas, un incentivo económico y proporcionar un subsidio a los establecimientos por cooperativa de educación media.
- Contratar maestros municipales para mejorar la cobertura educativa.



## **2. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO**

### **2.1. Características generales del municipio**

El entorno natural y demás factores físicos y materiales hacen del municipio de Mataquescuintla, un lugar propicio, principalmente para las actividades: agrícola, pecuaria, artesanal y comercial.

### **2.2. Antecedentes históricos**

Los primeros pobladores fueron originarios de la tribu de los Pipiles, de descendencia Nahoa, emigrantes aztecas, que posteriormente se establecieron en territorio salvadoreño. Mataquescuintla formó parte del distrito de Mita, y el 25 de febrero de 1848, al ser dividido éste en tres, pasó al distrito de Santa Rosa, después fue segregado el tres de septiembre de 1935 y trasladado a la jurisdicción de Jalapa, a donde pertenece en la actualidad. Posteriormente, el 29 de octubre de 1850, fue elevado a la categoría de villa.

No se conoce con certeza el significado de la palabra Mataquescuintla, sin embargo se cree que se origina de las conjunciones de la voz "*Matatl*" que significa bolsa, red o matate de pita y del vocablo "*Istscuintli*", usado para dominar a cierta clase de perro nativo (Tepezcuintle).

En el lenguaje popular Mataquescuintla es conocida como "Colis" o San Miguel de Colis, nombre legado por los españoles por haber sido ellos, los que iniciaron la siembra de la coliflor y otras legumbres.

### **2.3. Localización**

Mataquescuintla se encuentra situado en la zona oriental de la república de Guatemala, en la jurisdicción del departamento de Jalapa. Colinda al Norte con los municipios de Sanarate y Sansare del departamento del Progreso, Palencia, Guatemala y con la cabecera Municipal de Jalapa. Al Este con San Carlos Alzatate y San Rafael las Flores de los departamentos de Jalapa y Santa Rosa respectivamente. Al Oeste con Santa Rosa de Lima, Santa Rosa y San José Pinula, Guatemala. Al Sur con Santa Rosa de Lima, Nueva Santa Rosa, Casillas y San Rafael las Flores, todos del departamento de Santa Rosa.

Geográficamente está comprendido entre los paralelos: 14 grados, 19 minutos y 14 grados, 40 minutos al Norte del ecuador y de los meridianos: 90 grados, 07 minutos, y 90 grados 17 minutos al Oeste de Greenwich, con altitudes que varían de los 1 070 a los 2 653 metros de altura sobre el nivel del mar.

### **2.4. Clima**

Posee un clima frío, su temperatura en promedio es de 18,4 grados centígrados mínima y de 20,0 grados centígrados máxima. En los meses de marzo y abril se intensifica el calor, principalmente en las aldeas de Agua Caliente, Sampaquisoy y Morales. En los meses de enero, junio y julio predomina el frío, las aldeas más afectadas son: Soledad Grande, Soledad Colorado, El Aguacate y Pino Dulce.



La humedad relativa anual es del 75% en los meses de marzo y abril y baja a 71%, en el mes de septiembre.

Informe del tiempo según el Aeropuerto la Aurora de Guatemala a 59,4 km de distancia

- Temperatura: 24°C / 75,2°F
- Viento: 13,8 km/h del Norte
- Nubes dispersas a una altura de 2 000 pies

## **2.5. Orografía y fisiografía**

Está asentado sobre estribaciones montañosas, que son una extensión de la Sierra Madre, que toma diferentes nombres como: Peña Oscura, Cerros Usheges, Santiago, Sanjomo, El Tenosco, El Refugio, Corralitos, Cerro Alto y Cerro la Canoa; considerados parte del altiplano central. Las estribaciones montañosas en donde se ubica el Municipio, favorecen la realización de actividades productivas como la crianza de ganado bovino lechero, cultivos de café, papa y brócoli.

La cabecera municipal está asentada sobre el ensanchamiento de un valle fluvial llamado Cañón del Río El Morito, que se extiende hacia el municipio de San Rafael Las Flores. Así mismo, se encuentra rodeada por formaciones orográficas que le dejan una salida al Sur sobre la aldea Morales y otra angosta por la aldea San Miguel.

## **2.6. Recursos naturales**

A continuación se detallan los recursos naturales, disponibles para el desarrollo de las diferentes actividades económicas del municipio:

### **2.6.1. Suelo**

El 94% de los suelos de Mataquescuintla se asientan sobre materiales volcánicos y el 6% restante, se encuentra sobre clases misceláneas, dentro del cual se ubica la cabecera municipal.

Existe una clasificación de suelos, en la que se destacan siete series de suelos que existen en el municipio: la serie Ayarza, Camanchá, Jalapa, Mataquescuintla, Fraijanes, Pinula y de los Valles.

### **2.6.2. Bosques**

La cuenca todavía presenta masas boscosas considerables, con potencialidad para aprovechamiento de madera, leña, carbón y servicios ambientales como agua, biodiversidad y paisajes, clasificados en los siguientes tipos:

- Bosque húmedo subtropical templado
- Bosque muy húmedo subtropical frío
- Bosque húmedo bajo montano bajo subtropical

### **2.6.2.1. Situación actual de los bosques**

Los recursos madereros desde hace muchos años han representado una fuente importante de ingresos para la economía del municipio, pero éstos se han degradado, debido a las talas y rozas que se encuentran fuera de control de las autoridades municipales.

La deforestación inmoderada conduce a la población a una situación generalizada de pobreza, que tiene origen en la pérdida de fauna y flora, esta última se refiere a especies forestales valiosas como el pinabete y pino dulce. En consecuencia, la erosión del suelo castiga a las familias de escasos recursos económicos que se dedican de forma general al cultivo de productos de autoconsumo como: maíz y frijol.

Para contrarrestar esta situación, la corporación municipal, inicia un trabajo con el proyecto de fortalecimiento forestal municipal y comunal, cuyo principal objetivo es orientar e implementar un proceso de administración de los recursos naturales, por el cual se obtenga un buen uso, manejo y conservación de éstos, con cinco componentes indispensables que son: educación ambiental, protección y recuperación de fuentes de agua, fomento forestal, regulación forestal, prevención y control de incendios forestales.

Aunado a este esfuerzo, el Instituto Nacional de Bosques -INAB- desarrolla una labor de asistencia técnica determinante para la implementación de bosques productores y protectores del medio ambiente.

### 2.6.3. Hidrografía

El municipio posee una hidrografía determinada por numerosas corrientes superficiales, manantiales, etc., que forman dos vertientes definidas que desembocan en las cuencas del Motagua en el Océano Atlántico al Norte y en el Océano Pacífico al Sur. Tiene como frontera continental las estribaciones montañosas denominadas: el Aguacate, Bellotal, Sanjomo, La Sierra, Pino Dulce, Cerro Santiago y Soledad Grande.

Figura 2. **Caserío los Cedros, Aldea los Magueyes, Mataquescuintla, Jalapa**



Fuente: *Google maps.*

### **3. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

La energía solar fotovoltaica, corresponde a un sistema directo de conversión, ya que los fotones de la radiación solar interactúan de modo directo sobre los electrones del captador fotovoltaico para dar lugar al efecto fotoeléctrico y, en él, a la generación de corriente eléctrica.

El componente básico de este modo directo de conversión de la energía, es la denominada célula solar, con la que se construyen los paneles o módulos solares, los cuales proporcionan una corriente eléctrica de valor dependiente de la energía solar que incide sobre su superficie.

Un conjunto de componentes complementarios al panel, permiten acumular la energía eléctrica para utilizarla en tiempos diferentes a los de su obtención, cambiarla de formato a corriente alterna para alimentar electrodomésticos, y adaptarla para su inyección a las redes públicas de distribución de energía eléctrica, operación, esta última que requiere el proceso de sincronización de fase. Así, es posible dimensionar instalaciones para obtener energía eléctrica de los modos CD y CA, o ambos, para las siguientes aplicaciones principales:

- a) Electrificación rural
  - Viviendas fuera del alcance de las líneas eléctricas de distribución
  - Viviendas de fin de semana, refugios de montaña y similares

b) Aplicaciones

- Iluminación de invernaderos
- Iluminación de granjas
- Iluminación de agua
- Iluminación de riego
- Electrificación de cercas

c) Comunicaciones

- Alimentación de repetidores de telefonía, radio y televisión
- Alimentación de sistemas de telemetría
- Alimentación de sistemas telefónicos rurales

d) Señalización

- Iluminación de vallas publicitarias
- Radiofaros y radiobalizas
- Señalización en autopistas

### **3.1. Clasificación de las instalaciones**

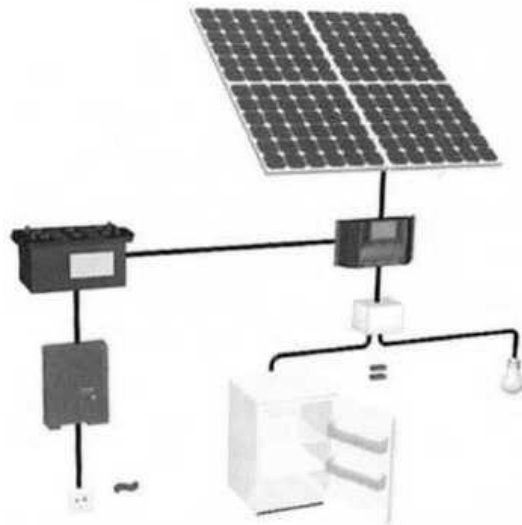
Las instalaciones basadas en los paneles solares fotovoltaicos, están clasificadas en tres versiones en correspondencia con su arquitectura y utilización. Tales versiones son descritas a continuación.

#### **3.1.1. Instalaciones aisladas de la red**

Las instalaciones fotovoltaicas destinadas a la obtención de energía eléctrica para cualquier aplicación, que no tengan ningún punto de conexión con las redes de distribución de energía para inyectar en ellas corriente, se denominan aisladas. Un ejemplo típico correspondiente a la arquitectura de tales instalaciones, independiente de su capacidad; son las montadas en las viviendas rurales permanentes u ocasionales, a las que alimentan repetidores y aplicaciones similares. Tales instalaciones derivan a su vez en dos tipos que son:

- a. Instalaciones centralizadas, que son las que cubren la necesidad de un conjunto de viviendas, y cuya justificación está en la reducción del impacto ambiental y en motivos económicos.
- b. Instalaciones descentralizadas, que corresponden a las que cubren la necesidad de un solo usuario, ya sea vivienda, repartidor, etc.

Figura 3. **Instalación solar fotovoltaica aislada**



Fuente: Vicente Antonio Madrid, Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones. p. 359.

### **3.1.2. Instalaciones con conexión a la red**

Corresponden tales instalaciones a las que están conectadas a la red pública de distribución de energía para dos posibles finalidades, que son:

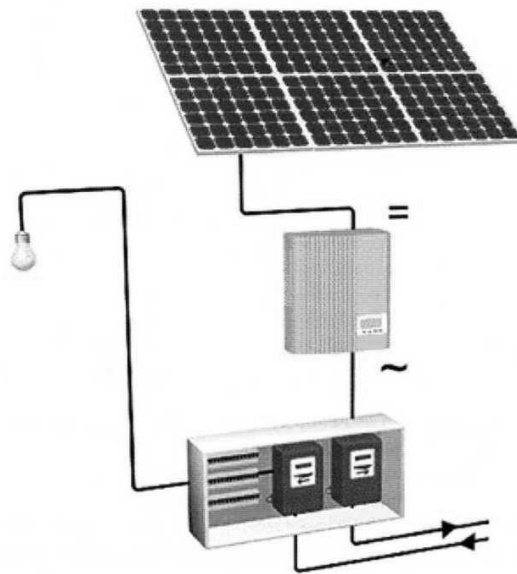
- Venta de la totalidad de la energía eléctrica generada
- Venta de la energía eléctrica sobrante con respecto a la necesidad del lugar de generación



En tales instalaciones, intervienen dos nuevos componentes no empleados en la versión anterior, que son:

- Un inversor de red, cuya finalidad es sincronizar la fase de la energía a inyectar con la de la red pública, único modo que permite el aporte energético
- Un contador de energía eléctrica para medir la inyección de energía a la red a efectos de cobro

Figura 4. **Instalación solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica**



Fuente: Vicente Antonio Madrid, Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones. p. 360.

Numerosos países, entre ellos España, tienen legislación para regular las condiciones técnicas a cumplir por parte de los suministradores de energía y las económicas en forma de precio por KW inyectado.

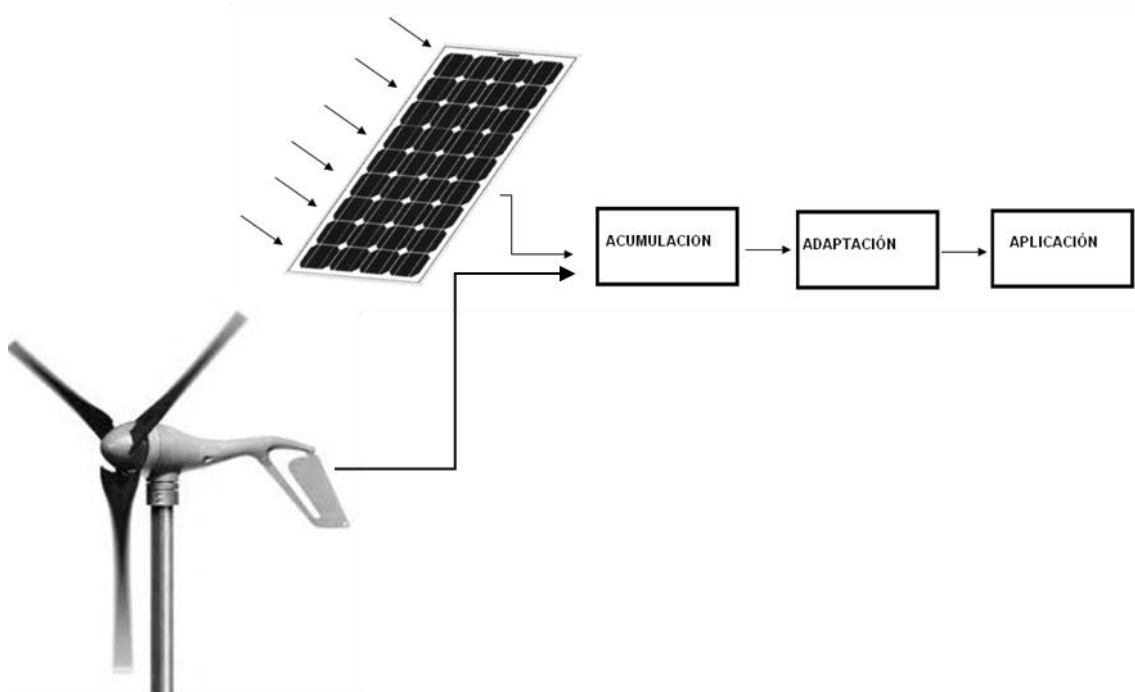
### **3.1.3. Instalaciones híbridas**

Se consideran híbridas las instalaciones que incorporan diferentes fuentes generadoras de electricidad para la misma aplicación. La finalidad es obtener el máximo aprovechamiento de los recursos energéticos en todo momento, para reducir con ello la dependencia de las condiciones atmosféricas y de las franjas horarios del sol.

Así, considerando que tales instalaciones están dotadas de paneles solares fotovoltaicos, dos son las fuentes adicionales que pueden complementarias:

- Aerogeneradores, cuya energía se suma a la de los paneles fotovoltaicos en condiciones de presencia de vientos y durante el día, para ser el suministrador principal durante la noche, cuando los paneles cesan su actividad.
- Generadores basados en un motor alimentado con combustible, los cuales pueden entrar en funcionamiento de modo automático cuando la energía disponible procedente del sistema fotovoltaico, sea inferior a la que requiere la aplicación.

Figura 5. Diagrama de una instalación aislada híbrida



Fuente: Vicente Antonio Madrid, Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones. p. 365.



## 4. PANELES FOTOVOLTAICOS

El panel o módulo fotovoltaico (FV), es un sistema captador de la energía solar en el que tiene lugar una conversión directa, para proporcionar corriente eléctrica. Su tamaño (superficie de captación), el rendimiento de sus componentes semiconductores, la irradiación solar en un momento dado y el ángulo sobre el que se proyectan los rayos del sol determinan la potencia proporcionada.

El componente básico del panel, es la célula solar, cuyo número y modo de conexión entre ellas determina sus características eléctricas de tensión y corriente.

Los paneles fotovoltaicos, están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía luminosa produce cargas positiva y negativa, en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

La célula solar está basada en el silicio, el cual se extrae de la arena común. Intervienen seis procesos principales hasta obtener el módulo solar capaz de proporcionar energía eléctrica:

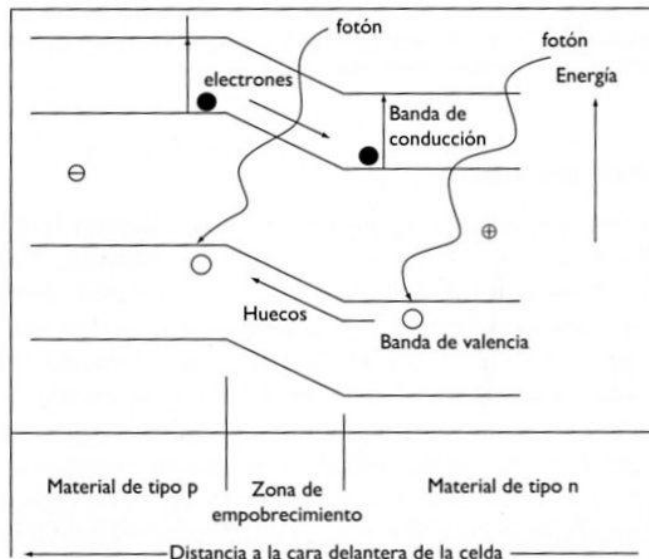
- Extracción del oxígeno de la arena para obtener silicio
- Purificación del silicio

- Crecimiento
- Corte para obtener obleas de silicio
- Formación de la célula
- Encapsulado de células para formar el panel fotovoltaico

#### 4.1. Células solares

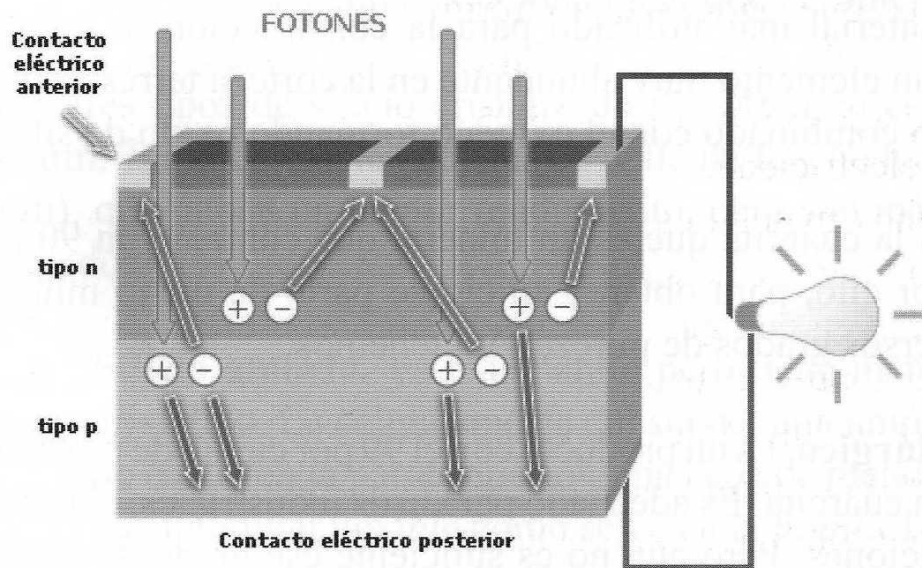
Las células solares que incorporan los paneles del mismo nombre, están basadas en el efecto fotovoltaico, cuyo principio físico es la separación de los electrones de valencia, de los átomos de su material semiconductor en la energía de los fotones de la luz solar, que incide sobre la superficie del dispositivo. Tal separación da lugar a la aparición en el material semiconductor de electrones y huecos, y con ello a la corriente eléctrica.

Figura 6. **Funcionamiento de la unión p-n bajo iluminación**



Fuente: Jaime González Velasco, Energías renovables. p. 170.

Figura 7. **Regiones del semiconductor y conducción eléctrica con la luz incidente**



Fuente: Vicente Antonio Madrid, Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones. p. 345.

La región N, se consigue dopando el silicio con fósforo o sustancia similar para aportar átomos con cinco electrones de valencia, frente a los cuatro del silicio, con lo que se consigue que exista exceso de electrones y por tanto que la región tenga esa polaridad.

En cuanto a la región P, ésta se dopa con boro o similar para inyectarle átomos con tres electrones de valencia para que se produzca defecto de electrones, adquiriendo por tanto polaridad positiva. Ambas regiones se sitúan muy próximas, con una separación de algunas micras, denominada barrera, para evitar su recombinación sin la intervención de fuerzas externas que, en el caso particular de las fotocélulas, corresponde a los fotones de la luz que incide sobre su superficie.

El proceso descrito es el básico de todos los semiconductores, en los cuales se produce corriente eléctrica denominada de canal, cuando se rompe la barrera existente entre sus uniones, lo que se puede conseguir mediante cuatro procedimientos principales, que son:

- Mediante la aplicación de una corriente eléctrica. Si se aplica el positivo de una fuente con diferencia de potencial suficiente al electrodo de la región P y el negativo al de la región N, la barrera se rompe y circula corriente por la recombinación que se produce de los pares electrón-hueco.
- Por elevación de la temperatura. Si se eleva sustancialmente la temperatura se produce circulación eléctrica por el dispositivo (efecto térmico)
- Mediante aplicación de un campo magnético perpendicular a la unión o barrera (efecto Hall) se puede producir conducción eléctrica
- Mediante irradiación fotónica, que es la que se aprovecha en las células, dando lugar al indicado efecto fotovoltaico

En efecto, cuando incide luz sobre la superficie de la célula, los electrones que tienen energía suficiente rompen el par electrón-hueco ya indicado, dejando portadores libres. Si en tal condición se conecta una carga resistiva entre los dos contactos de la célula, circulará corriente por ella. Se ha conseguido así un generador eléctrico que proporciona una diferencia de potencial situada entre 0,46 y 0,48 voltios.



Las células solares se agrupan mediante conexión serie-paralelo para formar los paneles fotovoltaicos. El número de células determina la potencia a obtener del panel.

Cuando los paneles fotovoltaicos incorporan un elevado número de células dispuestas en serie, se puede producir un efecto indeseable consistente en la generación de una tensión inversa en alguna célula, como consecuencia de la aparición de sombra sobre ésta, la cual consumiría energía eléctrica de las restantes y con ello se reduciría el rendimiento del panel.

Este efecto, que los fabricantes de paneles denominan punto caliente, tiene un valor que depende directamente de la radiación, a la destrucción de las células en sombra como consecuencia de su calentamiento al circular corriente por ellas.

#### **4.2. Tipos de células solares**

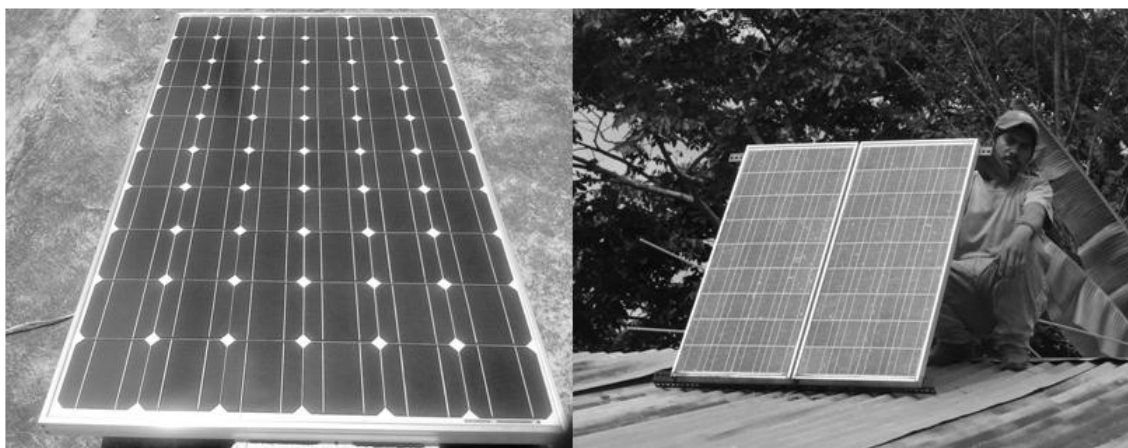
Las células solares de silicio se pueden fabricar mediante muy diferentes tecnologías y procedimientos para conseguir determinados objetivos de rendimiento, de condiciones físicas, tales como la flexibilidad, el espesor, y económicas. Su elección, por tanto, para las instalaciones fotovoltaicas depende de los objetivos que se deseen conseguir.

Se pueden considerar tres tipos de células disponibles para formar paneles fotovoltaicos comerciales, que son los indicados a continuación:

## A. Silicio monocristalino

Esta versión marcó el inicio de las células solares en 1954. Se recurre para su obtención al método de crecimiento de los cristales denominado Czochralsky, lo que consigue mediante silicio puro fundido y dopado con boro.

Figura 8. **Diferentes módulos solares comerciales**



Se distinguen los paneles fotovoltaicos que incorporan estas células, por su color azul homogéneo, a diferencia de las distintas tonalidades del azul que presenta el policristalino.

Su rendimiento en instalaciones de obtención de energía eléctrica, está situado en la franja de 15% y 18% con respecto a la energía incidente en su superficie.

## B. Silicio policristalino

Las células de esta versión, están compuestas por pequeños cristales elementales que presentan diferentes tonalidades del azul, característica ésta que permite distinguir los paneles solares dotados con estas células. Sus células tienen menor espesor que las monocristalinas, pero el material semiconductor tiene menos pureza y por tanto ofrece menos rendimiento, el cual está situado entre 12% y 14%.

En su obtención intervienen un número menor de fases de cristalización con respecto a la anterior, lo que reduce su precio en el mercado.

### C. Silicio amorfo

Esta célula de capa delgada y bajo coste, permite realizar módulos fotovoltaicos flexibles, lo que está encontrando aplicaciones en las instalaciones fotovoltaicas, a diferencia de su primera utilización: los relojes, calculadoras, etc.

Tabla I. **Tipos y características de células solares**

<b>TIPO DE CÉLULA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
MONOCRISTALINO	15-18%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cristal único</li> <li>• Buen rendimiento</li> <li>• Color azul homogéneo</li> </ul>
POLICRISTALINO	12-14%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferentes cristales elementales</li> <li>• Precio inferior al del anterior</li> <li>• Diferentes tonalidades de azul</li> </ul>
AMORFO	<10%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capa delgada</li> <li>• Células flexibles en forma de láminas</li> <li>• Color marrón homogéneo</li> </ul>

Se utilizó un módulo monocristalino para el proyecto, debido al alto rendimiento que presenta este tipo de células en comparación a las otras.

### **4.3. Estructura de los paneles fotovoltaicos**

Las células del tipo monocristalino y policristalino, cuya forma es seudocuadrada, están hechas sobre un sustrato que da al conjunto unidad. El número de células sobre el sustrato y el conexionado entre ellas determinan la potencia y la tensión a proporcionar. Se pueden observar en cualquier panel fotovoltaico comercial las células y las conexiones a modo de pistas que las unen, formando un circuito de configuración serie-paralelo, pistas que finalizan en la denominada caja de conexiones, que es su comunicación con el exterior.

El indicado conexionado puede formar un solo circuito, con lo que la terminación es en forma de dos terminales, o bien dos circuitos con una línea en común, con lo que la citada caja de conexiones tiene tres terminales.

En el primer caso, la tensión del panel es única, la asignada durante la construcción, pero en el segundo es posible disponer los dos grupos en serie para cambiar la tensión, o en paralelo, para aumentar la intensidad.

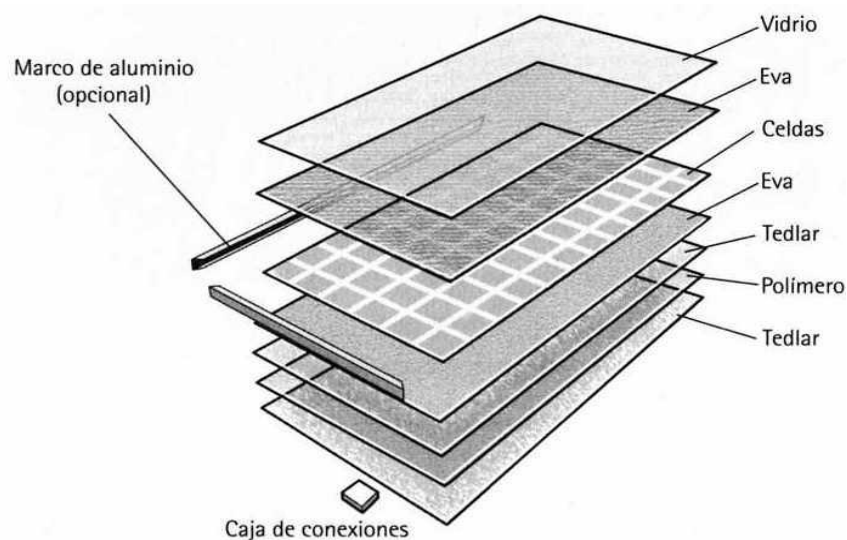
El sustrato que soporta el generador fotovoltaico es extremadamente frágil, lo que requiere su encapsulado en una estructura formada por tres componentes, que son:

- Marco de aluminio anodizado o similar, el cual puede incluir los taladros de sujeción a la estructura de instalación y para la conexión a tierra
- Base inferior de material opaco y con propiedades de resistencia a los agentes ambientales, sobre el que se deposita el sustrato con las células. En su cara exterior incorpora la caja o cajas de conexiones eléctricas. Tal base suele estar constituida por un polímetro de plástico y por tanto con buenas propiedades de protección ante humedad y de aislamiento eléctrico para el conexionado de las células

- Cubierta superior de vidrio templado y muy resistente, con calidad óptica para facilitar la entrada de los rayos solares

El conjunto está convenientemente sellado para evitar la penetración de agua, polvo, etc., que podrían dañar las células solares e inutilizar el panel. La siguiente figura muestra un ejemplo de la citada estructura que configura el panel fotovoltaico.

Figura 9. **Módulo fotovoltaico**



Fuente: Omar Guillén Solís, Energías renovables: una perspectiva ingenieril. p. 27.

Con respecto a las cajas de conexiones, la siguiente figura muestra detalle de un panel comercial. Se pueden observar los terminales de conexión al exterior. El diodo de protección para las posibles células sombreadas, tal como se ha indicado anteriormente, está dispuesto en este alojamiento.

Figura 10. **Detalle de la caja de conexiones de un módulo fotovoltaico**



#### **4.4. Características de los paneles**

Los paneles fotovoltaicos se definen por un conjunto de parámetros expresados en las condiciones denominadas TONC (temperatura de operación nominal de la célula) o en la SRC (condición de prueba estándar). Los datos expresados en SRC se consideran de ensayo y los datos en TONC son típicos de operación.

Respecto de los parámetros eléctricos que definen los paneles o módulos fotovoltaicos, los fundamentales son los siguientes:

- Potencia máxima ( $P_{m\acute{a}x}$ ), que indica la máxima potencia obtenida en las condiciones especificadas. Su valor corresponde al producto de los parámetros  $V$  e  $I$  máximos

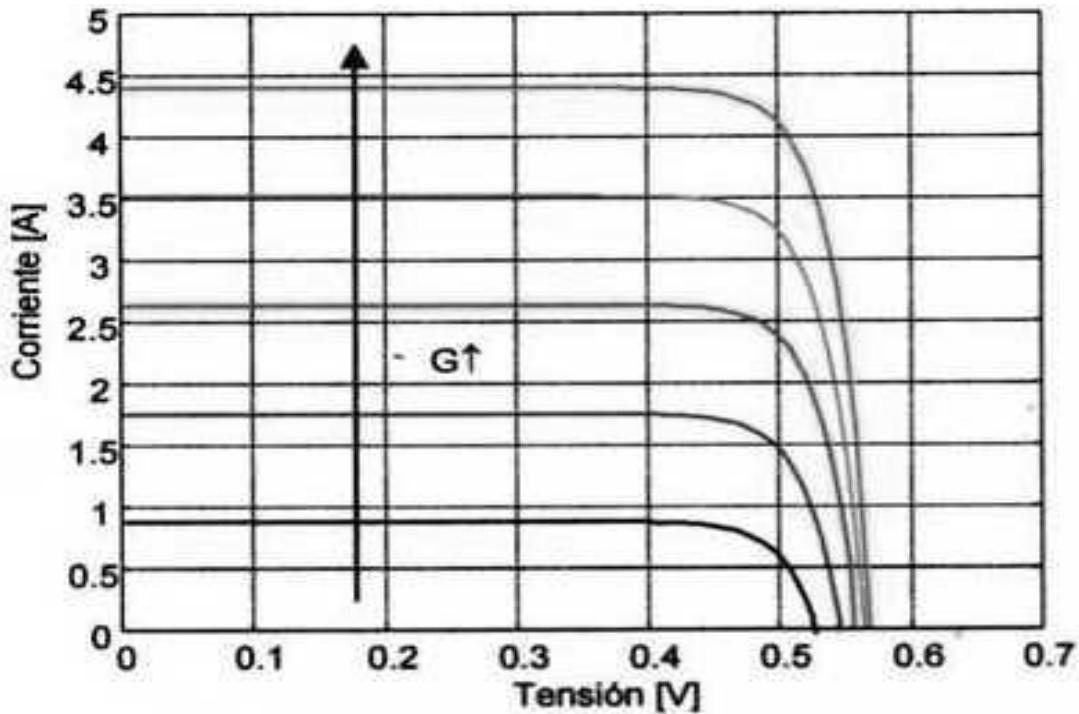
- Tensión de potencia máxima ( $V_m$ ). Valor de la tensión cuando el panel está suministrando la máxima intensidad de corriente
- Intensidad de potencia máxima ( $I_{mp.}$ ). Corriente suministrada a la potencia máxima. Se considera este parámetro el representativo de la corriente nominal
- Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ ). Indica, en porcentaje, la alteración de este parámetro con la temperatura. Por ejemplo: 0,50% / °C
- Tensión a circuito abierto ( $V_{oc}$ ). Especifica la tensión máxima que puede proporcionar el panel sin carga
- Coeficiente de temperatura de  $V_{oc}$ . Indica, en mV/ °C, la alteración de la tensión en circuito abierto con la temperatura. Por ejemplo: 70 mV/°C

A continuación se describen algunas curvas a modo de ejemplo de los datos que aportan y sin que correspondan a ningún modelo comercial

- Curva de I-V en función de la irradiación

La corriente proporcionada por el módulo fotovoltaico, es directamente proporcional a la energía solar recibida, con escasa repercusión de la tensión de salida, si la temperatura es constante. La figura 13, muestra las curvas que corresponden a irradiancias de 200 W/cm<sup>2</sup>, 400 W/cm<sup>2</sup>, 600 W/cm<sup>2</sup>, 800 W/cm<sup>2</sup> y 1000 W/cm<sup>2</sup> a 25°C. Se observa claramente como a medida que aumenta la potencia de luz incidente, cada célula genera una mayor potencia.

Figura 11. Curva de la función I-V con la energía solar recibida



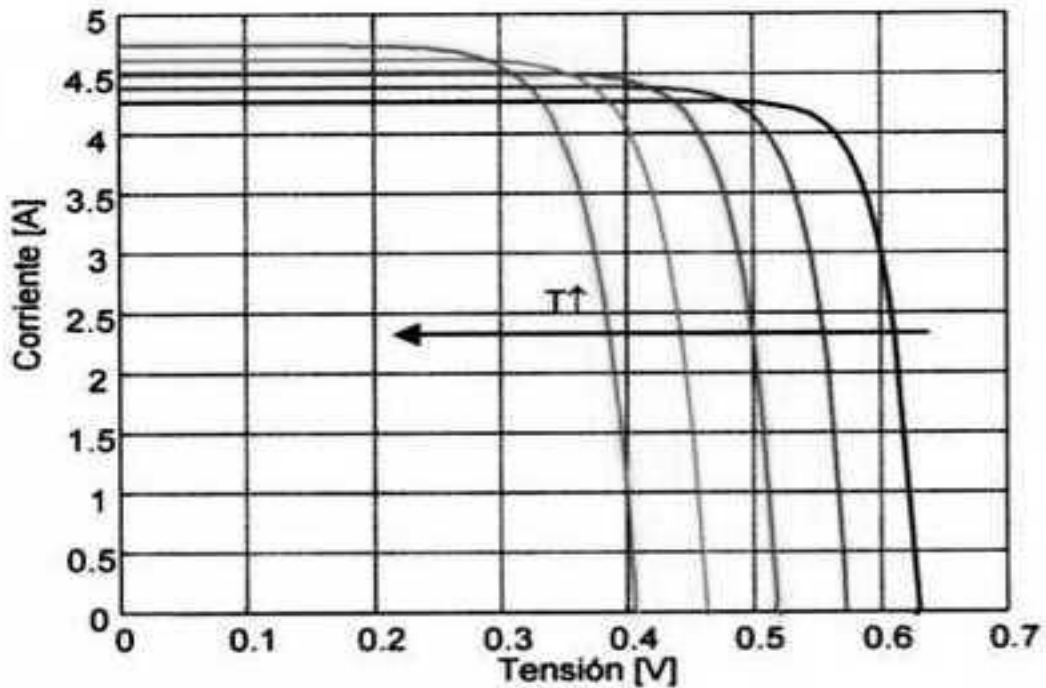
Fuente: Daniel Guash Murillo, Modelando y análisis de sistemas fotovoltaicos. p. 68.

- Curva de I-V en función de la temperatura

La tensión del panel presenta una variación inversamente proporcionada a la temperatura de las células, sin que tal condición provoque cambios significativos en la corriente de salida.



Figura 12. Curva de la función I-V con la temperatura



Fuente: Daniel Guash Murillo, Modelando y análisis de sistemas fotovoltaicos. p. 68.

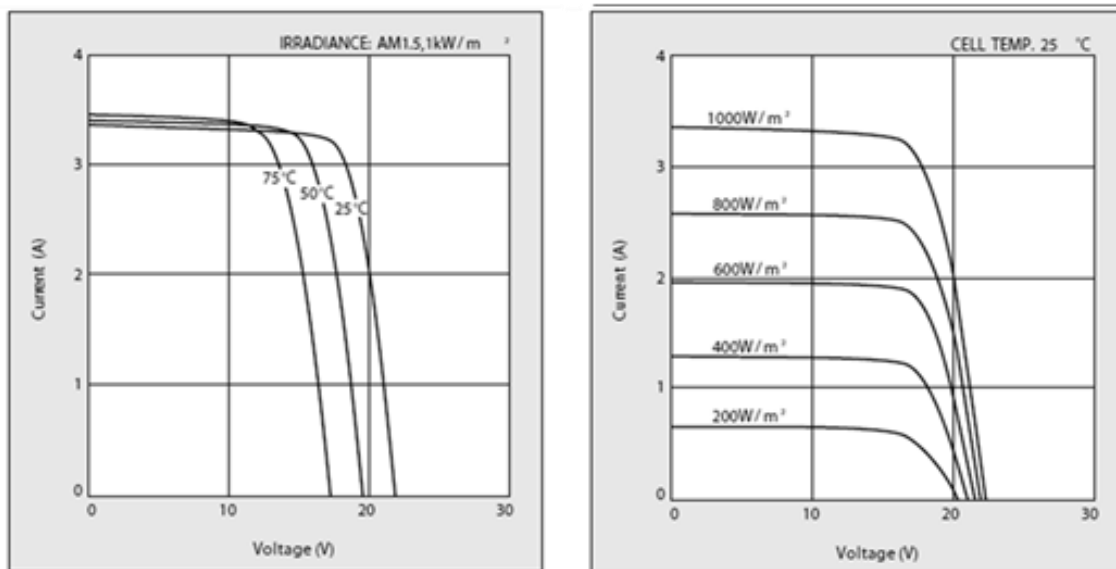
Con respecto a la indicada temperatura, es de tener en cuenta que no es referida a la ambiente, sino a la de la célula, la cual presenta un valor superior por el calentamiento a que la somete la radiación solar.

Se especifica a continuación el panel fotovoltaico modelo KC65T de la firma KYOCERA y se dan en la siguiente figura sus curvas I-V características. Los datos están en la condición TONC.

## PANEL KYOCERA-KC65T

- Potencia máxima= 46 W
- Tensión de potencia máxima= 15,3 V
- Tensión de circuito abierto= 19,7 V
- Corriente de cortocircuito= 3,22 A
- Intensidad de potencia máxima= 3,75 A
- Coeficiente de temperatura a potencia máxima= -0,45%/°C
- Coeficiente de temperatura de tensión de potencia máxima= -82,1 mV/°C

Figura 13. **Curvas características del módulo comercial KC65T, KYOCERA**



Fuente: *Kyocera Solar, Inc.*

## **5. SOPORTE DE MÓDULOS Y MANTENIMIENTO**

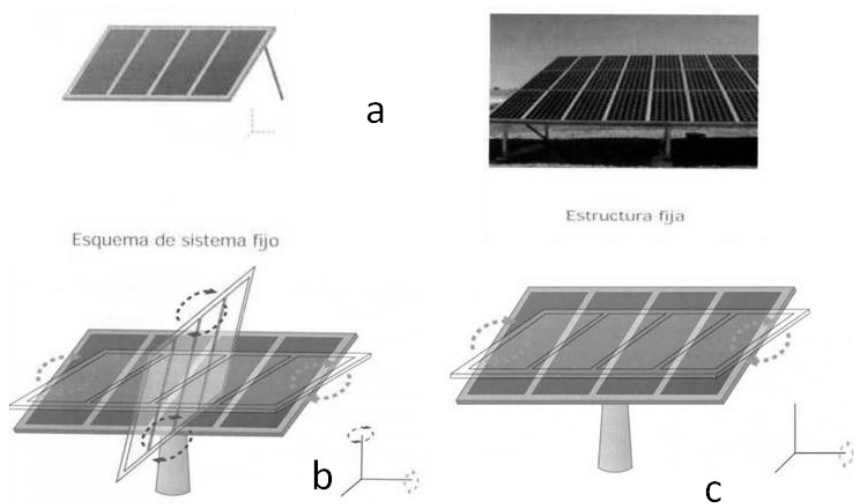
### **5.1. Soporte de módulos**

Los paneles solares pueden disponerse sobre estructuras soportes fijas o sobre seguidores solares.

La primera solución consiste en disponerlos sobre soportes metálicos anclados a la superficie asignada. Su orientación es al sur y su inclinación corresponde a la de la latitud del lugar, pero es de tener en cuenta la variación estacional que se produce, con signo positivo en invierno y negativo en verano, lo que altera, aunque no sustancialmente, el rendimiento energético de los paneles fotovoltaicos.

Es ésta una solución económica que se emplea en la mayoría de las instalaciones fotovoltaicas de tamaño pequeño y mediano, en las que es más favorable económicamente sobredimensionar el tamaño de los módulos fotovoltaicos a emplear, que incorporar mecanismos de seguimiento solar. Sin embargo, en instalaciones grandes, la incorporación de los denominados seguidores solares encuentra justificación económica porque la ganancia en potencia obtenida, al estar asegurada en todo momento la incidencia óptima de los rayos solares sobre los paneles, da un valor superior al del coste de los mecanismos adicionales.

Figura 14. **Soportes para paneles fotovoltaicos (A es fijo, B y C tienen elementos de variación de la inclinación)**



Fuente: Vicente Antonio Madrid, Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones. p. 351, 368 y 369.

El seguidor solar está compuesto por dos secciones, que son:

- A. Sistema opto electrónico detector del desplazamiento Este-Oeste del Sol. Es un sistema que proporciona una magnitud eléctrica diferencial, para significar con ello los cambios de posición en el arco que describe el Sol en su trayectoria diaria.
- B. Actuador electromecánico, acoplado entre la estructura de suelo y el soporte de los paneles, con la finalidad de modificar la inclinación con las órdenes eléctricas recibidas del captador opto electrónico.

Es este último componente, un motor con desplazamiento longitudinal de un brazo unido a los paneles fotovoltaicos. Los fabricantes de estas unidades electromecánicas aseguran que se pueden obtener rendimientos adicionales del 20% al 40% en verano respecto de los paneles de condición fija.

## **5.1. Mantenimiento**

Los módulos fotovoltaicos requieren poco mantenimiento porque se han desarrollado para soportar las condiciones atmosféricas más adversas. No obstante, un mantenimiento regular mejora sus condiciones y alarga su vida útil.

Aunque las acciones necesarias o sugeridas, las marcan los fabricantes de los paneles, de modo general se pueden considerar las siguientes acciones correctoras:

- Limpieza periódica del módulo para que la suciedad acumulada sobre su superficie, especialmente los excrementos de las aves, no reduzcan su rendimiento o, lo que es peor, que no produzcan sombra en algunas células, con el efecto dañino ya indicado
- Por razones obvias, la periodicidad de esta acción depende de las condiciones del lugar (espacio con muchas aves, próximo a entornos industriales convertido de agentes sólidos a la atmósfera, etc.)
- Inspección de la estanqueidad del panel para asegurar que no entre agua o polvo a las células. La cubierta del módulo puede romperse y con ello entrar agua, lo que daría lugar a la oxidación de las conexiones eléctricas de las células y a la destrucción del panel

- Estado de las conexiones eléctricas y del cableado. Las conexiones pueden requerir limpieza y reajustes de presión para asegurar el contacto eléctrico óptimo. Se procederá asimismo a comprobar el estado de estanqueidad de las cajas de conexiones y de los cables que unen éstas con el regulador de carga. Cualquier alteración de los cables por efectos de la humedad o similar, provoca pérdidas considerables de energía al aumentar su resistencia eléctrica, la cual debe ser en todo momento del mínimo valor posible

## 6. LUMINARIA TIPO LED

El diodo emisor de luz (*LED, Ligh-Emiting Diode*) realiza la función inversa del fotodiodo; convierte una corriente directa en luz. En una unión pn con polarización directa, los portadores minoritarios se inyectan a través de la unión y se difunden hacia las regiones p y n. Luego, los portadores minoritarios que se difunden y se recombinan con los mayoritarios. Esta recombinación puede dar lugar a la emisión de luz. Esto se logra al fabricar la unión pn utilizando un semiconductor del tipo conocido como material de separación de banda directa. El arseniuro de galio pertenece a este grupo y puede emplearse, por tanto, para fabricar diodos emisores de luz.

La luz emitida por un *LED* es proporcional a la cantidad de recombinaciones que tienen lugar, que es proporcional, a su vez, a la corriente directa en el diodo.

Los *LED* son dispositivos muy populares, tienen la aplicación en el diseño de diversos tipos de monitores, incluidos los de instrumentos de laboratorio como los voltímetros digitales. Se puede lograr que produzcan luz de diversos colores, más aún, pueden diseñarse para que produzcan luz coherente con un ancho de banda muy estrecho. El dispositivo resultante es un diodo láser. Este tipo de diodo tiene aplicación en sistemas ópticos de comunicaciones y en reproductores de CD, entre otros.

## 1.1. Ventajas

- No requiere componentes adicionales
- La iluminación es unidireccional y no representa ninguna contaminación luminosa
- No es atractivo a los insectos porque no emite rayos infrarrojos ni ultravioleta
- Puede integrarse fácilmente a un sistema de energía solar
- No representa en lo absoluto ningún daño a la atmósfera ni al medio ambiente
- Proporciona un promedio del 80% de ahorro de energía en comparación a aplicaciones basadas en sodio y aplicaciones metálicas
- Tiene una vida estimada de de 50 000 horas, sin una seria degradación luminosa

Figura 15. **Luminaria tipo *LED***



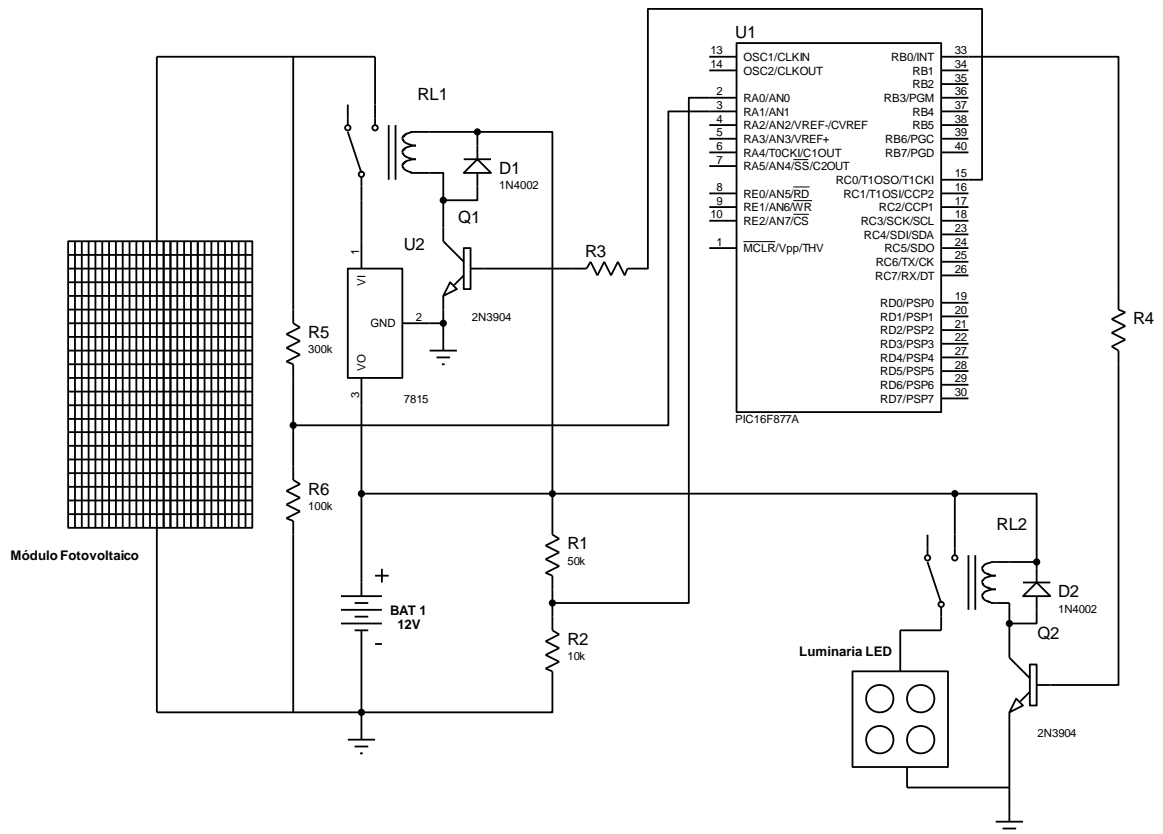


## 7. CARGADOR DE BATERÍAS

La conexión directa de los módulos fotovoltaicos a las baterías, podría dar lugar a ciclos de sobrecarga, lo que supondría su deterioro prematuro.

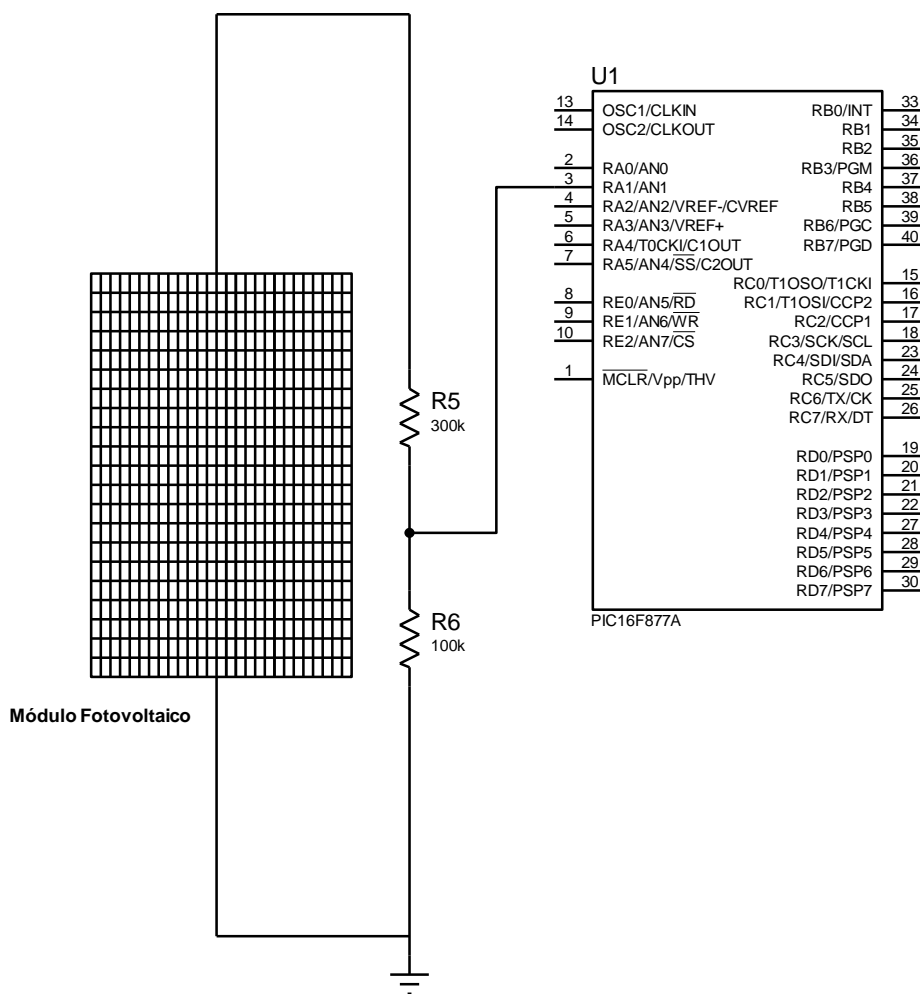
Por lo anterior, es necesaria la creación de un cargador de baterías inteligente, que mida constantemente la carga almacenada en ellas. Por esto se procedió a la implementación del siguiente circuito:

Figura 16. Diagrama de cargador de baterías



Se construyo un divisor de voltaje a la salida del panel. Esto se hizo debido a que el microcontrolador solo soporta un voltaje máximo en cualquiera de sus entradas de 5VCD.

Figura 17. **Divisor de voltaje (salida del panel)**



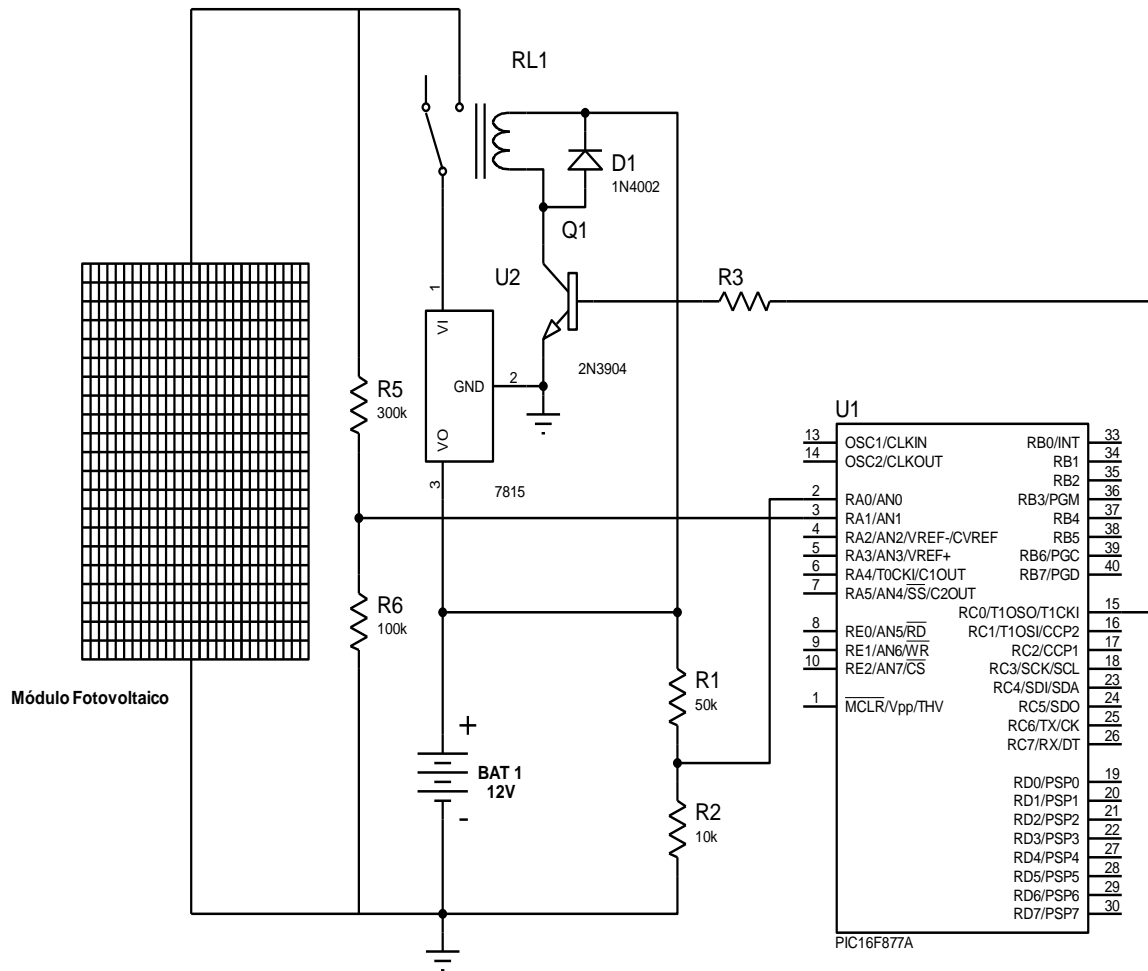
Lo primero que realiza el microcontrolador, es determinar si es de día o de noche, por medio de la lectura de la caída de tensión en la resistencia R6. La resistencia R6 tendrá diferentes valores de caída de tensión, por lo cual se dividió en dos rangos. Los cuales son los siguientes:

- 19 – 15 VCD en el panel, que equivale a 4,7 – 3,75 VCD en la entrada A1 del microcontrolador; esto significa que es de día y que el panel puede entregar suficiente potencia para cargar la batería, en caso que esta lo necesite. Por consiguiente el *PIC* apaga la luminaria
- Menos de 15 VCD en la salida del panel, que equivale a menos de 3,75 VCD en la entrada A1 del microcontrolador, esto se debe a que el módulo o panel fotovoltaico no recibe suficiente luz

En el siguiente paso, el microcontrolador determina si es necesaria la carga de la batería por medio de la lectura de la resistencia R2. La resistencia R2 tendrá diferentes valores de caída de tensión, por lo cual se dividió en dos rangos, los cuales son los siguientes:

- Menor que 14,4 VCD en la batería, que equivale a menos de 2,4 VCD en la entrada A0 del microcontrolador, esto significa que es necesario entregar potencia para cargar la batería. Si se cumple la condición en la cual el panel puede entregar suficiente potencia, el microcontrolador procede por medio de R3 a llevar a saturación al transistor Q1. El cual a su vez es el encargado de energizar la bobina del relé RL1 y así cerrar el contacto del mismo, dejando una conexión en paralelo entre el panel y la batería. Debido a que la caída de tensión en el panel es mayor a la que presenta la batería se produce la carga de la misma
- Mayor que 14,4 VCD en las batería, que equivale a más de 2,4 VCD en la entrada A0 del microcontrolador, esto significa que no es necesario cargar la batería. Consecuentemente el microcontrolador lleva el transistor Q1 a corte, desconectando así la batería del panel

Figura 18. Divisor de voltaje (carga de la batería)



El circuito restante, es un interruptor el cual es manejado por el microcontrolador; al igual que el circuito anterior, ya que está construido en forma similar. Este es activado cuando el valor de la caída de tensión en la resistencia R6, es menor a 3,75 VCD en la entrada A1 del microcontrolador, según los intervalos antes descritos, significaría que no hay suficiente luz y que es necesario la iluminación artificial.

## 7.1. Programa del microcontrolador

A continuación encontrará el algoritmo programado en el microcontrolador:

```
Program EPS
Dim x, dia as Word
  bat as char[10]
  i,v,k,vbat,panel as float
main:
  TrisA= 0xff
  Adcon1 = 0
  TRISB = 0      ' PORTB es salida, este es el encargado de la luminaria
  TRISC = 0      ' PORTC es salida, este conecta desconecta el panel
  PORTC = 0
  PORTB = 0
  k = 5/1024
  a:
  PORTC = 0      'Desconecta el panel de las baterias
  dia = Adc_Read(1) 'Lee la caída de tensión del panel
  panel = k*dia
  if panel>4.7 then
    PORTB = 0    'Apaga la luz
    x = Adc_Read(0)
    v = k*x
    i = v/10000
    vbat = 60000*i
    if vbat<14.4 then
      PORTC = 1  'Conecta Panel
    end if
    if vbat>=14.4 then
      PORTC = 0  'Desconecta Panel
    end if
  end if
  if panel<4.7 then
    PORTB = 1    'Enciende las luces
  end if
  Delay_ms (1000)
  goto a
end.
```



## **8. PLAN DE CONTINGENCIA**

### **8.1. Plan de contingencia ante desastres naturales**

El objetivo principal de un Plan de Contingencia, es dar respuestas oportunas, adecuadas y coordinadas a las situaciones de emergencia de origen natural o humano, reduciendo posibles consecuencias negativas.

La gestión del riesgo se define como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y correspondientes que deben emprenderse.

El enfoque integral de la gestión del riesgo, pone énfasis en las medidas ex-ante y ex-post y depende esencialmente de:

- La identificación y análisis del riesgo
- La concepción y aplicación de medidas de prevención y mitigación
- La protección financiera mediante la transferencia o retención del riesgo
- Los preparativos y acciones para las fases posteriores de atención rehabilitación y reconstrucción

## **8.2. Desastres naturales**

Los fenómenos naturales, como la lluvia, terremotos, huracanes o el viento, se convierten en desastre cuando superan un límite de normalidad, medido generalmente a través de un parámetro. Éste varía dependiendo del tipo de fenómeno magnitud de Momento Sísmico (Mw) (escala de Richter para movimientos sísmicos, escala Saphir-Simpson para huracanes, etc.).

El término desastre, hace referencia a las enormes pérdidas humanas y materiales ocasionadas por eventos o fenómenos como los terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierra, deforestación, contaminación ambiental y otros.

Los efectos de un desastre pueden amplificarse debido a una mala planificación de los asentamientos humanos, falta de medidas de seguridad, planes de emergencia y sistemas de alerta provocados por el hombre se torna un poco difusa.

A fin de la capacidad institucional para reducir el riesgo colectivo de desastres, éstos pueden desencadenar otros eventos que reducirán la posibilidad de sobrevivir a éste, debido a carencias en la planificación y en las medidas de seguridad. Un ejemplo clásico son los terremotos, que derrumban edificios y casas, dejando atrapadas a personas entre los escombros y rompiendo tuberías de gas que pueden incendiarse y quemar a los heridos bajo las ruinas.



### **8.2.1. Deslizamientos de tierra**

Son movimientos que se producen por diversos tipos de causas. Al superarse la resistencia al corte de un material a lo largo de una superficie de debilidad, o a través de una franja estrecha de material menos resistente que el resto.

Tienen normalmente su origen en una rotura local, ocasionándose posteriormente una general, causada por la propagación de aquella. La masa, una vez producida la rotura, puede deslizarse a una distancia variable, solapándose con el terreno natural y marcando éste una superficie de separación bien definida.

Los deslizamientos en laderas, constituyen un accidente habitual de la corteza terrestre, y están asociados generalmente a lluvias intensas. A veces se producen en formaciones geológicas desfavorables o singulares, y a causa de excavaciones.

A pesar de que el análisis de este tipo de fenómenos se realiza en dos dimensiones, la realidad es que son movimientos tridimensionales, de forma que la configuración típica de un deslizamiento es la de una concha o cuchara, de anchura aproximadamente igual a su longitud, medida ésta según el talud.

Existen ocasiones en las que la rotura de una ladera por un deslizamiento de cualquier tipo de los que trataran a continuación, da lugar al desarrollo de otras laderas arriba. Es el caso de los deslizamientos "regresivos".

### **8.2.1.1. Recomendaciones**

- Evitar construir en laderas y orillas de barrancos
- Que las comunidades en riesgo por deslizamientos, se organicen y formen comités locales de emergencia
- Hacer evaluaciones periódicas de los lugares donde se habita, tomando en cuenta las anteriores características de identificación
- Evacuar el lugar inmediatamente
- Concientizar a las comunidades del peligro que corren, a través de los diferentes medios de comunicación
- No construir con materiales pesados (block, ladrillo, concreto, otros) en lugares con pendientes
- Implementar medidas de evacuación con acción inmediata de simulaciones y simulacro en las áreas de mayor riesgo

### **8.2.1.2. Antes que comience una tormenta**

- Tratar de familiarizarse con los terrenos alrededor de cada hogar. Averiguar si han ocurrido deslizamientos o flujos de escombrera en el área, contactando las autoridades locales;
- Fomentar y apoyar las iniciativas de las autoridades locales para que se implanten y respeten las ordenanzas y reglamentos que regulan la planificación y construcción de estructuras en áreas susceptibles a deslizamientos. Toda estructura de vivienda debe ser construida en áreas lejos de taludes empinados, arroyos y ríos, canales que estén secos durante ciertos períodos del año y en las desembocaduras de canales provenientes de las montañas;
- Vigilar los patrones de drenaje en los taludes alrededor del hogar. En especial observar aquellos lugares donde las correntías de agua convergen, causando que el flujo de agua sobre esos suelos aumente;
- Vigilar por cualquier rasgo que pueda indicar algún movimiento de suelo en las colinas que estén cerca del hogar, tales como pequeños deslizamientos, flujos de escombrera y/o múltiples árboles inclinados cuesta abajo;
- Contactar a las autoridades locales, para enterarse de los planes de evacuación en el área, en caso de emergencia. También desarrollar los propios planes de emergencia para la familia y negocio en caso de que tengan que evacuar el área.

### **8.2.1.3. Durante una tormenta**

- Mantenerse despierto y alerta. Muchas de las muertes causadas por flujos de escombrera, ocurren de noche cuando la gente está durmiendo;
- Tener presente que lluvias intensas de corta duración, son particularmente peligrosas, especialmente si ocurren después de períodos largos de lluvia y clima lluvioso;
- Considerar evacuar el hogar si se vive en un área que es susceptible a deslizamientos, teniendo en cuenta que se puede hacer sin peligro;
- Recordar que también es peligroso conducir un vehículo bajo condiciones de tormenta;
- Mantener alerta a cualquier sonido producido por escombrera en movimiento, tales como árboles derribándose o peñascos que chocan uno con el otro. Usualmente flujos de escombrera mayores son precedidos por flujos pequeños de fango y escombrera;
- Evacuar el área inmediatamente, y no tratar de salvar los bienes, tú y tu familia son más importantes;
- Cuando se este conduciendo un vehículo, bajo condiciones de tormenta, se debe de estar muy alerta a los bordes de las carreteras, ya que éstas son muy susceptibles a deslizamientos. Mantenerse alerta a la carretera, por si se ve el pavimento colapsándose, fango y rocas, ya que estos pueden indicar la presencia de un flujo de escombrera.

## **8.2.2. Sismos**

Se denomina sismo, seísmo o terremoto a las sacudidas o movimientos bruscos del terreno, generalmente producidos por disturbios tectónicos o volcánicos. En algunas regiones de América se utiliza la palabra temblor para indicar movimientos sísmicos menores y terremoto para los de mayor intensidad.

### **8.2.2.1. Causas**

La causa de un temblor, es la liberación súbita de energía dentro del interior de la Tierra por un reajuste de ésta. Este reajuste se lleva a cabo mediante el movimiento relativo entre placas tectónicas. Las zonas en donde se lleva a cabo este tipo de movimiento se conocen como fallas geológicas y a los temblores producidos, se les conoce como sismos tectónicos. No obstante existen otras causas que también producen temblores. Ejemplo de ello son los producidos por el ascenso de magma hacia la superficie de la Tierra. Este tipo de sismos, denominados volcánicos, nos pueden servir de aviso de una posible erupción volcánica.

### **8.2.2.2. Tamaño de un sismo**

En un principio el tamaño de un temblor, se medía únicamente por los efectos y daños que éste producía en un lugar determinado, a lo que se conoce como intensidad del sismo. La escala de intensidad más utilizada es la de Mercalli modificada. Esta escala es útil para zonas donde no existen instrumentos que registren los movimientos sísmicos (sismógrafos).

Actualmente se usa la magnitud, la cual permite clasificar a los sismos con base en la amplitud de onda máxima registrada por un sismógrafo. El concepto de magnitud de un temblor se fundamenta en que la amplitud de las ondas sísmicas es una medida de la energía liberada en el foco (origen del temblor).

Durante los últimos años, los sismólogos han preferido el uso del momento sísmico para cuantificar el tamaño de un temblor, por ser éste uno de los parámetros sísmicos que se determinan con mayor precisión. Este parámetro está basado en el principio que el movimiento a lo largo de una falla lo produce un par de fuerzas que actúan en sentido opuesto a uno y otro lado de la falla. El momento sísmico es función del desplazamiento relativo a lo largo de la falla, del área de ruptura y de la rigidez del medio en que el temblor se origina.

#### **8.2.2.3. Antes de un sismo (lo que debe tener a su alcance)**

- Radio portátil de baterías
- Linterna con baterías
- Botiquín de primeros auxilios, incluyendo medicinas necesarias e indispensables para algún miembro de la familia
- Extintores de incendios
- Herramientas variadas, para desconectar agua o gas en caso necesario
- Agua embotellada suficiente para todos los miembros de la familia
- Comida enlatada necesaria para una semana, aproximadamente y para todos los miembros de la familia

- Un abrelatas
- Pitos para pedir ayuda en caso de quedar atrapados
- Cocina portátil de gas propano o *kerosene*
- Números telefónicos de bomberos, policía, Cruz Roja y médicos
- Copias de las llaves de puertas, candados y del automóvil

#### **8.2.2.4. Durante un sismo**

- Manténgase calmado;
- Si está bajo techo, busque refugio debajo de una mesa o escritorio lejos de ventanas o puertas de vidrio, hasta que el sismo haya pasado;
- Si está al aire libre manténgase alejado de edificios, árboles y líneas eléctricas;
- Si está en la carretera diríjase a un lugar alejado de puentes o vías elevadas, procure estacionarse y permanezca dentro del vehículo;
- Reaccionar con prontitud. Durante un terremoto se experimentará un movimiento de tierra que iniciará suavemente pero que se tornará severo varios segundos después. Probablemente no durará más de un minuto. Escuchará un ruido ensordecedor al que se le sumará el que producirán los objetos cuando caen así como el de numerosas alarmas que se activarán;
- No use ascensores, puede quedar atrapado en ellos;
- Aléjese de las orillas de ríos o quebradas y busque refugio en un sitio de poca pendiente, porque puede haber deslizamientos de tierra, represamientos y avalanchas;

- En un bus, desocuparlo tomará seguramente más tiempo de lo que dure el temblor. Es mejor permanecer dentro;
- En iglesias, estadios y cines, no se precipite a buscar salida, muchas otras personas querrán hacerlo. Un fuerte llamado de atención pidiendo calma, puede ayudar mucho.

#### **8.2.2.5. Después de un sismo**

- Inspeccionar el área, localice fugas de agua, de gas y proceda a desconectar los servicios dañados. Localice fuga de aguas negras y líneas caídas;
- Localizar fallas estructurales que puedan causar posibles daños en movimientos sísmicos posteriores;
- No utilizar el teléfono, salvo en casos de extrema urgencia;
- Si debe usar escaleras, esté seguro que van a resistir el peso y el movimiento;
- No use agua de los grifos para beber, esta puede estar contaminada. Use como reserva el agua de calentadores, tanques de inodoros y de otros tanques limpios;
- No descargue los inodoros, la tubería de aguas negras puede estar en mal estado. Puede forrar con una bolsa plástica el inodoro para poder usarlo;
- Si vive cerca de ríos o quebradas, esté atento. El sismo puede causar un represamiento aguas arriba;
- En la costa, justo después del primer temblor, evacue ordenada y rápidamente con su familia hacia un lugar alto, alejado de la costa, previamente establecido.



### **8.2.3. Inundaciones**

Una inundación, es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos y ramblas por lluvias torrenciales o deshielo, o mares por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por avalanchas causadas por maremotos.

Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura en vegas y riberas.

En las zonas costeras, los embates del mar han servido para modelar las costas y crear zonas pantanosas como albuferas y lagunas que, tras su ocupación atópica, se han convertido en zonas vulnerables.

#### **8.2.3.1. Causas de las inundaciones**

Las inundaciones se producen principalmente por la ocurrencia de lluvias intensas prolongadas, como sucede durante las tormentas tropicales y el paso de huracanes, unido a dificultades locales en el drenaje, provocado por diferentes causas, principalmente por la acción negligente de las personas.

### **8.2.3.2. Antes de una inundación**

- No construya en terrenos afectables por desbordamientos, riberas de los ríos o cauces de agua aunque estén secos;
- Establezca rutas de salida rápidas, desde su casa o lugar de trabajo hacia zonas altas o refugios temporales;
- Mantenga una reserva de agua potable y alimentos en los meses lluviosos;
- Tenga disponible un radio portátil, lámpara de pilas y un botiquín de primeros auxilios;
- Limpie, drague y mejore los cauces a fin de evitar desbordamientos.

### **8.2.3.3. Durante una inundación**

- Esté pendiente de los avisos de las autoridades, a través de su radio portátil;
- Recuerde que al momento de trasladarse con su familia a un lugar seguro, no puede llevar a sus animales;
- No atraviese ríos crecidos, torrentes o lugares inundados;
- No cruce puentes donde el nivel de las aguas, está cerca del borde inferior de su tablero.

#### 8.2.3.4. Después de una inundación

- Reporte inmediatamente a los heridos y desaparecidos a los servicios de emergencia;
- Beba el agua potable que almacenó o hierva por 15 minutos la que va a tomar;
- Prevenga que a su paso no exista peligro;
- Revise cuidadosamente su casa, para cerciorarse que no hay peligro;
- Limpie cualquier derrame de medicinas, sustancias tóxicas o inflamables;
- Desaloje el agua estancada para evitar plagas de mosquitos o enfermedades.

Figura 19. **Inundación de Mataquescuintla, Jalapa**



Fuente: Prensa Libre.

### 8.3. Antecedentes

No han ocurrido desastres naturales en la institución. Sin embargo, fueron millonarios los daños que dejó la tormenta Agatha a su paso en Mataquescuintla, Jalapa. La comuna de ese lugar estima que para recuperarse deberá invertir cerca de Q 21 millones, sin contar las pérdidas en los cultivos de café.

“Aquel sábado, cuando las lluvias no cesaban el terror y pánico rondaba en toda la aldea. Teníamos miedo por la crecida del río Ixtinpeg, así que entre vecinos acordamos abandonar el área y refugiarnos con familiares lejos de aquí. Creo que fue lo mejor que hicimos porque al poco tiempo el río se desbordó, se abrió camino entre las casas hasta dejarlas enterradas casi por completo”, cuenta Vilma Rodríguez, una de las afectadas de la aldea San Miguel, Mataquescuintla.

La historia fue similar en las comunidades El Gavilán, Las Tunas, El Aguacate, Joyas de Cedro, San Pedro el Alto y Samoro. “A eso se suma la destrucción de 12 puentes, la desaparición de viviendas y carreteras”, agrega el alcalde de municipal, Hugo Loy.

Figura 20. **Desastre natural Mataquescuintla, Jalapa**



Fuente: el Periódico de Guatemala.

#### **8.4. Instituciones que coordinan, desarrollan, planifican y ejecutan acciones para reducir desastres**

A continuación se mencionan algunas coordinadoras, las cuales ejecutan acciones necesarias para la reducción de desastres, y en caso de alguna emergencia disponen de los recursos del Estado e incluso, así como instituciones privadas.

- **CODRED:** Coordinadora Departamental para la Reducción de Desastres de origen Natural o Provocado, es presidida por el Gobernador Departamental.
- **COE:** es el Centro de Operaciones de Emergencia, es el espacio físico donde la COMRED tomará decisiones en el manejo del plan de contingencia, se centralice la información, y se ordene el actuar.
- **COLRED:** Coordinadora Local para la Reducción de Desastres de origen Natural o Provocado, es presidida por el Alcalde Auxiliar o el Presidente del COCODE.
- **COMRED:** es la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres. El Alcalde Municipal es una figura de autoridad local, que de acuerdo a las decisiones, funciones y actividades del municipio donde fue electo, tiene el compromiso y la obligación de actuar y ejecutar actividades encaminadas a velar por el bienestar de los vecinos del lugar, principalmente en tiempos donde se presenten condiciones que pongan en peligro la integridad de los mismos.

- CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, encargada de identificar y analizar amenazas que existan en el territorio nacional): CONRED, actúa a través de la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (SE–CONRED), como instancia nacional responsable legalmente de la coordinación para la reducción de riesgos a desastres, tiene compromisos y responsabilidades a nivel nacional, regional y mundial, en virtud de los cuales ha tomado la decisión de adoptar acciones concretas para promover la reducción del impacto de los desastres, los cuales tienen efectos claramente definidos en el desarrollo sostenible y en el incremento de la pobreza.
- SIME: la Secretaria Ejecutiva de la CONRED, impulsa el trabajo con Sistema Integrado de Manejo de Emergencias (SIME), este incorpora los recursos disponibles dentro de las cuatro etapas del manejo de emergencias, desde desastres naturales hasta terrorismo.

#### **8.4.1. Legislación guatemalteca relacionada con la reducción de desastres**

El reconocimiento que el Estado de Guatemala hace de organizarse para proteger a la persona y la familia, manifiesto en el Artículo 1º de la Constitución Política de la República de Guatemala, aunado al propósito de atender y apoyar en la rehabilitación por los daños derivados de los efectos de los desastres, establecido en el Artículo I del Decreto Ley 109-96 que da origen a la creación de la CONRED, fundamentan el compromiso existente de establecer una estrategia de coordinación institucional que permita dar soporte al manejo de emergencias o desastres.

La CONRED, es la instancia jurídicamente competente para coordinar los esfuerzos permanentes y congruentes en cuanto a la preparación y respuesta para hacer frente a desastres y calamidades públicas.

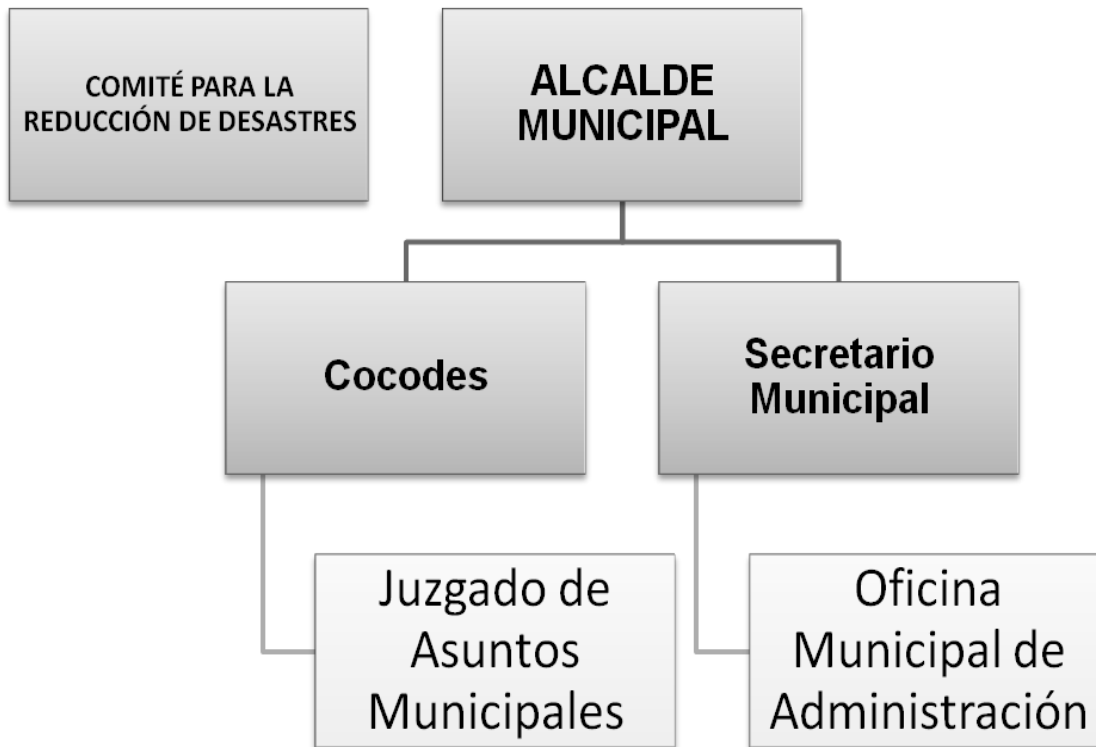
El decreto 109-96 Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, establece en artículo 3 e inciso d que las coordinadoras en todos sus niveles deben “Elaborar planes de emergencia de acuerdo a la ocurrencia y presencia de fenómenos naturales o provocados y su incidencia...”.

Para el efecto, el reglamento a esta ley (Acuerdo Gubernativo 443-2000) y con la finalidad de responder a los requerimientos propios de las funciones mencionados, indica en el capítulo III y artículo 22, la creación del Centro de Operaciones de Emergencia COE como un sistema operativo que deberá funcionar a nivel técnico formado por funcionarios enlace institucional, el cual deberá estar ubicado en un lugar que para sus efectos establece la coordinadora.

### **8.5. Estructura del plan de contingencias**

Según la estructura de funciones de la Municipalidad de Mataquescuintla, Departamento de Jalapa, se propone las siguientes funciones del Comité para la reducción de desastres de la municipalidad de Mataquescuintla, ante desastres que puedan ocurrir en la institución.

Figura 21. **Organigrama del Comité para la Reducción de Desastres, Municipalidad de Mataquescuintla**



### 8.5.1. **Comité para la Reducción de Desastre**

#### a. **Alcalde Municipal**

El alcalde municipal, es el encargado de informar y coordinar con la CONRED y/o COMRED los daños que ha sufrido la institución; como: número de muertos, heridos, desaparecidos, edificios y viviendas dañados, etc. Así como solicitar la ayuda necesaria para la municipalidad.



Sus principales funciones son:

- Citar a los comités para planificar acciones a generar en caso de una emergencia
- Dirigir a los trabajadores de la municipalidad
- Delegar funciones a los COCODES y al secretario municipal
- Gestionar con la CONRED, la capacitación del personal de la municipalidad

**b. COCODES**

Impulsan y ejecutan acciones de prevención y mitigación para la reducción de riesgos; al igual que informan a la Municipalidad de Mataquescuintla acerca del problema.

Funciones:

- Delegar responsabilidades a los miembros del Juzgado de Asuntos Municipales
- Presentar al alcalde municipal el plan de trabajo anual contra desastres
- Encargados de dar la alarma a la Municipalidad ante una emergencia y/o coordinar la ayuda a heridos

**c. Juzgado de asuntos municipales**

Funciones:

- Elaborar el plan anual contra desastres
- Identificar amenazas hacia la institución (estudio anual)
- Encargados de dar a conocer el plan y de velar porque se cumpla
- Identificar los lugares seguros, en caso de evacuación
- Estar al tanto del estado del edificio y de otros detalles de importancia para la seguridad de la comunidad
- Gestionar los recursos para combatir los peligros identificados
- Mantener el orden en caso de posible emergencia
- Planificar simulacros anuales dentro de la institución

**d. Secretario municipal**

Encargado de atención de las gestiones administrativas presentadas por los vecinos.

Funciones:

- Dar seguimiento al cumplimiento de funciones, del juzgado de asuntos municipales
- Delegar responsabilidades a la oficina municipal de administración

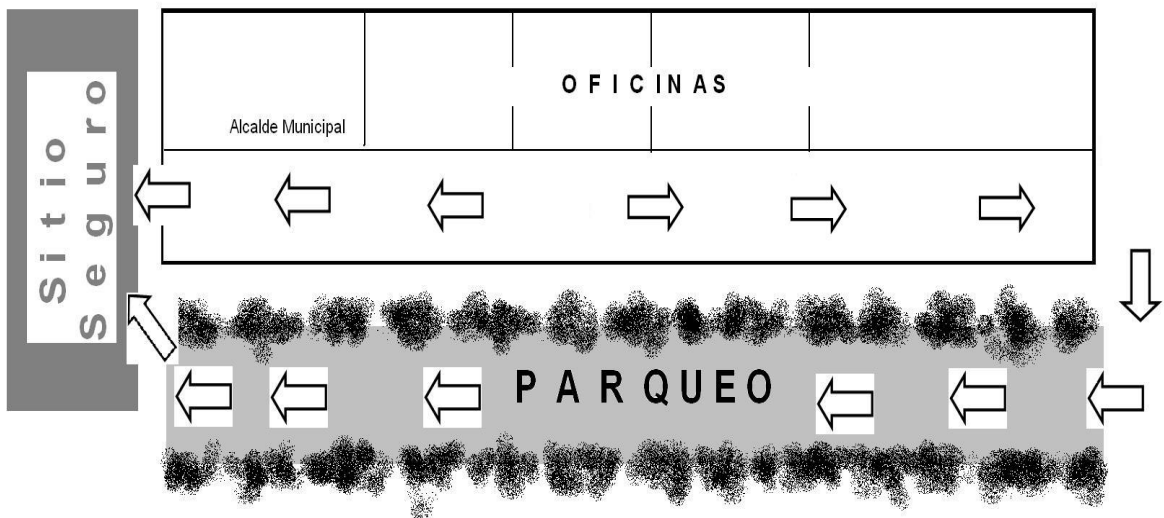
- Presentar al alcalde, el plan de trabajo anual de la oficina municipal de administración
- Encargado de guiar a bomberos y socorristas, en búsqueda y asistencia para víctimas

**e. Oficina municipal de administración**

Funciones:

- Elaborar un plan de primeros auxilios para atender eficientemente la emergencia
- Retirar a personas que obstruyen la atención de los lesionados
- Apoyar el traslado de personas afectadas al hospital
- Desarrollar actividades que fomenten la solidaridad entre la comunidad.
- Coordinar al personal administrativo

Figura 22. **Plano de la Municipalidad y ruta de evacuación**





## CONCLUSIONES

1. La potencia total que puede proporcionar un módulo fotovoltaico, la determina las características proporcionadas por el fabricante; esta potencia puede verse afectada por diversas variables tales como: superficie de captación, el rendimiento de sus componentes semiconductores, la irradiación solar en un momento dado, el ángulo sobre el que se proyectan los rayos del sol y los factores ambientales.
2. En condiciones de operación normales, los sistemas fotovoltaicos son respetuosos con el medio ambiente. En su funcionamiento no se producen emisiones de sustancias contaminantes líquidas o gaseosas, ni aparecen productos radioactivos, el único momento donde se pueden producir contaminantes ambientales es en su fabricación, por los diferentes materiales que se utilizan, y al momento que sea necesario un cambio de baterías; ya que éstas contienen elementos que poseen dos sustancias peligrosas (electrolito ácido y plomo).
3. Los sistemas fotovoltaicos ofrecen soluciones al suministro de energía eléctrica en viviendas y comunidades alejadas de la red eléctrica general. En los países en desarrollo, como Guatemala, puede resultar la forma más económica de acceder a la utilización de aparatos eléctricos, o como en nuestro caso iluminación pública, consiguiendo así una solución inmediata a este tipo de problemas.



## RECOMENDACIONES

1. La municipalidad de Mataquescuintla, deberá solicitar apoyo de parte de las autoridades competentes del gobierno, para así lograr con nuevos proyectos un bienestar integral a áreas alejadas como ésta.
2. La municipalidad de Mataquescuintla, deberá designar a una persona o grupo de personas encargadas del mantenimiento periódico del equipo, con el propósito de alcanzar una larga vida útil del mismo.
3. Mantener en inventario una cantidad razonable de elementos que comúnmente fallan en el sistema, como: lámparas, baterías y diodos, con la finalidad de poder reaccionar ante cualquier adversidad que se pueda dar en un futuro.
4. Informar y capacitar a la comunidad acerca de los beneficios, riesgos y contaminación que generan las fuentes de energía renovable.
5. Realizar monitoreos del funcionamiento del proyecto en las diferentes épocas del año, para así conocer su rendimiento en cada estación.
6. Actualizar periódicamente el plan de contingencia ante desastres, para brindar una mejor asistencia a la comunidad.





## BIBLIOGRAFÍA

1. COMRED. *Plan de respuesta municipal a emergencias y/o desastres*. Guatemala: COMRED, 2010. 25 p.
2. CONRED. *Plan nacional de respuesta –PNR–*. Guatemala: CONRED, 2011. 30 p.
3. GUILLÉN SOLÍS, Omar. *Energías renovables: una perspectiva ingenieril*. México: Trillas, 2004. 128 p.
4. GONZÁLEZ VELASCO, Jaime. *Energías renovables*. Barcelona: Ed Reverté, 2009. 656 p.
5. MADRID, Vicente Antonio. *Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones*. México: MUNDI PRENSA, 2009. 379 p.
6. MORO VALLINA, Miguel. *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. España: Paraninfo, 2010. 216 p.
7. MOSQUERA MARTÍNEZ, Pepa. *Empresa y energías renovables*. España: Fundación CONFEMENTAL, 2006. 251 p.
8. PERALES BENITO, Tomás. *Guía del instalador de energías renovables: Energía fotovoltaica, energía térmica, energía eólica y climatización*. México: Limusa, 2007. 260 p.

9. SEDRA, Adel S.; SMITH C, Kenneth. *Circuitos microelectrónicos*. México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 1283 p.

## APÉNDICE

### Visita de EPS

Supervisión a cargo del programa de EPS.



### Prueba de funcionamiento

Algunos vecinos de la comunidad del caserío Los Cedros, Mataquescuintla; participaron en la prueba de funcionamiento del proyecto, la cual fue todo un éxito.



### **Proyecto terminado**

Así es como luce la instalación final del proyecto en casa del líder comunitario; el cual beneficiará a la comunidad de Los Cedros, ya que podrán realizar sus reuniones por la noche sin tener que preocuparse por la falta de suministro de energía eléctrica.



## **Material didáctico**

### **¿Qué son las energías renovables?**

Se denomina energía renovable, a la energía que se obtiene de fuentes naturales, virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

### **Clasificación de las Energías Renovables**

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes. Entre las primeras:

- El Sol: energía solar
- El viento: energía eólica
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica
- Los mares y océanos: energía mareomotriz
- El calor de la Tierra: energía geotérmica
- Las olas: energía undimotriz

### **¿Qué es energía fotovoltaica?**

La energía solar fotovoltaica, se basa en la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos.

Son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los fotones inciden sobre ellos. Convierten energía luminosa en energía eléctrica.

Están formados por células elaboradas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 V, utilizando como materia prima la radiación solar.

### **¿Qué son los paneles solares?**

Definimos a los paneles solares, como módulos que son capaces de aprovechar la energía emanada por el Sol, más comúnmente conocida como radiación solar. Este término abarca también a los colectores solares que se emplean para originar agua caliente (para un uso principalmente doméstico) y a los paneles fotovoltaicos que se usan para generar electricidad.

Los paneles solares de tipo fotovoltaicos se encuentran compuestos por cientos de celdas que se encargan de convertir la luz en electricidad; estas celdas, muchas veces son denominadas celdas fotovoltaicas, que tiene como significado “luz-electricidad”.

### **¿Qué es la luminaria tipo LED?**

Los *LED (Ligh-Emitting Diode)*, son dispositivos muy populares. Tienen la aplicación en el diseño de diversos tipos de monitoreos, como los instrumentos de laboratorio y voltímetros digitales. Se puede lograr que produzcan luz coherente con un ancho de banda muy estrecho. El dispositivo resultante es un diodo láser. Este tipo de diodo tiene aplicación en sistemas ópticos de comunicaciones.

### **¿Qué clase de mantenimiento debe dar a los paneles solares?**

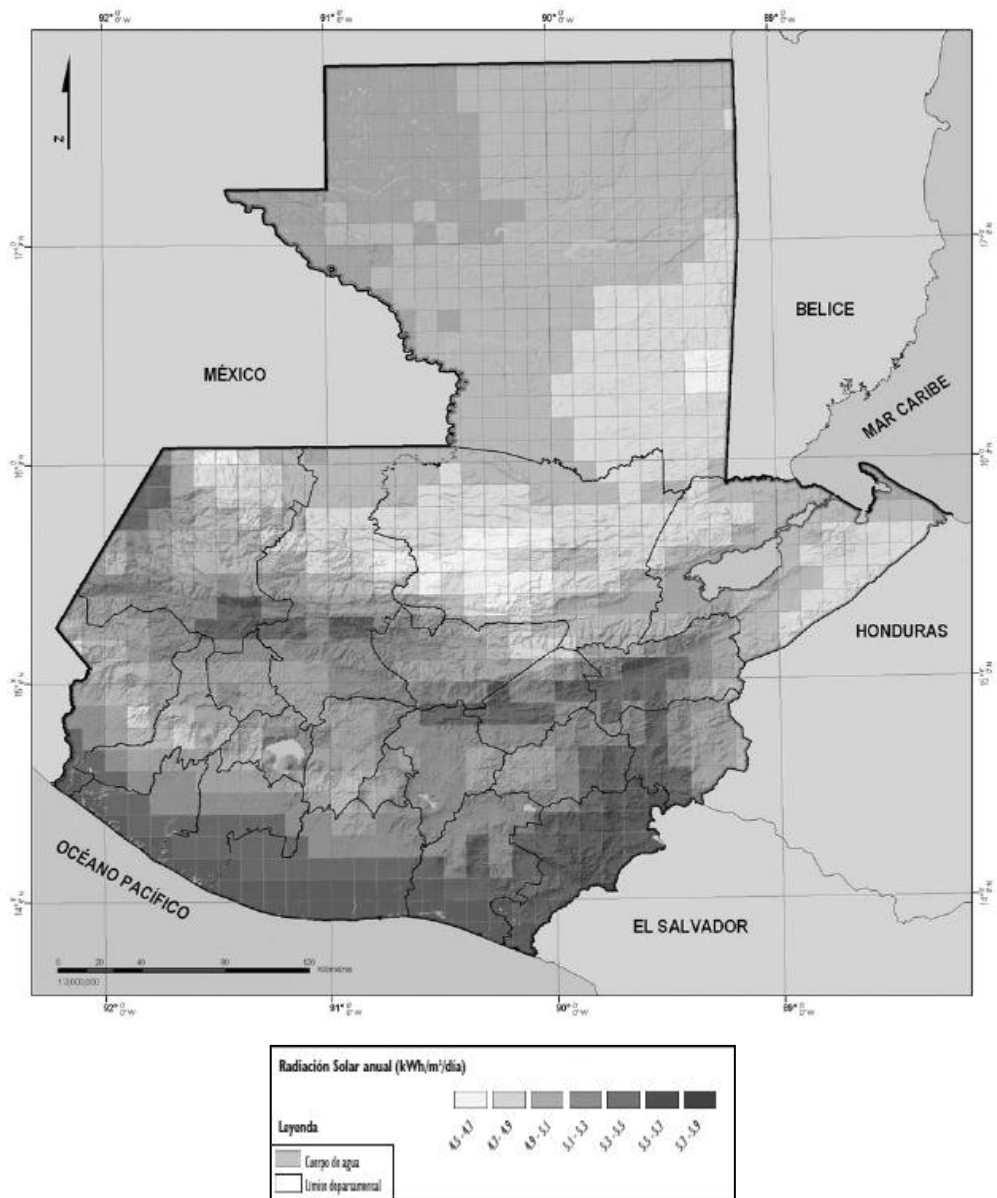
- Limpieza para que la suciedad acumulada sobre su superficie, no reduzcan su rendimiento o que no produzcan sombra en algunas células
- Inspección de la estanqueidad del panel para asegurar que no entre agua o polvo a las células
- Estado de las conexiones eléctricas y del cableado. Las conexiones pueden requerir limpieza y reajustes de presión para asegurar el contacto eléctrico óptimo





## ANEXOS

Mapa de radiación solar directa anual (KWh/m<sup>2</sup>/día)



Fuente: Evaluación de los recursos de las energías solar y eólica (SWERA).

