



# “UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA”

INSTITUTO DE ELECTRONICA Y COMPUTACION

Dimensionado de Sistemas, Fotovoltaicos  
Enfocado a la Electrificación de Viviendas  
y Explotación de Zonas Acuíferas  
Potenciales en el Estado de Oaxaca

**T E S I S**  
*Que para Obtener el Título de*  
**INGENIERO EN ELECTRONICA**  
*P r e s e n t a*  
**Susana Trujillo Soberanes**

**DIMENSIONADO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ENFOCADO A LA  
ELECTRIFICACION DE VIVIENDAS Y EXPLOTACION DE ZONAS  
ACUIFERAS POTENCIALES EN EL ESTADO DE OAXACA.**

Este libro se lo dedico a:

Mis padres: Victoria y Baltazar.

Gracias por su apoyo, comprensión  
y amor que me han brindado.

## AGRADECIMIENTOS.

Este proyecto se ha llevado a cabo durante el periodo de un año y se ha contado con el apoyo del Instituto de electrónica, Instituto de Hidrología, Instituto de Agroindustrias, Instituto de Diseño y la Biblioteca, todos pertenecientes a la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Por otra parte se recibió información de Comisión Federal de Electricidad de Oaxaca, así como de algunas empresas privadas.

Quiero agradecer también a todas las personas que me apoyaron desinteresadamente para llevar a cabo este trabajo y muy en especial al Ing. Jorge de Dios Domínguez tutor del mismo.

U. T. M. 4820

## INDICE.

INTRODUCCION.....	i
<b>CAPITULO 1. ELEMENTOS BASICOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.</b>	
1.1 INTRODUCCION AL EFECTO FOTOVOLTAICO.....	2
1.2 EFECTO FOTOVOLTAICO.....	9
1.3 COMPONENTES DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA.....	11
1.4 PANEL SOLAR.....	11
1.4.1 TIPOS DE PANELES.....	11
1.4.2 POTENCIA DE PANELES.....	12
1.4.3 ESTRUCTURA Y SOPORTE DE PANELES.....	13
1.5 BATERIAS.....	20
1.5.1 TIPOS DE BATERIAS.....	20
1.5.2 ELECCION DE BATERIAS.....	21
1.6 REGULADORES.....	22
1.6.1 TIPOS DE REGULADORES.....	24
1.7 CONVERTIDORES.....	25
1.7.1 TIPOS DE CONVERTIDORES.....	26
<b>CAPITULO 2. OAXACA.</b>	
2.1 OAXACA.....	31
2.2 ANTECEDENTES DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA SOLAR EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LA REGION DE OAXACA.....	35

U. T. M. 4820

<b>2.3 ZONAS ELECTRIFICADAS POR COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SEGÚN LA REGION.....</b>	<b>36</b>
<b>2.4 AGUAS SUBTERRANEAS.....</b>	<b>38</b>
2.4.1 PANORAMICA DE AGUAS SUBTERRANEAS EN MEXICO.....	38
2.4.2 PANORAMICA DE AGUAS SUBTERRANEAS EN OAXACA.....	42
<b>2.5 DATOS DE OAXACA: LATITUD, LONGITUD, ENERGIA EN MJ/m<sup>2</sup> EN UN DIA MEDIO DE CADA MES, INTEN- SIDAD UTIL W/m<sup>2</sup> EN UN DIA MEDIO DE CADA MES.....</b>	<b>49</b>
 <b>CAPITULO 3. PROYECTOS CON SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.</b>	
<b>3.1 METODO DE CALCULO PARA EL DIMENSIONADO DE UN SISTEMA..FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2 DIMENSIONADO PARA LA ELECTRIFICACION DE UNA VIVIENDA RURAL UNIFAMILIAR HABITADA EN FORMA PERMANENTE.....</b>	<b>61</b>
<b>3.3 DIMENSIONADO PARA EL BOMBEO DE AGUA EN UN POZO CON PROFUNDIDAD DE 20 METROS.....</b>	<b>69</b>
<b>3.4 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACION.....</b>	<b>75</b>
 <b>APENDICE 1. PROCESO DE FABRICACION DE UNA CELDA SOLAR.....</b>	<b>77</b>
 <b>APENDICE 2. PRECIOS Y CARACTERÍSTICAS DE ELEMEN- TOS UTILIZADOS EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....</b>	<b>86</b>
 <b>APENDICE 3. OTROS ELEMENTOS PARA SISTEMAS FOTOVOL- TAICOS.....</b>	<b>96</b>
 <b>APENDICE 4. DATOS ESTADISTICOS DE OAXACA.....</b>	<b>107</b>
 <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>140</b>

## INTRODUCCION.

La finalidad de este trabajo es aprovechar el recurso natural de la energía solar, utilizando sistemas fotovoltaicos enfocándolo a la electrificación de viviendas y explotación de zonas acuíferas potenciales, esto mejorará las condiciones de vida en la población de Oaxaca.

Las necesidades que se desean cubrir con este trabajo son

- \* Tener conocimiento de las herramientas que se requieren para construir un sistema fotovoltaico

- \* Analizar las necesidades de electrificar viviendas y aprovechar las zonas acuíferas, lo cual beneficiaría a la agricultura, ganadería, domicilios, agua potable y a otros proyectos que requieran energía eléctrica.

En cuanto a la elección del tema, a mi parecer es de suma importancia, ya que en base a un análisis proporcionado por Comisión Federal de Electricidad existen zonas muy apartadas a las cuales no llega la energía eléctrica. Nos pudimos percatar que una buena opción es la utilización de un recurso natural, como lo es la energía solar. En relación a las zonas acuíferas, en Oaxaca existen multitud de pozos subterráneos sin explotar, que ayudarían a la población a cubrir la necesidad de la escasez de agua. Se eligió el estado de Oaxaca, porque es el lugar donde se encuentra la Universidad Tecnológica de la Mixteca y está podría presentar el proyecto ante el gobierno, lo que traería consigo un desarrollo que proyectaría más al estado.

## JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.

El porque de la elección de los sistemas fotovoltaicos y de la energía solar en sí, es porque este es un recurso natural que no daña al hombre ni al medio ambiente y además Oaxaca es un estado que tiene muy buenas condiciones de irradiación, la cual se puede aprovechar.

Vale la pena hacer un análisis profundo de este tema, porque aportaría por un lado el desarrollo tanto económico, político y social del estado y por otro ayudaría a satisfacer la demanda de las necesidades básicas, como es el agua y la energía eléctrica

A mi parecer existen ciertas razones por las cuales no se ha llevado a cabo este estudio del aprovechamiento de la energía solar en Oaxaca, en primer instancia porque Oaxaca es uno de los estados más pobres de toda la República Mexicana y hacer un análisis sobre esto implicaría una buena inversión y un estudio detallado sobre si existe la posibilidad de que el gobierno quiera dar apoyo, a esto hoy se le agrega la crisis económica por la que está pasando el país.

#### OBJETIVO GENERAL:

Analizar la viabilidad, rentabilidad y factibilidad de instalar sistemas fotovoltaicos, con el fin de cubrir la necesidad de electrificación y agua en el estado de Oaxaca

#### OBJETIVOS SECUNDARIOS

A) Describir las zonas que no cuentan con electrificación para ver cuáles demandan esta necesidad.

B) Analizar las regiones que cuentan con zonas acuíferas potenciales y poder explotarlas a profundidades de 10, 20, 30 y 40 metros mediante sistemas fotovoltaicos



## CONTENIDO DE LA TESIS.

El trabajo está desarrollado de la siguiente manera:

En el primer capítulo se da una descripción de lo que es el efecto fotovoltaico y de los elementos que se utilizan para el dimensionado de un sistema fotovoltaico.

En el capítulo dos se da reseña de los antecedentes del aprovechamiento de la energía solar en Oaxaca y se hace un análisis de la electrificación y acuíferos subterráneos existentes en el estado de Oaxaca.

Y por último en el capítulo tres se presenta el método de cálculo para el dimensionado de un sistema fotovoltaico, y en base al estudio realizado en el capítulo dos se hace el dimensionado para electrificación de una vivienda rural unifamiliar habitada en forma permanente en San Francisco Logueche y el dimensionado para bombeo de agua en un pozo con profundidad de 20 metros en Villa de Tamazulapan del Progreso.

# **CAPITULO 1.**

## **ELEMENTOS BASICOS DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA.**

## 1.1 INTRODUCCIÓN AL EFECTO FOTOVOLTAICO.

El efecto fotovoltaico fue descubierto en 1839 por Becquerel, cuando puso de manifiesto la existencia de un fotovoltaje (1).

En 1954, hubo un cambio radical cuando tres investigadores norteamericanos, Chapin, Pearson y Prince desarrollaron una célula fotovoltaica de alto rendimiento, precisamente en el momento en que la industria espacial buscaba nuevas soluciones para alimentar a sus satélites. Dos años más tarde (1956) Loferski publicó las tablas de rendimiento de todos los materiales semiconductores.

En 1959, los norteamericanos lanzaron el satélite Vanguard, alimentado por electricidad fotovoltaica. A partir de esos momentos los grandes laboratorios se interesaron por esta nueva técnica espacial y en 1960, M. Rodot y H. Valdman desarrollaron la primera célula francesa en el Centro Nacional de Investigación Científica. Rápidamente se impuso la tecnología del silicio monocristalino ya que permite obtener aunque sea a un elevado precio, unas células fotovoltaicas extraordinariamente fiables. En 1969, dos empresas francesas, la Societe Anonyme de Telecommunications y la Radiotechnique Compelec fueron capaces de equipar los primeros satélites franceses y europeos.

En 1974, bajo el impulso de un ambicioso programa del Departamento de Energía norteamericano, se llevó a cabo un análisis sistemático de las propiedades fotovoltaicas de un centenar de semiconductores en los países occidentales.

Las células solares que se manejan, son de materiales semiconductores, como el silicio monocristalino, silicio policristalino, silicio amorfo, arsenurio de galio, multijuntura y de capas delgadas de silicio; algunas presentan un mejor rendimiento que otras, y en cuanto al costo existe una gran variedad de precios que van desde las más baratas de silicio amorfo hasta las más caras de arsenurio de galio.

(1) "Mundo científico", vol. 10, no. 107

Muchos países desarrollados entre ellos Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Israel y España ya cuentan con sistemas fotovoltaicos en múltiples aplicaciones.

Entre las aplicaciones (1) donde se puede encontrar el efecto fotovoltaico cabe señalar:

--- Electrificación básica de viviendas rurales unifamiliares habitadas en forma permanente.

--- Electrificación básica en viviendas aisladas unifamiliares habitadas en forma esporádica (vacaciones o fines de semana).

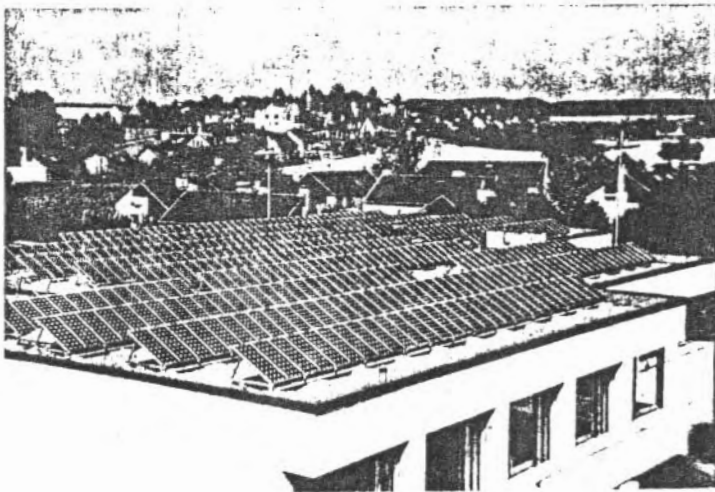
Fig. 1. Típica instalación para iluminación y otros servicios de una vivienda rural unifamiliar.



(1) "La energía solar, aplicaciones prácticas", Censolar.

- Bombeo de agua para regadíos u otros usos.
- Vehículos espaciales
- Alimentación de equipo de transmisión y telecomunicaciones (red de telefonía celular, comunicaciones militares, etc.).
- Estaciones meteorológicas.
- Electrificación de pequeños núcleos rurales (pueblos y aldeas en zonas montañosas o de poca accesibilidad).
- Electrificación de granjas y pequeñas industrias rurales.
- Iluminación de granjas y zonas rurales.
- Alimentación de equipos móviles de radio, transmisores de datos y radioteléfonos
- Fuentes de alimentación para cargadores de baterías en lugares apartados.
- Ventilación de espacios mediante ventiladores de corriente continua

Fig. 2. Instalación fotovoltaica de un sistema de distribución de energía para un poblado



- Alimentación eléctrica de hospitales de campaña.
- Refrigeración portátil para transporte de medicinas y vacunas.
- Usos militares diversos.

Fig. 3. Paneles fotovoltaicos portátiles para diversas aplicaciones.



- Repetidores de radio y televisión.
- Sistemas de comunicaciones.
- Señalización de autopistas, carreteras, ferrocarriles, boyas marinas, faros, etc.
- Calentamiento de agua.
- Alumbrado público en clubes deportivos, hoteles, parques, universidades, etc.
- En procesos térmicos.
- Aplicaciones químicas de la radiación solar para equilibrar la ecología.

Fig. 4. Los paneles fotovoltaicos responden perfectamente a cualquier condición meteorológica.

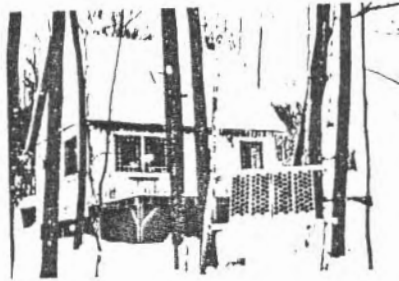


Fig. 5. Cabaña de campo plenamente electrificada mediante paneles fotovoltaicos.



Fig. 6. Viviendas con plena electrificación, lograda mediante paneles fotovoltaicos.

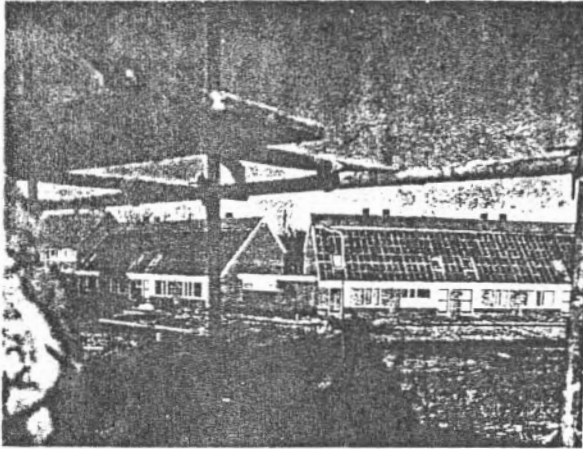


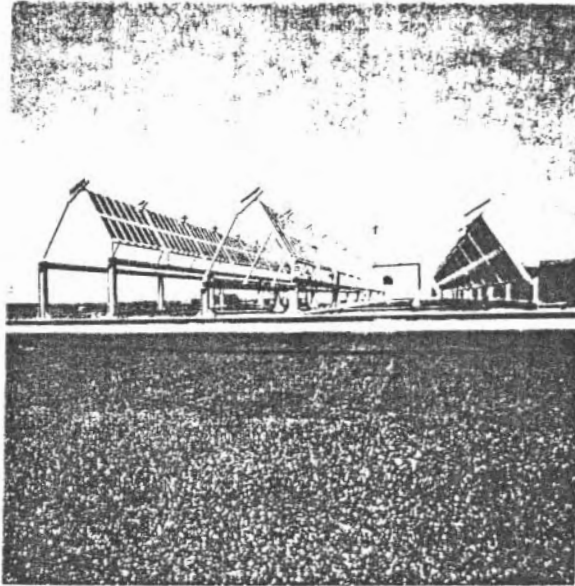
Fig. 7. Electrificación total mediante paneles fotovoltaicos.



En lo que se refiere al costo de una instalación fotovoltaica es un poco caro; pero resultan altamente rentables sobre todo, porque su ciclo de vida dura entre 15 y 20 años.



Fig. 8. Instalación fotovoltaica que alimenta un equipo transmisor de VHF.



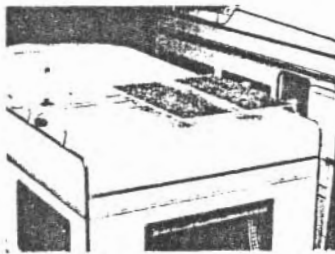
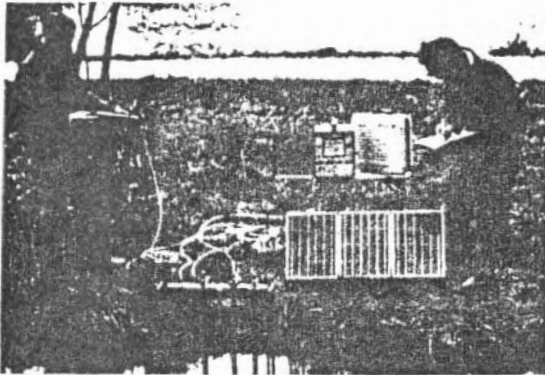
### 1.2 EFECTO FOTOVOLTAICO.

El efecto fotovoltaico, consiste en la conversión de energía solar en energía eléctrica de forma directa, ya que no requiere partes móviles, y se basa en interacciones físicas entre los fotones de la radiación incidente y los electrones de los materiales sobre los que inciden<sup>(1)</sup>

Los fotones inciden sobre una celda solar, que esta hecha a base de un material semiconductor, y el efecto de producir energía eléctrica se hace logrando extraer los electrones (que se encuentran dentro del material semiconductor) liberados fuera del material antes de que estos vuelvan a recombinarse con huecos (lugares vacios que dejan los electrones). Una forma de lograrlo

(1) "Sistemas de conversión eléctrica", Censolar.

Fig. 9 Paneles fotovoltaicos portátiles.

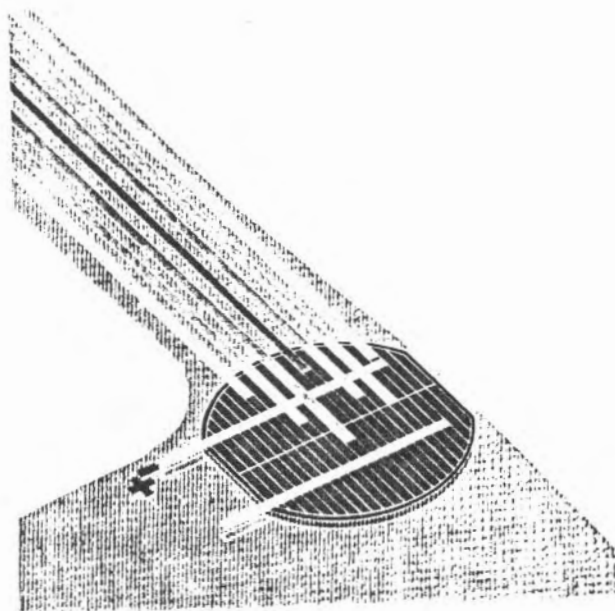


es introduciendo en el material semiconductor elementos químicos, que contribuyan a producir exceso de electrones y de huecos, esto se realiza por medio de un proceso de dopado (1).

(1) Un proceso de dopado es cuando un elemento altera significativamente las propiedades intrínsecas de los semiconductores.

Una celda solar o fotovoltaica es una unidad formada por materiales semiconductores, como el silicio monocristalino, silicio policristalino, silicio amorfo, multijuntura, arsenurio de galio, telurio de cadmio y capas delgadas de silicio. El tamaño de la célula depende del proceso de fabricación (1) y su forma es circular, cuadrada, o derivada de estas dos geometrias.

Fig. 10 Proceso de conversión de la luz solar en electricidad en una celda fotovoltaica.



(1) Apéndice I. Proceso de fabricación de una celda solar

Cabe señalar, que existen otros sistemas para producir energía eléctrica, como por ejemplo: la conversión termodinámica, generadores eólicos y el efecto Seebeck.

La conversión termodinámica convierte la energía térmica en cinética y posteriormente a energía eléctrica.

En los generadores eólicos, la energía de viento proviene de la diferencia de temperatura entre masas de aire, producida originalmente por la energía solar incidente sobre la atmósfera.

El efecto Seebeck genera energía eléctrica cuando se ponen en contacto dos conductores y se mantienen juntos a distintas temperaturas, lo cual genera una pequeña fuerza electromotriz.

### 1.3 COMPONENTES BASICOS DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA.

Dentro de los componentes básicos, que requiere un sistema fotovoltaico cabe mencionar a los paneles, baterías, reguladores y convertidores; el funcionamiento de estos elementos se describirá en los siguientes párrafos

### 1.4 PANELES SOLARES O MODULOS FOTOVOLTAICOS.

Un panel solar o módulo fotovoltaico esta formado por un conjunto de 30 ó 40 células solares, que asociadas en serie o paralelo son capaces de generar una tensión y una corriente dependiendo de la carga a la que está alimentando.

#### 1.4.1 TIPOS DE PANELES.

Los paneles solares pueden ser cuadrados o rectangulares, y tienen una área aproximada de  $0,1 \text{ m}^2$  a  $0,5 \text{ m}^2$ .

Existen diferentes tipos de paneles solares dependiendo del tipo de material, tipo de celda solar que contiene y potencia que genera (1).

(1) Apéndice 2. Precios y características de elementos utilizados en sistemas fotovoltaicos.

## 1.4.2 POTENCIA DE PANELES.

La potencia nominal de un panel la especifica el fabricante cuando el panel recibe una irradiación de 1000 watts/metro cuadrado, y en el mercado se pueden encontrar paneles con una potencia nominal de 5, 10, 20, 35, 40, etc. watts.

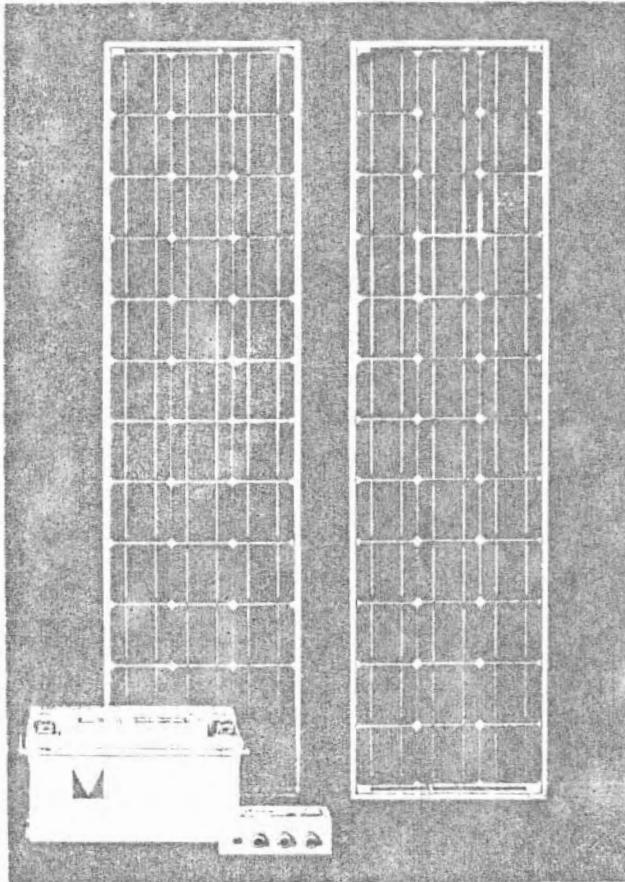


Fig. 11 Los tres componentes esenciales de toda instalación fotovoltaica: paneles, batería y regulador.

Para obtener cierta tensión y corriente en los paneles, estos suelen conectarse en serie o paralelo.

### 1.4.3 ESTRUCTURA Y SOPORTE DE PANELES SOLARES.

La estructura y el soporte de los paneles es un aspecto de vital importancia, que no debe pasar en forma desapercibida. Las características del soporte dependen de dónde serán colocados los paneles.

Fig. 12 Paneles formados por celdas cuadradas que aprovechan bien la superficie disponible

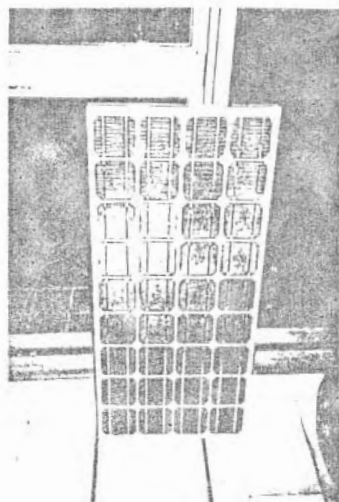
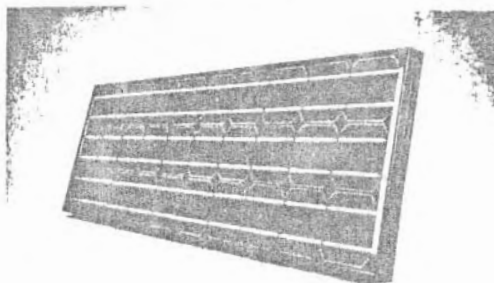


Fig. 13 Panel de 33 celdas solares

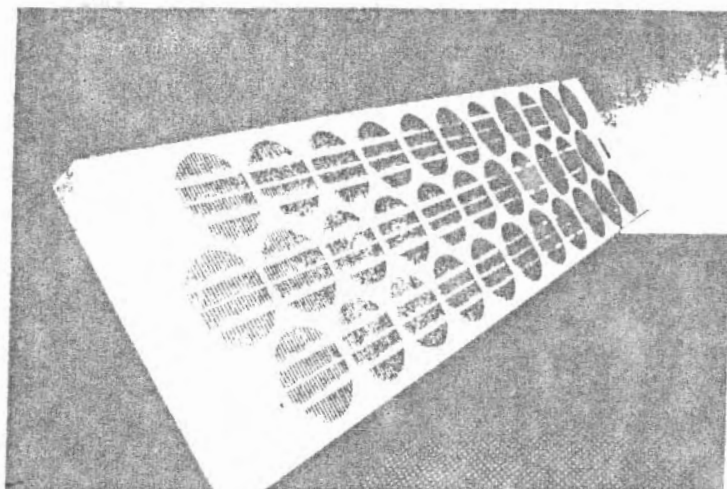
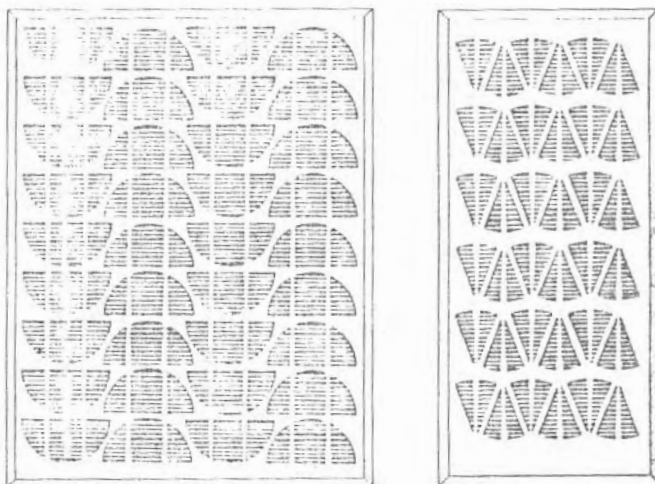


Fig. 14 Peneles formados por trozos de celdas



Se debe tener precaución con la estructura de los paneles de manera que estos no sean levantados por el viento porque sufrirían daños irreversibles.

Otro aspecto importante es el grado de inclinación y la orientación(1), que deben tener los paneles para captar la mayor energía posible, la cual se aprovechará en tiempos desfavorables, como por ejemplo en la época de invierno.

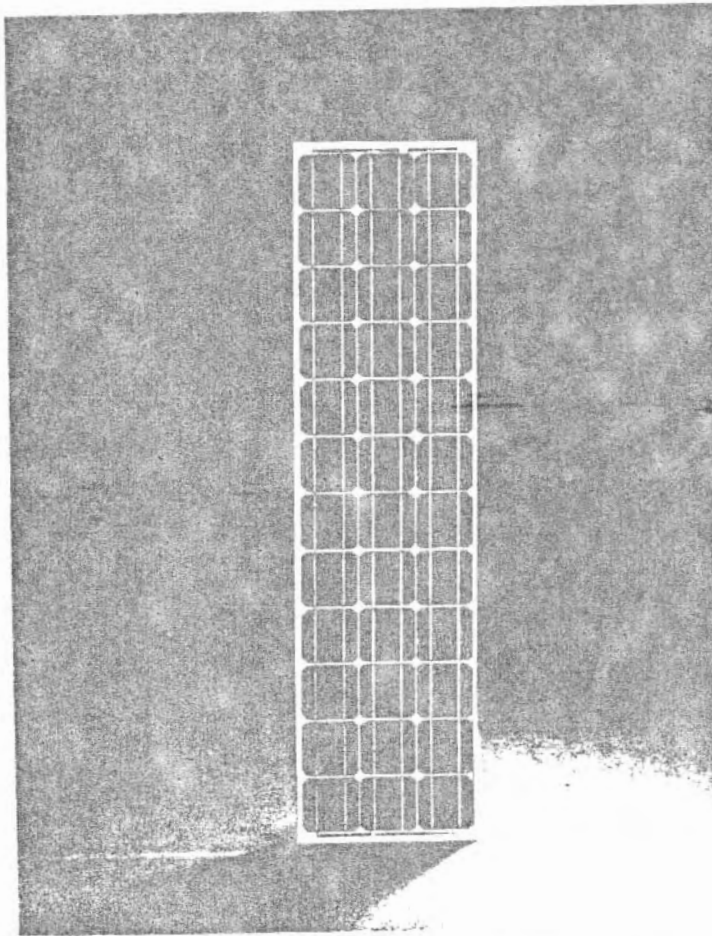


Fig. 15 Panel solar de 53 watts a una intensidad de 3 amperes.

(1) El grado de inclinación en el electro fotovoltaico depende de la latitud del lugar, a efectos prácticos 15 grados mas que la latitud del lugar y orientado hacia el sur ( en el hemisferio norte)



En los anclajes se utilizan bloques de hormigón y tornillos roscados.

La estructura y soporte de un panel se pueden encontrar de los siguientes tipos de materiales:

- A) Aluminio Anodizado
- B) Acero inoxidable.
- c) Hierro galvanizado

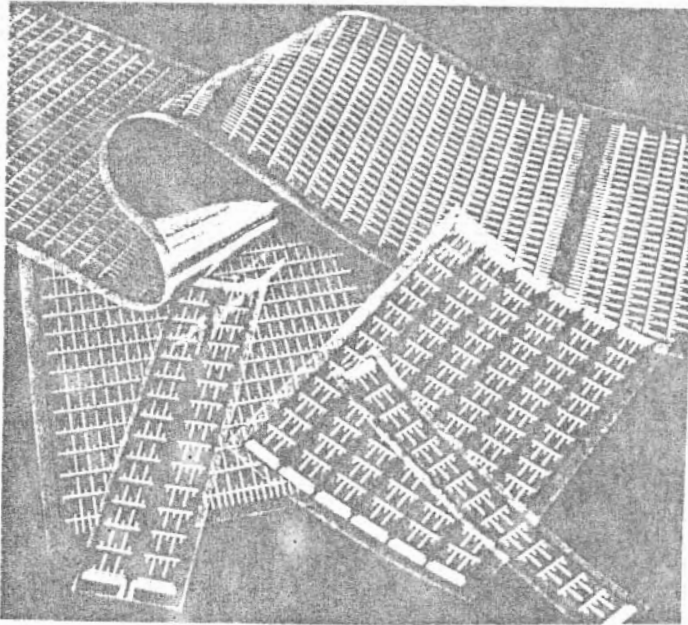


Fig. 16 La tecnología de película delgada, que se ha desarrollado muy recientemente, permite la construcción de módulos flexibles.

La tornillería deberá ser de acero inoxidable para que no se dañen con los cambios bruscos del medio ambiente.

Fig. 17 Celda Fotovoltaica

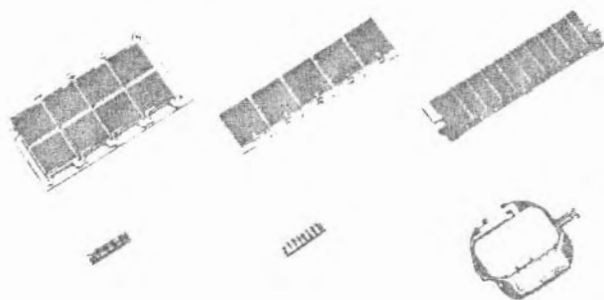
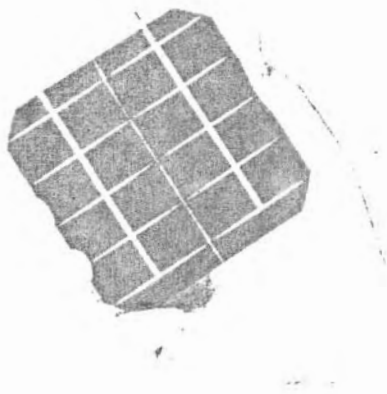


Fig. 18 Pequeños módulos fotovoltaicos utilizados por los fabricantes de una gran variedad de artículos, como calculadoras, relojes, radio, etc.

Fig. 19 Estructura de vigas de hierro

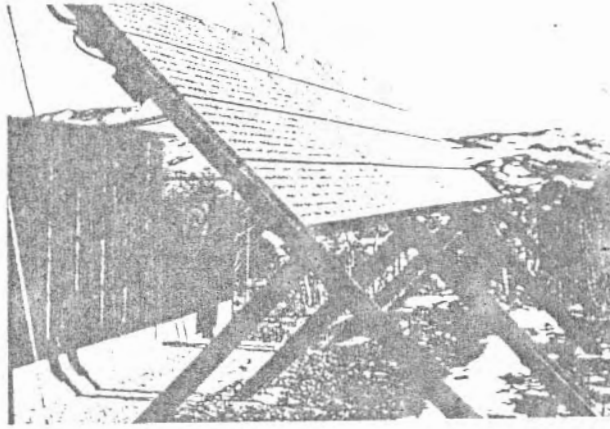


Fig. 20 Estructura que soporta cuatro paneles

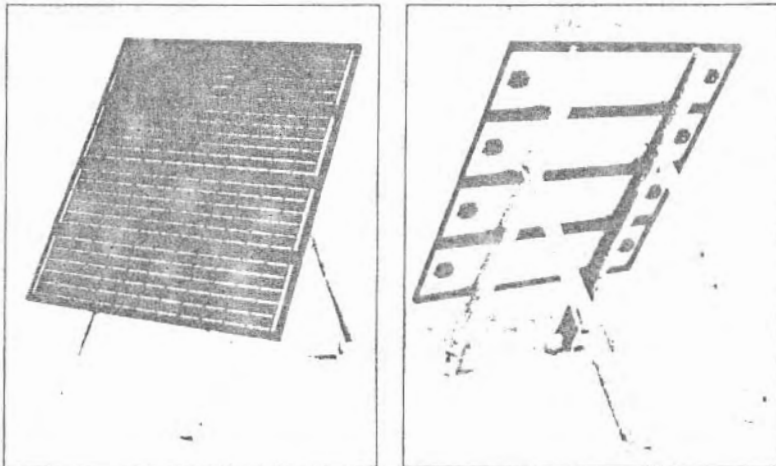
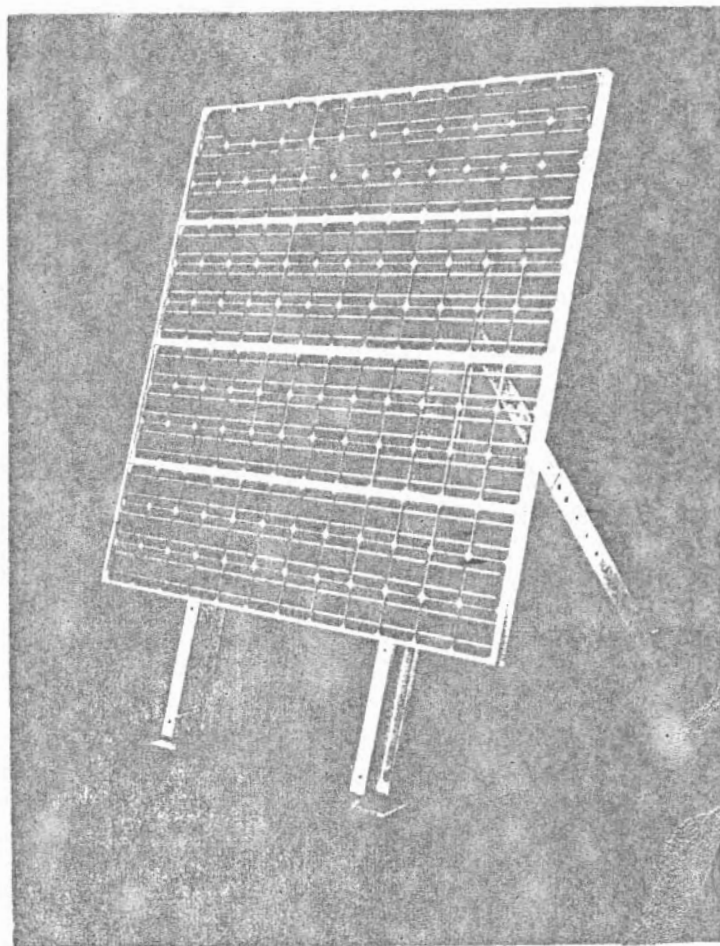


Fig. 21 Esta estructura se caracteriza por su facilidad de montaje y ajuste



## 1.5 BATERIAS.

Las baterías en el efecto fotovoltaico se utilizan para almacenar energía y para que esta se pueda usar por la noche o en épocas desfavorables, donde la energía solar no llega con mucha intensidad en los paneles, como por ejemplo en invierno y época de lluvias.

Las baterías más comunes que podemos encontrar son las ventiladas, selladas y de níquel-cadmio.

### 1.5.1 TIPOS DE BATERIAS.

Existen varios tipos de baterías de acuerdo a su capacidad de carga (1), a saber:

ALEACION	PROFUNDIDAD (%)	CICLOS DE VIDA
Ni-Cd	90	Bueno
Pb-Ca	30	Regular
Pb-Sb	75	Excelente
Pb-Sb, Pb-Ca	60	Bueno
Pb puro	90	Regular

La vida útil mínima de una batería es de 10 años y esta determinada por:

1) Ciclos de carga/descarga.

El número de ciclos de una batería está relacionado con la profundidad de descarga del ciclo, entre más profundas sean las descargas menos ciclos de vida tendrá la batería, esto se cumple para todos los tipos de baterías.

(1) Apéndice 2. Precios y características de elementos utilizados en sistemas fotovoltaicos.

## 2) Profundidad de descarga.

Es un factor muy importante que se debe tomar en cuenta a la hora de escoger una batería para cierta aplicación. La profundidad de descarga es el porcentaje de la energía que una batería puede ceder; al excederse este porcentaje la batería sufrirá un daño irreparable, debido a que se está sobresaturando; por esta razón a la hora de escoger una batería para sistemas fotovoltaicos debe ser con un buen porcentaje de descarga y de esta manera se garantiza que el sistema siga trabajando en épocas desfavorables.

## 3) Temperatura.

Si la temperatura en una batería es muy alta, entonces la vida de la batería será más corta, y si es muy baja entonces la capacidad de la reacción del ácido de la batería es muy lenta y provocará un bajo desempeño. Por lo anterior se concluye que la batería debe mantenerse a una temperatura mayor de 5° y menor de 25°.

## 4) Electrólito.

Este líquido se encuentra dentro de una batería (combinación de agua pura y ácido sulfúrico), y oscila entre 1.2 y 1.3 gramos por centímetro cúbico y al gasificarse lo único que se pierde es agua, lo que se le debe agregar a la batería es agua lo más pura que sea posible, sino se hace esto bajará el nivel del electrolito.

### 1.5.2 ELECCION DE BATERIAS.

Para elegir una batería adecuada para una cierta aplicación debemos tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a) Tipo de batería, tensión nominal, dimensiones, peso, etc.
- b) Capacidad de descarga en 20, 50 y 100 horas.
- c) Rango de temperatura en funcionamiento.

- d) Profundidad de máxima descarga.
- e) Valor de autodescarga.
- f) Ciclaje máximo diario permitido.
- g) Tiempo máximo de trabajo a un 50% de carga y con un ciclaje del 10%.
- h) Rendimiento de carga.
- i) Variación de la capacidad con respecto a la temperatura.
- j) Voltajes finales en función del régimen de descarga.
- k) Voltaje máximo en función de la temperatura y del régimen de carga.
- l) Temperatura de congelación.
- m) Densidad en función del estado de carga.

### 1.6 REGULADORES.

Los paneles fotovoltaicos generan más tensión de la que puede absorber una batería y, como no hay un medio que detenga la absorción, esto puede provocar un daño a la batería y la energía que genera el panel fotovoltaico se desperdicia. Para resolver estos inconvenientes que se presentan, lo que se propone es colocar un regulador el cual, como su nombre lo indica regula la corriente que absorbe la batería, la detecta y mide en forma constante el voltaje que indica la carga de la batería.

Otras de las funciones que desempeña un regulador son: la conmutación entre paneles y batería hacia el consumo, evitar que las baterías entren en descargas excesivas y la protección de carga contra sobretensiones inducidas por tormentas y rayos.

Las baterías se cargan a una menor tensión cuando la temperatura es muy alta y los reguladores cooperan con este hecho.

Fig. 22 Aspecto de un pequeño regulador electrónico de 12 volts

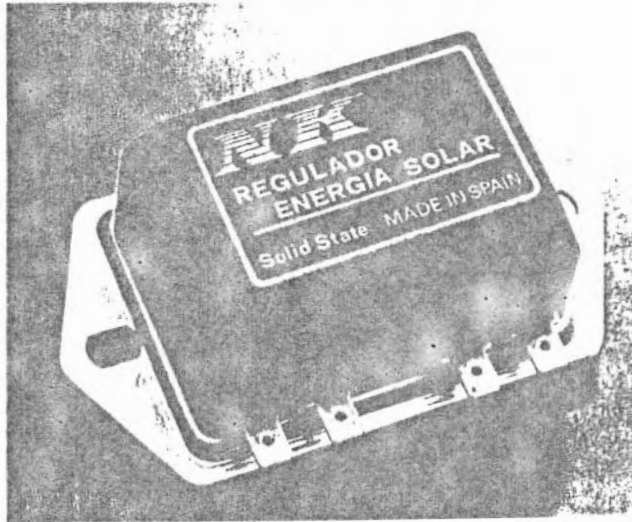
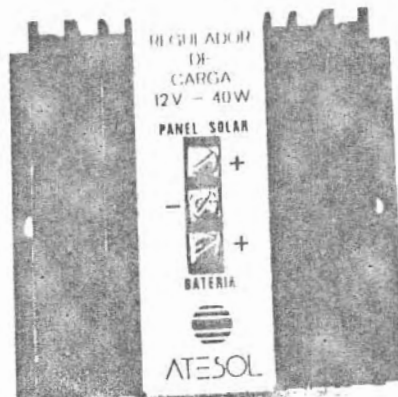


Fig. 23 Regulador shunt





## 1.6.1 TIPOS DE REGULADORES.

Existen dos tipos de reguladores

- a) Reguladores de tipo serie para grandes instalaciones.
- b) Reguladores de tipo paralelo para pequeñas instalaciones

Fig. 24 Dos modelos de reguladores de distinta potencia, con voltímetro y amperímetro incorporado.

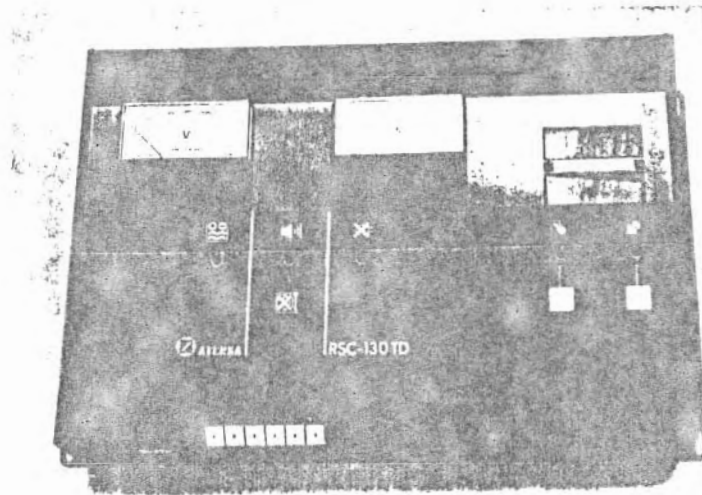
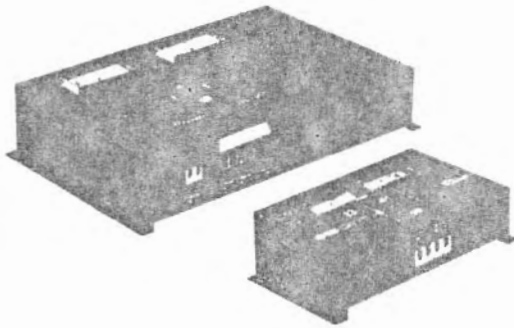


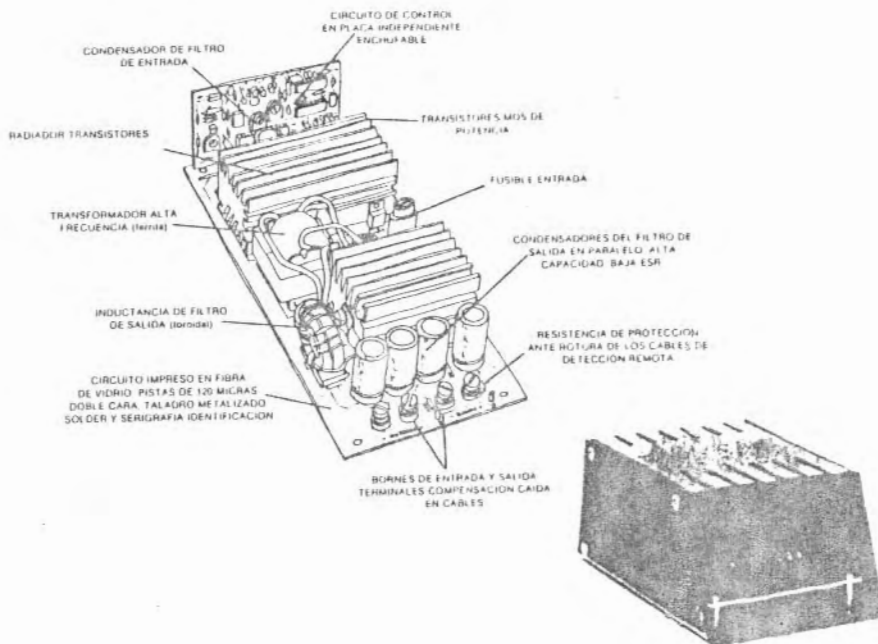
Fig. 25 Regulador de 30 A con contadores de A.h de entrada y salida.

Existe una opción para no hacer uso de un regulador, y esta es utilizando paneles autorregulados, esto no garantiza la fiabilidad, como la que proporciona un regulador. Es recomendable no utilizar estos paneles en lugares con clima extremadamente fríos y donde la temperatura sea demasiado alta.

## 1.7 CONVERTIDORES.

Los convertidores son útiles en una instalación fotovoltaica, cuando un aparato requiere cierto voltaje o cuando la mayoría de los aparatos o equipos necesitan alimentación de corriente alterna de 125 ó 220 volts.

Fig. 26 Descripción de los elementos internos de un convertidor CC-CC y aspecto exterior.



## 1.7.1 TIPOS DE CONVERTIDORES

Existen dos tipos de convertidores.

a) CC-CC: reciben cc (corriente continua) a un cierto voltaje y la transforma a cc con un voltaje diferente.

Para elegir un convertidor CC-CC se debe tomar en cuenta las tensiones nominales de entrada y salida, el rendimiento, la sobrecarga admisible y la resistencia a corto circuito.

b) CC-CA: transforma la cc (corriente continua) en ca (corriente alterna 125 ó 220v). Existen convertidores de este tipo, con forma de onda cuadrada económicos, y se emplean en la iluminación, pequeños motores, etc. También existen convertidores con onda cuadrada modificada y onda senoidal.

Los convertidores constan de una potencia que van de 100 watts a varios kilowatts. Para utilizar un convertidor se debe contar con los siguientes requisitos como mínimo:

- a) Tensiones de trabajo de entrada y salida.
- b) Potencia nominal.
- c) Frecuencia nominal y factor de distorsión.
- d) Forma de la onda.
- e) Rango de temperatura admisible
- f) Rendimiento en función de la potencia demandada.
- g) Sobrecarga que resiste.
- h) Resistencia de cortocircuito
- i) Factor de potencia.

Existen otros elementos aparte de los que ya se mencionaron, que proporcionan comodidad al usuario en su sistema fotovoltaico, como lo son alarmas, desconectores de bajo voltaje, programadores horario y temporizadores (1).

Fig. 27 Convertidor de onda cuadrada modulada que soporta una potencia máxima de 150 W.

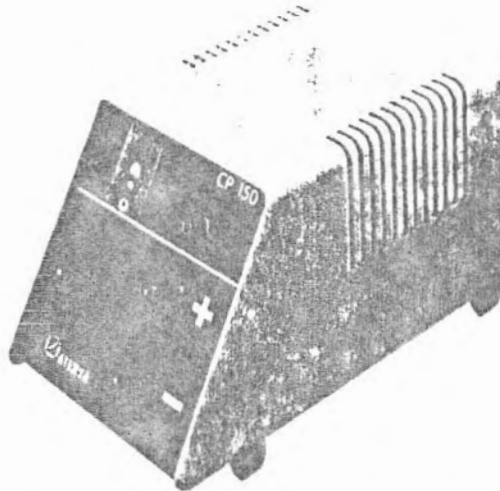
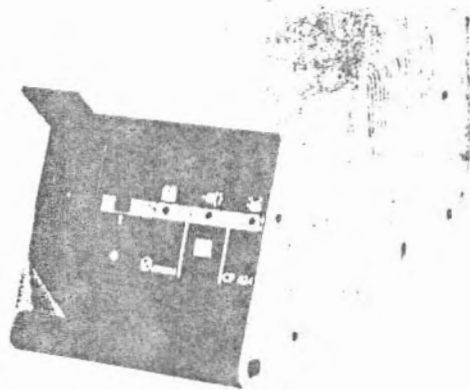


Fig. 28 Convertidor de onda cuadrada modulada de 600 W de potencia.



(1) Apéndice 3. Otros elementos para sistemas fotovoltaicos.

## CONCLUSIONES.

Un sistema fotovoltaico genera energía eléctrica en forma directa. Para montar este tipo de sistema se requiere de ciertos componentes básicos, como son: panel solar, baterías y regulador. Un aspecto importante es el diseño del sistema; pero aunado a este se realiza un estudio preliminar que nos refleje cuál será la potencia consumida por la carga a alimentar, y qué condiciones climatológicas se tomarán (por lo general son las más desfavorables).

Se ha comentado que un conjunto de celdas solares en serie o en paralelo forman un panel. Sin embargo, existen varios tipos de células: silicio monocristalino, silicio policristalino, silicio amorfo, multijuntura, arseniuro de galio y capas delgadas de silicio. Su rendimiento varía entre un 10% y un 35%. El costo puede ser bajo, medio y alto.

Los paneles solares pueden ser cuadrados o rectangulares, se pueden conectar en serie o en paralelo de acuerdo a la tensión y corriente que se requiera.

Un regulador tiene la misión de regular la corriente que absorbe la batería con el fin de que en ningún momento pueda ésta sobrecargarse peligrosamente, pero al mismo tiempo, evitando en lo posible que deje de aprovechar energía captada por los paneles. Los reguladores pueden ser de tipo paralelo (reguladores shunt) y de tipo serie, según el sistema que empleen para lograr su objetivo.

Las baterías son utilizadas para almacenar energía y utilizarla por la noche o en época desfavorables. Las clases de baterías, que se utilizan para aplicaciones fotovoltaicas son de níquel-cadmio, plomo-calcio, plomo-antimonio y plomo puro. Las profundidades de descarga permisibles varían entre 30% y 90%, su ciclo de vida puede ser excelente, bueno y malo.

Mi recomendación es que se utilicen celdas solares de silicio monocristalino, aunque su costo es alto poseen una buena eficiencia y rendimiento, el cual varía de 13% a 17%. Lo más conveniente es adquirir paneles del voltaje deseado (12 ó 24 volts) y combinarlos en paralelo de forma que la intensidad total sea la necesaria para satisfacer el consumo eléctrico calculado. En cuanto a baterías,

la más recomendable es la de níquel-cadmio, es más cara; pero ofrece una excelente fiabilidad y resistencia; soporta descargas de hasta 90% de su capacidad y aguanta temperaturas extremadamente bajas. También se pueden emplear baterías de automóviles las cuales tendrán un ciclo de vida de 2 ó 3 años. Por último usar un regulador tipo serie, porque tiene la ventaja de interrumpir el circuito cuando el voltaje alcanza un valor determinado. Y en cuanto al cableado se verá en capítulos posteriores.

## CAPITULO 2.

### OAXACA.

## 2.1 OAXACA.

Oaxaca colinda al norte y noreste con Veracruz, al este con Chiapas, al sur con el océano pacífico, al este con Guerrero, al norte y noroeste con Puebla (1).

Coordenadas extremas: al norte 18°43', al sur 15°39', al este 93°52' y al oeste 98°32'.

El estado representa el 4.8% de la superficie del país (2).

El tipo de clima es semiseco, temperatura media anual 20.5°C y precipitación pluvial de 651.1 mm anuales (3).

Capital estatal: Oaxaca de Juárez. Latitud 1555 m (4).

El estado de Oaxaca se divide en ocho regiones:

1. Cañada.
2. Costa.
3. Istmo.
4. Mixteca.
5. Papaloapan.
6. Sierra Norte.
7. Sierra Sur.
8. Valles Centrales.

(1) INEGI. Marco Geostadístico 1: 1 000 000, 1983

(2) INEGI. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, 1990.

(3) CGSNEGI. Carta de climas. 1: 1 000 000, 1980

(4) INEGI. Catálogo de integración general de localidades



OAXACA

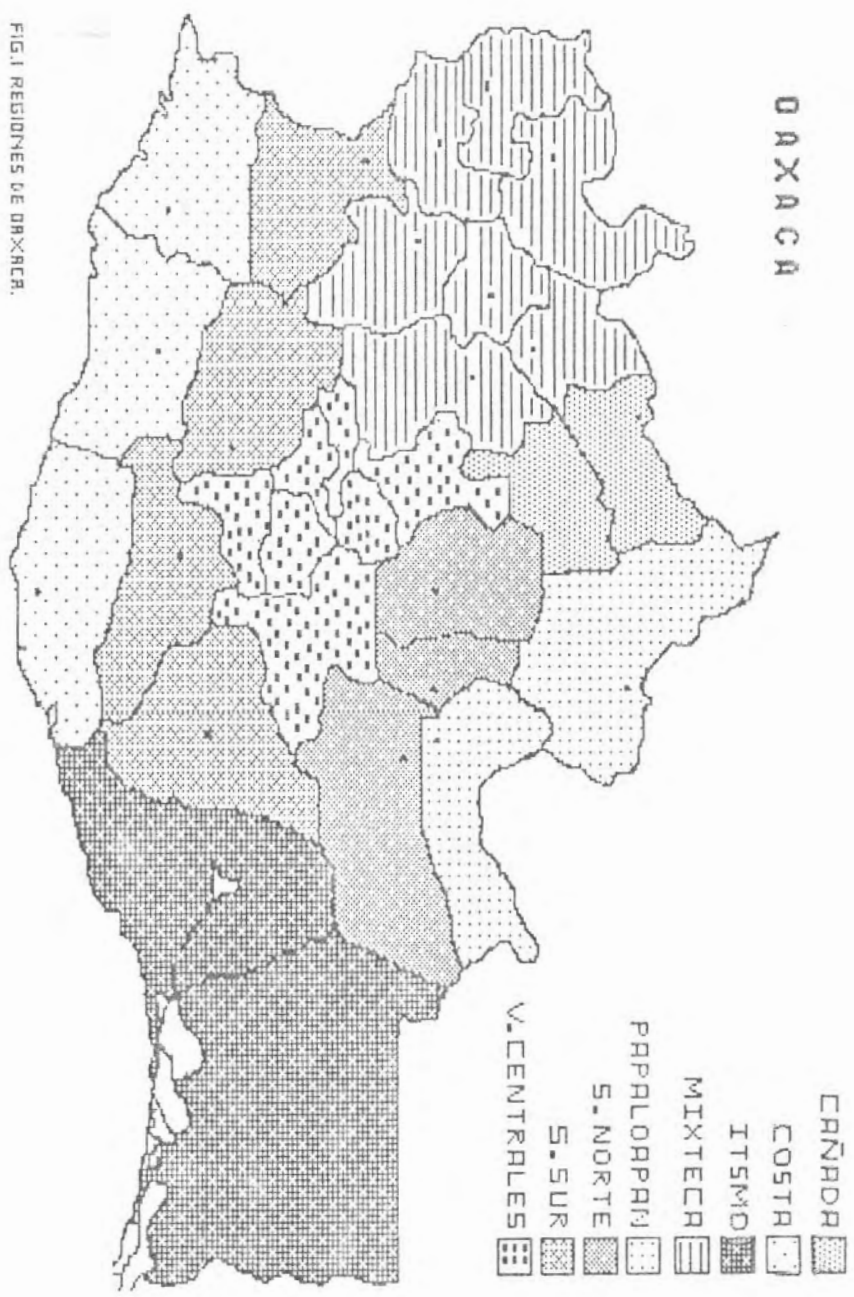


FIG.1 REGIONES DE OAXACA.

Las regiones a su vez se dividen en distritos:

1. Cañada:

- Cuicatlán.
- Teotitlán.

2. Costa:

- Jamiltepec.
- Juquila.
- Pochutla.

3. Istmo:

- Juchitán.
- Tehuantepec.

4. Mixteca:

- Coixtlahuaca.
- Huajuapán.
- Juxtlahuaca.
- Nochixtlán.
- Silacayoapan.
- Teposcolúla.
- Tlaxiaco.

5. Papaloapan:

- Choapan.
- Tuxtepec.

6. Sierra Norte:

- Ixtlán.
- Mixe.
- Villa Alta.

7. Sierra Sur:

- Miahuatlán.
- Putla.
- Sola de Vega.
- Yautepec.

8. Valles Centrales:

- Centro.
- Ejutla.
- Etlá.
- Ocotlán.
- Tlacolúla.
- Zaachila.
- Zimatlán.

Cada distrito cuenta con municipios (1).

Las principales localidades (2) del estado son:

- Oaxaca de Juárez.
- San Juan Bautista Tuxtepec.
- Salina Cruz.
- Juchitán de Zaragoza.
- Santo Domingo Tehuantepec.
- Huajuapán de León.
- Loma Bonita.
- Unión Hidalgo.
- Ciudad Ixtepec.

(1) APENDICE 4. Datos estadísticos de Oaxaca.

(2) INEGI. Resultados definitivos del XI censo general de población y vivienda. 1990. Datos por localidad (integración territorial), 1991

- Santiago Pinotepa Nacional.
- Miahuatlán de Porfirio Diaz.
- Matias Romero.

## 2.2 ANTECEDENTES DEL APROVECHAMIENTO DE ENERGIA SOLAR EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LA REGION DE OAXACA.

Un factor fundamental para considerar la opción de energía solar es la irradiación de una región, Oaxaca es un estado que cuenta con una muy alta irradiación solar, de modo que utilizar sistemas para aprovechar la energía solar beneficiaría a todas aquellas personas que se encuentran en zonas muy alejadas, como es el caso de algunas localidades de las regiones de la Cañada y Papaloapan, aquí desafortunadamente la electrificación por parte de Comisión Federal de Electricidad no se ha podido cubrir totalmente, pero existen datos proporcionados por la misma empresa de que ésta es la única región del estado de Oaxaca que ya está utilizando sistemas fotovoltaicos.

La electrificación con sistemas fotovoltaicos es aprovechada en su mayoría en Ranchos, a continuación se sitan los lugares que emplean estos sistemas:

### REGION DE LA CAÑADA.

Lugares que utilizan sist. fotovoltaicos.	Municipio	Distrito
Buena Vista	San Lucas Zoquiapan	Teotitlán
Cacalotepec	Mazatlán Villa de las Flores	Teotitlán
Cruz de Plata	Mazatlán Villa de las Flores	Teotitlán
Loma Grande	Mazatlán Villa de las Flores	Teotitlán
Rancho Girasol	Stos. Reyes Pápalo	Cuicatlán
Rancho Nuevo	Sta. María Chilchotla	Teotitlán
San Simón Coyoltepec	Mazatlán Villa de las Flores	Teotitlán

## REGION DEL PAPALOAPAN

Lugares que utilizan sist. fotovoltaicos	Municipio	Distrito
A. Cedro	San Lucas Ojitlán	Tuxtepec
B. Caracol	San Felipe Usila	Tuxtepec
Buenos Aires	San José Chiltepec	Tuxtepec
Cerro Tepeyac	San José Independencia	Tuxtepec
Cerro Torito	San José Independencia	Tuxtepec
Isla San José	San José Independencia	Tuxtepec

### 2.3 ZONAS ELECTRIFICADAS POR COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SEGUN LA REGION.

Oaxaca es un estado que cuenta con escasos recursos económicos, por ello es muy difícil que se cuenten con todos los servicios sobre todo en las regiones más apartadas de las ciudades. Uno de los servicios más escasos en las regiones apartadas es la electricidad. A pesar de la modernización y avances del país no se ha logrado cubrir esta necesidad, y prueba de esto son las regiones de la costa y la sierra sur que de un 100% solo el 59% cuenta con electricidad. En la región del Istmo y de la Sierra norte el 70% posee energía y el 30% restante falta por cubrir. En la región de la Cañada y Papaloapan, el 72% posee energía y el 28% falta. Las regiones menos afectadas por la falta de electrificación es la Mixteca y el Centro, donde el 91% posee electricidad. Todos estos datos se tomaron en base a viviendas habitadas<sup>(1)</sup>. A continuación se muestra la gráfica que refleja lo dicho anteriormente.

(1) INEGI. Resultados Definitivos del XI Censo General de población y vivienda. 1990

INEGI. Catálogo de integración general de localidades. Ver APENDICE 4. Datos estadísticos de Oaxaca

### REGION DE LA CAÑADA

28%



72%

Con luz

Sin luz

### REGION DE LA COSTA

41%



59%

Con luz

Sin luz

### REGION DEL ISTMO

30%



70%

Con luz

Sin luz

### REGION DE LA MIXTECA

9%



91%

Con luz

Sin luz

### REGION DE PAPALOAPAN

28%



72%

Con luz

Sin luz

### REGION SIERRA NORTE

30%



70%

Con luz

Sin luz

### REGION SIERRA SUR

41%



59%

Con luz

Sin luz

### REGION DEL CENTRO

9%



91%

Con luz

Sin luz

## 2.4 AGUAS SUBTERRANEAS.

El agua es un recurso vital para el hombre. Su importancia ha prevalecido debido a que es un elemento básico para poder sobrevivir.

Hoy en día nos enfrentamos a la escasez de este recurso. Las escaseces locales pueden ser solucionadas en forma temporal; una manera de solución es reconduciendo la corriente de los ríos o recurriendo al almacenamiento del subsuelo. De cualquier modo, en muchos lugares es cada vez más obvia la situación de la escasez que se presenta año tras año, pero desafortunadamente poca gente se preocupa por ello y menos por resolverlo adecuadamente.

Otro aspecto de suma importancia es la contaminación del agua, que alcanza niveles alarmantes desde pesticidas hasta sal, desde fosfatos de los detergentes hasta el petróleo.

Uno de los grandes problemas, "la salinización", repercute en el riego agrícola y más de un millón de hectáreas anualmente son afectadas.

En el campo es preocupante la situación de la escasez del agua. Las zonas áridas y semiáridas donde se concentra más de la mitad de los suelos aptos para la agricultura, disponen de menos del 10% del total de agua del país. En este sector se presenta además un considerable desperdicio ocasionado por el empleo de sistemas de riego de bajo rendimiento, con pérdidas en la conducción del agua e ineficiencia en el bombeo.

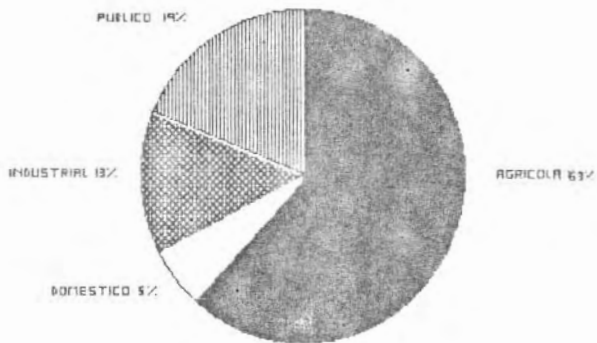
### 2.4.1 PANORAMICA DEL AGUA SUBTERRANEA EN MEXICO.

Durante las tres últimas décadas la extracción de agua subterránea ha alcanzado la cifra de 3000 000 000 mm cúbicos/año de extracción, mediante el aprovechamiento de 340 zonas geohidrológicas; es importante señalar que las dos terceras partes del volumen anterior se extraen de las regiones áridas del país.

FIG. 2 TIPO DE SUELO DE LA REPUBLICA MEXICANA.



FIG. 3 PORCENTAJE DE EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA.





Del volumen total extraído el 63% se destina al riego de dos millones de hectáreas que representan poco más de la tercera parte de la superficie total bajo riego; el 19% se utiliza para satisfacer la necesidad de agua de unos 55 millones de habitantes; el 13% se utiliza para abastecer el 85% de la industria y el 5% restante es aprovechado por la población rural.

A lo largo de la República Mexicana hay zonas acuíferas que tienen profundidades medias de 50, 150 y 250 metros.

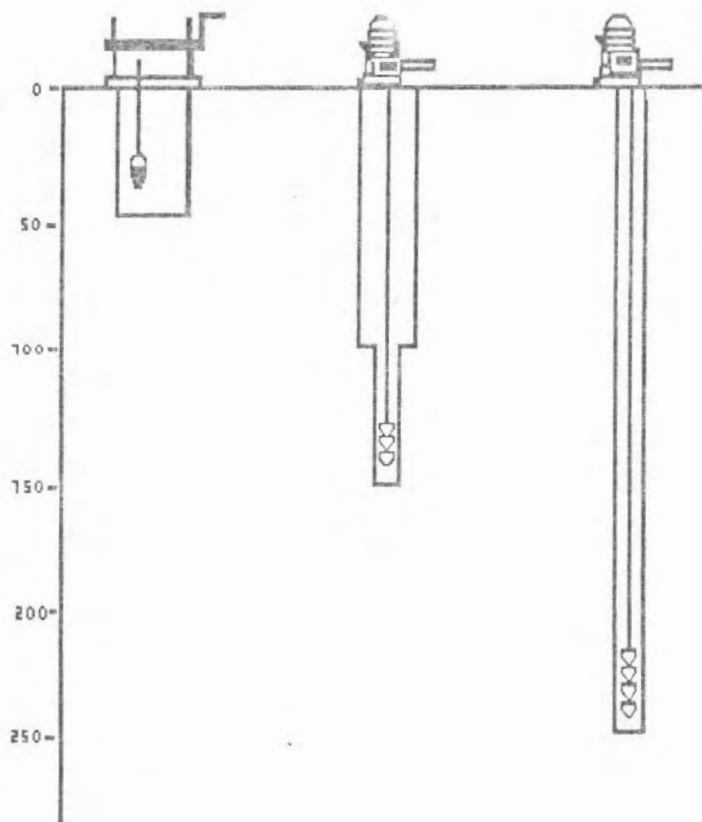


FIG.4 PROFUNDIDAD MEDIA DE LAS CAPTACIONES.



FIG. 5 ZONAS ACUIFERAS EXPLOTABLES.

El agua subterránea es un recurso natural que puede ser renovable si se explota racionalmente.

El abastecimiento de agua subterránea depende de dos condiciones:

1. Un medio geológico adecuado para permitir almacenar y transmitir volúmenes considerables de acuerdo a la demanda.

2. Condiciones climáticas favorables para mantener la alimentación de los acuíferos. La extracción de las aguas depende de la presencia o ausencia de la infiltración del agua superficial y del clima del área.

En las regiones árido y semiárido la presentación de agua superficial es prácticamente nula y el abastecimiento de agua subterránea es invaluable.

Los climas que más predominan en el territorio mexicano son el semiárido y el árido, sin embargo, por la ubicación geográfica del país, así como la presencia de varios factores, hacen posible la existencia de otro tipo de climas.

#### 2.4.2 PANORAMICA DE AGUAS SUBTERRANEAS EN OAXACA.

En esta sección se presentarán los sitios de Oaxaca que cuentan con zonas acuíferas, ríos, lagunas y presas.

Ríos principales: Mixteco, Salado, Tonto, Grande, Santo Domingo, Valle Nacional, Cajonos, Lalana, Trinidad, Sarabia, Petapa, El Corte, Uxpanapa, Cortijos, La Arena, Minas, Verde, Atoyaquillo, Atollac, Cocolotepec, Copalita, Ayutla, Huamelula, Tenango, Tequisistlán, Tehuantepec, Los Perros, Espíritu Santo y Ostuta (1).

Presas: Miguel Alemán, Miguel de la Madrid, Benito Juárez y Yosocuta.

Lagunas: Pastoria, Chacahua, Manialtepec, Superior e inferior.

Basándose en las variables geología, precipitación, clima, topografía y propiedades hidráulicas de las rocas, se pueden diferenciar una serie de unidades hidrogeológicas e hidrográficas.

(1) INEGI. Carta Hidrológica de aguas superficiales. 1: 1 000 000, 1980.

En Oaxaca se observa la existencia de rocas metamórficas y pequeños cuerpos plutónicos asociados, precámbricas, paleozoicas, depósitos de miogeosinclinal jurásico superior-cretácico inferior y rocas intrusivas paleozoicas.

De acuerdo al censo de aguas subterráneas encontramos que Nochixtlán (región de la mixteca) posee 66 pozos, de los cuales 27 son para uso agrícola, 26 fallidos, 11 inactivos sin equipo y 2 no se encontraron.

La zona de Tamazulapan también posee acuíferos.

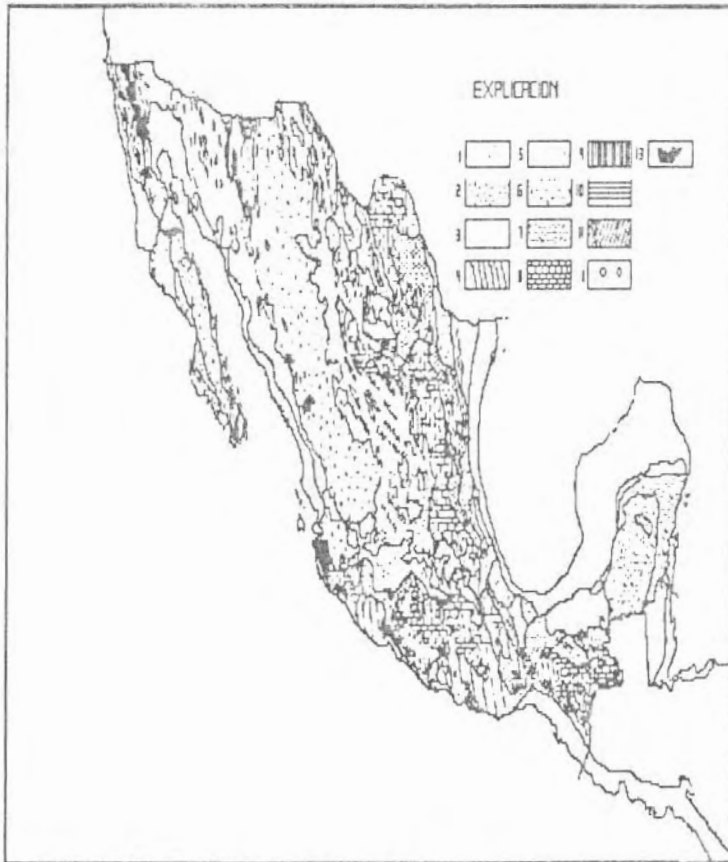
El volumen que se extrae actualmente del acuífero de Nochixtlán y Tamazulapan es de  $16,500,000 \text{ m}^3$  y  $27,000,000 \text{ m}^3$  respectivamente. El recargo total de los dos valles es del orden de  $100,000,000 \text{ m}^3$  / año de los cuales  $43,500,000 \text{ m}^3$  se aprovechan. Ambos acuíferos son independientes uno del otro.

Los pozos del valle de Nochixtlán presentan fuertes variaciones de los niveles estáticos entre los periodos de estiaje y de lluvia, mientras que en los de Tamazulapan las variaciones son menores, lo cual indica que la recarga es mayor en Tamazulapan.

Por el comportamiento de los niveles estáticos en los valles de Nochixtlán y Tamazulapan, existe la posibilidad de incrementar las extracciones de aguas subterráneas.

En caso de que las aguas subterráneas de los valles en estudio se quieran utilizar para el suministro de agua potable en la ciudad de Oaxaca, se hace notar que las zonas con pozos de buen rendimiento se encuentran al sureste de Nochixtlán y al norte de Tamazulapan, pudiéndose utilizar las mismas obras existentes, o bien perforar nuevos pozos en estas mismas áreas.

FIG 6 FORMACIONES DEL SUELO.



1. DEPOSITOS TIRANICOS TEOGENOS, 2. DEPOSITOS TIRANICOS PALEOGENOS, 3. DEPOSITOS DE EUGEOSINCLINAL DEL JURASICO SUPERIOR-CRETACICO INFERIOR INAPROPIETAMENTE METAFISICOS Y METAMORFICOS, 4. ROCAS METAMORFICAS Y PEQUEÑOS CUERPOS PLUTONICOS ASOCIADOS APECARIBIICAS Y PALEOZOICAS, 5. ROCAS VOLCANICAS PLIO-CUATERTARIAS, 6. P. VOLCANICAS TERCIARIAS, 7. R. CLASTICAS CRETACICO SUPERIOR-PALEOCEENO, 8. DEPOSITOS DE INDOGENOSINCLINAL JURASICO SUPERIOR-CRETACICO INFERIOR, 9. CAPAS POTOS Y DEPOSITOS DE EUGEOSINCLINAL DEL TRIASICO SUPERIOR-JURASICO INFERIOR, 10. DEPOSITOS TIRANICOS PALEOZOICOS, 11. ROCAS INTRUSIVAS PALEOZOICAS, 12. OFIOLITAS EN ISLA CERROS, STA. MARGARITA, PENINSULA YUCATANO Y PARTE DE SIMPLON, 13. HIPOTISOS GRANODIORITICOS DEL CRETACICO SUPERIOR TERCIARIO.

En la región de la mixteca oaxaqueña se cuentan con 79 pozos de los cuales algunos son para uso agrícola, agua potable y generación de energía eléctrica; la profundidad de los pozos puede llegar hasta 500 m. En la tabla 1 se muestran las características de los pozos.

Los acuíferos libres y semiconfinados se encuentran en los valles de Oaxaca, Etlá y Tlacolúla donde su explotación permite una mayor productividad en el ramo agrícola, además de satisfacer la demanda para el consumo de agua potable en la ciudad de Oaxaca y demás poblaciones localizadas en los valles.

El acuífero del valle de Oaxaca por su potencialidad hidrológica, SARH (1978) lo consideró el más importante, ya que su explotación viene a completar las demandas del agua de la ciudad, la cual se abastece de una galería filtrante, tres manantiales y múltiples norias, además del acuífero del valle de Etlá. En la actualidad, sólo en la zona del aeropuerto, existen siete pozos con profundidad de 68 m y uno de 100 m; el gasto varía de 40 a 62 lt/sg, el nivel estático se localiza entre 6 y 9 m, el diámetro varía de 26 a 33 m. Los acuíferos localizados son de tipo libre y semiconfinado; la recarga anual es aproximadamente 40,000,000 metros cúbicos y el caudal medio por pozo es de 50 l/tseg (1).

Valle de Etlá, el acuífero fue hasta 1978 abastecedor principal de agua para la capital del estado de Oaxaca. El caudal medio por pozo es de 50 lt/seg, el potencial explotable es aproximadamente 3,000,000 metros cúbicos por año; el tipo de acuífero es libre. La familia de agua es mixta con tendencia a bicarbonatada-sulfatada, su calidad es dulce y el uso al que se le destina es doméstico (1).

Valle Tlacolúla, el acuífero es de tipo libre y el caudal medio por pozo es aproximadamente 50 l/seg, la extracción es de 5,000,000 metros cúbicos y el potencial explotable es de 12,000,000 metros cúbicos por año (2).

(1) INEGI. Carta Hidrológica de aguas subterráneas Oaxaca E14-9, 1 : 250 000

(2) INEGI. Carta Hidrológica de aguas subterráneas Oaxaca E14-9, 1 : 250 000

TABLA 1a

No.	Uso	Predio	Municipio	Profundidad-m	Diámetro-m
1		Ejidal	Magdalena Zahuatlán	192.00	44.45
2	Agrícola	Comunal	Asunción Nochixtlán	202.00	44.45
3		Comunal	Asunción Nochixtlán	223.00	44.45
4	Agrícola	Ejidal	Asunción Nochixtlán	381.00	
5	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Mateo Etlatongo	354.00	
6	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Mateo Etlatongo	350.00	37.47
7		Peq. Propiedad	S. Mateo Etlatongo	348.00	44.45
8	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Mateo Etlatongo	300.00	44.45
9	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Mateo Etlatongo	278.00	
10	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Mateo Etlatongo	300.00	44.45
11	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Mgl. Tecomatlán	200.00	61.44
12	Domés.	Peq. Propiedad	S. Mateo Etlatongo	12.00	
13	Agua Pot	Lote	S. Mateo Etlatongo	53.00	
14	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Mateo Etlatongo	208.81	55.88
15		Peq. Propiedad	Asunción Nochixtlán	300.00	55.88
16		Prop. Federal	Asunción Nochixtlán	400.00	55.88
17	Agua Pot	Prop. Federal	Asunción Nochixtlán	20.00	
18	Agua Pot	Prop. Federal	Asunción Nochixtlán	12.00	
19	Agua Pot	Prop. Federal	Asunción Nochixtlán	15.00	
20		Peq. Propiedad	Asunción Nochixtlán		
21	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Andrés Sinaxtla	220.00	60.96
22	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Juan Sayultepec	320.00	44.45
23	Agua Pot	Prop. Federal	S. Juan Sayultepec	15.00	
24		Peq. Propiedad	S. Juan Sayultepec	180.00	44.45
25	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Andrés Sinaxtla	340.00	44.45
26	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Juan Yucuita	254.50	44.45
27	Domes.	Peq. Propiedad	S. Juan Yucuita	15.00	
28	Domés.	Peq. Propiedad	S. Juan Yucuita	16.00	
29	Domés.	Peq. Propiedad	S. Juan Yucuita	16.00	
30		Peq. Propiedad	S. Juan Yucuita		
31	Agua Pot	Prop. Federal	S. Juan Yucuita	18.00	
32	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Juan Yucuita	100.00	44.45
33		Peq. Propiedad	S. Juan Yucuita	334.60	60.96
34	Agr. y A.	Peq. Propiedad	S. Ma. Choapan	350.00	48.90
35		Peq. Propiedad	S. Ma. Suchixtlán	254.00	31.12
36	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Ma. Choapan	254.00	
37	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Ma. Choapan	110.00	
38		Peq. Propiedad	S. Mateo Coyotepec	247.00	55.88
39	Agrícola	Peq. Propiedad	Santiago Tillo	278.00	44.45
40		Peq. Propiedad	S. Andrés Andúa	260.00	60.96

TABLA 1b.

No.	Uso	Predio	Municipio	Profundidad -m	Diámetro -m
41	Agrícola	Ejidal	S Andrés Andúia	328 00	44 45
42	Agrícola	Ejidal	S Fco Chindúa	278 00	
43		Ejidal	S Fco Chindúa		
44	Agr y Dom	Comunal	S. Fco. Chindúa		
45	Agrícola	Comunal	Teotongo	200 00	44 45
46		Comunal	Teotongo	180 00	
47		Comunal	Teotongo	180 00	
48	Agrícola	Comunal	Teotongo	350 00	
49	Agrícola	Comunal	Teotongo	228 20	
50		Comunal	Tamazulapan Prog.		
51	Agrícola	Comunal	Tamazulapan Prog.		
52		Comunal	Tamazulapan Prog.	402 00	44 45
53	Agrícola	Comunal	Tamazulapan Prog.		
54	Agrícola	Comunal	Tamazulapan Prog.	200 00	55 88
55	Agrícola	Comunal	Tejupan de la Unión	255 00	55 88
56		Prop. Federal	S. Dmgo. Yanhuitlán	500 00	60 96
57		Peq. Propiedad	S. Dmgo. Yanhuitlán	490 00	31 12
58		Comunal	Tejupan de la Unión	160 00	37 47
59		Comunal	Tejupan de la Unión	300 00	44 45
60		Comunal	S. Ctbal. Suchixtlah	400 00	55 88
61	Agua Pot.	Prop. Federal	S. J. Bta. Coixtlahuaca	18 00	
62		Comunal	S. J. Bta. Coixtlahuaca		44 45
63		Comunal	S. J. Bta. Coixtlahuaca	447 50	55 88
64	Agua Pot.	Prop. federal	S. Mgl. Tequixtepec	15 00	
65	Agua Pot.	Comunal	Tamazulapan Prog.		44 45
66	Agua Pot.	Comunal	Tamazulapan Prog.		44 45
67	Agrícola	Peq. Propiedad	S. Andrés Sinaxtla	190 00	60 96
68	Agrícola	Peq. Propiedad	Yodocono de P. Diaz	358 00	44 45
69		Comunal	Yodocono de P. Diaz	406 00	60 96
70		Peq. Propiedad	S.P. y S P. Teposcolula	270 00	66 04
71		Peq. Propiedad	S. Fpe. Ixtapa	274 00	55 88
72		Ejidal	Magdalena Zahuatlán	439 52	60 96
73		Peq. Propiedad	S. Ma. Chochoapan	202 10	44 45
74		Peq. Propiedad	S. Mgl. Tixa		
75		Comunal	Teotongo	350 00	
76		Comunal	S. Mgl. Tequixtepec		
77		Comunal	S. Mgl. Tequixtepec		
78		Comunal	S. Ctbal. Suchixtlah		
79	Gen. de E. Eléctrica	Comunal	Tamazulapan del Prog.		



## PUERTO ESCONDIDO.

Esta región presenta características desfavorables para conformar acuíferos, ya que se constituye de rocas con propiedades de impermeabilidad y grandes espesores, además de componer la zona montañosa.

La disponibilidad de agua subterránea en los poblados de mayor concentración humana, se reduce a norias y manantiales de poco gasto, que resultan insuficientes, por ello, en los poblados como San Pedro Pochutla, Santa María Huatulco, Santa María Tonomeca, Puerto Ángel, Santo Domingo Morelos, Santa María Colotepec y sus alrededores; se han construido además de norias, galerías filtrantes en los márgenes de los ríos: Grande, Coyula, Copalita, Santo Domingo, Cocolotepec, Manialtepec entre otros; esto para complementar el abasto necesario (1).

## JUCHITAN.

El principal acuífero del área se localiza en la llanura del Istmo, entre los poblados de Santo Domingo Tehuantepec y Chahutes, en la sierra madre sur y las lagunas en el golfo de Tehuantepec. La calidad del agua es dulce. El principal uso que tiene es doméstico y agrícola, con posibilidad de incrementar su explotación y el desarrollo económico de este recurso.

Existe concentración de pozos cuya localización ocurre al sur del poblado de la Venta, al oeste del Espinal y al sur de Santo Domingo Tehuantepec.

En la planicie costera el acuífero es de tipo libre, su recarga es por medio de la infiltración del agua que proviene de las montañas a través de los arroyos y ríos. La dirección del flujo subterráneo es de norte a sur, o sea de la zona montañosa hacia el golfo de Tehuantepec.

(1) INEGI. Puerto Escondido. Carta Hidrológica de aguas subterráneas, 1: 250 000.

La extracción de agua se efectúa por medio de norias y pozos. El agua extraída a través de las norias es utilizado para consumo doméstico y pecuario, la de los pozos se destina al riego y en menor proporción para abastecimiento potable a comunidades tales como Juchitán, Ixtepec, Tehuantepec y otras (1).

**2.5 DATOS DE OAXACA: LATITUD, LONGITUD, ENERGIA EN MJ/m<sup>2</sup>**  
**EN UN DIA MEDIO DE CADA MES, INTENSIDAD MEDIA UTIL w/m<sup>2</sup> EN UN**  
**DIA MEDIO DE CADA MES.**

Los datos que se presentan en esta sección son de vital importancia ya que serán utilizados para cualquier instalación de sistemas fotovoltaicos.

A continuación se muestra la latitud y longitud de los distritos del estado de Oaxaca

NOMBRE DEL DISTRITO	LAT.	LONG.
Cuacatlán	17.48	96.57
Teotlán	18.08	97.04
Jamiltepec	16.17	97.49
Juquila	16.14	97.17
Pochutla	15.45	96.28
Juchitán	16.26	95.01
Tehuantepec	16.20	95.14
Coixtlahuaca	17.43	97.19
Huajuapam de León	17.48	97.46
Justitahuaca	17.20	98.00
Nochistlán	17.27	97.13
Silacayoapam	17.30	98.08
Teposcolúla	17.33	97.25
Tlaxiaco	17.16	97.41
Choapan	17.21	95.55
Tuxtepec	18.05	96.08
Ixtlán	17.20	96.29
Mixe	17.10	96.05
Villa Alta	17.20	96.09
Miahuatlán	16.19	96.35
Putla	17.01	97.55
Sola de Vega	16.30	97.59
Yantepec	16.26	95.58
Centro	17.03	96.43
Ejutla	16.34	96.44
Étla	17.10	96.49
Ocotlán	16.46	96.43
Tlaciólula	16.57	96.28
Zaachila	16.56	96.45
Zimatlan	16.52	96.47

En la siguiente tabla se muestra la energía en MJ/m<sup>2</sup> en un día medio

EDO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
OAX	26.7	30.7	30.7	31.4	31.7	26.8	30.3	30.3	26.6	23.1	27.5	24.8

2

Intensidad media útil w/m<sup>2</sup> en un día medio de cada mes.

EDO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
OAX	733.5	833	833	853.4	861.9	743.75	821.1	823.6	731.85	714.85	754.8	684.25

2

Intensidad media útil w/m<sup>2</sup> de los estados de la República Mexicana.

ESTADO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
AGUASCALIENTES	521.9	731	839.8	945.2	1023.4	1069.3	890.8	860.2	810.9	732.7	680	571.2
B. CALIFORNIA N.	450.5	583.1	727.6	788.8	753.1	867	929.9	848.3	758.3	613.7	484.8	416.5
B. CALIFORNIA S.	450.5	583.1	727.6	788.8	753.1	867	929.9	848.3	758.3	613.7	484.8	416.5
CAMPECHE	569.5	680	787.1	822.8	775.2	810.9	690.2	729.3	659.6	663	601.8	588.2
COAHUILA	478.55	544	669.8	814.3	1164.5	1145.8	902.7	856.8	741.2	620.5	473.45	436.1
COLIMA	627.3	708.9	758.2	812.6	647.7	695.3	681.7	697	637.5	608.5	612	547.2
CHIHAPAS	620	645	668.1	668.95	696.57	759.47	766.7	741.2	681.7	699.5	579.27	572.3
CHIHUAHUA	542.3	666.4	850	1023.4	1164.5	1145.8	963.9	841.5	782	717.4	618.8	510
D.F.	511.7	731	831.3	819.4	814.3	720.8	710.6	819.4	676.6	629	553.3	535.5
DURANGO	646	775.2	935	1011.5	1071	972.4	856.8	812.6	819.4	737.8	703.8	566.1
GUANAJUATO	646	746.3	858.5	935	987.7	863.6	875.5	855.1	834.7	821.1	691.9	583.1
GUERRERO	591.6	646	712.3	793.9	767.55	735.25	742.05	747.15	686	680	654.5	640.9
HIDALGO	652.8	690.2	792.2	816	860.2	819.4	850	702.1	751.4	691.9	644.3	589.9
JALISCO	660.95	780.3	919.7	1081.2	1116.9	867	765	765	744.6	700.4	610.3	583.1
MICHOACAN	591.6	646	800.7	846.6	793.05	744.6	724.2	744.6	700.4	657.9	610.3	538.9
MORELOS	708.9	750	842	844	802	780	730	825	700	650	600	540
NAYARIT	655	775.5	917.7	1081.2	1111.6	865	765	765	745	700	610	583
NUÉVO LEÓN	459	493	574.6	612	715	818	889.1	800.7	710.6	545.7	470.9	425
OAXACA	733.5	833	833	853.4	861.9	743.75	821.1	823.1	731.85	714.85	754.8	684.25
PUEBLA	668.1	697	805.5	810	815	853.4	833	744.6	715.7	744.6	720.6	715.7
QUERÉTARO	645	745	858	933	986	868	873	855	834	820	690	580
QUINTANA ROO	578	566	703	745	777	771	780	774	716	594	540	483
SAN LUIS POTOSÍ	508.3	566.1	647.7	697	770.1	790.5	841.5	801	725.9	598.4	521.4	469.2
SINALOA	534.65	624.75	723.35	786.2	845.8	855.1	719.1	757.4	697.8	684.3	610.3	516.8
SONORA	602.6	743.75	847.4	985.1	1098.2	1097.3	1008.1	852.5	877.2	850	691	592.4
TABASCO	470	500	570	625	723	698	684	650	611	530	495	480
TAMAULIPAS	460	494	575.6	612	716	819	890	801	710	546	471	423
TLAXCALA	666	695	803.5	808	813.6	852	830	745	715	743.6	719.6	712.6
VERACRUZ	472.6	505.2	575	626	724.2	697	684.2	650.3	610.8	530.2	496.4	482.5
YUCATÁN	578	566.1	703	745.4	778.6	770.1	779.4	773.5	715.7	593.7	540.6	484.5
ZACATECAS	698.7	850.5	960.5	1096.5	1123.7	897.6	885.7	846.6	759.9	700.4	715.7	660.1

## CONCLUSIONES.

Oaxaca es un estado que cuenta con pocos recursos económicos, esto ha provocado que no todas las regiones cuenten con los servicios que cubran las necesidades básicas del hombre, como lo es el agua y la luz; en este caso se encuentran las regiones de la costa y de la sierra sur, que del 100% sólo el 59% cuenta con luz. Pero Oaxaca tiene grandes posibilidades de poder cubrir estos servicios a costa de no muy grandes inversiones, y lo que es más importante, utilizar un recurso natural inagotable como es la energía solar (para cubrir estas necesidades y) sin afectar al medio ecológico. A través de la energía solar se pueden electrificar viviendas que se encuentran apartadas de las ciudades, esto se puede hacer por medio de un sistema fotovoltaico. Incluso en las regiones de la cañada y el papaloapan ya hay lugares donde se están utilizando sistemas fotovoltaicos para cubrir las necesidades eléctricas de ranchos.

En Oaxaca existen zonas acuíferas que pueden cubrir la escasez del agua en todo el estado, en los ramos agrícolas, domésticos, industriales y rurales, los sistemas fotovoltaicos dan la opción de hacer operar cualquier equipo que implique gasto de energía, como es el caso de hacer funcionar una bomba.

De acuerdo a los estudio realizados en acuíferos, se observa que en la región de la Mixteca y en la región de los Valles Centrales es mayor la concentración de acuíferos

**CAPITULO 3.**  
**PROYECTOS CON SISTEMAS  
FOTOVOLTAICOS.**

### 3.1 METODO DE CALCULO PARA EL DIMENSIONADO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO.

La finalidad del capítulo 3 es tener una idea práctica y concreta del cálculo de los elementos necesarios para el dimensionado de un sistema fotovoltaico basándose en la información disponible. Se analizarán las perspectivas tanto técnica como económica, y se establecerán comparaciones de los costes dependiendo de la cantidad y calidad de los elementos que se utilizarán en la instalación.

En el dimensionado de un sistema fotovoltaico es importante la fiabilidad de los datos de partida para que funcione correctamente y se cumpla con el objetivo principal.

El dimensionado siempre debe tomar en cuenta la potencia de los paneles a instalar, la capacidad, la calidad de la batería y de los demás elementos, a fin de que la instalación contemple una seguridad de suministro de energía.

Antes de comenzar con el método de cálculo se deben analizar las necesidades del usuario y la capacidad económica de éste, además hay que tratar de recopilar toda la información posible para que el usuario disfrute de la instalación a su gusto.

El usuario, con la ayuda de algunas recomendaciones que los fabricantes e instaladores siempre han de proporcionar; puede ejercer un mínimo control de la instalación, que garantice su buena conservación e incluso encargarse de las operaciones de mantenimiento más simples, como por ejemplo la limpieza de los paneles y los bornes de la batería, la inspección visual del estado de los conductores y empalmes, y la medición de la densidad del electrolito.

Una instalación fotovoltaica no tiene ninguna limitación técnica en cuanto a la potencia que puede producir, solamente por motivos de economía y rentabilidad

## METODO DE CALCULO.

Existen una gran variedad de métodos de cálculo para el dimensionado de un sistema fotovoltaico, el método que se presenta es un desarrollo de dos tendencias de dimensionado: la primera proporcionada por CENSOLAR (1) y la segunda por J. Eguren, A. Sanz y M. Tapia (2), a continuación se proporciona la descripción de ambos.

### METODO CENSOLAR.

1. Evaluar el consumo diario medio de la forma más aproximada posible, teniendo en cuenta la potencia real consumida por cada aparato, así como el tiempo medio que se supone va a estar funcionando.

2. El consumo obtenido se incrementará en un 20%, a fin de tener en cuenta tanto las pérdidas energéticas de la batería, como otras pérdidas derivadas del rendimiento de la instalación, que hacen que la energía necesaria sea siempre algo mayor que la inicialmente prevista.

3. La capacidad total de la batería se calculará multiplicando el consumo diario anteriormente obtenido por el número de días consecutivos que se prevean que, como máximo puedan existir con condiciones de soleamiento nulo o despreciable (días de lluvia o totalmente cubiertos). Según el tipo de clima, el número de días con esas características suele oscilar entre 5 y 15, siendo 10 un valor medio razonable.

Dividiendo el resultado anterior entre el voltaje de la batería (normalmente 12V) obtenemos su capacidad en A.h (amperios-hora).

4. La energía total que un determinado panel puede proporcionar a lo largo del día es directamente proporcional a la energía radiante que recibe, la cual depende a su vez de tres factores: la duración del día, es decir, el tiempo que transcurre entre el amanecer y el ocaso, el mayor o menor ángulo con que el Sol se eleva sobre el horizonte, y la nubosidad.

(1) "La energía solar, aplicaciones prácticas", CENSOLAR.

(2) "Energía Solar Fotovoltaica", serie Mundo Electrónico.

Con objeto de poder garantizar una suficiente disponibilidad de energía, incluso en la época más desfavorable del año, los cálculos de una instalación fotovoltaica suelen estar referidos al periodo invernal, pues en éste coinciden los factores de mayor consumo por una parte (se necesitan más horas de luz artificial), y por otra menor aportación de energía solar (los días son más cortos y el Sol está más bajo en invierno).

De acuerdo con lo anterior, y para favorecer lo máximo posible la captación en la época invernal, en la que el Sol está más bajo sobre el horizonte, los paneles se montan inclinados, con una inclinación aproximadamente igual a la latitud del lugar incrementada en 15°.

Cuanto mayor sea la latitud, los días en invierno son más cortos, y por tanto, el Sol dispone de menos tiempo para derramar su energía sobre el panel. Además, la nubosidad es mayor en invierno y el número de horas reales de sol es pequeño.

Una expresión aproximada para determinar el número de vatios-hora de energía E que puede aportar, a lo largo de un típico día de invierno con escasa nubosidad, un panel cuya potencia nominal sea de P vatios, instalado en un lugar cuya latitud sea de L grados es:

$$E = (5 - L/15) \times (1 + L/100) \times P$$

En el caso de que la nubosidad sea muy escasa, un valor razonable sería un 20% superior al calculado y si, por el contrario, se trata de un lugar en que los inviernos se caracterizan por muchas lluvias y abundante nubosidad, habremos de disminuir el valor de E en un 25%.

5. El número de paneles será igual a dividir el consumo total diario entre la energía que cada panel es capaz de producir en un día:

$$\text{No. de paneles} = \text{Consumo total diario} / \text{Energía diaria aportada por cada panel}$$



Este método es útil, pero no cuenta con la capacidad de la batería, además no considera pérdidas de los distintos tipos de batería en base a su rango de autodescarga y de los aparatos de consumo a alimentar por el sistema.

Método de J. EGUREN, A. SANZ y M. TAPIA.

1. Obtener los datos de radiación solar existentes para la zona en que se va instalar el sistema. Si estos datos no existen o son insuficientes, se deben estimar a partir de lugares con clima, latitud y temperaturas similares.

2. Consumo medio diario que va a tener el usuario.

3. Determinar la tensión de funcionamiento que se desea ( $V_n$ ). Los valores más corrientes oscilan entre 12 y 48 Volts, pero en cualquier caso, varían con las necesidades del usuario.

4. Calcular la carga media diaria del sistema en amperios-hora. Para ello hay que dividir el consumo medio diario de energía (expresado en Watts-hora) por la tensión nominal elegida en el paso anterior.

$$C = \text{Consumo medio diario (Wh)} / V_n$$

5. Calcular la media anual del número diario de horas equivalentes de sol nominal ( $H$ ).

Como una hora de sol nominal da lugar a una energía anual de 365 Kwh/m<sup>2</sup>, bastará dividir la radiación anual del lugar por 365 para obtener  $H$ .

$$H = \text{Radiación total anual} / 365$$

Si el dato de radiación disponible es respecto a la superficie horizontal, habrá que multiplicar por un factor 1.1 ó 1.2 para pasar este valor al correspondiente a superficie inclinada, que será la posición en la que normalmente se colocará el panel.

6. Calcular la capacidad necesaria del panel en amperios como cociente entre los resultados anteriores.

$$I_0 = C / H$$

7. Aplicar al anterior resultado un factor de seguridad que tenga en cuenta la pérdida de eficiencia del panel por suciedad, envejecimiento y las pérdidas en la batería. Su valor típico es 1.2.

$$I = I_0 \times (1.2)$$

8. Calcular cuál es el número de módulos. Para ello es necesario calcular el número de paneles en serie y en paralelo.

$$\text{No. de paneles en serie} = V_n / V_{\text{NCM}}$$

$$\text{No. de paneles en paralelo} = I / I_{\text{NCM}}$$

$$\text{No. total de módulos} = \text{No. de paneles en serie} \times \text{No. de paneles en paralelo}$$

donde:

$V_{\text{NCM}}$  Tensión nominal de cada módulo.

$I_{\text{NCM}}$  Corriente nominal de cada módulo.

9. Elección del ángulo de inclinación. El ángulo óptimo para captar la mayor cantidad de energía a lo largo del año coincide con la latitud del lugar, pero normalmente se suele tomar un ángulo mayor en beneficio de una mayor captación durante el invierno, cuando la luminosidad disminuye, a costa de una peor captación en verano, cuando hay una mayor cantidad de luz. El ángulo de inclinación suele estar entre  $10^\circ$  y  $20^\circ$  mayor que la latitud del lugar.

10. Determinar el tamaño de la batería, que se hará basándose en el número máximo de días con climatología adversa que se esperan, y que son función de la latitud y del número diario de horas equivalentes de sol nominal, H.

Este método es más completo que el anterior, pero sigue careciendo de rigurosidad con respecto al cálculo de baterías y no tiene en cuenta todas las características de la instalación a la que

va a alimentar

El método de cálculo que a continuación mostraremos es un desarrollo de combinar los dos métodos anteriores, añadiendo coeficientes correctores que diferencian los tipos de baterías a utilizar y además tiene en cuenta datos correctores que diferencian entre irradiación sobre superficie horizontal e inclinada:

1. Definir los objetivos de la instalación dando la opción de que en un futuro crezca la instalación. En este punto se tiene que definir la potencia en vatios de cada aparato de consumo y estimar el número medio de horas de funcionamiento de cada uno en el día medio del mes más desfavorable.

2. Calcular en w.h el consumo diario de energía requerida ( $E_T$ ) en el mes más desfavorable.

3. Elegir el número de días de autonomía (dicho número debe ser asignado por el proyectista de acuerdo con las características climatológicas de la zona; durante este período los paneles no recogen energía y todo el consumo se hace de la reserva de la batería) y averiguar la profundidad de descarga máxima  $P_d$  admitida para la batería (normalmente 0.8 para las de níquel-cadmio o para las de Pb-Sb y 0.4 para las baterías de Pb-Ca). Determinar también el valor de autonomía diaria si se tienen datos suficientes.

4. Calcular la energía  $E$  que equivaldrá a la energía, que se necesita diariamente teniendo en cuenta las diferentes pérdidas que existen.

$$E = E_T / R$$

donde  $R$  es un factor global de rendimiento de la instalación, que vale:

$$R = 1 - [(1 - k_b - k_c - k_v) k_a N / P_d] - k_b - k_c - k_v$$

siendo:

$k_b$  Coeficiente de pérdidas por rendimiento en el acumulador y el valor más usual es 0.05.

$k_a$  Coeficiente de autodescarga.

$k_a = 0.002 \text{ día}^{-1}$  para baterías de baja autodescarga, como las de Ni-Cd o Pb-Ca.

$k_a = 0.005 \text{ día}^{-1}$  para baterías estacionarias de Pb.

$k_a = 0.012 \text{ día}^{-1}$  para el resto de las baterías de alta autodescarga, incluidas las de arranque utilizadas en autos

$K_c$  Coeficiente de pérdidas en el convertidor, si existe y afecta la red de consumo.

$K_c = 0$  si no existe convertidor, o si el rendimiento de éste ya se ha tenido en cuenta al calcular la potencia real consumida por los aparatos a los que afecte.

$k_c = 0.2$  cuando existe un convertidor senoidal que afecta a todo el circuito de consumo.

$k_c = 0.1$  cuando el convertidor es de onda cuadrada.

$k_v$  Coeficiente que agrupa otras pérdidas.

$k_v = 0.15$  si las potencias de partida utilizadas en el aparato 1 son las teóricas de cada aparato.

$k_v = 0.1$  caso general, si no se dispone de información en detalle de los rendimientos.

$K_v = 0.05$  si las potencias de partida son las realmente consumidas por cada aparato, habiendo tenido ya en cuenta sus pérdidas.

5. Capacidad útil  $C_u$  que debe tener la batería, que será igual a la energía total  $E$  que es preciso producir diariamente multiplicada por el número  $N$  de días de autonomía, ya que la batería debe ser capaz de acumular toda la energía necesaria para dicho periodo.

$$C = E.N$$

6. Capacidad nominal  $C$  será igual al cociente entre  $C_u$  y la profundidad máxima de descarga admisible  $P_d$ .

$$C = C_u / P_d$$

7. Buscar la energía  $H$  para el mes más desfavorable y la localidad en cuestión, es decir, desde el amanecer hasta que se pone el sol, la intensidad que recibe el panel fotovoltaico horizontal varía continuamente. En un típico día claro crece por la mañana, alcanza su máximo al mediodía y decrece por la tarde. Sumando toda la energía recibida a lo largo del día, se obtendría el valor  $H$ .

8. Hallar el número de horas sol pico, es decir, horas de sol a una intensidad de 1000 w/m<sup>2</sup>

$$H.S.P. = 0.2778 KH$$

donde  $k$  es el coeficiente de corrección<sup>(1)</sup> por inclinación de los paneles (  $15^\circ$  más que la latitud para instalaciones que deben funcionar para todo el año).

9. Si los paneles son bifaciales y se montan con un fondo reflectante apropiado, multiplicar el número de H.S.P por el factor 1.2.

10. La potencia  $E_p$  que deben producir los paneles es mayor que  $E$ , debido principalmente a las pérdidas por usar regulador. En las épocas del año más desfavorables las baterías se encuentran en estado de máxima carga durante buena parte del día, por lo tanto, la energía sobrante que podrían teóricamente producir los paneles sería disipada en el regulador. Sin embargo, como el periodo que nos interesa a efectos de dimensionado es el más desfavorable (invierno) en el que el estado de carga máxima se alcanzará pocas veces, el regulador no desaprovechará mucha energía y puede ser aceptable tomar un rendimiento del 90%.

$$\text{Por tanto: } E_p = E / 0.9$$

(1) APENDICE 4. Datos estadísticos de Oaxaca.

11. Calcular el número de paneles necesarios de potencia nominal P.

$$\text{No. de paneles} = E_p / 0.9 P \text{ (H.S.P.)}$$

3.2 DIMENSIONADO PARA LA ELECTRIFICACION DE UNA VIVIENDA RURAL UNIFAMILIAR HABITADA EN FORMA PERMANENTE.

DATOS DE IDENTIFICACION.

Ubicación: Región Sierra Sur

Distrito: Miahuatlán

Municipio: San Francisco Logueche

No. de usuarios: 5 personas.

Meses de utilización al año: 12 meses

Días de utilización a la semana: 7 días.

Período de utilización máximo: Invierno.

Período de utilización mínimo: Verano.

OBSERVACIONES: Tipo de instalación fotovoltaica.

No es imprescindible un convertidor de corriente alterna.

Equipo de consumo:

EQUIPO	CONSUMO (W)
2 RECAMARAS	9 W
1 COCINA	13 W
1 PATIO	13 W

METODO DE CALCULO.

1. APARATOS:

APARATOS	CONSUMO
PLANCHA	75 W
TV	32 W

2. CONSUMO MEDIO DIARIO.

LUGAR	CANT	EQUIPO	POT.	POT.(W)	TIEMPO	CONSUMO
RECAMARAS	2	LAMPARA	9 W	18 W	4 H	72 W.H
COCINA	1	LAMPARA	13 W	13 W	2 H	26 W.H
PATIO	1	LAMPARA	13 W	13 W	1 H	13 W.H
TV	1		32 W	32 W	4 H	128 W.H
TOTAL					85 W	239 W.H

3. Número de días de autonomía (N) en la ciudad de San Francisco Logueche, profundidad de descarga  $P_d$  admitida para el acumulador.

$$N=10$$

$$P_d = 0.8 \text{ (Niquel-Cadmio)}$$

4. Energía necesaria  $E_b$

$$E_b = 239 \text{ W.h}$$

$$K_b = 0.05$$

$$K_c = 0$$

$$K_v = 0.15$$

$$K_a = 0.002$$

$$R = 1 - ((1 - k_b - k_c - k_v) k_a \cdot N / P_d) - k_b - k_c - k_v$$

$$R = 1 - ((1 - 0.05 - 0 - 0.15) 0.002 (10) / 0.8) - 0.05 - 0 - 0.15 = 0.82$$

$$E = E_b / R = 239 / 0.82 = 291.46 \text{ w.h}$$

5. Calcular la capacidad útil de la batería Cu.

$$Cu = E.N = 291.46 (10) = 2914.63 \text{ w.h}$$

$$Cu = 2914.63 / 12 = 242.88 \text{ A.h}$$

6. Calcular la capacidad nominal de la batería C.

$$C = Cu / Pd = 242.88 / 0.8 = 303.60 \text{ A.h.}$$

Con baterías de 115 A.H ocuparemos 3

Con baterías de 100 A.H ocuparemos 3

7. Energía H para el mes más desfavorable.

$$H = 24.8 \text{ MJ / m}^2$$

8. Número de horas sol pico H.S.P.

$$K = 1.16$$

$$H.S.P. = 0.2778 \text{ KH} = 0.2778 (1.16) (24.8) = 8$$

9. Los paneles no son bifaciales.

10. Potencia Ep que deben producir los paneles.

$$Ep = E / 0.9 = 291.46 / 0.9 = 323.84 \text{ w.h}$$

11. Calcular el número de paneles necesarios No.

$$No = Ep / P (\text{H.S.P})$$

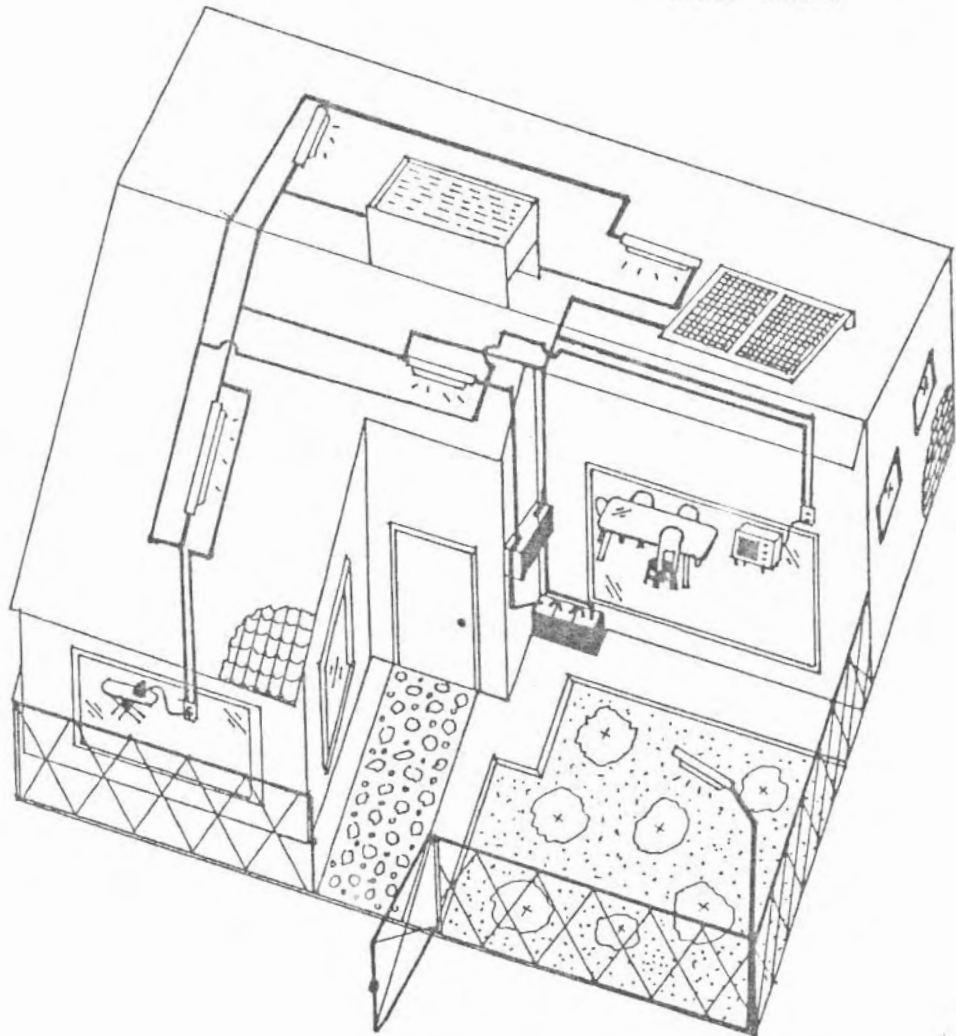
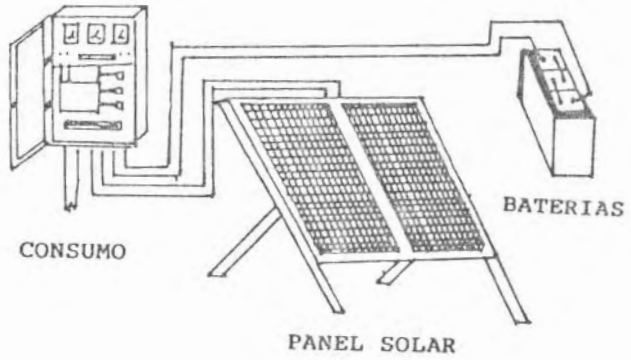
$$P = 30 \text{ W} \quad No = 323.84 / 30(8) = 1.34 = 1 \text{ PANEL}$$

$$P = 18 \text{ W} \quad No = 323.84 / 18(8) = 2.24 = 2 \text{ PANELES}$$

$$P = 10 \text{ W} \quad No = 323.84 / 10(8) = 4.04 = 4 \text{ PANELES}$$



UNIDAD DE CONTROL



DATOS DE SAN FRANCISCO LOGUECHE

Altitud: 1840

Latitud: 16.21°

Días de autonomía recomendados: 12(máximo), 10(normal) y 7(minimo).

Energía en MJ que incide sobre 1 metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes:

ESTADO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
OAXACA	26.7	30.7	30.7	31.4	31.7	26.8	30.3	30.3	26.6	23.1	27.5	24.8

2

Intensidad media útil, en w/m<sup>2</sup> sobre horizontal en un día medio de cada mes de San Francisco Logueche:

EDO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
OAX	733.5	833	833	853.4	861.9	743.75	821.1	823.6	731.85	714.85	754.8	684.25

PRESUPUESTO.

EQUIPO	CANT	P/UNIT \$	COSTO
MODULO FOTOVOLTAICO (18W)	2	261.00	522.00
OBRA DE ALBAÑILERIA		100.00	100.00
CABLEADO	60m	1.42	85.20
REGULADOR	1	100.80	100.80
BATERIA (100 A.H)	3	46.00	138.00
LUMINARIAS (9 W)	3	27.65	82.95
LUMINARIAS (13 W)	2	26.13	52.26
PEQUEÑO MATERIAL		10.00	10.00
MANO DE OBRA		500.00	500.00
IVA		50.00	50.00
		TOTAL=	1641.21

## MONTAJE.

### 1. CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA.

La estructura se colocará en el techo de la casa y será de cemento. El ángulo de inclinación que tiene la casa es de  $25^\circ$ , entonces la inclinación de los paneles será de  $16.21^\circ$  para que coincida con la latitud del lugar, más  $15^\circ$  de inclinación que debe tener un panel, entonces nos dará una inclinación total de  $31.21^\circ$ . Éste será colocado mirando hacia el sur, esto es para que incida sobre él la máxima intensidad de energía solar a lo largo del día.

Debe existir un 100% de seguridad de la estructura porque de ello depende la seguridad de los paneles; muchas veces existen ráfagas de viento que pueden volcar los paneles y esto provocaría una gran pérdida económica.

La estructura debe quedar montada en un lugar de manera que no le de sombra de algún objeto o medio que se encuentre cerca.

Otro aspecto importante es el sellado de los tornillos y los amarres sobre las cubiertas, para evitar las filtraciones de agua.

### 2. CONEXIONADO DE LOS PANELES.

El cableado de los paneles y el de las conexiones se realizarán con materiales de alta calidad, de forma que nos asegure la durabilidad y fiabilidad del sistema en intemperie.

### 3. MONTAJE DE LAS BATERIAS.

Las baterías se colocarán en un lugar donde se protejan de la intemperie.

El rendimiento de las baterías depende mucho de la temperatura ambiente. La capacidad de la batería se reduce notablemente al disminuir la temperatura ambiente, mientras la vida útil se reduce al subir la temperatura.

Las baterías se colocaron en un cuarto que se encuentra precisamente abajo de donde se colocaron los paneles, esto se hará con el fin de que estén más cerca, para minimizar la caída de tensión en los conductores y reducir el costo del cable de unión.

Debe existir una seguridad de que el lugar donde se coloquen las baterías sea seco y ventilado para evitar la acumulación de hidrógeno y oxígeno que desprenden las baterías.

#### CONEXIONADO DE LAS BATERIAS.

El conexionado de las baterías se realizará en serie para obtener el amperaje requerido. Las baterías son del mismo tipo para evitar riesgos.

#### 4. MONTAJE DE EQUIPO DE REGULACIÓN.

Sólo se ocupará un regulador de 30 amperios.

Los equipos y el cuadro eléctrico se situarán cerca de las baterías, de preferencia en el mismo lugar.

Los enchufes y toma de corriente tendrán especificados los polos positivo y negativo para que no existan confusiones.

Es muy importante la colocación del regulador para que exista una adecuada refrigeración.

## 5. CABLEADO.

Es importante que el cableado que vaya encontrarse exteriormente sea cubierto por una capa de material aislante de altas características contra la intemperie, se instalen bajo un tubo metálico.

Es necesario cuidar los sistemas de paso de los cables por muros y techos, para evitar la entrada de agua o humedad.

Deben ser perfectas las conexiones y las terminales.

## 6. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACION.

Una vez terminado el montaje se llevarán a cabo una serie de pruebas, esto con el fin de que la instalación no tenga ningún fallo, a saber:

- Comprobar que con el circuito abierto (antes de conectar la batería) la tensión en las bornas de la batería de paneles se aproxime a la provista.

- Comprobar que la batería se encuentre en plena carga, y que la tensión y densidad en los elementos es la correcta.

- Comprobar que a las horas centrales del día y con la batería conectada, circula la intensidad aproximada prevista por el circuito de paneles-batería.

- Comprobar que el regulador actúa normalmente sin realizar operaciones descontroladas.

- Comprobar que accionando los aparatos entren en su funcionamiento correcto.

## 7. ENTREGA DE LA INSTALACION.

Una vez que se realizaron las pruebas anteriores, se procederá a hacer la entrega de la instalación.

Aunado a esto se le entregarán al usuario una serie de datos de mantenimiento que le serán de utilidad para el uso de su instalación.

### 3.3 DIMENSIONADO PARA EL BOMBEO DE AGUA EN UN POZO CON PROFUNDIDAD DE 20 METROS.

#### DATOS DE IDENTIFICACION.

Ubicación: Región Mixteca.

Distrito: Teposcolúla.

Municipio: Villa de Tamazulapan del Progreso.

Siembra de maíz.

Superficie del terreno: 1 hectárea.

Profundidad del pozo: 20 metros.

Sistema de riego: Método de inundación.

Frecuencia de riego: cada 15 días.

Meses de utilización al año: 8 meses.

Depósito de agua elevado a una altura de 5 metros, con la capacidad para un solo riego y un volumen de 5x4x5.

El terreno se riega al día con 100 metros cúbicos = 100,000 litros

Período de utilización máximo: Invierno y tiempo de sequía.

Período de utilización mínimo: Verano.

Gasto promedio diario: 6667 litros por día en 10 horas.

Tensión de trabajo: 12 volts.

Funcionamiento de la bomba durante 10 horas diarias, de lunes a viernes.

OBSERVACIONES: Tipo de instalación fotovoltaica.

No es imprescindible un convertidor de corriente alterna.

#### METODO DE CALCULO.

##### 1. APARATOS:

APARATOS	CONSUMO
BOMBA	3.88 A

##### 2. CONSUMO MEDIO DIARIO.

$$E_b = 12 \times 3.88 \times 10 = 465.6 \text{ w.h.}$$

3. Número de días de autonomía (N) en la localidad de Villa de Tamazulapan del Progreso, profundidad de descarga  $P_d$  admitida para el acumulador.

$$N=10$$

$$P_d = 0.8 \text{ (Niquel-Cadmio)}$$

##### 4. Energía necesaria $E_b$

$$E_b = 465.6 \text{ W.h}$$

$$K_b = 0.05$$

$$K_c = 0$$

$$K_v = 0.15$$

$$K_a = 0.002$$

$$R = 1 - ((1 - k_b - k_c - k_v) k_a \cdot N / P_d) - k_b - k_c - k_v$$

$$R = 1 - ((1 - 0.05 - 0 - 0.15) 0.002 (10) / 0.8) - 0.05 - 0 - 0.15 = 0.82$$

$$E = E_b / R = 465.6 / 0.82 = 567.80 \text{ w.h}$$

5. Calcular la capacidad útil de la batería  $C_u$ .

$$C_u = E \cdot N = 567.80 (10) = 5678.04$$

$$C_u = 5678.04 / 12 = 473.17 \text{ A.h}$$

6. Calcular la capacidad nominal de la batería.

$$C = C_u / P_d = 473.17 / 0.8 = 591.46 \text{ A.h.}$$

Con baterías de 115 A.H ocuparemos 5

Con baterías de 100 A.H ocuparemos 6

7. Energía H para el mes más desfavorable.

$$H = 24.8 \text{ MJ / m}^2$$

8. Número de horas sol pico H.S.P.

$$K = 1.17$$

$$\text{H.S.P.} = 0.2778 \text{ KH} = 0.2778 (1.17) (24.8) = 8.06$$

9. Los paneles no son bifaciales.

10. Potencia  $E_p$  que deben producir los paneles.

$$E_p = E / 0.9 = 567.80 / 0.9 = 630.88 \text{ w.h}$$

11. Calcular el número de paneles necesarios  $N_o$ .

$$N_o = E_p / P \text{ (H.S.P)}$$

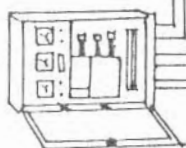
$$P = 30 \text{ W} \quad N_o = 630.80 / 30(8.06) = 2.6 = 3 \text{ PANELES}$$

$$P = 18 \text{ W} \quad N_o = 630.80 / 18(8.06) = 4.34 = 4 \text{ PANELES}$$

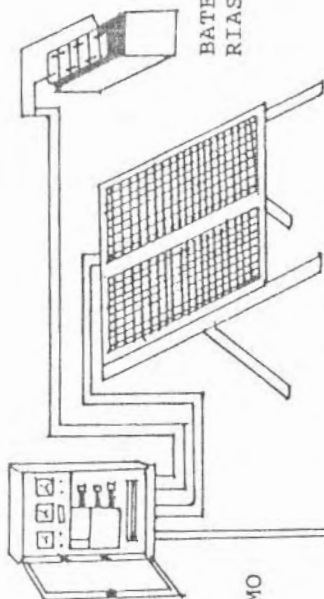
$$P = 10 \text{ W} \quad N_o = 630.80 / 10(8.06) = 7.82 = 8 \text{ PANELES}$$



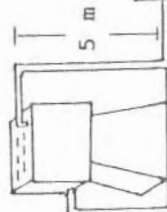
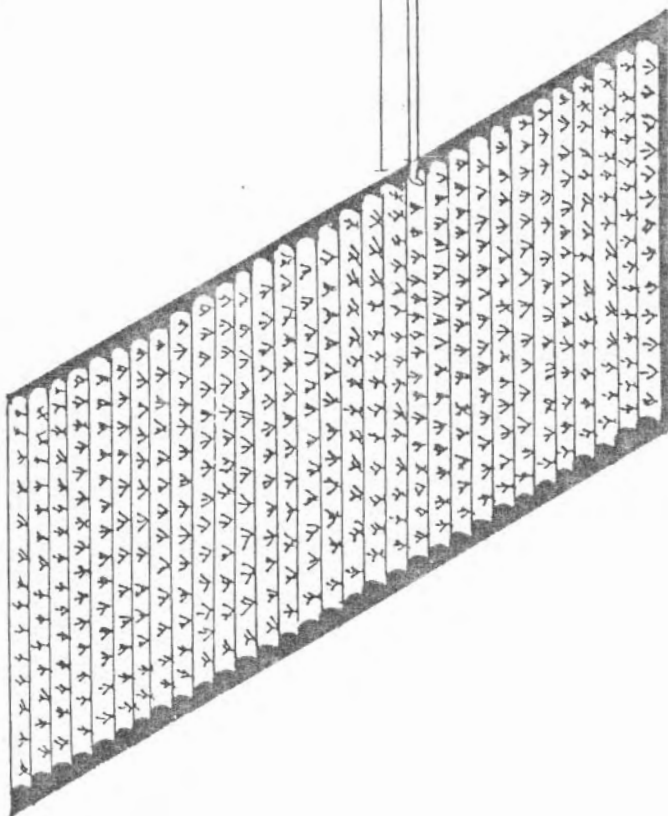
UNIDAD DE CONTROL



CONSUMO

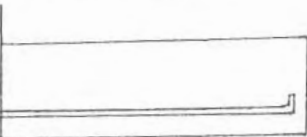


PANEL SOLAR



5 m

20 m



20 m

DATOS DE VILLA DE TAMAZULAPAN DEL PROGRESO.

Latitud: 17.40°

Días de autonomía recomendados: 12(máximo), 10(normal) y 7(minimo).

Energía en MJ que incide sobre 1 metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes:

EDO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
OAX	26.7	30.7	30.7	31.4	31.7	26.8	30.3	30.3	26.6	23.1	27.5	24.8

2

Intensidad media útil en w/m<sup>2</sup> sobre horizontal en un día medio de cada mes:

EDO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
OAX	733.5	833	833	853.4	861.9	743.75	821.1	823.6	731.85	714.85	754.8	684.25

PRESUPUESTO.

EQUIPO	CANT	P/UNIT \$	COSTO
MODULO FOTOVOLTAICO (40W)	2	409.50	819.00
OBRA DE ALBAÑILERIA		100.00	100.00
CABLEADO	100m	1.42	142.00
REGULADOR	1	100.80	100.80
BOMBA SUMERGIBLE	1	600.00	600.00
BATERIA (100 A.H)	6	46.00	276.00
PEQUEÑO MATERIAL		10.00	10.00
MANO DE OBRA		500.00	500.00
IVA		50.00	50.00
		TOTAL=	2597.80

## MONTAJE.

### 1. CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA.

La estructura será de vigas de hierro y se colocarán a unos 6 metros de distancia del pozo, tendrán una inclinación de  $32.40^\circ$  ( $17.40^\circ$  de la latitud del lugar más  $15^\circ$  de inclinación que debe tener un panel) mirando hacia el sur para que reciba la máxima intensidad de energía solar.

### 2. CONEXIONADO DE LOS PANELES.

El cableado se llevará a cabo con material de alta calidad para que no se deterioren tan fácilmente con los cambios de clima.

### 3. MONTAJE DE LAS BATERIAS.

Las baterías serán colocadas en una pequeña bodega de manera que no les afecte el medio ambiente y así su duración será más grande.

### 4. MONTAJE DEL EQUIPO DE REGULACION.

Se utilizara un regulador de 30 amperios.

### 5. CABLEADO.

El cableado que se extenderá será en forma interna hasta el pozo, donde se encuentra la bomba que se va alimentar, esto para evitar que con el paso del tiempo y el medio ambiente lo deteriore rápidamente.

### 6. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACION.

Una vez que estén bien colocados todos los elementos en la instalación, se procederá hacer pequeñas pruebas para ver que el sistema este funcionando correctamente y entregarlo al usuario, especificándole el mantenimiento que él le puede dar a los paneles, baterías y demás elementos.

### 3.4 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN,

La empresa le prestará un servicio de mantenimiento según la periodicidad especificada por el fabricante de los elementos que conforman la instalación.

Los servicios a prestar son los siguientes:

a) Mantenimiento de la batería de los paneles:

- Limpieza periódica del panel.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas y de la estanquidad del panel.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y el cableado.
- Control de las características eléctricas del panel.

b) Mantenimiento del sistema de regulación y control.

- Observación visual general del estado y funcionamiento del regulador.
- Comprobación del conexionado y cableado de los componentes.
- Comprobación del tarado de la tensión de ajuste del regulador a la temperatura ambiente.
- Registro de los amperímetros-hora generados y consumidos en la instalación.
- Observación de las medidas instantáneas del voltímetro y amperímetro en las instalaciones que disponen de estos medidores.

c) Mantenimiento de los acumuladores.

- Mantenimiento del nivel del electrolito.
- Comprobación y limpieza de los terminales.
- Comprobación de la tensión sin carga de los elementos del acumulador.
- Medida de la densidad del electrolito.
- Comprobación de la utilización del acumulador.

d) Localización y reparación de averías.

## CONCLUSIONES.

El método de cálculo que se proporciona en este capítulo se ha obtenido de conjugar el método de Censolar y el método de J. Eguren, A. Sanz y M. Tapia, los cuales no toman en cuenta las características de las baterías y los datos de la instalación a la que se va alimentar. El método utilizado ha resultado ser muy eficiente y preciso, ya que se han tenido grandes mejoras en cuanto a la especificación de los elementos que se utilizarán en la instalación y también en el aspecto económico.

Con la ayuda del método proporcionado en este capítulo se ha hecho el cálculo del dimensionado para dos aplicaciones que se han realizado en base a los estudios en cuanto a electrificación y agua del estado de Oaxaca y son los siguientes:

1. Electrificación de una vivienda rural unifamiliar habitada en forma permanente en la población de San Francisco Logueche de la región de la Sierra sur, siendo esta una de las regiones que carecen más de la electricidad según los datos proporcionados por Inegi.

2. Sistema de bombeo de agua para riego de maíz en la zona de la Villa de Tamazulapan del Progreso correspondiente a la región de la Mixteca; esta zona posee una serie de acuíferos que se pueden aprovechar para satisfacer necesidades de riego y domésticas.

Todos los sistemas fotovoltaicos deben contar con un período de mantenimiento regular para que no se deterioren los elementos del sistema y su ciclo de vida sea más grande.

Los sistemas fotovoltaicos nos permiten obtener energía eléctrica a un costo muy por debajo de como la adquirimos hoy en día, además nos asegura una permanencia constante de la energía y los elementos que conforman el sistema fotovoltaico tienen un ciclo de vida de 15 a 20 años. Oaxaca es uno de los estados que cumple con los requisitos para poder poner en marcha sistemas fotovoltaicos, debido a su alta irradiación solar, esto ayudaría a aumentar el desarrollo del estado y proporcionaría los servicios de electrificación y abastecimiento de agua para todos los usos.

# APENDICE 1.

## PROCESO DE FABRICACION DE UNA CELDA SOLAR.

Una celda solar es una unidad formada por material semiconductor, su tamaño depende del proceso de fabricación y su forma puede ser circular, cuadrada, o derivada de estas dos geometrías.

El tipo de celda más común es formada por silicio monocristalino.

En el proceso de fabricación de una celda antes que nada se hace la obtención del silicio a partir de arenas de cuarzo que consiste en la transformación del silicio a la fase líquida (triclorosilano) para permitir su destilación hasta obtener el grado de pureza deseado. Posteriormente el triclorosilano-vapor se hace reaccionar con hidrógeno para obtener silicio de grado semiconductor.

El silicio obtenido forma guijarros y estructura policristalina, suele ser llamada silicio policristalino o polisilicio.

El silicio grado semiconductor tiene un grado de pureza superior al que requieren muchas celdas solares.

En la figura 1 se muestra el proceso de obtención del silicio puro de grado semiconductor.

La mayoría de los procedimientos de cristalización del silicio se basa en que el polisilicio es fundido a unos 1400 °C, una semilla convenientemente refrigerada sirve para iniciar la cristalización, a medida que esta es extraída el silicio se va solidificando en la interfase líquido-sólido, si la extracción es lo suficientemente lenta los átomos de silicio tienen tiempo de ordenarse según las posiciones de la red cristalina y resulta así un monocristal prolongación de la semilla. A veces la cristalinidad es comprometida a cambio de velocidad de crecimiento o de sencillez del proceso.



Fig. 1 Proceso de obtención del Silicio puro de grado semiconductor.

Fig. 2 Bloque de silicio, la materia prima de la mayor parte de las celdas fotovoltaicas.

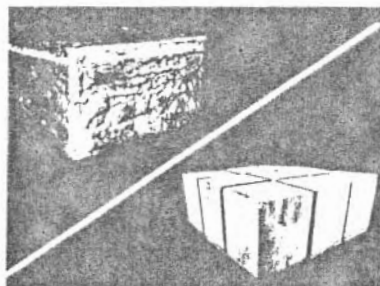
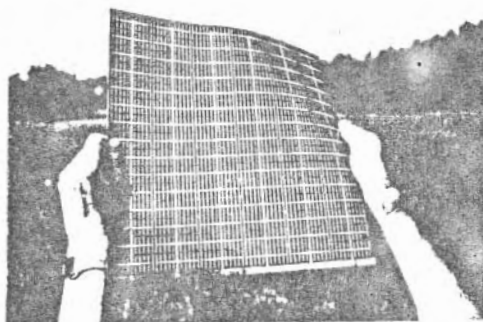


Fig. 3 Panel fotovoltaico flexible, ideal para equipos portátiles.





## METODO CZOCHRALSKI (CZ).

A continuación describiremos el proceso de fabricación más utilizado de celdas solares.

El método Czochralski produce silicio monocristalino de calidad suficiente para la mayoría de los dispositivos electrónicos. El silicio se funde en un crisol con una pequeña proporción de boro hasta formar una masa a  $1400^{\circ}\text{C}$ . El crisol es una fuente de contaminantes, fundamentalmente  $\text{O}_2$  y  $\text{C}$ . Cada crisol se utiliza solo una vez. Uno de los desarrollos más recientes del método CZ consiste en la utilización de campos magnéticos que confinan el silicio fundido y minimizan su interacción con el crisol.

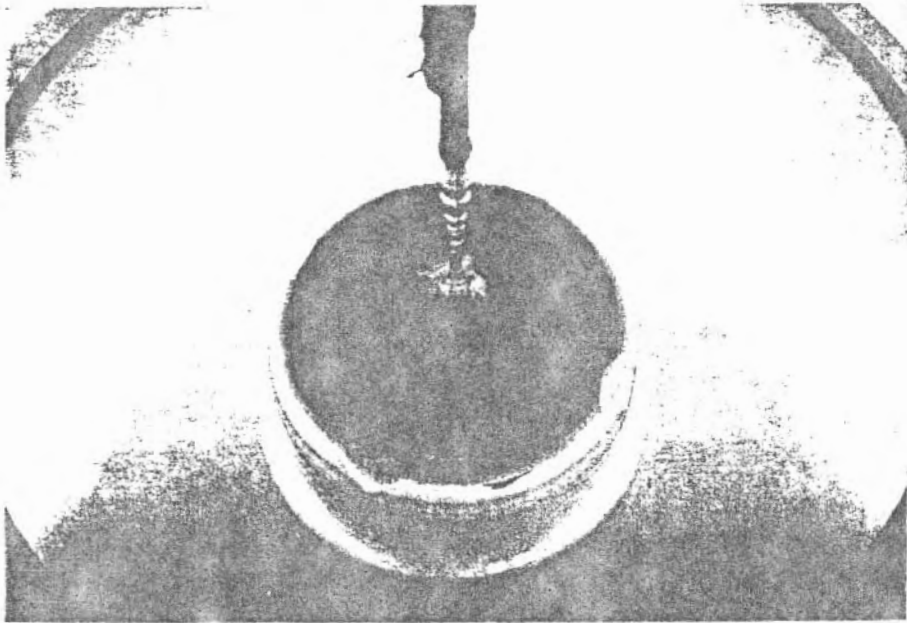


Fig. 4 Formación del monocristal por el método Cz.

Una vez que todo el material se encuentra en estado líquido, se introduce en el seno mismo de una varilla en cuyo extremo hay un "cristal germen" de silicio sobre el cual se van disponiendo lentamente nuevos átomos del material procedentes del líquido, que queden perfectamente ordenados siguiendo la estructura del cristal.

Se obtiene así un monocristal cilíndrico de suficiente tamaño, el cual una vez enfriado, se corta en finas obleas circulares (o cuadradas si previamente el cilindro se ha cortado convirtiéndolo en un paralelepípedo rectangular) de unas 3 décimas de milímetro de grosor, que son tratadas químicamente en su superficie.

Estas obleas constituyen el producto semielaborado que a veces se exporta para que las factorías de diversos países completen el proceso de la creación de la celda. Dicho proceso consiste esencialmente en la creación de la unión P-N, introduciendo la oblea de silicio dopado con boro en hornos especiales, dentro de las cuales se difunden átomos de fósforo que se depositan sobre una cara, alcanzando estos una cierta profundidad bajo la superficie de la oblea.

Se completa esta fase del proceso mediante un tratamiento antireflectante, que puede consistir en la formación de minúsculas estructuras piramidales sobre la superficie que va a recibir la radiación, para que el rayo reflejado tenga más posibilidades de volver a incidir antes de perderse definitivamente.

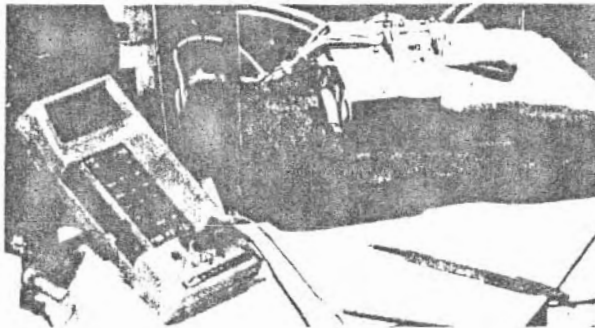
Por último, se entra en el proceso de proveer a la célula de contactos eléctricos adecuados, a fin de que los electrones encuentren un camino fácil para salir y entrar de la misma. Esto se consigue depositando por métodos electroquímicos de evaporación al vacío, o serigráficos, una red o rejilla constituida por una aleación buena conductora, que adopta una geometría especialmente estudiada para conseguir una óptima recolección de electrones sin cubrir a la vez demasiada superficie útil de la celda.

Después de pasar de una serie de controles de calidad, la celda fotovoltaica está terminada y lista para ser utilizada, uniéndola con otras iguales para formar un panel.

Fig. 5 Proceso de serigrafado de las rejillas metálicas de una celda.



Fig. 6 Verificación final del comportamiento de una celda mediante un simulador solar.



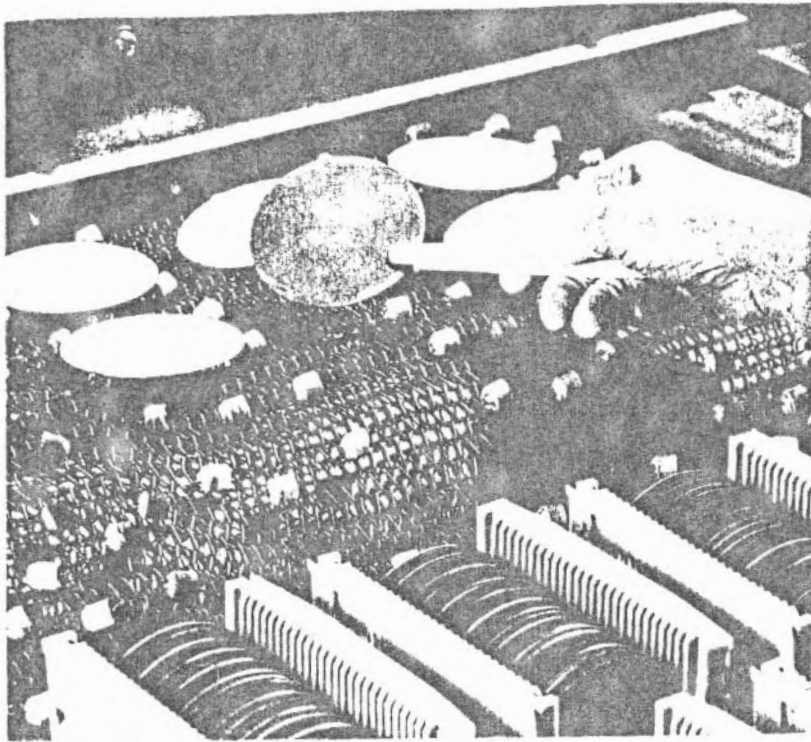


Fig. 7 Las obleas son cuidadosamente depositadas sobre una superficie móvil que penetra en el horno de difusión.

## FABRICACION DE MODULOS

A la fabricación de celdas sigue su medición en condiciones estándar y su clasificación. Esta es de suma importancia para minimizar las posibles pérdidas derivadas de asociar en serie o en paralelo celdas no idénticas. Para construir un módulo de unas 36 celdas, estas son interconectadas con cintas metálicas utilizando soldadura blanda o ultrasónica. A continuación son encapsuladas para protegerlas de los agentes atmosféricos y proporcionarles una rigidez estructural.

Los requisitos que deben cumplir los materiales encapsulantes son muy estrictos; la construcción de los módulos ha evolucionado en los últimos años hasta poder garantizar actualmente un tiempo de vida superior a 20 años. La sección transversal de un módulo típico consta de los siguientes elementos o capas:

1. LA CUBIERTA FRONTAL: que es un vidrio con bajo contenido en hierro para minimizar la absorción de la luz y aumentar la trascendencia.
2. EL ENCAPSULANTE: necesario para la laminación; se trata de un polímero transparente, aislante y termoplástico; suele ser EVA ( Etileno-Vinil-Acetato).
3. LAS CELDAS SOLARES y los conectores que las unen.
4. LA CUBIERTA POSTERIOR. de ordinario una película de Tedlar.

Todas estas capas son laminadas simultáneamente aplicando calor, vacío y presión. Además de las capas mencionadas se usan otras de imprimaciones para promover la adherencia entre las distintas capas.

## ENERGIA INVERTIDA EN LA FABRICACION DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Una componente importante del coste de los módulos es la energía primaria que se ha gastado para fabricarlos. La distribución del coste total entre las distintas fases del proceso de fabricación corresponde muy aproximadamente con la distribución energético total. Esta distribución es aproximadamente:

Fabricación de obleas	50%
Fabricación de celdas	25%
Fabricación de módulos	25%

El consumo de la primera fase es de 1180 Kwh/m<sup>2</sup>

El consumo de la segunda fase es de 690 kwh/m<sup>2</sup>  
El consumo de la tercera fase es de 620 Kwh/m<sup>2</sup>

Desde el punto de vista energético la racionalidad de la conversión fotovoltaica puede ser evaluada calculando el tiempo que tardan los módulos en restituir la energía invertida para fabricarlos. Este tiempo debe ser significativamente más corto que la vida de los módulos. Se define el tiempo de devolución de energía como el cociente entre la energía primaria implícita en los módulos y la energía generada por los mismos en condiciones de funcionamiento reales:

$$T_{\text{devolución}} = E_{\text{Prim}} / E_{\text{Gen}}$$

La energía generada puede estimarse a través de la eficiencia de conversión fotovoltaica y del número equivalente de horas de sol estándar al año. El resultado se divide por el factor 0.35, la eficiencia promedio de conversión de energía primaria en energía eléctrica utilizando tecnologías convencionales. En el caso peor, es decir, en las condiciones actuales, el tiempo de devolución de la energía es de 7 años, mientras que en la hipótesis de un volumen de producción es mayor y la eficiencia del 15.5% sería de unos 4 años.

## APENDICE 2.

### PRECIOS Y CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS UTILIZADOS EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

#### MODULOS FOTOVOLTAICOS.

MODELO	DESCRIPCION	CAP	V. NOM	P. USDlls
MSX-64	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	64 W	12/6 VCD	600.72
MSX-60	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	60 W	12/6 VCD	563.18
MSX-56	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	56 W	12/6 VCD	525.64
MSX-50	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	50 W	12/6 VCD	469.8
MSX-40	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	40 W	12/6 VCD	409.5
MSX-30	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	30 W	12/6 VCD	337.5
MSX-18	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	18 W	12 VCD	261
MSX-10	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	10 W	12 VCD	157.5
MSX-10	Mód. Fotov. de silicio amorfo	10 W	12 VCD	157.5
SA-5	Mód. Fotov. de silicio amorfo	5 W	12 VCD	78.68
SA-2	Mód. Fotov. de silicio amorfo	2 W	12 VCD	65.23
MSX-83	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	83 W	12/6 VCD	779.07
MSX-77	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	77 W	12/6 VCD	722.75
VLX-53	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	53 W	12/6 VCD	490
VLX-32	Mód. Fotov. de silicio semicristalino	32 W	12/6 VCD	360
M-55	Mód. Fotov. de silicio monocristalino	53 W		249
M-75	Mód. Fotov. de silicio monocristalino	48 W		229.33
M-40	Mód. Fotov. de silicio monocristalino	40 W		200.50
M-10	Mód. Fotov. de silicio monocristalino	10 W		88
M-5	Mód. Fotov. de silicio monocristalino	5 W		56
PC-4JF	Mód. Fotov. de silicio monocristalino	75 W		316.85
PC-2JF	Mód. Fotov. de silicio monocristalino	35 W		175.50
PC-1JF	Mód. Fotov. de silicio monocristalino	17 W		110.33
MSX-77	Mód. Fotov. de silicio policristalino	77 W		333.85
K-51	Mód. Fotov. de silicio policristalino	51 W		251.2
K-34	Mód. Fotov. de silicio policristalino	34 W		180.35
MSX-18	Mód. Fotov. de silicio policristalino	18 W		130.2
VLX-53	Mód. Fotov. de silicio policristalino	53 W		224.5

## CARACTERISTICAS DE LOS MODULOS FOTOVOLTAICOS.

Los módulos solares fotovoltaicos representan la más avanzada tecnología de fabricación de generadores eléctricos solares.

Las celdas solares empleadas son de silicio cristalino, están protegidas del polvo, humedad e impactos por una cubierta de vidrio templado antirreflejante con bajo contenido de hierro y laminadas entre hojas de polímeros de alta duración, resistentes a los rayos ultravioleta y a la humedad. Las celdas son interconectadas formando un circuito redundante asegurando la efectiva conexión de las celdas.

Las cajas de conexión en la parte posterior son herméticamente selladas al medio ambiente, con autosujeción de la tapa. Cada caja contiene o puede instalarse un diodo de paso para reducir la pérdida de potencia por sombreado total o parcial.

Para el montaje y protección de módulos se utiliza un marco de aluminio anodizado y sellado, con 4 puntos de sujeción.

## VENTAJAS DE LOS MODULOS.

- \* Usar la luz del sol como fuente de energía.
- \* Operan silenciosamente.
- \* Fáciles de instalar.
- \* De construcción sólida y durable.
- \* Bajo o nulo de mantenimiento.
- \* Sin partes móviles que se desgasten.
- \* No contaminan el ambiente.
- \* Facilidad en la expansión del sistema.
- \* Operación fácil y confiable.
- \* Garantía de 10 años.
- \* Vida útil mayor de 20 años.



## MODULOS FOTOVOLTAICOS MONOCRISTALINOS.

### ESPECIFICACIONES ELECTRICAS.

MODELO	M-55	M-75	M-40	M-35	M-10
Potencia típica +10%	53 Wp	48Wp	40 Wp	37 Wp	10 Wp
Corriente a la carga	3.05 A	3.02 A	2.55 A	2.56 A	0.61 A
Voltaje a la carga	17.4 V	15.9 V	15.7 V	14.5 V	16.3 V
Corriente corto cto.	3.35 A	3.35 A	3.0 A	3.0 A	0.71 A
Voltaje circ. abierto	21.7 V	19.8 V	19.5 V	18.0 V	19.9 V

### ESPECIFICACIONES FISICAS.

MODELO	M-55	M-75	M-40	M-35	M-10
Longitud	1293cm	1219cm	1219cm	1083cm	360 cm
Ancho	330 cm	330 cm	330 cm	330 cm	330 cm
Espesor	3.6 cm	3.6 cm	3.6 cm	3.6 cm	3.6 cm
Peso	57 kg	52 kg	48 kg	48 kg	18 kg
Comentarios				Autorregulable	

## MODULOS FOTOVOLTAICOS POLICRISTALINOS.

### ESPECIFICACIONES ELECTRICAS.

MODELO	K-51	K-45	K-34
Potencia típica +10%	51 WP	45.3 Wp	33.9 Wp
Corriente a la carga	3.02 A	3.02 A	2.26 A
Voltaje a la carga	16.9 V	15.0 V	15.0 V
Corriente corto cto.	3.25 A	3.25 A	2.44 A
Voltaje circ. abierto	21.2 V	18.9 V	18.9 V

## ESPECIFICACIONES FISICAS

MODELO	M-55	M-75	M-40
Longitud	98.5cm	88.0cm	68.0cm
Ancho	44.5 cm	44.5 cm	44.5 cm
Espesor	36 cm	36 cm	36 cm
Peso	5.9 kg	5.3 kg	4.0 kg
Comentarios		Autorregulable	Autorregulable

## REGULADORES O CONTROLADORES DE CARGA.

MODELO	Descripcion	CAP	V. NOM	P. USDlls
PLC-1	Controlador de carga con LVD integrado	16(20)A	12VCD	126
PLC-1P	Ctrl. de car. con LVD y sensor	16(20)A	12VCD	126
PLC-1T	Ctrl. de car. con LVD, sensor y timer	16(20)A	12VCD	144
SCID-12/10	Switch foto-censor con desconexion en LVD	10 A	12VCD	72
ASC-12/16	Controlador de recarga	16 A	12VCD	89
CTI-30LVD	Controlador de carga con LVD integrado	30 A	12/24VCD	100.8
CTI-30TM	Ctrl. de car. con LVD, sensor y timer	30 A	12/24VCD	135
SCIT-12/30	Controlador con timer	30 A	12VCD	249.3
CTI-20	Ctrl. de recarga con display	20 A	12VCD	75.6
CTI-4890	Controlador de recarga	90 A	48VCD	511.2
CTI-4890	Ctrl. de carga con LVD integrado	90 A	48VCD	614.7
CTI-2490	Controlador de recarga	90 A	24VCD	495
CTI-2490	Ctrl. de carga con LVD integrado	90 A	24VCD	594
CTI-20LVD	Ctrl. de car. con LVD int. con display y edo.	20 A	12VCD	96.3
PBCX 12/6	Protector para baterías con accesorios		12/6VCD	17.6
CMCX	Ctrl. CMCX 12/15/20F con accs.			49
CCX	Ctrl. CCX 24/15/20F con accs.			73.6
CCX 12	Ctrl. CCX 12,24,48/30/30F con accs.			98
CCX 12	Ctrl CCX 12,24,48/50/30F c/LPU y accs.			623.5
CCX	Ctrl. CCX 12,24,48/50-50F c/LPU y accs.			950.4
TCX 7/12	Temporizador mod. TCX 7/12			42
	Accs. para ctrl (terminales, pijas y taquetes)			2

## ILUMINACION

MODELO	DESCRIPCION	CAP.	V.NOM.	P. USDlls
P3610H	Poste arbotante para alumbrado público	36 W	12 VCD	2,534.00
LUXPL-36D	Luminaria centinela con lamp. PL-36DC	36 W	12 VCD	153
LUXPL-24D	Luminaria centinela con lamp. PL-24DC	24 W	12 VCD	144
LUXPL-13	Luminaria centinela con dos lamps. PL-13DC	26 W	12 VCD	162
LUXPL-13	Luminaria centinela con lamp. PL-13DC	13 W	12 VCD	85.5
SL*18	Lamp. Fluorescente electr. de 18W,120VCA	18 W	120VCA	20
SL*18R40	Lamp. Fluorescente con reflec. 18W,120VCA	18 W	120VCA	24
PL-13DC	Lamp. Fluorescente compacta 13W,12VCD	13 W	12 VCD	26.13
PL-9AC	Lamp. Fluorescente compacta 9W,120VCA	9 W	120VCA	10.05
LUX-20	Lamp. Fluorescente tubular 20W, 12 VCD	20 W	12 VCD	28
LUX-39	Lamp. Fluorescente tubular 39W,12VCD	39 W	12 VCD	30
LS150/36D	Carcaza con lamp. PL-36 y balastra electro.	36 W	12 VCD	222.84
SWITCH	Interruptor de pared de sobreponer	10A	120VCA	1.14
ESL-18	Lamp. Fluorescente electr. 18W, 120VCA	18 W	120VCA	18.9
LS150/24D	Carcaza con lamp. p/iluminación pública	24 W	12 VCD	222.84
PL-9DC	Lamp. Fluorescente compacta 9W, 12VCD	9 W	12 VCD	27.65
SL*17	Lamp. Fluorescente electro. 9W, 120VCA	17 W	120VCA	19.5
FCX-20	Lamp. Fluorescente	20 W		12.9
CL-9W	Lamp. "Africa", gabinete reflejante			16
CL-13W	Lamp. "Africa", gabinete reflejante			16.5
	Farol "San Miguel"	9 W		20.4
	Acces. p/lamp (10m de cable,apagador,etc)			4
	Balastra	20 W	12 V	7
	Balastra	9/13W	12 V	5
	Lamp. tipo reflector s/fotocelda	9 W		45
	Lamp. tipo reflector s/fotocelda	9 W		62
	Lamp. tipo reflector s/fotocelda	13 W		46
	Lamp. tipo reflector s/fotocelda	13 W		62
	Luz de destello 2010	10 W		112.5

## LAMPARAS FLUORESCENTES CON BALASTRA ELECTRONICA DE CORRIENTE DIRECTA

Las lámparas fluorescentes proporcionan iluminación interior de una manera eficiente y económica a partir de fuentes de voltaje de corriente directa, tales como baterías de tipo automotriz, de sistemas fotovoltaicos o generadores eólicos.

Los tubos fluorescentes corresponden a diseños modernos de alto rendimiento luminoso y tonalidad agradable.

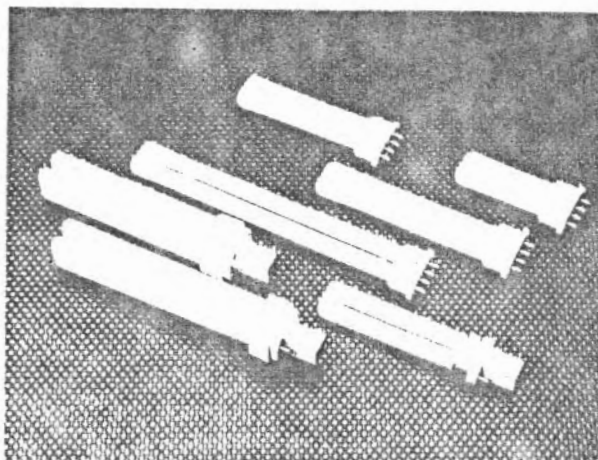


Fig. 1 Lámparas fluorescentes.

Las lámparas operan por medio de balastra electrónicas en cuyo circuito se ha cuidado la economía energética, la durabilidad de los componentes bajo condiciones de operación típica y la conservación de la vida típica nominal del tubo fluorescente.

Los gabinetes de las lámparas están sólidamente contruidos en variedad de diseños para cumplir con diversas aplicaciones, diferentes economías y para resistir climas adversos.

Las características anteriores permiten obtener una iluminación que en otras lámparas equivaldría a consumir más energía eléctrica, además de asegurar su vida útil.

#### LAMPARA FCX-20.

El gabinete de la lámpara está construido de lámina esmaltada exterior e interiormente. Para asegurar la conexión firme, las bases del tubo de la lámpara son de tipo telescopio con resorte; que evitan así los falsos contactos que acortan la vida del tubo. Se recomienda el tubo de 20 watts por su mayor eficiencia luminosa, marca General Electric o Solar.

Aunque el voltaje nominal comúnmente empleado es de 12 VCD, la lámpara también puede ser adquirida sobre pedidos de voltajes de 24 ó 48 VCD.

#### Características:

- \* Voltaje de operación: 9 a 14.5 VCD
- \* Consumo de corriente: lámpara F20 T12, 1.6 A
- \* Protección contra inversión de polaridad.
- \* Protección contra desconexión de la lámpara en uno o varios extremos.
- \* Dimensiones:   largo       65.7 cm.  
                  Ancho        5.2 cm.  
                  Alto         9.0 cm.

#### LAMPARA LCX 12/9 "EUROPA"

La lámpara "EUROPA" está construida por un gabinete de aluminio extruído, para resistir los climas más adversos. Incluye un reflector espejo de lámina de acero inoxidable para concentrar la luz sobre el área de interés a iluminar.

Al igual que la lámpara FCX 20, también puede ser adquirida sobre pedido en voltajes directos de 24 ó 48 V.

Fig. 2 Los portafluorescentes suspendidos del techo son más apropiados, pues permiten un mayor nivel de iluminación.

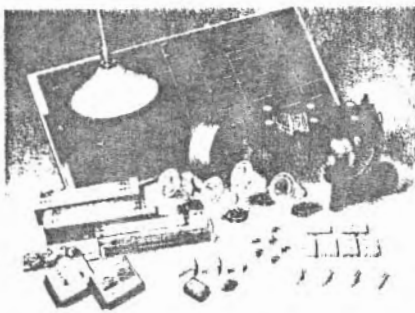
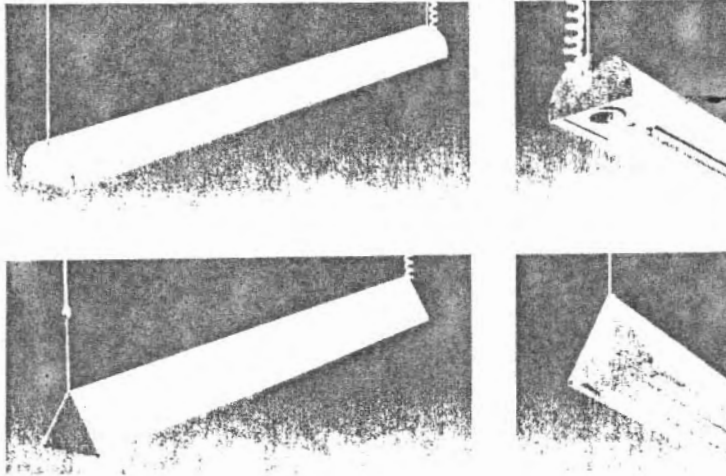


Fig. 3 Kit completo de iluminación.

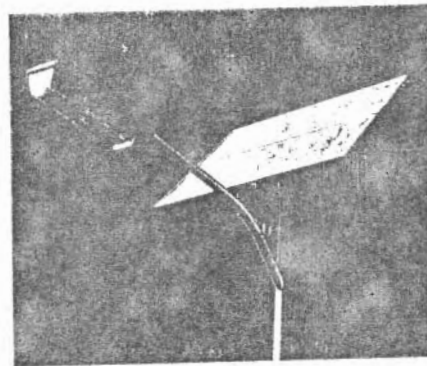


Fig. 4 Farola solar, para alumbrado exterior.

### Especificaciones luminosas.

- \* Intensidad: 660 lúmenes
- \* Eficiencia luminica: 69 lúmenes/watt
- \* Tubo: 9 watts

### Características generales:

- \* Voltaje de operación: 9.5 a 15 VCD
- \* Consumo de corriente: 0.9 A
- \* Protección contra inversión de polaridad.
- \* Protección contra desconexión del tubo mientras este encendido.

* Dimensiones:	largo	27.0 cm
	Ancho	7.7 cm
	Alto	4.9 cm

### LAMPARA LCX 12/9 "AFRICA".

La lámpara "AFRICA" tiene las mismas características eléctricas que la lámpara "EUROPA" a excepción del gabinete, el cual está construido en lámina esmaltada y el haz de luz es más abierto.

El gabinete de esta lámpara está diseñado para que el montaje resulte paralelo a la pared del techo.

Dimensionado:	Largo	27.0 cm
	Ancho	6.7 cm
	Alto	3.9 cm

## LAMPARA LCX 12/9 "AMERICA".

La lámpara "AMERICA" es igual a la "AFRICA", pero con un herraje diferente que permite ser instalada en el techo perpendicular a este.

Dimensiones:	Largo	26.8 cm.
	Ancho	5.0 cm.
	Alto	3.6 cm.

## ACCESORIOS PARA LAMPARA.

- 4 Taquetes de plástico de 1/4 "
- 2 Conectores tipo capuchón
- 3 Pijas para lámina de 1/8" x 1"
- 1 Apagador de pared con tornillos
- 10 metros de cable SPT 2 x 14

## CONVERTIDORES O INVERSOR DE VOLTAJE CORRIENTE DIRECTA A CORRIENTE ALTERNA.

MODELO	DESCRIPCIÓN	P. USD!!s
UPG400	12VCD ent, 115VCA sal, 3000W pico máx,400Wcont.,onda senoidal	540
UPG700	12VCD ent, 115VCA sal, 3000W pico máx, 700W cont, oda senoidal	675
UPG1300	12VCD ent, 115VCA sal, 6000W pico máx,1300Wcont,ondasenoidal	1,080.00
	Convertidor CD/CD, 12V, c/selector de voltajes	16.5
	Inversor CD/CA ICX-12/400, 400 W, 12 V	72
812SB	Inversor cargador CD/CA , 800 W, 12 V	394
2512SB	Inversor-Cargador CD/CA, 2500 W, 12 V	904.5
2624SB	Inversor-Cargador CD/CA, 2600 W, 24 V	982



## BATERIAS.

DESCRIPCION	A-H	P.USDlls
Bateria Delco 2000	115	79.00
Bateria Cale	100	46.00
Accs. para bateria (terminales eléctrica, torinillos y tuercas)		2.00

### BATERIA DELCO 2000.

Delco Remy ha sido líder en fabricantes de baterías por más de 50 años. Las baterías Delco son la marca de más venta hoy en día, debido a sus innovaciones tecnológicas, instalaciones de producción modernas y su continuo esfuerzo por satisfacer las necesidades de los clientes.

Desde su introducción, la línea de baterías Delco libres de mantenimiento ha crecido con la adición de la primera batería ciclica, la primera batería para fuerza motriz que no requiere mantenimiento, y la última adición: la primera batería fotovoltaica libre de mantenimiento, DELCO 2000. Tiene la misma construcción patentada que mejora el rendimiento y duración sin la necesidad de mantenimiento periódico. La DELCO 2000 está diseñada para los actuales sistemas de almacenaje de energía.

#### Características:

- Construcción de rejilla forjada. Larga duración.
- Menos interconexiones. Mayor confiabilidad. Menos pérdida de potencia.
- Mayor energía por menor costo.
- No requiere mantenimiento.
- Nunca necesita reponer electrolito.
- Peso liviano.
- Menores costos de envío.
- Tamaño para sistemas compactos.

- Voltaje 12/16 volts.
- Capacidad 105 A-H Min. / 115 A- H Máx.
- Dimensiones: altura        23,9 cm  
    longitud     33,0 cm  
    ancho        17,2 cm
- Vida útil: 5.5 años (descarga diaria 10%)
- Ciclos de carga: 2000 ciclos (10% de descarga)

#### CALCULOS Y RECOMENDACIONES:

Las aplicaciones de la batería están determinadas por la carga conectada a la batería. Una vez que la carga está establecida, el nivel de capacidad de Amper-horas (A-H) se puede determinar por dos métodos:

1. Calculando la corriente que se consume.
2. Mediante la lectura de la capacidad de la batería. Por ejemplo: una batería con un consumo de 25 A que opera a 25°C tiene aproximadamente una capacidad nominal de 80 A-H.

\* La profundidad del desgaste diario no debe exceder el 15% del nivel de la capacidad de A-H de la batería para una vida prolongada.

\* La batería debe mantener un mínimo de 50% de la condición de la carga durante las peores condiciones de operación debido al clima.

\* Se pueden usar para obtener las condiciones correctas de funcionamiento en paralelo para aumenta los A-H y en serie para aumentar el voltaje.

\* El mejor funcionamiento se consigue entre las temperaturas de 5°C a 35°C.

\* Una excelente protección contra congelación del electrolito está asegurada hasta para estados de carga muy bajos. Por ejemplo: una batería cargada en solo un 25% no se congelará antes de aproximadamente -10°C.

El voltaje de carga es de 15.5 volts a 27°C. Por cada grado centígrado de incremento o disminución, suba o baje el voltaje 33mV.

#### PRUEBA Y DESCARGA.

La DELCO 2000 puede ser probada para propósitos generales de diagnóstico por una revisión visual del hidrómetro integrado. Una marca verde indica que la batería tiene un nivel de carga 80% o más, que es lo recomendable para la vida óptima de la batería. El hidrómetro oscuro indica que la batería tiene una proporción de carga menor de 80%, pero no indica una batería defectuosa. Por lo tanto la batería debe ser cargada antes de probarse. Si es necesario, la batería puede ser cargada por un equipo y método convencional. El hidrómetro claro indicará que hay un nivel de electrolito demasiado bajo y que la batería debe ser remplazada.

#### SOPORTES.

DESCRIPCION	P.USDils
Soporte Aluminio 4-5 mód. Incluye tornillería	46.00
Soporte Fierro T 1-3 Incluye tornillería	42.00
Jgo. escuadras de aluminio. Incluye tornillería	9.50
Cable U.V. 2x10 (metro)	1.50
Cable SPT 2x14 (metro)	0.50
Accs. Soporte aluminio 4.5 mod (15mts. cable U.V.)	2.50
Accs. Soporte fierro T1-3 (15mts. cable U.V.)	2.50
Accs. Soporte escuadra (10mts. cable U.V.)	13.00

## EQUIPO PERIFERICO.

DESCRIPCION	P.USDIls
Ventilador 6", 12 volts	11.00
Planta Eléctrica de respaldo "Vigilan T", 2500W, 3 Baterías	1368.50
Planta Eléctrica de respaldo "Vigilan-T", 800W	611.00
Molino Nixtamal "Nixtasol" MNCX 12/13 (Inc. Molino, motor 1/2 HP)	299.50

## BOMBAS.

MARCA DE BOMBA	HP	VOLTS	PROF. DEL POZO	lts./hr
IMPERIAL	1/2 HP	220	20-25 m	650
EVANS	1/2 HP	220	20-25 m	650
SUPER	1/2 HP	220	20-25 m	650
BONASA	1/2 HP	220	20-25 m	650

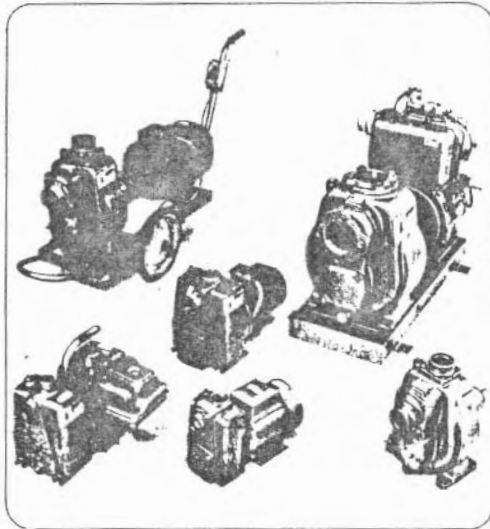


Fig. 5 Diversos tipos de bombas centrífugas.

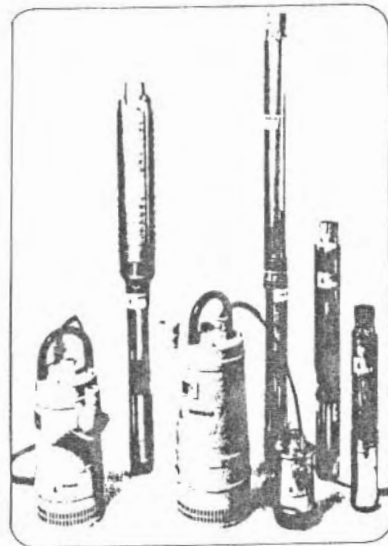


Fig. 6 Diversos tipos de bombas sumergibles.

DESCRIPCION	P. UDlls
Bomba Shurflo	55.5
Bomba Shurflo Sumergible	477.33
Bomba Centrifuga 500w	483
Bomba Centrifuga 900w	501
Accs. para bomba Shurflo	55
Bomba marca Imperial	108.33
Bomba marca Evans	84
Bomba marca Super	85
Bomba marca Bonasa	110
Tubo galvanizado 1/2", 6m	9
Rollo de manguera 3", 50m	79
Codos 1/2", 90 grados	0.6
Codos 1/2", 45 grados	0.5

CARACTERISTICAS Y GASTO PROMEDIO DE LA BOMBA SUMERGIBLE  
QUAD SDS-Q-128.

Espejo Dinámico	Gasto Prom.	Consumo	Gasto Prom. En 6hrs.	Gasto Prom. En 8hrs.	Gasto Prom. En 10hrs.
Metros	lts/min	Amperes	lts/día	lts/día	lts/día
0	14	1.6	5.042	6.722	8.403
3	13.44	1.68	4.837	6.545	8.062
6.1	12.87	1.95	4.633	6.177	7.721
9.1	12.41	2.15	4.469	5.959	7.449
12.2	11.96	2.35	4.306	5.741	7.176
15.2	11.66	2.59	4.197	5.596	6.995
18.3	11.36	2.85	4.088	5.450	6.813
21.23	10.98	3.11	3.952	5.269	6.586
24.4	10.75	3.38	3.870	5.160	6.450
27.4	10.52	3.63	3.788	5.051	6.319
30.5	10.22	3.68	3.679	4.905	6.132

## CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA SDS-QUAD-128.

La serie de bombas SDS pueden instalarse por debajo del nivel del agua en estanques, ríos o cisternas; o instalado a mano dentro de un pozo de agua. Pueden ser usadas para llenar un tanque abierto o mantener la presión en un sistema autónomo.

La sencillez es una de las características de la serie de bombas SDS. Son fáciles de instalar, requieren un mínimo de mantenimiento y son 100% confiables.

Estas bombas han sido diseñadas para usos en sistemas autónomos de extracción de agua. Protegidas de oxidación y contra la corrosión, libre de lubricantes y es silenciosa.

Son el camino ideal para proveer de agua a zonas remotas, como casas de campo, abrevaderos, pequeños ranchos, o para cualquier otra necesidad fuera de la línea de energía comercial.

### QUAD (Q-SERIES).

4.3"(109mm) diámetro exterior, 1 25" (311mm) longitud, 16.5 Lbs. Adaptable para su inatación en tuberías de 4.5" (114mm) de diámetro interior a lo largo del pozo.

Abasto promedio superior a 14 lts /min a una profundidad hasta 30 metros.

# **APENDICE 3.**

## **OTROS ELEMENTOS PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.**

### **ALARMAS Y DESCONECTADORES DE BAJO VOLTAJE.**

Si por circunstancias imprevistas o debido a un inadecuado dimensionado, la batería se descarga hasta un nivel peligroso, resulta conveniente instalar un dispositivo que, o bien avise al usuario mediante una alarma luminosa, acústica o señal de radio, o bien desconecte la batería de consumo, aun a costa de interrumpirlo, hasta que ésta haya recuperado un nivel de carga mínimo. En instalaciones medias y grandes pueden instalarse varios desconectores que afecten a diferentes equipos y que, siguiendo un orden prioritario, se vayan desconectando a medida que la batería entra en la zona peligrosa de profundidad de descarga.

Hay que advertir que los contactos del sistema de desconexión pueden no resistir bien la intensidad de la corriente, debiendo en ese caso instalar un relé más robusto que fuese el encargado de abrir y cerrar el circuito y que podría ser comandado por el desconector propiamente dicho.

### **PROGRAMADORES DE HORARIO.**

Son equipos ampliamente utilizados en instalaciones convencionales, existiendo también para corriente continua. Normalmente admiten programar conexiones del servicio de un mínimo de media hora a lo largo de las 24 horas del día. Son útiles, por ejemplo, en instalaciones que alimentan señales luminosas que deben encenderse a partir de una cierta hora del día.

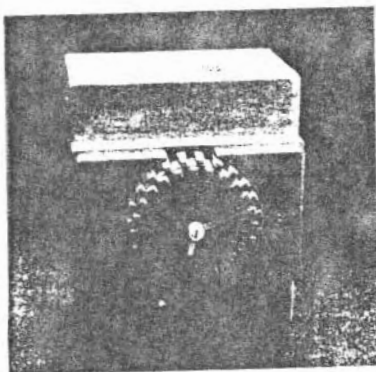


Fig. 1 Programadores de tiempo. El de la izquierda es de accionamiento mecánico y admite períodos de programación de 1 día. El de la derecha, con display, puede programarse teniendo en cuenta el día de la semana.

## TEMPORIZADORES.

A veces existen casos en que es preciso que un dispositivo se conecte durante un tiempo determinado en momentos que no pueden predecirse de antemano, por depender de factores circunstanciales. Por ejemplo, una alarma debe sonar durante cinco minutos, cuando una célula fotoeléctrica detecte el paso de una persona, o una luz debe encenderse únicamente en el tiempo justo para permitir la visión de un transeúnte. En estos supuestos se utilizan temporizadores, existiendo de dos tipos: de tiempo fijo y de tiempo variable.



En los primeros, actuando sobre un pulsador, se encierra el circuito de consumo requerido durante un tiempo determinado y en los segundos el tiempo de actuación puede fijarse a voluntad mediante unos microinterruptores.

Los temporizadores de tiempo variable encuentran su principal campo de aplicación en el encendido de las luminarias autónomas, balizas de señalización, etc. Un control de luz ambiental da la orden de arranque.



Fig 2 Contador de A h

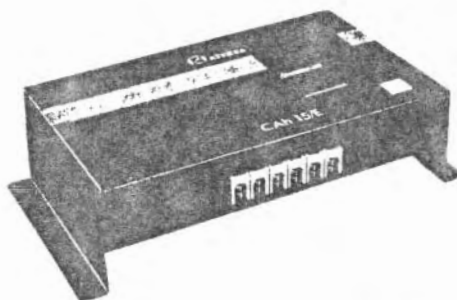


Fig. 3 Medidor de A.h provisto de dos contadores. Admite una intensidad de hasta 15 A.

#### DISPOSITIVOS DE CONTROL Y MEDIDA.

Suelen ir integrados a otros equipos, como el regulador o dispositivos de seguridad. En una instalación fotovoltaica puede interesar conocer la intensidad radiante que reciben los paneles, la tensión y la intensidad de la corriente que producen, el voltaje de la batería, la intensidad que recorre el circuito de consumo, etc.

En la mayoría de los casos con un voltímetro, con posibilidad de realizar medidas en el circuito primario paneles-regulador y en el secundario batería-carga de consumo, será suficiente, aunque también pueden resultar útiles los denominados contadores de amperios-hora que, como indica su nombre, miden la cantidad de electricidad que ha circulado por una línea eléctrica en un

Fig. 3 Sistema de seguridad que integra una alarma por baja tensión de la batería, con señal acústica y luminosa, un compensador de temperatura para ajustar el voltaje de accionamiento de la alarma en función de la temperatura ambiente, un voltímetro y un amperímetro.

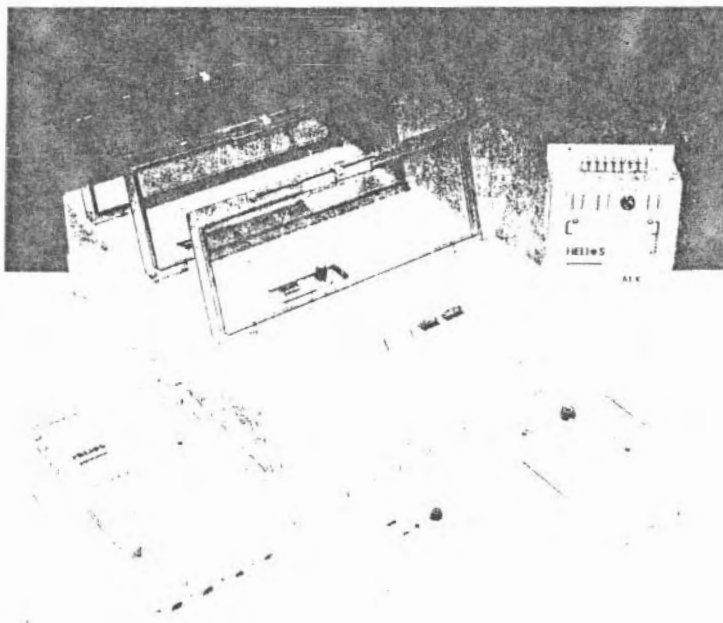
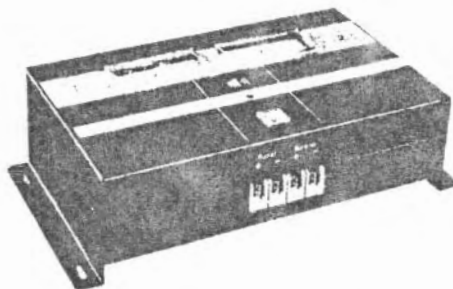


Fig. 4 Controladores de carga. Algunos modelos, además de las funciones habituales de regulador, disponen de función de diagnóstico, voltaje variable y pre-alarma.

tiempo determinado, permitiendo conocer, tanto la carga que aportan los paneles, como los consumos acumulados. Los contadores mecánicos tienen la ventaja de que, si se produce un corte temporal en la alimentación de sus circuitos, el valor medio hasta ese momento no se pierde aunque

el dispositivo quede bloqueado. Para conseguir esto, en los electrónicos se requiere el uso de una pequeña pila accesoria de seguridad que permita conservar en la memoria el valor acumulado.

#### FUSIBLES Y ELEMENTOS DE PROTECCION.

Se utilizan para proteger los aparatos contra sobreintensidades, cortocircuitos, etc. Normalmente cada aparato lleva su propio fusible incorporado.

## APENDICE 4.

### DATOS ESTADISTICOS DE OAXACA.

TABLAS DE LATITUD, LONGITUD DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE OAXACA.

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG.(°)
REGION: CAÑADA			
DISTRITO CUICATLAN			
	Concepción Papalo	17.50	96.53
	Cuyamecalco de Zaragoza	17.58	96.50
	San Andrés Teotilalpam	17.57	96.39
	San Francisco Chapulapa	17.56	96.45
	San Juan Bta. Cuicatlan	17.48	96.57
	San Juan Bta Tlacoatzintepec	17.52	96.35
	San Juan Chiquihuitlan	17.59	96.44
	San Juan Tepeuxila	17.43	96.50
	San Miguel Santa Flor	17.55	96.48
	San Pedro Jaltepetongo	17.41	97.02
	San Pedro Jocotipac	17.46	97.05
	San Pedro Sochiapan	17.49	96.40
	San Pedro Teutila	17.58	96.42
	Santa Ana Cuauhtemoc	17.59	96.47
	Santa Maria Papalo	17.47	96.48
	Santa Maria Texcatitlan	17.42	97.04
	Santa Maria Tlaxitac	17.57	96.44
	Santiago Nacaltepec	17.30	96.55
	Santos Reyes Papalo	17.48	96.51
	Valerio Trujano	17.46	96.58
DISTRITO TEOTITLAN			
	Eloxochitlan de Flores Magon	18.10	96.52
	Huautepec	18.06	96.47
	Huatla de Jiménez	18.07	96.50
	Mazatlan Villa de las Flores	18.01	96.55
	San Antonio Nanahuatipam	18.08	97.07
	San Bartolome Ayautla	18.02	96.40
	San Francisco Huehuetlan	18.12	96.57
	San Jerónimo Tecoaatl	18.10	96.55
	San José Tenango	18.08	96.43
	San Juan Coatzospam	18.03	96.45
	San Juan de los Cues	18.03	97.03
	San Lorenzo Cuaunecuiltitla	18.09	96.54
	San Lucas Zoquiapan	18.08	96.55
	San Martin Toxpalan	18.06	97.03
	San Mateo Yoloxochitlan	18.08	96.52
	San Pedro Ocopetatillo	18.11	96.54
	Santa Ana Ateixtlahuaca	18.12	96.54

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG.(°)
	Santa Cruz Acatepec	18.09	96.52
	Santa Maria Chilchotla	18.14	96.49
	Santa Maria Ixcatlán	17.51	97.11
	Santa Maria la Asunción	18.06	96.49
	Santa Maria Tecomiavaca	17.57	97.01
	Santa Maria Teopoxco	18.09	96.57
	Santiago Texcalcingo	18.12	96.58
	Teotitlán de Flores Magón	18.08	97.04
REGION: COSTA			
DISTRITO JAMILTAPEC			
	Martirés de Tacubaya	16.32	98.15
	Pinotepa de Don Luis	16.26	97.58
	San Agustin Chayuco	16.24	97.48
	San Andrés Huaxpaltepec	16.20	97.55
	San Antonio Tepetlapa	16.32	98.04
	San José Estancia Grande	16.22	98.15
	San Juan Bta. Lo de Soto	16.30	98.21
	San Juan Cacahuatepec	16.37	98.09
	San Juan Colorado	16.27	97.57
	San Lorenzo	16.23	97.52
	San Miguel Tlacamama	16.25	98.03
	San Pedro Atoyac	16.29	97.59
	San Pedro Jicayan	16.27	98.01
	San Sebastián Ixcapa	16.32	98.09
	Santa Catarina Mechoacan	16.20	97.50
	Santa Maria Cortijo	16.27	98.17
	Santa Maria Huazolotitlán	16.18	97.55
	Santiago Ixtayutla	16.34	97.39
	Santiago Jamiltepec	16.17	97.49
	Santiago Llano Grande	16.29	98.17
	Santiago Pinotepa Nacional	16.20	98.27
	Santiago Tapextla	16.20	98.27
	Santiago Tetepec	16.19	97.45
	Santiago Domingo Armenta	16.19	98.22
DISTRITO JUQUILA			
	San Gabriel Mixtepec	16.06	97.05
	San Juan Lachao	16.09	97.07
	San Juan Quiahije	16.18	97.19
	San Miguel Panixtlahuaca	16.15	97.23
	San Pedro Juchatengo	16.20	97.05
	San Pedro Mixtepec	15.59	97.05
	San Pedro Tututepec	16.08	97.36
	Santa Catarina Juquila	16.14	97.17

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT (°)	LONG (°)
	Santa María Temaxcaltepec	16.10	97.12
	Santiago Yaitepec	16.13	97.16
	Santos Reyes Nopala	16.06	97.09
	Taltatepec de Valdes	16.18	97.33
DISTRITO POCHUTLA			
	Candelaria Loxicha	15.55	96.29
	Pluma Hidalgo	15.55	96.25
	San Agustín Loxicha	16.01	96.37
	San Baltazar Loxicha	16.05	96.47
	San Bartolomé Loxicha	15.58	96.42
	San Mateo Piñas	16.00	96.20
	San Miguel del Puerto	15.55	96.10
	San Pedro el Alto	16.02	96.28
	San Pedro Pochutla	15.45	96.28
	Santa Catarina Loxicha	16.04	96.45
	Santa María Colotepec	15.54	96.56
	Santa María Huatulco	15.50	96.19
	Santa María Tonameca	15.45	96.33
	Santo Domingo Morelos	15.50	96.40
REGION: ISTMO			
DISTRITO JUCHITAN			
	Asunción Ixtaltepec	16.30	95.03
	El Barrio De La Soledad	16.48	95.07
	Ciudad Ixtepec	16.34	95.06
	Chahuities	16.17	94.12
	El Espinal	16.29	95.02
	Juchitán De Zaragoza	16.26	95.01
	Matías Romero	16.52	95.02
	Reforma de Pineda	16.24	94.27
	San Dionisio Del Mar	16.19	94.95
	San Francisco Del Mar	16.20	94.31
	San Francisco Ixhuatan	16.21	94.29
	San Juan Guichicovi	16.58	95.05
	San Miguel Chimalapa	16.43	94.45
	San Pedro Tepanatepec	16.22	94.12
	Santa María Chimalapa	16.54	94.41
	Santa María Petapa	16.49	95.07
	Santa María Xadani	16.22	95.01
	Santiago Niltepec	16.34	94.37
	Santo Domingo Ingenio	16.35	94.46
	Santo Domingo Petapa	16.49	95.08
	Santo Domingo Zanatepec	16.28	94.21
	Unión Hidalgo	16.29	94.50

		NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT (°)	LONG.(°)
DISTRITO TEHUANTEPEC				
		Guevea de Humboldt	16.47	95.22
		Magdalena Tequisistlán	16.24	95.36
		Magdalena Tlacotepec	16.30	95.12
		Salina Cruz	16.11	95.12
		San Blas Atempa	16.19	95.13
		San Mateo del Mar	16.12	94.59
		San Miguel Tenango	16.16	95.36
		San Pedro Comitancillo	16.29	95.09
		San Pedro Huamelula	16.01	95.40
		San Pedro Huilotepec	16.15	95.09
		Santa María Guienagati	16.44	95.21
		Santa María Jalapa Del Marqués	16.26	95.27
		Santa María Mixtequilla	16.22	95.15
		Santa María Totolapilla	16.36	95.37
		Santiago Astata	15.59	95.40
		Santiago Lachiguiri	16.41	95.32
		Santiago Laollaga	16.35	95.12
		Santo Domingo Chihuitlán	16.35	95.10
		Santo Comingo Tehuantepec	16.20	95.14
REGION: MIXTECA				
DISTRITO				
COIXTLAHUACA				
		Concepción Buenavista	17.53	97.24
		San Cristobal Suchixtlahuaca	17.43	97.22
		San Francisco Teopan	17.51	97.29
		San Juan Bta. Coixtlahuaca	17.43	97.19
		San Mateo Tlapiltepec	17.48	97.25
		San Miguel Tequixtepec	17.48	97.20
		San Miguel Tulancingo	17.45	97.26
		San Magdalena Jicotlán	17.48	97.28
		Santa María Nativitas	17.40	97.20
		Santiago Ihuitlán Plumas	17.51	97.26
		Santiago Tepetlapa	17.47	97.24
		Tepelmeme Villa de Morelos	17.52	97.22
		Tlacotepec Plumas	17.51	97.26
DISTRITO HUAJUAPAN				
DE LEÓN				
		Asunción Cuyotepeji	17.56	97.40
		Cosoltepec	18.08	97.47
		Fresnillo de Trujano	17.54	98.08

NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG.(°)
Huajuapán de León	17.48	97.46
Mariscala de Juárez	17.52	98.08
San Andrés Dinicuiti	17.41	97.44
San Jerónimo Silacayoapilla	17.48	97.51
San Jorge Nuchita	19.39	98.06
San José Ayuquila	17.56	97.58
San Juan Bta. Suchitepec	17.58	97.39
San Marcos Arteaga	17.43	97.51
San Martín Zacatepec	17.48	98.04
San Miguel Amatitlán	17.53	98.01
S. Pedro y S.Pablo Tequixtepec	18.03	97.43
San Simón Zahuatlán	17.50	98.02
Santa Catarina Zapoquila	18.04	97.36
Sta. Cruz Tacache de Mina	17.49	98.09
Santa María Camotlán	17.54	97.41
Santiago Ayuquillilla	17.56	97.57
Santiago Cacaloxtepec	17.43	97.44
Santiago Chazumba	18.11	97.41
Santiago Huajolotitlán	17.49	97.44
Santiago Miltepec	17.59	97.41
Santo Domingo Tonala	17.41	97.58
Santo Domingo Yodohino	17.37	97.41
Santos Reyes Yucuna	17.47	98.00
Tezoatlán de Segura y Luna	17.39	97.49
Zapotitlán Palmas	17.53	97.49
DISTRITO: JUXTLAHUACA		
Coicoyán de las Flores	17.16	98.16
San Juan Mixtepec	17.18	97.50
San Martín Peras	17.21	98.14
San Miguel Tlacotepec	17.27	98.00
San Sebastián Tecomaxtlahuaca	17.21	98.02
Santiago Juxtahuaca	17.20	98.00
Santos Reyes Tepejillo	17.26	97.56
DISTRITO NOCHIXTLÁN		
Asunción Nochixtlán	17.27	97.13
Magdalena Jaltepec	17.19	97.13
Mgda. Yodocono de Porfirio D.	17.23	97.21
Magdalena Zahuatlán	17.23	97.13
San Andrés Nuxiño	17.14	97.06
San Andrés Sinaxtla	17.28	97.17
San Francisco Chindúa	17.25	97.19
San Fco. Jaltepetongo	17.23	97.16
San Francisco Nuxaño	17.23	97.21
San Juan Diuxi	17.17	97.22



NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT (°)	LONG.(°)
San Juan Sayultepec	17.27	97.17
San Juan Tamazola	17.09	97.13
San Juan Yucuita	17.30	97.16
San Mateo Etlatongo	17.25	97.16
San Mateo Sindihui	17.00	97.21
San Miguel Chicahua	17.38	97.12
San Miguel Huatla	17.44	97.08
San Miguel Piedras	17.00	97.14
San Miguel Tecomatlán	17.23	97.16
San Pedro Cantaros Coxcaltepec	17.20	97.08
San Pedro Teozacoalco	17.01	97.17
San Pedro Tidaá	17.20	97.22
Santa Inés de Zaragoza	17.14	97.09
Santa María Apazco	17.38	97.06
Santa María Chachoapam	17.31	97.17
Santiago Apoala	17.39	97.08
Santiago Huaucilla	17.27	97.04
Santiago Tilantongo	17.17	97.20
Santiago Tillo	17.27	97.19
Santo Domingo Nuxaa	17.13	97.07
Santo Domingo Yanhuatlán	17.31	97.20
Yutanduchi de Guerrero	17.02	97.18
DISTRITO:		
SILACAYOAPAN		
Calihuala	17.32	98.17
Guadalupe de Ramirez	17.45	98.10
Ixpantepec Nieves	17.31	98.03
San Agustín Atenango	17.36	98.01
San Andrés Tepetlapa	17.40	98.23
San Francisco Tlapancingo	17.29	98.16
San Juan Cieneguilla	17.51	98.17
San Juan Ihualtepec	17.44	98.17
San Lorenzo Victoria	17.40	98.23
San Mateo Nejapam	17.39	98.25
San Miguel Ahuehuetitlán	17.40	98.19
San Nicolás Hidalgo	17.47	98.08
Santa Cruz de Bravo	17.35	98.13
Santiago del Río	17.27	98.05
Santiago Tamazola	17.40	98.13
Santiago Yucuyachi	17.36	98.12
Silacayoapam	17.30	98.08
Zapotitlán Lagunas	17.45	98.23

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG.(°)
DISTRITO: TEPOSCOLULA	San Andrés Lagunas	17.34	97.31
	San Antonio Monteverde	17.32	97.43
	San Antonio Acutla	17.44	97.30
	San Bartolo Soyaltepec	17.35	97.18
	San Juan Teposcolula	17.33	97.25
	San Pedro Nopala	17.48	97.32
	San Pedro Topiltepec	17.25	97.20
	S. Pedro y S. Pablo Teposcolula	17.31	97.29
	San Pedro Yucunama	17.34	97.29
	San Sebastián Nicananduta	17.31	97.41
	San Vicente Nuñu	17.27	97.27
	Sta. Maria Chilapa de Díaz	17.35	97.38
	Santa María Nduayaco	17.24	97.30
	Santiago Nejapilla	17.25	97.22
	Santiago Yolomecatl	17.28	97.34
	Santo Domingo Tlatayapam	17.24	97.21
	Santo Domingo Tonaltepec	17.37	97.21
	Teotongo	17.43	97.32
	La Trinidad Vista Hermosa	17.46	97.30
	Villa de Tamazulapan del Progreso	17.40	97.34
Villa Tejupan de la Unión	17.40	97.28	
DISTRITO: TLAXIACO	Chalcatongo de Hidalgo	17.02	97.34
	Heróica Ciudad de Tlaxico	17.16	97.41
	Magdalena Peñasco	17.14	97.33
	San Agustín Tlacotepec	17.12	97.31
	San Antonio Sinicahua	17.09	97.34
	San Bartolome Yucuañe	17.14	97.27
	San Cristóbal Amoltepec	17.17	97.34
	San Esteban Atatlahuca	17.04	97.41
	San Juan Achiutla	17.21	97.30
	San Juan Ñumi	17.24	97.42
	San Juan Teita	17.06	97.25
	San Martín Huamelulpam	17.24	97.36
	San Martín Itunyoso	17.14	97.53
	San Mateo Peñasco	17.09	97.32
	San Miguel Achiutla	17.18	97.29
	San Miguel el Grande	17.02	97.37
	San Pablo Tijaltepec	17.01	97.30
	San Pedro Mártir Yucuxaco	17.26	97.37
	San Pedro Molinos	17.06	97.32
	Santa Catarina Tayata	17.20	97.33
Santa Catarina Ticua	17.04	97.32	
Santa Catarina Yosonotu	17.01	97.35	

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT (°)	LONG (°)
	Santa Cruz Nundaco	17.10	97.43
	Santa Cruz Tacahua	16.55	97.29
	Santa Cruz Tayata	17.21	97.34
	Santa María del Rosario	17.21	97.36
	Santa María Tataltepec	17.08	97.24
	Santa María Yolotepec	16.53	97.30
	Santa María Yosoyua	17.07	97.31
	Santa María Yucuchiti	17.01	97.46
	Santiago Nundichi	17.20	97.40
	Santiago Nuyoo	17.00	97.46
	Santiago Yosondua	16.52	97.34
	Santo Domingo Ixcatlan	16.55	97.32
	Santo Tomás Ocotepec	17.09	97.45
REGION: PAPALOAPAN			
DISTRITO CHOAPAN			
	San Juan Comaltepec	17.20	95.58
	San Juan Lalana	17.28	95.53
	San Juan Petlapa	17.28	96.02
	Santiago Choapan	17.21	95.55
	Santiago Jocotepec	17.32	95.56
	Santiago Yaveo	17.20	95.42
DISTRITO TUXTEPEC			
	Acatlán de Pérez Figueroa	18.32	96.36
	Ayotzintepec	17.40	96.08
	Cosolapa	18.36	96.41
	Loma Bonita	18.06	95.53
	Nuevo Soyaltepec	18.16	96.20
	San Felipe Jalapa de Díaz	18.04	96.32
	San Felipe Usila	17.53	96.31
	San José Chiltepec	17.56	96.10
	San José Independencia	18.15	96.39
	San Juan Bta. Tuxtepec	18.05	96.08
	San Juan Bta. Valle Nacional	17.46	96.18
	San Lucas Ojitlán	18.03	96.24
	San Pedro Ixcatlán	18.09	96.30
	Santa María Jacatepec	17.51	96.12
REGION: SIERRA NORTE			
DISTRITO IXTLAN			
	Abejones	17.26	96.36
	Capulalpam de Méndez	17.18	96.27
	Guelatao de Juárez	17.19	96.29

NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG.(°)
Ixtlán de Juárez	17.20	96.29
Natividad	17.18	96.25
Nuevo Zoquiapan	17.17	96.37
San Juan Atepec	17.26	96.32
San Juan Chicommezuchil	17.17	96.30
San Juan Evangelista Analeo	17.24	96.32
San Juan Quiotepec	17.36	96.35
San Miguel Aloapam	17.25	96.41
San Miguel Amatlan	17.16	96.28
San Miguel del Rio	17.19	96.34
San Miguel Yotao	17.22	96.20
San Pablo Macuiltianguis	17.32	96.33
San Pedro Yaneri	17.23	96.37
San Pedro Yolox	17.35	96.33
Santa Ana Yaneri	17.23	96.37
Santa Catarina Ixtepeji	17.16	96.34
Santa Catarina Lachatao	17.16	96.28
Santa Maria Jaltianguis	17.22	96.32
Santa Maria Yavesia	17.14	96.26
Santiago Comaltepec	17.34	96.26
Santiago Loxapa	17.13	96.18
Santiago Xicuí	17.17	96.26
Teococuilco de Marcos Pérez	17.21	96.37
<b>DISTRITO MIXE</b>		
Asunción Cacalotepec	17.02	95.57
Mixistlán de la Reforma	17.10	96.05
San Juan Cotzocon	17.10	95.47
San Juan Mazatlán	17.02	95.26
San Lucas Camotlán	16.57	95.43
San Miguel Quetzaltepec	16.58	95.46
San Pedro Ocotepec	16.57	95.51
S. Pedro y S. Pablo Ayutla	17.02	96.04
Santa Maria Alotepec	17.05	95.51
Santa Maria Tepantlali	17.00	96.01
Santa Maria Tlahuitoltepec	17.06	96.01
Santiago Atitlan	17.06	95.57
Santiago Ixcuintepec	16.56	95.37
Santiago Zacatepec	17.09	95.55
Santo Domingo Tepuxtepec	16.57	96.03
Tamazulapam del Espiritu Santo	17.03	96.04
Totontepec Villa de Morelos	17.15	96.02
<b>DISTRITO VILLA ALTA</b>		
San Andrés Solaga	17.16	96.14
San Andrés Yaa	17.18	96.09
San Baltazar Yatzachi el Bajo	17.13	96.13

NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG.(°)
San Bartolome Zoogocho	17.14	96.14
San Cristóbal Lachirioag	17.20	96.10
San Francisco Cajonos	17.10	96.15
San Ildefonso Villa Alta	17.20	96.09
San Juan Juquila Vijanos	17.21	96.18
San Juan Tabaa	17.18	96.12
San Juan Yae	17.26	96.17
San Juan Yatzona	17.24	96.10
San Mateo Cajonos	17.09	96.12
San Melchor Betaza	17.15	96.09
San Miguel Talcá de Castro	17.22	96.15
San Pablo Yaganiza	17.09	96.14
San Pedro Cajonos	17.10	96.16
Santa María Temaxcalapa	17.23	96.10
Santa María Yalina	17.14	96.16
Santiago Camotlán	17.27	96.11
Santiago Lalopa	17.25	96.15
Santiago Zochila	17.13	96.14
Santo Domingo Roayaga	17.20	96.07
Santo Domingo Xagacia	17.09	96.16
Tanetze de Zaragoza	17.22	96.18
Villa Hidalgo	17.11	96.11

REGION: SIERRA SUR  
DISTRITO MIAHUATLAN

Miahuatlán de Porfirio Díaz	16.19	96.35
Monjas	16.22	96.38
San Andrés Paxtlán	16.13	96.30
San Cristóbal Amatlán	16.19	96.24
San Francisco Logueche	16.21	96.23
San Francisco Ozoltepec	16.06	96.13
San Ildefonso Amatlán	16.20	96.29
San Jerónimo Coatlán	16.14	96.52
San José Lachiguiri	16.22	96.21
San José del Peñasco	16.18	96.30
San Juan Mixtepec	16.16	96.18
San Juan Ozoltepec	16.08	96.15
San Luis Amatlán	16.23	96.30
San Marcial Ozoltepec	16.08	96.24
San Mateo Río Hondo	16.09	96.27
San Miguel Coatlán	16.12	96.42
San Miguel Suchixtepec	16.05	96.28
San Nicolás	16.26	96.45
San Pablo Coatlán	16.13	96.47
San Pedro Mixtepec	16.16	96.17
San Sebastián Coatlán	16.12	96.49

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT (°)	LONG.(°)
	San Sebastian Rio Hondo	16.11	96.28
	San Simón Almolongas	16.25	96.43
	Santa Ana	16.20	96.44
	Santa Catarina Cuixtla	16.18	96.27
	Santa Cruz Xitla	16.19	96.47
	Santa Lucia Miahuatlán	16.11	96.47
	Santa Maria Ozolotepec	16.09	96.47
	Santiago Xaniaca	16.00	96.17
	Santo Domingo Ozolotepec	16.09	96.19
	Santo Tomás Tamazulapan	16.16	96.37
	Sitio de Xitlapehua	16.21	96.32
DISTRITO PUTLA			
	Constancia del Rosario	17.02	97.56
	Hidalgo Mesones	16.55	97.58
	Putla Villa de Guerrero	17.01	97.55
	La Reforma	16.37	97.51
	San Andrés Cabecera Nueva	16.53	97.41
	San Pedro Amuzgos	16.39	98.05
	Santa Cruz Itundujia	16.52	97.39
	Santa Lucia Monteverde	16.58	97.40
	Santa Maria Ipalapa	16.38	98.02
	Santa Maria Zacatepec	16.45	97.59
DISTRITO SOLA DE VEGA			
	San Francisco Cahuacua	16.54	97.18
	San Francisco Sola	16.30	96.58
	San Ildefonso Sola	16.31	96.59
	San Jacinto Tlacotepec	16.31	97.23
	San Lorenzo Texmelucan	16.35	97.12
	San Vicente Lachixio	16.42	97.01
	Santa Cruz Zenzontepec	16.32	97.30
	Santa Maria Lachixio	16.44	97.01
	Santa Maria Sola	16.34	97.01
	Santa Maria Zaniza	16.39	97.20
	Santiago Amoltepec	16.38	97.30
	Santiago Minas	16.25	97.13
	Santiago Textitlán	17.41	97.15
	Santo Domingo Tejomulco	16.35	97.13
	Villa Sola de Vega	16.30	97.59
	Zapotitlán del Río	16.52	97.14
DISTRITO YAUTEPEC			
	Asunción Tlacolulita	16.18	95.43
	Nejapa de Madero	16.36	95.59
	San Bartolo Yautepec	16.26	95.58
	San Carlos Yautepec	16.30	96.06

		NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG (°)
REGION CENTRALES DISTRITO CENTRO	VALLES	San Juquila Mixes	16.56	95.55
		San Juan Lajarcia	16.30	95.55
		San Pedro Martir Quiechapa	16.25	96.00
		Santa Ana Tavela	16.39	95.00
		Santa Catalina Quieri	16.19	96.00
		Santa Catarina Quioquitani	16.19	96.00
		Santa Maria Ecatepec	16.17	95.00
		Santa Maria Quiegolani	16.16	96.00
		Animas Trujano	16.59	96.43
		Cuilapan de Guerrero	16.59	96.47
Oaxaca de Juárez	17.03	96.43		
San Agustín de la Juntas	17.00	96.43		
San Agustín Yatareni	17.05	96.40		
San Andrés Huayapan	17.06	96.40		
San Andrés Ixtlahuaca	17.04	96.49		
San Antonio de la Cal	17.02	96.42		
San Bartolo Coyotepec	16.57	96.42		
San Jacinto Amilpas	17.06	96.46		
San Pedro Ixtlahuaca	17.03	96.49		
San Raymundo Jalpan	16.58	96.45		
San Sebastian Tutla	17.04	96.40		
Santa Cruz Amilpas	17.04	96.41		
Santa Cruz Xoxocotlan	17.02	96.44		
Santa Lucía del Camino	17.04	96.42		
Santa María Atzompa	17.06	96.47		
Santa María Coyotepec	16.58	96.42		
Santa María del Tule	17.03	96.38		
Santo Domingo Tomaltepec	17.04	96.37		
Tlalixtac de Cabrera	17.04	96.39		
DISTRITO EJUTLA	Coatecas Altas	16.32	96.40	
	La Compañía	16.33	96.49	
	Ejutla de Crespo	16.34	96.44	
	La Pe	16.38	96.48	
	San Agustín Amatengo	16.31	96.47	
	San Andrés Zabache	16.36	96.51	
	San Juan Lachigalla	16.36	96.32	
	San Martín de los Cansecos	16.39	96.44	
	San Martín Lachila	16.37	96.51	
	San Miguel Ejutla	16.35	96.44	
	San Vicente Coatlán	16.23	96.51	

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT. (°)	LONG (°)
	Taniche	16.34	96.49
	Yogana	16.28	96.49
DISTRITO ETLA			
	Guadalupe Etla	17.10	96.49
	Magdalena Apasco	17.14	96.49
	Nazareno Etla	17.11	96.49
	Reyes Etla	17.12	96.49
	San Agustín Etla	17.11	96.46
	San Andrés Zautla	17.11	96.52
	San Felipe Tejalapam	17.07	96.51
	San Francisco Telixtlahuaca	17.18	96.54
	San Jerónimo Sosola	17.22	97.02
	San Juan Bta. Atatlahuaca	17.32	96.50
	San Juan Bta. Guelache	17.14	96.47
	San Juan Bta. Jayacatlán	17.25	96.49
	San Juan del Estado	17.16	96.48
	San Lorenzo Cacaotepec	17.08	96.48
	San Pablo Etla	17.09	96.46
	San Pablo Huitzo	17.16	96.53
	Santa María Peñoles	17.05	97.00
	Santiago Suchilquitongo	17.15	96.52
	Santiago Tenengo	17.19	97.00
	Santiago Tlazoyaltepec	17.02	97.00
	Santo Tomás Mazaltepec	17.10	96.52
	Soledad Etla	17.10	96.49
	Villa de Etla	17.12	96.48
DISTRITO OCOTLAN			
	Asunción Ocotlán	16.46	96.43
	Magdalena Ocotlán	16.42	96.43
	Ocotlán de Morelos	16.48	96.40
	San Antonio Castillo Velasco	16.48	96.41
	San Baltazar Chichicapam	16.46	96.29
	San Dionisio Ocotlán	16.45	96.41
	San Jerónimo Taviche	16.43	96.35
	San José del Progreso	16.41	96.41
	San Juan Chilateca	16.50	96.40
	San Martín Tilcajete	16.51	96.41
	San Miguel Tilquiapam	16.47	96.35
	San Pedro Apostol	16.44	96.43
	San Pedro Mártir	16.44	96.42
	San Pedro Taviche	16.38	96.32
	Santa Ana Zegache	16.50	96.44
	Santa Catarina Minas	16.47	96.36
	Santa Lucía Ocotlán	16.44	96.41
	Santiago Apóstol	16.48	96.43



	NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG.(°)
DISTRITO TLACOLULA	Santo Tomás Jalieza	16.51	96.07
	Yaxe	16.43	96.07
DISTRITO TLACOLULA	Magdalena Teitipac	16.54	96.33
	Rojas Cuahutemoc	17.00	96.37
	San Bertolome Quialana	16.54	96.30
	San Dionisio Ocotepec	16.48	96.24
	San Francisco Lachigolo	17.00	96.36
	San Jerónimo Tlacoahuaya	17.00	96.35
	San Juan del Rio	16.53	96.09
	San Juan Guelavia	16.57	96.32
	San Juan Teitipac	16.56	96.36
	San Lorenzo Albarradas	16.54	96.15
	San Lucas Quiavini	16.54	96.28
	San Pablo Villa de Mitla	16.55	96.22
	San Pedro Quiatoni	16.47	96.02
	San Pedro Totolapa	16.40	96.18
	San Sebastian Abasolo	17.00	96.35
	San Sebastian Teitipac	16.57	96.37
	Santa Ana del Valle	17.00	96.28
	Santa Cruz Papalutla	16.57	96.35
	Santa Maria Guelace	17.00	96.36
	Santa Maria Zoquiapan	16.34	96.21
DISTRITO ZAACHILA	Santiago Matatlán	16.52	96.23
	Santo Domingo Albarradas	17.04	96.12
	Teotitlán del Valle	17.02	96.31
	Tlacolula de Matamoros	16.57	96.28
	Villa Diaz Ordaz	16.59	96.26
	San Antonio Huitepec	16.55	97.08
	San Miguel Peras	16.56	97.00
	San Pablo Cuatro Venados	16.59	96.53
	Santa Inés del Monte	16.56	96.52
	Trinidad Zaachila	16.55	96.46
DISTRITO ZIMATLAN	Villa de Zaachila	16.56	96.45
	Ayoquezco de Aldama	16.41	96.50
	Cienega de Zimatlán	16.53	96.46
	Magdalena Mixtepec	16.54	96.54
	San Antonio el Alto	16.49	97.01
	San Bernardo Mixtepec	16.49	96.54
	San Miguel Mixtepec	16.46	96.57
San Pablo Huixtepec	16.49	96.47	

NOMBRE DEL MUNICIPIO	LAT.(°)	LONG.(°)
Santa Ana Tlapacoyan	16.44	96.50
Santa Catarina Quiane	16.53	96.44
Santa Cruz Mixtepec	16.47	96.53
Santa Gertrudis	16.47	96.48
Santa Inés Yatzeche	16.48	96.45
Zimatlán de Alvarez	16.52	96.47

VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS POR DISPONIBILIDAD DE ENERGIA ELECTRICA SEGÚN REGION, DISTRITO Y MUNICIPIO.

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
ESTADO DE OAXACA		587131	446766	140365
REGION: CAÑADA		36959	20162	16797
DISTRITO CUICATLAN		10971	6905	4066
	Concepción Papalo	679	592	87
	Cuyamecalco de Zaragoza	939	469	470
	San Andrés Teotilpam	728	522	206
	San Francisco Chapulapa	359	105	254
	San Juan Bta. Cuicatlán	2024	1700	324
	San Juan Bta. Tlacoatzintepec	319	191	128
	San Juan Chiquihuitlan	686	467	219
	San Juan Tepeuxila	714	418	296
	San Miguel Santa Flor	215	121	94
	San Pedro Jaltepetongo	143	1	142
	San Pedro Jocotipac	261	195	66
	San Pedro Sochiapan	640	22	618
	San Pedro Teutila	715	379	336
	Santa Ana Cuauhtemoc	205	119	86
	Santa Maria Papalo	384	228	156
	Santa Maria Texcatitlán	255	-	255
	Santa Maria Tlaxiatac	298	118	180
	Santiago Nacaltepec	656	585	71
	Santos Reyes Papalo	397	355	42
	Valerio Trujano	354	318	36
DISTRITO TEOTITLAN		25988	13257	12731
	Eloxochitlan de Flores Magon	835	122	713
	Huauhtepec	1027	643	384
	Huatla de Jiménez	4868	3453	1415
	Mazatlán Villa de las Flores	2555	1566	989
	San Antonio Nanahuatipam	266	242	24
	San Bartolome Ayautla	606	379	227
	San Francisco Huehuetlan	346	218	128
	San Jerónimo Tecoaatl	390	166	224
	San José Tenango	3590	306	3284
	San Juan Coatzospam	390	358	32
	San Juan de los Cues	485	402	83
	San Lorenzo Cuaunecuiltitla	124	113	11
	San Lucas Zoquiapan	1497	693	804
	San Martín Toxpalan	572	387	185
	San Mateo Yoloxochitlán	536	380	156
	San Pedro Ocopetatlillo	181	126	55
	Santa Ana Ateixtlahuaca	114	57	57

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
	Santa Cruz Acatepec	234	100	134
	Santa Maria Chilchotla	3549	457	3092
	Santa Maria Ixcatlán	181	147	34
	Santa Maria la Asunción	712	465	247
	Santa Maria Tecomavaca	325	297	28
	Santa Maria Teopoxco	745	523	222
	Santiago Texcalcingo	491	392	99
	Teotitlán de Flores Magón	1369	1265	104
REGION: COSTA		70 137	47845	22292
DISTRITO JAMILTAPEC		28109	21335	6774
	Martirés de Tacubaya	283	230	53
	Pinotepa de Don Luis	1046	711	335
	San Agustín Chayuco	829	681	148
	San Andrés Huaxpaltepec	943	760	183
	San Antonio Tepetlapa	605	480	125
	San José Estancia Grande	171	149	22
	San Juan Bta. Lo de Soto	559	499	60
	San Juan Cacahuatpec	1367	1167	200
	San Juan Colorado	1402	867	535
	San Lorenzo	861	567	294
	San Miguel Tlacamama	520	439	81
	San Pedro Atoyac	572	229	343
	San Pedro Jicayan	1506	985	521
	San Sebastián Ixcapa	717	555	162
	Santa Catarina Mechoacan	663	527	136
	Santa Maria Cortijo	170	139	31
	Santa Maria Huazolotitlán	1779	1573	206
	Santiago Ixtayutla	1354	274	1080
	Santiago Jamiltepec	3076	2612	464
	Santiago Llano Grande	626	534	92
	Santiago Pinotepa Nacional	7128	6138	990
	Santiago Tapextla	544	378	166
	Santiago Tetepec	819	480	339
	Santiago Domingo Armenta	569	361	208
DISTRITO JUQUILA		18753	14635	4118
	San Gabriel Mixtepec	604	439	165
	San Juan Lachao	594	482	112
	San Juan Quiahije	338	274	64
	San Miguel Panixtlahuaca	526	269	257
	San Pedro Juchatengo	300	232	68
	San Pedro Mixtepec	4072	3490	582
	San Pedro Tututepec	6647	5540	1107
	Santa Catarina Juquila	1966		

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
	Santa Maria Temascaltepec	292	142	150
	Santiago Yaitepec	389	359	30
	Santos Reyes Nopala	2155	1477	678
	Taltatepec de Valdes	870	544	326
DISTRITO POCHUTLA		23275	11875	11400
	Candelaria Loxicha	1500	595	905
	Pluma Hidalgo	786	449	337
	San Agustin Loxicha	3655	709	2946
	San Baltazar Loxicha	482	436	46
	San Bartolome Loxicha	428	193	235
	San Mateo Piñas	975	175	800
	San Miguel del Puerto	1351	780	571
	San Pedro el Alto	630	282	348
	San Pedro Pochutla	4654	3404	1250
	Santa Catarina Loxicha	786	336	450
	Santa Maria Colotepec	2172	1408	764
	Santa Maria Huatulco	2287	1464	823
	Santa Maria Tonameca	2626	1418	1208
	Santo Domingo Morelos	943	226	717
REGION ISTMO		97899	84878	13021
DISTRITO JUCHITAN		59870	52199	7671
	Asunción Ixtaltepec	3144	2795	349
	Chahuities	1778	1433	345
	Ciudad Ixtepec	4593	4372	221
	El Barrio De La Soledad	2508	2272	236
	El Espinal	1703	1638	65
	Juchitán De Zaragoza	12457	11532	925
	Matias Romero	7782	6985	797
	Reforma de Pineda	690	636	54
	San Dionisio Del Mar	811	670	141
	San Francisco Del Mar	885	688	197
	San Francisco Ixhuatan	1820	1498	322
	San Juan Guichicovi	5492	4232	1260
	San Miguel Chimalapa	1089	897	192
	San Pedro Tepanatepec	2216	1897	319
	Santa Maria Chimalapa	1074	654	420
	Santa Maria Petapa	2201	1796	405
	Santa Maria Xadani	895	769	126
	Santiago Niltepec	1184	949	235
	Santo Domingo Ingenio	1557	1353	204
	Santo Domingo Petapa	1950	997	553
	Santo Domingo Zanatepec	1950	1713	237
	Unión Hidalgo	2191	2423	68

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
DISTRITO		38029	32679	5350
TEHUANTEPEC				
	Guevea de Humboldt	1005	600	405
	Magdalena Tequisistlan	1320	1063	257
	Magdalena Tlacotepec	285	277	8
	Salina Cruz	13752	12828	924
	San Blas Atempa	2147	1897	250
	San Mateo del Mar	1546	791	755
	San Miguel Tenango	186	115	71
	San Pedro Comitancillo	780	733	47
	San Pedro Huamelula	1598	1358	240
	San Pedro Huilotepec	393	313	80
	Santa Maria Guienagati	394	182	212
	Santa Maria Jalapa Del Marqués	1976	1687	289
	Santa Maria Mixtequilla	746	690	56
	Santa Maria Totolapilla	186	182	4
	Santiago Astata	509	438	71
	Santiago Lachiguiri	1130	573	557
	Santiago Laollaga	653	586	67
	Santo Domingo Chihuitlán	315	287	28
	Santo Comingo Tehuantepec	9108	8079	1029
REGION: MIXTECA		83830	59755	24075
DISTRITO		2858	1999	859
COIXTLAHUACA				
	Concepción Buenavista	253	185	68
	San Cristobal Suchixtlahuaca	100	83	17
	San Francisco Teopan	107	74	33
	San Juan Bta. Coixtlahuaca	887	504	383
	San Mateo Tlapiltepec	65	63	2
	San Miguel Tequixtepec	263	218	65
	San Miguel Tulancingo	175	156	19
	San Magdalena Jicotlán	38	37	1
	Santa Maria Nativitas	244	125	119
	Santiago Ihuitlán Plumas	169	132	37
	Santiago Tepetlapa	51	37	14
	Tepelmeme Villa de Morelos	356	253	103
	Tlacotepec Plumas	150	132	18
DISTRITO HUAJUAPAN DE LEON		21719	19760	1959
	Asunción Cuyotepeji	184	168	16
	Cosoltepec	290	251	39
	Fresnillo de Trujano	283	231	52

NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL C/LUZ S/LUZ		
Huajuapán de León	7620	7297	323
Mariscala de Juárez	742	676	66
San Andrés Dinicuiti	413	379	16
San Jerónimo Silacayoapilla	408	370	38
San Jorge Nuchita	567	478	89
San José Ayuquila	281	239	42
San Juan Bta. Suchtepec	141	124	17
San Marcos Arteaga	476	447	29
San Martín Zacatepec	285	254	31
San Miguel Amatitlán	980	772	208
S. Pedro y S. Pablo Tequix.	699	600	99
San Simón Zahuatlán	184	89	95
Santa Catarina Zapouquila	170	157	13
Sta. Cruz Tacache de Mina	513	476	37
Santa María Camotlán	347	320	27
Santiago Ayuquillilla	454	352	102
Santiago Cacaloxtepéc	323	314	9
Santiago Chazumba	1146	989	157
Santiago Huajolotitlán	865	816	49
Santiago Miltepec	102	92	10
Santo Domingo Tonala	1230	1147	83
Santo Domingo Yodohino	114	111	3
Santos Reyes Yucuna	173	128	45
Tezoatlán de Segura y Luna	2432	2174	258
Zapotitlán Palmas	297	291	6
<b>DISTRITO JUXTLAHUACA</b>	<b>11450</b>	<b>6811</b>	<b>4639</b>
Coicoyán de las Flores	823	126	697
San Juan Mixtepec	2206	1276	930
San Martín Peras	1058	358	700
San Miguel Tlacotepec	634	599	35
San Sebastián Tecomaxtlahuaca	1693	1099	594
Santiago Juxtahuaca	4759	3103	1656
Santos Reyes Tepejillo	277	250	27
<b>DISTRITO NOCHIXTLÁN</b>	<b>12857</b>	<b>7337</b>	<b>5520</b>
Asunción Nochixtlán	2325	1808	517
Magdalena Jaltepec	914	753	161
Mgda. Yodocono de Porfirio Díaz	284	258	26
Magdalena Zahuatlán	133	104	29
San Andrés Nuxiño	381	140	233
San Andrés Sinaxtla	167	159	8
San Francisco Chindua	153	141	12
San Feo. Jaltepetongo	306	236	70
San Francisco Nuxaño	118	108	10
San Juan Dixi	389	190	199

NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
San Juan Sayultepec	148	143	5
San Juan Tamazola	633	51	582
San Juan Yucuita	187	164	23
San Mateo Etlatongo	239	202	37
San Mateo Sindihui	317	301	16
San Miguel Chicahua	434	84	350
San Miguel Huatla	376	68	308
San Miguel Piedras	238	6	232
San Miguel Tecomatlán	74	68	6
San Pedro Cantaros C.	277	156	121
San Pedro Teozacoalco	276	145	131
San Pedro Tidaá	259	235	24
Santa Inés de Zaragoza	476	138	338
Santa María Apazco	608	114	494
Santa María Chachoapam	211	163	48
Santiago Apoala	370	82	288
Santiago Huaucelilla	265	182	83
Santiago Tilantongo	909	322	587
Santiago Tillo	131	129	2
Santo Domingo Nuxaa	554	71	483
Santo Domingo Yanhuatlán	418	368	50
Yutanduchi de Guerrero	287	240	47
	7632	6861	771
DISTRITO:			
SILACAYOAPAN			
Calihuala	268	248	20
Guadalupe de Ramirez	306	301	5
Ixpantepec Nieves	435	412	23
San Agustín Atenango	475	417	58
San Andrés Tepetlapa	116	90	26
San Francisco Tlapancingo	267	246	21
San Juan Bta. Tlachichilco	271	217	54
San Juan Cieneguilla	164	159	5
San Juan Ihualtepec	216	176	40
San Lorenzo Victoria	282	257	25
San Mateo Nejapam	179	131	48
San Miguel Ahuehuetitlán	370	293	77
San Nicolás Hidalgo	175	169	6
Santa Cruz de Bravo	125	109	16
Santiago del Río	301	257	44
Santiago Tamazola	730	683	47
Santiago Yucuyachi	335	307	28
Silacayoapam	1978	1821	157
Zapotitlán Lagunas	639	568	



	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
DISTRITO TEPOSCOLULA		7095	5608	1487
	La Trinidad Vista Hermosa	90	76	14
	San Andrés Lagunas	178	148	30
	San Antonio Monteverde	1034	356	678
	San Antonio Acutla	92	89	3
	San Bartolo Soyaltepec	255	144	111
	San Juan Teposcolula	363	331	32
	San Pedro Nopala	215	156	59
	San Pedro Topiltepec	137	120	17
	S. Pedro y S. Pablo Teposcolula	830	740	90
	San Pedro Yucunama	59	48	11
	San Sebastian Nicananduta	426	408	18
	San Vicente Nuñu	180	113	67
	Sta. Maria Chilapa de Diaz	491	452	39
	Santa Maria Nduayaco	187	108	79
	Santiago Nejapilla	94	88	6
	Santiago Yolomecatl	370	348	22
	Santo Domingo Tlatayapam	49	40	9
	Santo Domingo Tonaltepec	117	113	4
	Teotongo	288	255	33
	Villa de Tamazulapan del Progreso	1127	1053	74
	Villa Tejupan de la Unión	513	422	91
DISTRITO TLAXIACO		20219	11379	8840
	Chalcatongo de Hidalgo	1829	1213	616
	Heroica Ciudad de Tlaxico	4440	3529	911
	Magdalena Peñasco	716	303	413
	San Agustin Tlacotepec	250	186	64
	San Antonio Sinicalhua	270	40	230
	San Bartolome Yucuañe	143	119	24
	San Cristóbal Amoltepec	237	117	120
	San Esteban Atlatlahuca	772	124	648
	San Juan Achiutla	180	155	25
	San Juan Teita	127	116	11
	San Juan Numi	1001	331	670
	San Martin Huamelulpam	277	228	49
	San Martin Itunyoso	360	176	184
	San Mateo Peñasco	340	123	217
	San Miguel Achiutla	293	135	158
	San Miguel el Grande	987	757	230
	San Pablo Tijaltepec	478	254	224
	San Pedro Martir Yucuxaco	364	123	241
	San Pedro Molinos	164	140	24
	Santa Catarina Tayata	167	96	71
	Santa Catarina Ticua	265	90	175
	Santa Catarina Yosonotu	482	127	355

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
	Santa Cruz Nundaco	458	120	338
	Santa Cruz Tacahua	262	72	190
	Santa Cruz Tayata	123	73	50
	Santa Maria del Rosario	90	62	28
	Santa Maria Tataltepec	116	102	14
	Santa Maria Yolotepec	115	57	58
	Santa Maria Yosoyua	245	71	174
	Santa Maria Yucuchiti	1164	1011	153
	Santiago Nundichi	250	44	206
	Santiago Nuyoo	542	317	225
	Santiago Yosondua	1773	608	1165
	Santo Domingo Ixcatlan	189	73	116
	Santo Tomas Ocotepec	750	287	463
REGION: PAPALOAPAN		72506	52127	20379
DISTRITO CHOAPAN		7310	2391	4919
	San Juan Comaltepec	360	195	165
	San Juan Lalana	2544	412	2132
	San Juan Petlapa	442	5	437
	Santiago Choapan	836	453	383
	Santiago Jocotepec	1818	1085	733
	Santiago Yaveo	1310	241	1069
DISTRITO TUXTEPEC		65196	49736	15460
	Acatlán de Pérez Figueroa	8115	6342	1773
	Ayotzintepec	852	724	128
	Cosolapa	2616	2204	412
	Loma Bonita	8643	7534	1109
	Nuevo Soyaltepec	5800	4052	1748
	San Felipe Jalapa de Díaz	3035	1088	1947
	San Felipe Usila	1740	810	930
	San José Chiltepec	1607	1265	342
	San Jose Independencia	848	340	508
	San Juan Bta. Tuxtepec	22197	19454	2743
	San Juan Bta. Valle Nacional	3608	2789	819
	San Lucas Ojitlán	2762	1363	1399
	San Pedro Ixcatlán	1884	608	1276
	Santa Maria Jacatepec	1489	1163	326
REGION: SIERRA NORTE		35157	24767	10390
DISTRITO IXTLAN		8948	7906	1042
	Abejones	259	252	7
	Capulalpam de Méndez	312	311	1
	Guelatao de Juárez	93	93	0

NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
Ixtlán de Juárez	1426	1142	284
Natividad	217	213	4
Nuevo Zoquiapan	316	292	24
San Juan Atepec	448	392	56
San Juan Chicomezuchil	114	107	7
San Juan Evangelista Analco	158	158	0
San Juan Quiotepec	409	381	28
San Miguel Aloapam	503	470	33
San Miguel Amatlan	249	232	17
San Miguel del Río	92	90	2
San Miguel Yotao	136	119	17
San Pablo Macuilianguis	325	311	14
San Pedro Yaneri	229	110	119
San Pedro Yolox	504	361	143
Santa Ana Yaneri	271	255	16
Santa Catarina Istepeji	489	461	28
Santa Catarina Lachatao	386	275	111
Santa María Jaltianguis	175	166	9
Santa María Yavesia	200	188	12
Santiago Comaltepec	363	301	62
Santiago Loxapa	388	364	24
Santiago Xicui	529	512	17
Teococuilco de Marcos Pérez	357	350	7
<b>DISTRITO MIXE</b>	<b>18016</b>	<b>9721</b>	<b>8295</b>
Asunción Cacalotepec	560	272	288
Mixistlán de la Reforma	466	302	164
San Juan Cotzocon	3941	2789	1152
San Juan Mazatlán	2739	1646	1093
San Lucas Camotlán	481	92	389
San Miguel Quetzaltepec	985	759	226
San Pedro Ocotepec	353	181	172
S. Pedro y S. Pablo Ayutla	1162	368	794
Santa María Alotepec	572	443	129
Santa María Tepantlali	447	190	257
Santa María Tlahuitoltepec	1372	508	864
Santiago Atitlán	461	222	239
Santiago Ixcuintepec	235	204	31
Santiago Zacatepec	1066	509	457
Santo Domingo Tepuxtepec	878	149	729
Tamazulapan del Espíritu Santo	1184	394	790
Totontepec Villa de Morelos	1114	593	521
<b>DISTRITO VILLA ALTA</b>	<b>8193</b>	<b>7140</b>	<b>1053</b>
San Andrés Solaga	516	480	36
San Andrés Yaa	180	170	10
San Baltazar Yatzachi el Bajo	262	258	4

NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
San Bartolome Zoogocho	155	145	10
San Cristóbal Lachirioag	449	439	10
San Francisco Cajonos	186	178	8
San Ildefonso Villa Alta	753	667	86
San Juan Juquila Vijanos	497	437	60
San Juan Tabaa	291	251	40
San Juan Yae	445	415	30
San Juan Yatzone	108	108	0
San Mateo Cajonos	169	148	21
San Melchor Betaza	313	284	29
San Miguel Talea de Castro	757	749	8
San Pablo Yaganiza	212	202	10
San Pedro Cajonos	329	312	17
Santa María Temascalapa	193	189	4
Santa María Yalina	116	112	4
Santiago Camotlán	556	125	431
Santiago Lalopa	151	148	3
Santiago Zochila	97	94	3
Santo Domingo Roayaga	201	115	86
Santo Domingo Xagacia	278	211	67
Tanetze de Zaragoza	473	463	10
Villa Hidalgo	506	440	66
REGION SIERRA SUR	51534	30223	21311
DISTRITO MIAHUATLAN	19409	12600	6809
Miahuatlan de Porfirio Diaz	5158	4050	1108
Monjas	429	306	123
San Andrés Paxtlán	546	87	459
San Cristóbal Amatlán	669	541	128
San Francisco Logueche	307	81	226
San Francisco Ozoltepec	336	310	26
San Ildefonso Amatlán	426	305	121
San Jerónimo Coatlán	712	457	255
San José Lachiguirí	693	548	145
San José del Peñasco	316	142	174
San Juan Mixtepec	201	185	16
San Juan Ozoltepec	515	257	258
San Luis Amatlán	792	507	285
San Marcial Ozoltepec	307	67	240
San Mateo Río Hondo	670	278	392
San Miguel Coatlán	466	129	337
San Miguel Suchixtepec	421	195	226
San Nicolás	269	230	39
San Pablo Coatlán	703	438	265
San Pedro Mixtepec	256	240	16
San Sebastián Coatlán	207	203	224

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
	San Sebastian Rio hondo	477	285	192
	San Simón Almolongas	509	457	52
	Santa Ana	278	227	51
	Santa Catarina Cuixtla	409	361	48
	Santa Cruz Xitla	594	551	43
	Santa Lucía Miahuatlán	467	112	355
	Santa Maria Ozolotepec	722	429	293
	Santiago Xaniaca	707	141	566
	Santo Domingo Ozolotepec	173	125	48
	Santo Tomás Tamazulapan	333	255	78
	Sitio de Xitlapehua	121	101	20
DISTRITO PUTLA		14641	9633	5008
	Constancia del Rosario	457	227	230
	La Reforma	625	485	140
	Mesones Hidalgo	708	470	238
	Putla Villa de Guerrero	4952	4055	897
	San Andrés Cabecera Nueva	563	262	301
	San Pedro Amuzgos	846	507	339
	Santa Cruz Itundujía	1838	613	1225
	Santa Lucía Monteverde	1372	402	970
	Santa María Ipalapa	781	535	246
	Santa Maria Zacatepec	2499	2077	422
DISTRITO SOLA DE VEGA		10428	2911	7517
	San Francisco Cahuacua	541	172	369
	San Francisco Sola	204	121	83
	San Ildefonso Sola	142	33	109
	San Jacinto Tlacotepec	269	6	263
	San Lorenzo Texmelucan	681	90	591
	San Vicente Lachixio	327	91	236
	Santa Cruz Zenzontepec	2021	28	1993
	Santa María Lachixio	178	73	105
	Santa Maria Sola	356	209	147
	Santa Maria Zaniza	208	148	60
	Santiago Amoltepec	1375	16	1359
	Santiago Minas	254	62	192
	Santiago Textitlán	447	397	50
	Santo Domingo Tejomulco	713	366	367
	Villa Sola de Vega	2143	1020	1123
	Zapotitlán del Río	569	79	490
DISTRITO YAUTEPEC		7056	5079	1977
	Asunción Tlacolulita	238	220	18
	Nejapa de Madero	1620	1098	522
	San Bartolo Yautepec	200	188	12
	San Carlos Yautepec	2011	1331	680

NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
San Juan Juquila Mixes	862	434	428
San Juan Lajarcia	190	177	13
San Pedro Martir Quiechapa	167	137	30
Santa Ana Tavela	322	239	83
Santa Catalina Quieri	240	212	28
Santa Catarina Quioquitani	137	119	18
Santa Maria Ecatepec	764	683	81
Santa Maria Quiegolani	305	241	64
REGION VALLES CENTRALES	139109	127009	12100
DISTRITO CENTRO	68247	66029	2218
Animas Trujano	444	421	23
Cuilapan de Guerrero	1837	1703	134
Oaxaca de Juárez	43672	42755	917
San Agustín de la Juntas	447	413	34
San Agustín Yatareni	443	417	26
San Andrés Huayapam	495	451	44
San Andrés Ixtlahuaca	281	259	22
San Antonio de la Cal	1370	1243	127
San Bartolo Coyotepec	664	626	38
San Jacinto Amilpas	455	426	29
San Pedro Ixtlahuaca	493	446	47
San Raymundo Jalpan	294	269	25
San Sebastian Tutla	921	888	33
Santa Cruz Amilpas	985	963	22
Santa Cruz Xoxocotlan	5834	5552	282
Santa Lucía del Camino	5644	5501	143
Santa Maria Atzompa	1077	904	173
Santa Maria Coyotepec	177	169	8
Santa Maria del Tule	14515	14002	13
Santo Domingo Tomaltepec	464	443	21
Tlaxiact de Cabrera	835	778	57
DISTRITO EJUTLA	8576	7510	1066
Coatecas Altas	699	573	126
La Compañía	832	776	56
Ejutla de Crespo	3778	3306	472
La Pe	339	263	76
San Agustín Amatengo	495	480	15
San Andrés Zabache	199	194	5
San Juan Lachigalla	550	436	114
San Martín de los Cansecos	161	142	19
San Martín Lachila	261	225	36
San miguel Ejutla	154	142	12
San Vicente Coatlán	591	529	62

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
	Faniche	201	184	17
	Yogana	316	260	56
DISTRITO ETLA		16708	13936	2772
	Guadalupe Etlá	372	350	22
	Magdalena Apasco	708	683	25
	Nazareno Etlá	576	554	22
	Reyes Etlá	483	463	20
	San Agustín Etlá	564	537	27
	San Andrés Zautla	547	522	25
	San Felipe Tejalapam	940	789	151
	San Francisco Telixtlahuaca	1396	1322	74
	San Jerónimo Sosola	760	436	324
	San Juan Bta. Atatlahuaca	306	234	72
	San Juan Bta. Guelache	724	673	51
	San Juan Bta. Jayacatlán	309	265	44
	San Juan del Estado	436	401	35
	San Lorenzo Cacaotepec	1318	1283	35
	San Pablo Etlá	871	815	56
	San Pablo Huitzo	998	938	60
	Santa María Peñoles	1034	176	858
	Santiago Suchilquitongo	1236	1131	105
	Santiago Tenengo	350	273	77
	Santiago Tlazoyaltepec	733	138	595
	Santo Tomás Mazaltepec	352	324	28
	Soledad Etlá	578	559	19
	Villa de Etlá	1117	1070	47
DISTRITO OCOTLÁN		11643	10690	953
	Asunción Ocotlán	749	688	61
	Magdalena Ocotlán	167	148	19
	Ocotlán de Morelos	2867	2686	181
	San Antonio Castillo Velasco	879	855	24
	San Baltazar Chichicapam	731	678	53
	San Dionisio Ocotlán	216	205	11
	San Jerónimo Taviche	216	190	26
	San José del Progreso	892	814	78
	San Juan Chilateca	270	257	13
	San Martín Tilcajete	276	268	8
	San Miguel Tilquiapam	463	405	58
	San Pedro Apostol	405	379	26
	San Pedro Mártir	342	322	20
	San Pedro Taviche	149	119	30
	Santa Ana Zegache	587	479	108
	Santa Catarina Minas	304	284	20
	Santa Lucía Ocotlán	454	409	45
	Santiago Apóstol	923	817	106

	NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
	Santo Tomás Jalieza	415	389	26
	Yaxe	338	298	40
DISTRITO TLACOLULA		19014	16400	2614
	Magdalena Teitipac	509	444	65
	Rojas Cuahutemoc	215	208	7
	San Bertolome Quialana	462	416	46
	San Dionisio Ocotepec	1459	1074	385
	San Francisco Lachigolo	249	232	17
	San Jerónimo Tlacoahuaya	824	780	44
	San Juan del Río	342	328	14
	San Juan Guelavia	602	548	54
	San Juan Teitipac	621	564	57
	San Lorenzo Albarradas	485	435	50
	San Lucas Quiavini	352	310	42
	San Pablo Villa de Mitla	1895	1831	64
	San Pedro Quiatoni	1690	768	922
	San Pedro Totolapa	616	588	28
	San Sebastian Abasolo	371	359	12
	San Sebastian Teitipac	396	353	43
	Santa Ana del Valle	425	415	10
	Santa Cruz Papalutla	315	282	33
	Santa Maria Guelace	119	113	6
	Santa Maria Zoquiapan	808	673	135
	Santiago Matatlán	1487	1094	393
	Santo Domingo Albarradas	176	159	17
	Teotitlán del Valle	952	932	20
	Tlacolula de Matamoros	2460	2392	68
	Villa Díaz Ordaz	1184	1102	82
DISTRITO ZAACHILA		4656	3433	1223
	San Antonio Huixtepec	871	449	422
	San Miguel Peras	604	317	287
	San Pablo Cuatro Venados	180	2	178
	Santa Inés del Monte	329	150	179
	Trinidad Zaachila	514	490	24
	Villa de Zaachila	2158	2025	133
DISTRITO ZIMATLÁN		10265	9011	1254
	Ayoquezo de Aldama	1125	1047	78
	Cienega de Zimatlán	692	675	17
	Magdalena Mixtepec	91	87	4
	San Antonio el Alto	416	208	208
	San Bernardo Mixtepec	472	431	41
	San Miguel Mixtepec	373	86	287
	San Pablo Huixtepec	1543	1434	109



NOMBRE DEL MUNICIPIO	TOTAL	C/LUZ	S/LUZ
Santa Ana Tlapacoyan	639	563	76
Santa Catarina Quiane	305	285	20
Santa Cruz Mixtepec	690	623	67
Santa Gertrudis	816	753	63
Santa Inés Yatzeche	214	191	23
Zimatlan de Alvaréz	2889	2628	261

### FACTOR DE CORRECCION K PARA SUPERFICIES INCLINADAS.

Representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie inclinada un determinado ángulo y otra horizontal

LATITUD = 15°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.04	1.03	1.01	1	0.99	0.98	0.99	1	1.02	1.03	1.04	1.04
10	1.07	1.05	1.02	0.99	0.97	0.96	0.98	0.99	1.02	1.06	1.08	1.08
15	1.09	1.06	1.02	0.98	0.94	0.93	0.94	0.98	1.03	1.07	1.11	1.11
20	1.11	1.07	1.01	0.95	0.91	0.89	0.91	0.95	1.02	1.09	1.13	1.13
25	1.12	1.07	1	0.93	0.87	0.85	0.87	0.93	1.01	1.09	1.14	1.15
30	1.12	1.06	0.98	0.89	0.82	0.8	0.82	0.89	0.99	1.08	1.15	1.16
35	1.11	1.05	0.95	0.85	0.77	0.74	0.77	0.85	0.96	1.07	1.15	1.16
40	1.1	1.03	0.92	0.81	0.72	0.68	0.71	0.8	0.93	1.05	1.14	1.15
45	1.09	1	0.88	0.76	0.66	0.62	0.65	0.75	0.89	1.03	1.12	1.14
50	1.06	0.97	0.84	0.7	0.59	0.55	0.59	0.69	0.84	1	1.1	1.12
55	1.03	0.93	0.79	0.64	0.52	0.48	0.52	0.63	0.79	0.96	1.07	1.09
60	0.99	0.89	0.74	0.58	0.45	0.4	0.44	0.56	0.74	0.91	1.03	1.05
65	0.95	0.84	0.68	0.51	0.38	0.32	0.37	0.49	0.67	0.86	0.99	1.01
70	0.9	0.78	0.62	0.44	0.3	0.24	0.29	0.42	0.61	0.8	0.94	0.97
75	0.85	0.72	0.55	0.37	0.22	0.16	0.21	0.35	0.54	0.74	0.88	0.91
80	0.79	0.66	0.48	0.29	0.14	0.1	0.13	0.27	0.47	0.67	0.82	0.85
85	0.73	0.59	0.41	0.21	0.1	0.09	0.09	0.19	0.39	0.6	0.75	0.79
90	0.66	0.52	0.33	0.14	0.09	0.08	0.08	0.11	0.31	0.53	0.68	0.72

LATITUD = 16°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.04	1.03	1.01	1	0.99	0.98	0.99	1	1.02	1.03	1.05	1.05
10	1.07	1.05	1.02	0.99	0.97	0.96	0.97	0.99	1.03	1.06	1.08	1.08
15	1.09	1.06	1.02	0.98	0.94	0.93	0.94	0.98	1.03	1.08	1.12	1.12
20	1.11	1.07	1.02	0.96	0.91	0.89	0.91	0.96	1.03	1.1	1.14	1.14
25	1.12	1.07	1.01	0.93	0.88	0.85	0.87	0.93	1.02	1.1	1.16	1.16
30	1.13	1.07	0.99	0.9	0.83	0.8	0.83	0.9	1	1.1	1.17	1.17
35	1.12	1.06	0.96	0.86	0.78	0.75	0.78	0.86	0.98	1.09	1.17	1.17
40	1.11	1.04	0.93	0.82	0.73	0.69	0.72	0.81	0.95	1.08	1.16	1.17
45	1.1	1.01	0.89	0.77	0.67	0.63	0.66	0.76	0.91	1.05	1.15	1.16
50	1.07	0.98	0.85	0.71	0.6	0.56	0.6	0.7	0.87	1.02	1.13	1.14
55	1.04	0.94	0.8	0.65	0.54	0.49	0.53	0.64	0.82	0.98	1.1	1.12
60	1.01	0.9	0.75	0.59	0.46	0.41	0.46	0.58	0.76	0.94	1.06	1.08
65	0.96	0.85	0.69	0.52	0.39	0.34	0.38	0.51	0.7	0.89	1.02	1.04
70	0.92	0.79	0.63	0.45	0.31	0.26	0.3	0.44	0.64	0.83	0.97	1
75	0.86	0.74	0.56	0.38	0.24	0.18	0.22	0.36	0.57	0.77	0.92	0.95
80	0.8	0.67	0.49	0.3	0.16	0.1	0.14	0.28	0.5	0.71	0.86	0.89
85	0.74	0.61	0.42	0.23	0.1	0.09	0.09	0.2	0.42	0.64	0.79	0.83
90	0.67	0.54	0.35	0.15	0.09	0.08	0.08	0.12	0.34	0.56	0.72	0.76

LATITUD = 17°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.04	1.03	1.02	1	0.99	0.98	0.99	1	1.02	1.03	1.05	1.05
10	1.07	1.05	1.02	1	0.97	0.96	0.97	1	1.03	1.06	1.08	1.08
15	1.1	1.07	1.03	0.98	0.95	0.93	0.95	0.98	1.03	1.08	1.12	1.12
20	1.12	1.08	1.02	0.96	0.92	0.9	0.92	0.96	1.03	1.1	1.14	1.14
25	1.13	1.08	1.01	0.94	0.88	0.86	0.88	0.94	1.02	1.1	1.16	1.16
30	1.13	1.07	0.99	0.91	0.84	0.81	0.84	0.91	1	1.1	1.17	1.17
35	1.13	1.06	0.97	0.87	0.79	0.76	0.79	0.87	0.98	1.09	1.17	1.17
40	1.12	1.05	0.94	0.83	0.74	0.7	0.73	0.82	0.95	1.08	1.16	1.17
45	1.11	1.02	0.9	0.78	0.68	0.64	0.67	0.77	0.91	1.05	1.15	1.16
50	1.08	0.99	0.86	0.72	0.61	0.57	0.61	0.72	0.87	1.02	1.13	1.14
55	1.06	0.95	0.81	0.66	0.55	0.5	0.54	0.65	0.87	0.98	1.1	1.12
60	1.02	0.91	0.76	0.6	0.48	0.43	0.47	0.59	0.76	0.94	1.06	1.08
65	0.98	0.86	0.7	0.53	0.4	0.35	0.39	0.52	0.7	0.89	1.02	1.04
70	0.93	0.81	0.64	0.46	0.33	0.27	0.32	0.45	0.64	0.83	0.97	1
75	0.88	0.75	0.58	0.39	0.25	0.19	0.24	0.37	0.57	0.77	0.92	0.95
80	0.82	0.69	0.51	0.32	0.17	0.11	0.16	0.3	0.5	0.71	0.86	0.89
85	0.76	0.62	0.44	0.24	0.1	0.09	0.09	0.22	0.42	0.64	0.79	0.83
90	0.69	0.55	0.36	0.16	0.09	0.08	0.08	0.14	0.34	0.56	0.72	0.76

LATITUD=18°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.04	1.03	1.02	1	0.99	0.99	0.99	1	1.02	1.04	1.05	1.05
10	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.97	0.97	1	1.03	1.07	1.09	1.09
15	1.1	1.07	1.03	0.99	0.95	0.94	0.95	0.99	1.04	1.09	1.12	1.12
20	1.12	1.08	1.03	0.97	0.92	0.9	0.92	0.97	1.04	1.1	1.15	1.15
25	1.13	1.08	1.02	0.94	0.89	0.86	0.89	0.94	1.03	1.11	1.16	1.17
30	1.14	1.08	1	0.91	0.85	0.82	0.84	0.91	1.01	1.11	1.17	1.18
35	1.14	1.07	0.98	0.88	0.8	0.77	0.79	0.87	0.99	1.1	1.18	1.18
40	1.13	1.05	0.95	0.83	0.75	0.71	0.74	0.83	0.96	1.09	1.17	1.18
45	1.12	1.03	0.91	0.79	0.69	0.65	0.68	0.78	0.92	1.06	1.16	1.17
50	1.1	1	0.87	0.73	0.63	0.58	0.62	0.73	0.88	1.03	1.14	1.15
55	1.07	0.96	0.82	0.67	0.56	0.51	0.55	0.67	0.83	1	1.11	1.13
60	1.03	0.92	0.77	0.61	0.49	0.44	0.48	0.6	0.78	0.96	1.08	1.1
65	0.99	0.87	0.72	0.55	0.42	0.36	0.41	0.53	0.72	0.91	1.04	1.06
70	0.94	0.82	0.65	0.48	0.34	0.29	0.33	0.46	0.65	0.85	0.99	1.01
75	0.89	0.76	0.59	0.4	0.26	0.21	0.25	0.39	0.58	0.79	0.94	0.96
80	0.83	0.7	0.52	0.33	0.19	0.12	0.17	0.31	0.51	0.72	0.88	0.91
85	0.77	0.64	0.45	0.25	0.11	0.09	0.09	0.23	0.44	0.65	0.81	0.84
90	0.71	0.57	0.38	0.18	0.09	0.08	0.08	0.15	0.36	0.58	0.74	0.78

LATITUD = 19°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.04	1.03	1.02	1	0.99	0.99	0.99	1	1.02	1.04	1.05	1.05
10	1.08	1.06	1.03	1	0.98	0.97	0.98	1	1.03	1.07	1.09	1.09
15	1.1	1.07	1.03	0.99	0.96	0.94	0.95	0.99	1.04	1.09	1.12	1.13
20	1.13	1.09	1.03	0.97	0.93	0.91	0.93	0.97	1.04	1.11	1.15	1.15
25	1.14	1.09	1.02	0.95	0.89	0.87	0.89	0.95	1.03	1.12	1.17	1.17
30	1.15	1.09	1.01	0.92	0.85	0.83	0.85	0.92	1.02	1.12	1.18	1.19
35	1.15	1.08	0.99	0.88	0.81	0.78	0.8	0.88	1	1.11	1.19	1.19
40	1.14	1.06	0.96	0.84	0.75	0.72	0.75	0.84	0.97	1.1	1.19	1.19
45	1.13	1.04	0.92	0.8	0.7	0.66	0.69	0.79	0.93	1.08	1.17	1.18
50	1.11	1.01	0.88	0.74	0.64	0.59	0.63	0.74	0.89	1.05	1.16	1.17
55	1.08	0.98	0.84	0.69	0.57	0.52	0.56	0.68	0.84	1.01	1.13	1.14
60	1.05	0.93	0.78	0.62	0.5	0.45	0.49	0.62	0.79	0.97	1.1	1.11
65	1.01	0.89	0.73	0.56	0.43	0.38	0.42	0.55	0.73	0.92	1.05	1.07
70	0.96	0.84	0.67	0.49	0.35	0.3	0.34	0.48	0.67	0.87	1.01	1.03
75	0.91	0.78	0.6	0.42	0.28	0.22	0.27	0.4	0.6	0.81	0.95	0.98
80	0.85	0.72	0.53	0.34	0.2	0.14	0.19	0.33	0.53	0.74	0.89	0.92
85	0.79	0.65	0.46	0.27	0.12	0.09	0.11	0.25	0.45	0.67	0.83	0.86
90	0.72	0.58	0.39	0.19	0.09	0.08	0.08	0.17	0.37	0.6	0.76	0.79

LATITUD = 20°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.04	1.03	1.02	1	0.99	0.99	0.99	1.01	1.02	1.04	1.05	1.05
10	1.08	1.06	1.03	1	0.98	0.97	0.98	1	1.04	1.07	1.09	1.09
15	1.11	1.08	1.04	0.99	0.96	0.95	0.96	0.99	1.04	1.1	1.13	1.13
20	1.13	1.09	1.04	0.98	0.93	0.91	0.93	0.98	1.05	1.11	1.16	1.16
25	1.15	1.1	1.03	0.96	0.9	0.88	0.9	0.96	1.04	1.12	1.18	1.18
30	1.16	1.1	1.01	0.93	0.86	0.83	0.86	0.93	1.03	1.13	1.19	1.2
35	1.16	1.09	0.99	0.89	0.81	0.78	0.81	0.89	1	1.12	1.2	1.2
40	1.15	1.07	0.97	0.85	0.76	0.73	0.76	0.85	0.98	1.11	1.2	1.2
45	1.14	1.05	0.93	0.81	0.71	0.67	0.7	0.8	0.94	1.09	1.19	1.2
50	1.12	1.02	0.89	0.75	0.65	0.6	0.64	0.75	0.9	1.06	1.17	1.18
55	1.09	0.99	0.85	0.7	0.58	0.54	0.58	0.69	0.86	1.03	1.14	1.16
60	1.06	0.95	0.8	0.64	0.51	0.46	0.51	0.63	0.8	0.99	1.11	1.13
65	1.02	0.9	0.74	0.57	0.44	0.39	0.43	0.56	0.74	0.94	1.07	1.09
70	0.97	0.85	0.68	0.5	0.37	0.31	0.36	0.49	0.68	0.88	1.03	1.05
75	0.92	0.79	0.62	0.43	0.29	0.23	0.28	0.42	0.61	0.82	0.97	1
80	0.87	0.73	0.55	0.36	0.21	0.16	0.2	0.34	0.54	0.76	0.91	0.94
85	0.8	0.67	0.48	0.28	0.13	0.09	0.12	0.26	0.47	0.69	0.85	0.88
90	0.74	0.6	0.4	0.2	0.09	0.08	0.08	0.18	0.39	0.61	0.78	0.81

## BIBLIOGRAFIA.

1. "Anuario estadístico del estado de Oaxaca 1992".  
Inegi.
2. "Datos por localidad de Oaxaca: resultados definitivos de población y vivienda".  
Inegi.
3. "El agua: recurso vital".  
UTM.
4. "Energía solar fotovoltaica".  
Serie Mundo Electrónico.
5. "Instalaciones de energía solar".  
Censolar.
6. "La energía solar, aplicaciones prácticas".  
Censolar.
7. "mundo científico".  
Vol. 10, No. 107
8. "Sistemas de conversión eléctrica".  
Censolar.