



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA



"IMPLEMENTACION Y DISEÑO PARA LA EXTRACCION Y PURIFICACION DEL AGUA,  
UTILIZANDO ENERGIA FOTOVOLTAICA EN BAHIA DE AGUA DULCE, MUNICIPIO DE  
COPALA, GUERRERO".

TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO

PRESENTA:  
FRANCISCO SORIANO GONZALEZ

ASESOR DE TESIS  
EDUARDO VAZQUEZ ZAMORA

MEXICO D.F. SEPTIEMBRE DEL 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTO:

CON TODO EL AMOR A MIS PADRES:

MARIA DE JESUS GONZALEZ HERNANDEZ (+)  
PEDRO SORIANO RODRIGUEZ.

POR LA TOLERANCIA Y COMPRESION A MI ESPOSA:  
SILUEN ROJAS OLVERA.

A MIS MOTORES E INSPIRACION Y MOTIVACION, MIS HIJOS:

NANCY SORIANO ROJAS  
SILUEN SORIANO ROJAS  
URI YAEL SORIANO ROJAS

Y POR LA AYUDA MORAL Y ECONOMICA A MIS HERMANOS:

PETRA SORIANO SUASTEGUI (+)  
CRISTINA SORIANO GONZALEZ  
RUFINO SORIANO GONZALEZ  
ALVARO SORIANO GONZALEZ  
CALIXTRA SORIANO GONZALEZ  
EテルBERTO SORIANO GONZALEZ  
RAYMUNDO SORIANO GONZALEZ  
DELFINO SORIANO GONZALEZ  
BERNARDO SORIANO CLEMENTE  
ODIMAR SORIANO CLEMENTE (+)  
JUAN SORIANO CLEMENTE

Y CON PROFUNDO AGRADECIMIENTO A TODA MI FAMILIA EN GENERAL  
DIRECTAS E INDIRECTAS, QUE DE ALGUNA MANERA CONTRIBUYERON EN  
MI VIDA PERSONAL.

"IMPLEMENTACION Y DISEÑO PARA LA EXTRACCION Y PURIFICACION DEL AGUA, UTILIZANDO ENERGIA FOTOVOLTAICA EN BAHIA DE AGUA DULCE, MUNICIPIO DE COPALA, GUERRERO".

## INDICE

### CONTENIDO

#### CAPITULO I

- 1.1 –Introducción.
- 1.2 –Resumen.
- 1.3 –Antecedentes.
- 1.4 -Planteamiento del problema.
- 1.5 -Justificación del problema.
- 1.6 -Objetivo general.
- 1.7 -Objetivos específicos.
- 1.8 –Hipótesis.
- 1.9 –Metodología.

#### CAPITULO II

- 2.1 -Marco de referencia.
- 2.2 -Localización geográfica.
- 2.3 –Orografía.
- 2.4 –Hidrografía.
- 2.5 –Clima.
- 2.6 –recursos Naturales.
- 2.7 –Flora.
- 2.8 –Fauna.
- 2.9 –Fauna Marina y Acuática.
- 2.10 –Características y uso de suelo
- 2.11 –Grupos Étnicos.
- 2.12 –Evolución Demográfica

2.13 –Agricultura.

2.14 –Ganadería.

2.15 –Centros turísticos.

2.16 –Vías de Comunicación.

### CAPITULO III

3.1- Marco teórico conceptual.

3.2- Conceptos básicos de electricidad.

3.3- Conductores, aislantes y semi conductores.

3.4- El recurso solar.

3.5- La radiación solar.

3.6- Radiación directa.

3.7- Radiación difusa.

3.8- Radiación reflejada.

3.9- Radiación global.

3.10- Radiación solar en México.

3.11- Aparatos para medir la radiación solar.

3.12- Energía solar fotovoltaica.

3.13- Sistemas fotovoltaicos.

3.14- Efecto fotovoltaico.

3.15- Celdas fotovoltaicas.

3.16- Materiales de Fabricación y Clasificación de Celdas Solares.

## CAPITULO IV

4.1- Definición del Producto.

4.2- Disponibilidad de materias e insumos.

4.3- Tamaño del proyecto.

4.4- Requerimiento de maquinaria y equipo para la purificadora de agua.

4.5- Equipos e instalaciones requeridas en la planta purificadora solar de agua.

4.6- Conceptos de los componentes de la instalación solar fotovoltaica.

4.7- Elementos de un panel fotovoltaico.

4.8- Controladores de carga.

4.9- Baterías.

4.10- Inversores.

4.11- Equipo eléctrico fotovoltaico.

4.12- Aparatos eléctricos en el proceso.

4.13- Cálculos Fotovoltaicos.

4.14- Recomendaciones en la instalación de paneles fotovoltaicos.

V. CONCLUSIONES.

VI. BIBLIOGRAFIA.

VII. APENDICE.

# CAPITULO I

## 1.1-INTRODUCCION

Ante la problemática que se vive a nivel mundial producto de la deforestación constante producida por las empresas madereras, tala de bosques de grandes extensiones para la agricultura y la ganadería con una visión capitalista de los avances de la globalización del hombre moderno y por otro lado la contaminación ambiental a nivel global como resultado de la emisión de CO<sub>2</sub> por la combustión de componentes fósiles; ha dado origen a que cada día la escasez del liquido vital como lo es el agua haya disminuido a grados alarmantes.

Producto de ello, es de que en algunos lugares del planeta ya no cuenta con agua ni para beber y además la tienen que conseguir a un alto precio. Esta problemática se ha ido presentando en cadena, a tal grado que la carencia de agua a escala mundial tenga repercusión en las plantas hidroeléctricas generadoras de energía, la cual ha originado que dicho servicio sea nulo o deficientes en las comunidades rurales o pequeñas que se encuentran marginadas o alejadas de las grandes urbes.

Nuestro México, como parte de este rompecabezas no puede quedar fuera de esta problemática, ya que por su situación y ubicación económica y geográfica es uno de los países del mundo en donde más se llevan a cabo grandes deforestaciones y contaminaciones. Tan solo en nuestro país se deforestan cientos de hectáreas de bosques por año y nuestro gobierno se hace de la vista gorda.

El estado de Guerrero por su ubicación geográfica también se encuentra en esta situación, es uno de los más deforestados sobre todo en la costa chica y costa grande, que tan solo cuenta con puras laderas que contienen pequeños arbustos, matorrales y uno que otro árbol típico de la región.

En nuestra región de la costa chica por estar ubicada en el ecuador, por contar con poca vegetación y por estar en el litoral del océano pacífico, las lluvias son muy escasas en los ciclos de primavera – verano, lo cual trae como consecuencia, poca o nula producción agrícola y poca recargas de agua a los mantos acuíferos.

La comunidad o corredor turístico de bahía de agua dulce (las salinas) por pertenecer al municipio de Cópala, Guerrero, está ubicado en un polígono geográfico un poco alejado de la carretera (5 km), lo cual hace un poco difícil el abastecimiento de los servicios públicos como son: alumbrado público, abastecimiento de alimentos, agua potable, entre otros.

Ante esta situación surge la necesidad de llevar a cabo un proyecto ecológico que venga a resolver el problema de suministro de agua para el consumo humano a

través de la implementación y diseño de una planta para la extracción y purificación de agua potable, utilizando energía fotovoltaica.

Para llevar a cabo este proyecto se tiene pensado trabajarlo en las siguientes Partes:

Primera-En esta parte se trabajara todos los elementos que de alguna manera dan origen al planteamiento del problema, a la justificación del mismo, sus objetivos que no son más que metas las que se desean alcanzar, las hipótesis que de alguna manera nos dan una dimensión situacional del problema y por ultimo una metodología, la cual nos abre un panorama de dicha investigación para no perdernos, además a través de ella nos da un enfoque y un alcance, y así tener claro que es lo que realmente queremos alcanzar con dicha investigación.

Segundo.-En esta parte están contenidas todos los elementos contextuales que de alguna manera caracteriza al lugar objeto de este estudio como son: Aspectos geográficos, culturales, ambientales y de servicios; Aspectos que centraliza y tipifica el problema a resolver.

Tercera-En este apartado se hace alusión a cada uno de los conceptos que forman parte de problema a resolver tanto técnicos como científicos que están contenidos en las diferentes teorías que han manejado otros autores con temas que tienen parentesco familiar con el tema a investigar.

Además esta investigación teórica fortalece a nuestro tema de investigación en el sentido de que nos permite enfocar de manera crítica y constructiva la investigación y darle la importancia que tendrá para la sociedad.

Cuarta-En esta parte están todos los elementos netamente técnicos del proyecto, es decir todos y cada uno de los elementos que van a formar parte de mismo, Desde los más simples hasta los más complejos desde los micros hasta lo macros, desde su instalación hasta su puesta en marcha

Y por último tenemos las conclusiones que son el fruto y el resultado de toda la investigación.

## 1.2-RESUMEN.

Tomando en cuenta que la problemática sobre la escases de agua sobre todo la potable ha impactado a nivel global-mundial y donde se ha hecho más patente es en los países subdesarrollados por sus carencias científicas y económicas para contrarrestar tales problemas. Pero a quienes les ha pegado mucho más todavía esta problemática es a las comunidades de bajos recursos, marginados y con muy poca escolaridad.

Tal es el caso de la comunidad de bahía de agua dulce, las salinas, municipio de Cópala guerrero; que por su lejanía de la cabecera municipal no cuenta con alumbrado público, agua potable mucho menos drenaje ni servicio de transporte.

La población es nueva, pero está creciendo a pasos agigantados, lo cual refleja que para unos cinco años dicho poblado crecería al doble en términos poblacionales. Para lo cual urge la instalación de una planta para la extracción y purificación de agua que venga a resolver esta problemática.

Además, este proyecto se piensa que será rentable debido a que se aprovecharía la radiación solar de esta zona a través de las celdas solares, la cual suplantaría a la energía eléctrica que no se cuenta en este lugar, pero además se cuenta con la materia prima como lo es el agua que no tendría ningún costo, por lo menos considerable.

La forma de operación del equipo de purificación sería de forma comercial y que en su proceso de purificación se haría a través del **sistema de suavización y filtración por carbón activado** que asegura que el producto final cumpla con las características de agua purificada en la norma oficial mexicana NOM-201.

Para diseñar el arreglo de los paneles solares se deben definir los conceptos de energía fotovoltaica, que es un tipo de energía basada en la aplicación de efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores, de modo que se genera un flujo de electrones en el interior del material.

Dentro de las aplicaciones de la energía solar es que presenta gran interés para cubrir consumos en lugares aislados. La energía solar fotovoltaica se usa comercialmente para la generación eléctrica en el lugar de la demanda, cubriendo pequeños consumos. Al no precisar ningún suministro exterior (combustible) ni de otros tipos de recursos (agua,..) se aplica en lugares en los que no puede acceder la red de distribución.

### **1.3-ANTECEDENTES**

El poblado de bahía de agua dulce, las salinas, esta ubicado en el municipio de Cópala; Guerrero a 5 Km de la carretera federal Acapulco-Pinotepa en el Km.120 sobre el litoral del Océano Pacifico.

Este poblado esta compuesto por 50 casas habitación, los cuales se dedican al negocio de restaurantes con fines turísticos.

En este corredor turístico se carece de agua potable y de alumbrado publico por lo distante que se encuentra de la carretera y de la urbanización y financiar estos servicios por parte del gobierno le resulta muy costoso.

Los propietarios de los negocios tienen el problema del agua sobre todo en los meses de vacaciones que es donde los turistas frecuentan mas este lugar, a tal grado que se ven en la necesidad de extraer agua para su uso domestico y para los baños, dicha agua es extraída de los pozos artesanos que construyeron, sin el debido tratamiento con los métodos de sanidad. Por otro lado, las empresas que se dedican a la venta de agua purificada en garrafones de 19 litros, de los poblados cercanos (márquelia, la cabecera municipal de cópala y de Juchitán) no llevan el servicio de sus vendedores hasta este lugar y si lo hacen es con deficiencia y a un precio muy elevado.

Por tal motivo, urge en este lugar (bahía de agua dulce, las salinas) la instalación de una planta purificadora de agua potable y que sea a través de la implementación de foto celdas fotovoltaicas, la cual daría una resolución al problema, pero además este proyecto es sustentable ya que sería cien por ciento ecológico, aprovechando las horas de luminosidad por día que es demasiado abundantes y el manto acuífero que no es muy profundo, aproximadamente a 8 metros.

Además, cabe aclarar, que por lo novedoso de este lugar y por su ubicación geográfica esta causando pericia entre los turistas que la frecuentan a tal grado que muchas personas están comprando lotes en este lugar con la intensión de irse a vivir ahí, ya sea para casa-habitación o con fines de negocios. Se cree que para 5 o 10 años la población en dicho lugar se duplicaría.

#### **1.4-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El principal problema que se pretende aliviar tiene que ver con aspectos de abastecimiento y purificación del agua, ya que actualmente los habitantes de Bahía de Agua Dulce, Las Salinas, Municipio de Cópala, Guerrero; extraen el agua directamente de pozos artesanos, para el uso de limpieza general en sus palapas o restaurantes o para el uso de riego de sus plantas en sus terrenos, pero se cree que puede servir de consumo humano, para los habitantes de la bahía, dándole el tratamiento adecuado. Cabe señalar que la bahía por si sola es rica y abundante en agua, ya que cuenta con un manto acuífero importante, a pesar que se encuentra rodeado de dos cuerpos de agua salada, como son: la laguna de la comunidad de las salinas y el océano pacífico.

Para la extracción y la purificación del agua de la bahía, se utilizara celdas solares, ya que esta cuenta con suficiente radiación solar, como un recurso nato de la región.

Ante esta situación surge la necesidad de plantearse los siguientes cuestionamientos: ¿De que manera se puede resolver el problema de la escasez de agua potable que padecen los habitantes de bahía de agua dulce (las salinas), municipio de cópala guerrero? Y la otra seria ¿Qué tan rentable puede ser la instalación y puesta en marcha de una planta para la extracción y purificación de agua potable para los habitantes de dicha comunidad utilizando energía fotovoltaica.

El problema a resolver no es fácil, pero tampoco imposible, ya que las condiciones del lugar son aptas para dicho proyecto.

#### **1.5-JUSTIFICACION DEL TEMA.**

Derivado y ante la necesidad de obtener un vital liquido, como lo es el agua, y para satisfacer las necesidades básicas del ser humano, al mismo tiempo dada la escasez de agua que es un problema que afecta a la población, así como también la certeza de la pureza de la misma, surge el planteamiento de la extracción y purificación del agua en los lugares alejados de la urbe, utilizando energía alternativa, como lo es la energía solar.

Resolver las necesidades de la extracción, el abastecimiento del agua, pero al mismo tiempo su purificación, es la problemática de la bahía de agua dulce, las salinas, municipio de Copala, Guerrero, ya que actualmente solo ocupan el agua para uso domestico y la limpieza de sus baños y el riego de sus plantas.

Los habitantes de esta bahía consumen agua extraída directamente de pozos artesanos, hechos de tubos de pvc de 6 pulgadas de diámetro y una longitud de 7 o 8 metros, solo para uso general de limpieza en sus palapas o restaurantes y también para el riego de diversas plantas en sus terrenos. Sin embargo se piensa que el agua extraída con la debida purificación, pueda servir para el consumo humano, una vez que se implemente la tecnología adecuada, y se obtenga agua libre de bacterias y sales.

Aunado a lo comentado arriba, es factible implementar y diseñar una planta, para extraer y purificar el agua, dado la lejanía de la bahía, ya que el poblado más cercano a esta, se encuentra a 10 km. de distancia, por lo tanto para adquirir agua purificada es un problema de dinero y tiempo, pero además serviría, como un atractivo para el desarrollo sustentable y ecoturístico de la bahía, dado que para hacerlo se utilizaría celdas solares, que es lo actual, sobre todo por tratarse de la utilización de energía alterna, que no afecta el calentamiento global.

Otro punto importante, al utilizar, en la extracción del agua, celdas solares es que no contamina el manto acuífero que se encuentra a una relativa poca profundidad, ya que este se encuentra a 7 u 8 metros.

Además, tomando en cuenta que la bahía es muy generosa, ya que cuenta todo el año con una gran cantidad de radiación solar, dado su ubicación geográfica y su colindancia con el océano pacifico, la cual se utilizara para la obtención de la energía eléctrica de forma alterna, diferente a la energía disponible de forma convencional.

No está de más señalar que la bahía actualmente cuenta con una población de 200 personas, y que no cuenta con red de energía eléctrica y tampoco con red de drenaje, pero se prevé que aumentara de manera rápida, ya que hay mucho potencial turístico, por lo tanto es factible la construcción de una planta pequeña para la purificación del agua.

Con el aumento de la población se corre el riesgo que se contamine rápidamente el manto acuífero de la bahía, razón suficiente, para que se utilice celdas solares para la extracción del agua, en lugar de motobombas de gasolina, dado que no hay red de energía eléctrica. Al mismo tiempo también se protege dicho manto, ya que no habiendo red de drenaje y al aumentar la población, aumentara el número de letrinas, lo que implicara aún más los motivos de la purificación del agua en la bahía.

El concepto energía solar fotovoltaica es un tipo de energía solar basada en la aplicación del efecto fotovoltaico que se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores de modo que se genera un flujo electrones en el interior del material.

Una de sus aplicaciones, se presenta en cubrir consumos en lugares aislados. La energía solar fotovoltaica se usa comercialmente para la generación eléctrica en el lugar de la demanda, cubriendo pequeños consumos. Al no precisar ningún suministro exterior (combustible) ni de otros tipos de recursos (agua, viento) se aplica en lugares en los que no puede acceder la red de distribución.

#### **1.6-OBJETIVO GENERAL.**

La problemática del presente trabajo es resolver aspectos de salubridad, de abastecimiento y el debido aprovechamiento del agua que de manera abundante se extrae de pozos artesanos. Ya que los habitantes de Bahía de Agua Dulce, Las Salinas, Municipio de Cópala, Guerrero, en parte la consumen y en parte solo la utilizan para la limpieza y el riego, desperdiándola de manera considerable. Así mismo se pretende ofrecer al público agua de calidad a un menor costo que los de la competencia. De igual manera ayudaría para la generación de empleo en la comunidad, evitando la emigración, y además, ayudaría a detonar el desarrollo de la misma.

El principal objetivo que se pretende alcanzar con este proyecto es el suministro y abastecimiento del 100% de agua potable a los habitantes de bahía de agua dulce, con la instalación de una planta purificadora de agua potable, utilizando energía solar a través de paneles solares.

El otro objetivo seria brindar servicio de agua potable a aquellas comunidades aledañas a bahía de agua dulce, puesto que las pocas empresas que dan este servicio vienen de algunos lugares lejanos y la venden a precios altos, haciendo más difícil el acceso del vital liquido para algunos hogares de bajos recursos económicos.

Y un tercer objetivo general es demostrar a los pobladores de bahía de agua dulce y sus alrededores la rentabilidad que tiene el uso de energías renovables como son: la luz solar y el aire; que son energías limpias que no contaminan y que son muy económicas de usar.

Además en esta región se presta, debido a que en la mayor parte del año contamos con días luminosos.

### **1.7-OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

Implementar y hacer un diseño de un proyecto para la extracción y purificación de agua para el consumo humano, en beneficio de la comunidad de Bahía de Agua Dulce, Las Salinas, Municipio de Copala Guerrero.

Que el diseño del presente proyecto sirva también para las comunidades que estén consumiendo aguas no tratadas, ya que de igual manera obtendrían agua libre de bacterias y de sales que a la postre minan la salud de la comunidad.

La aplicación en la extracción y purificación del agua nuevas tecnologías sustentables, tales como los paneles solares para la generación de energía eléctrica para el funcionamiento de la planta purificadora aprovechando la gran cantidad de energía solar en la zona.

### **1.8- HIPOTESIS.**

Creemos ciertamente que el problema que se vive en bahía de agua dulce que es la escasez de agua potable para el consumo de sus habitantes, así como de sus turistas, se resolvería con la instalación de una planta para la extracción y purificación de agua potable utilizando un sistema de energía fotovoltaica. La cual reduciría los costos económicos y aumentaría las ganancias tanto ambientales como ecológicas. Además tendría un impacto ambiental y social, lo cual vendría a cambiar la aptitud y la cultura de los habitantes y la valoración que les darían a estas nuevas ecotecnias, producto de una visión sustentable que esta en marcha a nivel mundial como consecuencia de la contaminación ambiental y de los cambios climáticos globales.

Por otro lado su rentabilidad seria viable debido a que por un lado las condiciones solares son factibles, porque en los mayores meses del año se cuenta con abundante luz solar.

Bahía de agua Dulce cuenta con buenas condiciones de mantos acuíferos, ya que tenemos por un lado y no muy lejana la laguna y por el otro el mar (océano pacifico).

Además los habitantes están dispuestos en aceptar dicho proyecto.

### **1.9- METODOLOGIA.**

El presente trabajo de investigación presenta características con un esquema deductivo y cuantitativo y que tiene un alcance descriptivo-explicativo; dicho trabajo por su estructura parte de un estudio situacional sobre un contexto social que presenta una problemática, lo cual viene a simplificarse en una solución alterna a esa problemática, por eso decimos que es deductivo porque parte de una generalidad para caer en una solución. Y es cuantitativo porque solo nos permite hacer una recolección de los datos y posteriormente se analizaran para contestar las preguntas planteadas y probar las hipótesis establecidas, además se hará uso de la medición numérica, del conteo y de la estadística.

Sera descriptiva, ya que solo nos permitirá ir describiendo cada uno y por separado los elementos que estarán presente en cada de las etapas de dicho proyecto.

## CAPITULO II

## **2.1-MARCO DE REFERENCIA.**

El municipio de cópala guerrero, según datos del INEGI 2010, cuenta con una población total de 13,636 habitantes, de los cuales 6,919 son mujeres (50.74%) y 6,717 son hombres (49.25%), lo cual refleja una paridad equitativa entre hombres y mujeres.

Las viviendas particulares habitadas en esta cabecera municipal son un total de 3,361, mientras que la población total de habitantes de lengua indígena solo representa un total de 363.

Por otro lado el grado de marginación municipal es de los mas altos, debido a la ubicación geográfica y la poca productividad de alimentos básicos y también por la idiosincrasia que vive sus pobladores.

Este municipio ocupa el lugar 786 en el contexto nacional, según el orden de producción del PIB; es uno de los mas rezagados socioeconómicamente hablando, ya que cuenta con muy pocos apoyos al campo y a la ganadería, además influye el grado de pobreza, educación y los bienes de producción son de baja capacidad productiva.

Estos elementos han influido para que este municipio se encuentre dentro de los más pobres extremadamente hablando, con un porcentaje del 35.21 % a nivel nacional y estatal, dando como consecuencia que 5,588 habitantes de su población total se encuentra en la pobreza extrema, lo cual es un factor determinante para su desarrollo.

## **2.2-LOCALIZACION GEOGRAFICA.**

Pertenece a la región de la Costa Chica, se localiza al sureste del Estado de Guerrero, enclavado en los márgenes del río de su mismo nombre y del océano Pacífico, sobre la carretera Acapulco-Pinotepa Nacional, Oax., a 117 Km del puerto de Acapulco.

Se encuentra en las coordenadas geográficas son de 16°30´ latitud norte y 90°0´ longitud oeste.

Limita al norte con el municipio de Cuatepec, al este con Márquela. Al oeste con Florencio Villarreal y al sur con el Océano Pacífico. Además cuenta con una extensión territorial de 344.4 kilómetros cuadrados.

### **2.3-OROGRAFIA.**

El relieve está constituido por dos tipos de zonas: Planas que abarcan el 90% de superficie formada por lomeríos con pendientes mínimos localizándose en casi todo el municipio y las zonas accidentadas compuestas por 10% del territorio. La altura sobre el nivel del mar oscila entre los 50 y 200 metros.

### **2.4-HIDROGRAFIA.**

La integra principalmente el río Copala que nace en la pequeña sierra de Coapinola y desemboca en el punto denominado la Barra o Bordo Blanco, éste sirve como fuente de irrigación en los meses de lluvia y es el que le da fertilidad a los terrenos del bajío, en los meses de junio julio, agosto y septiembre, éste río es el más importante, y pasa a escasos 700 metros de distancia de la población de Copala.

A este río se le unen varios arroyos que alimentan a la corrientes principales; el río Marquelia, las lagunas de las peñas, los canales corredizos o charcos de los draguitos, zacatón, canales de la puente, la desembocadura del río que forma la barra al océano Pacífico, la laguna de Las Salinas, el charco Crucino, el arroyo el Carrizo, el canal de Mata de Mangle, la Bocana, Santa Rosa, Candelilla, la laguna de Chautengo y los canales la Fortuna.

### **2.5-CLIMA.**

Cópala se caracteriza por tener un clima tropical de tipo cálido subhúmedo de los meses más calurosos abril, mayo, junio, julio y agosto, principalmente cuando son escasas las lluvias, la temperatura más alta es de 36°C y la más baja de 26°C, ésta se presenta en los meses de diciembre, enero y febrero. El clima caluroso especialmente en abril, mayo y junio, es subhúmedo por la brisa de mar. La temperatura promedio anual es de 27°C.

### **2.6-RECURSOS NATURALES.**

Sus principales recursos naturales son su flora y su fauna que es muy variada, así como sus recursos hidrológicos entre los que se encuentran sus ríos, arroyos y lagos, asimismo los suelos del municipio son muy aptos para el desarrollo de la agricultura y ganadería, pero principalmente los recursos provenientes de sus playas y su mar abierto.

## **2.7-FLORA.**

Dentro de la vegetación silvestre encontramos principalmente: Ocote, guamúchil, chirimoyo, cocoteros, platanares, amates, espinos y manglares; se encuentran plantas de ornato como: Bugambilias, rosas, Nochebuena, tulipanes, teresitas, pascuas, chinos, copa de oro y crotos. También encontramos plantas tradicionales como: coyotomate, bejuco amargo, cacahuananche, zuzuca, palo de golpe y cuachalalate entre otras.

## **2.8-FAUNA.**

Entre los animales silvestres encontramos: Conejos, tejón, iguana, armadillo, chachalaca, tlacuache, zorrillo, ardilla, venado, jabalí, mapache y onza. También existen animales venenosos para el hombre como son: alacranes, arañas, víboras, escorpiones, sapos; también hay aves silvestres como: calandrias, jilgueros, tórtolas, zopilotes, golondrinas, palomas, entre otros.

## **2.9-FAUNA MARINA Y ACUATICA.**

Encontramos tortugas, garapachos, variedad de especies en el océano y agua dulce como róbalo, pargo, guachinango, mojarra, lisa, cuatete, charras, bagre, barrilete, langosta, pulpo, cazón, ostión, cabeza de hacha, almeja, jaiba, camarón, sirique, almiche, charchina cabezada, carpa etc. También encontramos lagartos, tiburones, tintorera etc.

## **2.10-CARACTERISTICAS Y USO DE SUELO.**

Los tipos de suelos que presentan son el chernozem o negro, aptos para la agricultura y estepa praire con descalcificación, benéficos para la explotación ganadera, además cuentan con suelos que contienen materia orgánica de color oscuro amarillento para uso agrícola.

## **2.11-GRUPOS ETNICOS.**

La población total de Indígenas en el municipio asciende a 363 habitantes, los cuales representan el 2.66% respecto a la población total del municipio, de acuerdo al censo de población y vivienda 2010. Sus principales lenguas indígenas en orden de importancia son tlapaneco y popoluca.

## **2.12-EVOLUCION DEMOGRAFICA.**

De acuerdo al XXII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (**INEGI**), la población total del municipio de Copala fue de 13,636 habitantes, de los cuales 6,717 son hombres y 6,919 mujeres, representando el 49.25% y 50.74% respectivamente.

## **2.13-AGRICULTURA.**

Los principales productos que se cultivan son: Coco, plátano, maíz, frijol, chile, jitomate, tomate, sandía, arroz, melón, tabaco, Jamaica, papaya, caña, calabaza, cacao, jinicuil, piña, toronja, ciruela, zapote, tamarindo, mango, manché, cacahuete, y se cuenta con maquinaria como tractores, insumos agrícolas, fertilizantes, equipo de bombas.

## **2.14-GANADERIA.**

La población se dedica a la cría de ganado vacuno como el suizo para obtener leche y carne, otras razas como holandés, charolay yersi, cebú y también la cría de ganado caballar, cabrío, borregos, peligüey, asnal, porcino, etc. La comercialización se hace local y regional.

## **2.15-CENTROS TURISTICOS.**

Los centro turísticos que existen en el municipio son Playa Ventura, Mata de mangle, Playa Casa de Piedra, la laguna de Copala y la reciente Bahía de Agua Dulce, Las Salinas; las cuales son concurridas por visitantes de la región estatal, nacional e internacional y cuentan con servicios de restaurantes como cabañas y enramadas.



Fig. Vista panorámica de bahía de agua dulce, las salinas, municipio de cópala guerrero, México.

## **2.16-VIAS DE COMUNICACIÓN.**

La principal vía de comunicación en la carretera costera del pacífico Acapulco - Pinotepa Nacional Oaxaca y algunas otras como las de terracerías de la Peñas, Mata de Mangle, Atrixco, Campanillas, El Papayo, Bocana del Tecolote y las pavimentadas como Playa Ventura, las Salinas y Bahía de Agua Dulce.

## CAPITULO III

### 3.1- MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

En esta parte se dan cita todos y cada uno de los elementos de manera descriptiva que participan en el desarrollo del mismo; como es el caso de la energía solar, que desde luego es una alternativa viable para las localidades situadas lejos de las fuentes convencionales de energía eléctrica. La energía del sol es un recurso gratuito, limpio e imaginable, por ello los sistemas fotovoltaicos no requieren de combustibles para funcionar, no producen contaminación al medio ambiente, tienen larga vida útil de 15 a 25 años y requieren de muy poco mantenimiento.

### 3.2- CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD.

Tomando en cuenta sus características peculiares, podemos decir que hay dos tipos de portadores de carga eléctrica: los electrones con carga eléctrica negativa; y los huecos o deficiencias de electrones con carga eléctrica positiva. Dependiendo la capacidad de conducir la corriente eléctrica, los materiales en la naturaleza se clasifican como:

### 3.3- CONDUCTORES, AISLANTES Y SEMICONDUCTORES.

El potencial eléctrico que circula en un material se define como el número de electrones que en un segundo fluye a través de él. La corriente eléctrica se mide en amperes, cuyo símbolo es "A" (o amp). Se llama voltaje eléctrico "v" al trabajo que debe realizar una fuerza extrema sobre los electrones, dentro del material, para producir una corriente eléctrica. El voltaje eléctrico se mide en volts, cuyo símbolo es "v".

La potencia eléctrica que se genera o se consume en un instante dado, se especifica por el voltaje "v", que obliga a los electrones a producir la corriente eléctrica I, el símbolo usado para la potencia es "p". La potencia eléctrica se define como el producto del voltaje con la corriente, es decir,

$$p = v \cdot I$$

La unidad de medición es el watt, donde

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ volt} \cdot 1 \text{ Amper}$$

La energía eléctrica es la potencia generada o consumida en un periodo de tiempo de consumo de esta.

Si el tiempo está dado en horas, entonces, las unidades para medir la energía serán: watt-hora. (w-h). la unidad de medición para la energía en el sistema internacional, es el joule. Dónde: (2)

$$1 \text{ joule} = (1 \text{ watt}) * (1 \text{ seg.})$$

$$3600 \text{ joule} = 1 \text{ w- hora}$$

$$1 \text{ kw-h} = 3.6 \text{ M J.}$$

### **3.4- EL RECURSO SOLAR.**

El astro solar constantemente nos envía energía, conocida comúnmente como luz solar. Dicha luz está formada por una amplia gama de radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda que abarcan desde 0.2  $\mu\text{m}$  hasta 2.6  $\mu\text{m}$ , es decir, desde el ultravioleta hasta el infrarrojo. Aunque solo vemos una porción de esta radiación, llamada visible, cuyo rango se encuentra entre los 0.35  $\mu\text{m}$  hasta 0.8  $\mu\text{m}$ , zona donde podemos apreciar, los colores como el azul, verde, amarillo y rojo. La existencia de las otras se pone de manifiesto por su efecto en los cuerpos expuestos a ella se pone de manifiesto debido al aumento de temperatura que ellos experimentan.

Para fines prácticos se puede definir como captador, que tiene como función el calentamiento de este. Ya que la luz solar es una forma de energía, las unidades de medición para cuantificarlas deberán de corresponder a las unidades de energía; es decir, el Joule en el sistema internacional.

### **3.5- LA RADIACIÓN SOLAR.**

Radiación solar es la energía electromagnética que resulta de los procesos de fusión del hidrógeno (en átomos de helio), contenido en el sol y de diferentes frecuencias (luz visible, infrarrojo y ultravioleta). Aproximadamente de las irradiaciones que recibimos, las cuales se encuentran entre 0.4  $\mu\text{m}$  y 0.7  $\mu\text{m}$ , pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como la luz visible. De la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta. La porción de esta radiación que no es absorbida por la atmosfera, es la que produce quemaduras en la piel de las personas que se exponen al sol sin protección alguna.

La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro.

La energía solar que en un año llega a la tierra a través de la atmosfera es de tan solo 1/3 aproximadamente de la energía total, que es interceptada por la tierra fuera de la atmosfera y de ella, el 70% cae sobre los mares y océanos.

Sin embargo, la energía que queda, en un año cae sobre la tierra firme, es igual a varios miles de veces el consumo total energético mundial actual. La radiación solar (flujo solar o densidad de potencia de la radiación solar) recogida fuera de la atmosfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como constante solar y es igual a 1,353 W/m<sup>2</sup>, cuya variación anual es de un  $\pm 3\%$  a causa de la elipticidad de la órbita terrestre.

El valor máximo sobre la superficie terrestre es de aproximadamente 1,000 w/m<sup>2</sup>, en condiciones óptimas de sol a mediodía y en un día de verano despejado. La radiación solar que llega a la superficie terrestre puede ser directa o difusa. Mientras la radiación directa incide sobre cualquier superficie con un único y preciso ángulo de incidencia, la difusa cae en esa superficie con varios ángulos. Es necesario recordar que cuando la radiación directa no puede dar a una superficie a causa de la presencia de un obstáculo, el área en sombra no se encuentra completamente a oscuras, gracias a la contribución de la radiación difusa. Esta observación tiene importancia técnicas para los dispositivos fotovoltaicos, que pueden funcionar incluso solamente con radiación difusa.

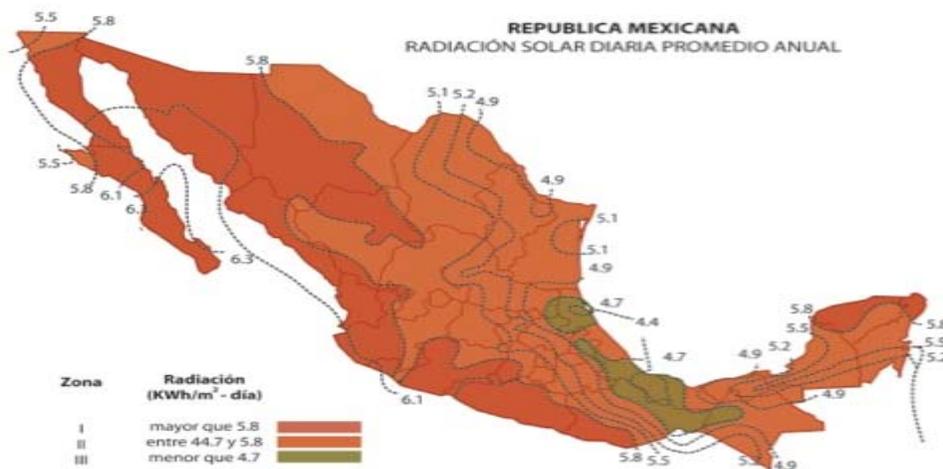
Una superficie inclinada puede recibir, además, la radiación reflejada por el terreno o por espejos de agua o por otras superficies horizontales, fenómeno conocido como **albedo**.

Las proporciones de radiación directa, difusa y albedo recibida por una superficie dura, dependen:

- a) De las condiciones meteorológicas (de hecho en un día nublado la radiación es prácticamente dispersa en su totalidad); en un día despejado con clima seco predomina, en cambio, la componente directa, que puede llegar hasta el 90%, (9% de la radiación total);
- b) De la inclinación de la superficie respecto en plano horizontal (una superficie horizontal recibe la máxima radiación dispersa si no hay alrededor objetos a una altura superior a la de la superficie y la mínima reflejada).
- c) De la presencia de superficies reflectantes (debido a que las superficies claras son las más reflectantes, la radiación reflejada aumenta en invierno por efecto de la nieve y disminuye en verano por efecto de la absorción de la hierba o del terreno.

En función del lugar, además, varía la relación entre la radiación difusa y la total, ya que al aumentar la inclinación de la superficie de captación, disminuye la componente difusa y aumenta la componente reflejada. Por ello, la inclinación que permite maximizar la energía captada puede ser variable dependiendo del lugar.

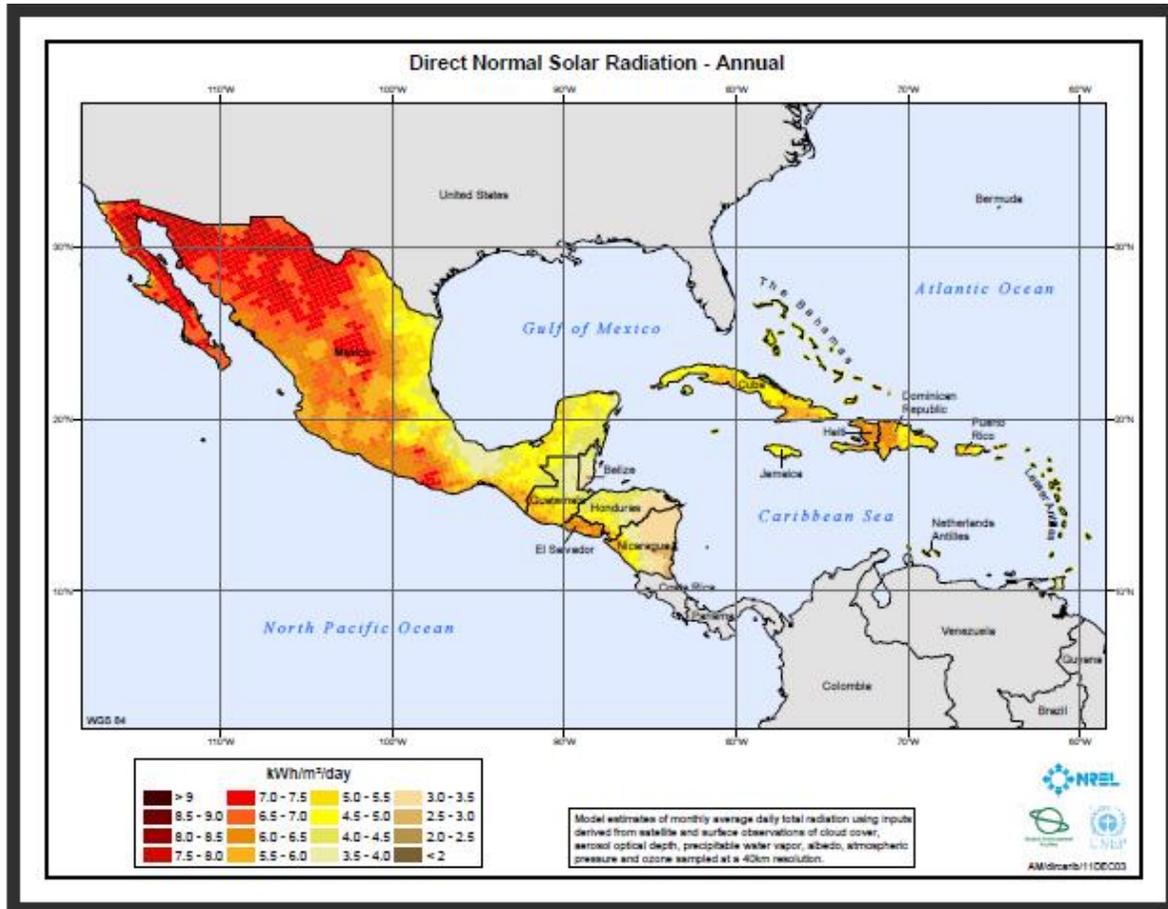
La posición óptima de colocación de un captador solar, en la práctica, se obtiene cuando la superficie está orientada al sur, con un ángulo de inclinación igual a la latitud del lugar: la orientación al sur, de hecho maximiza la radiación solar captada recibida durante el día y si la inclinación es igual a la latitud hace que sean mínimas las variaciones durante el año; las variaciones de energía solar captadas debidas a la oscilación de  $23.5^\circ$  con respecto a la dirección de los rayos solares respecto a la perpendicular a la superficie de captador



Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas. Disponible en:  
<http://genc.ile.org.mx/genc/siger/frames.asp?mcontador=21336&url=mapas1%2Ehtm>

### 3.6- RADIACIÓN DIRECTA.

Es la que nos proporciona el sol directamente sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Esta radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.



Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque solo ven la mitad.

### 3.8- RADIACIÓN REFLEJADA.

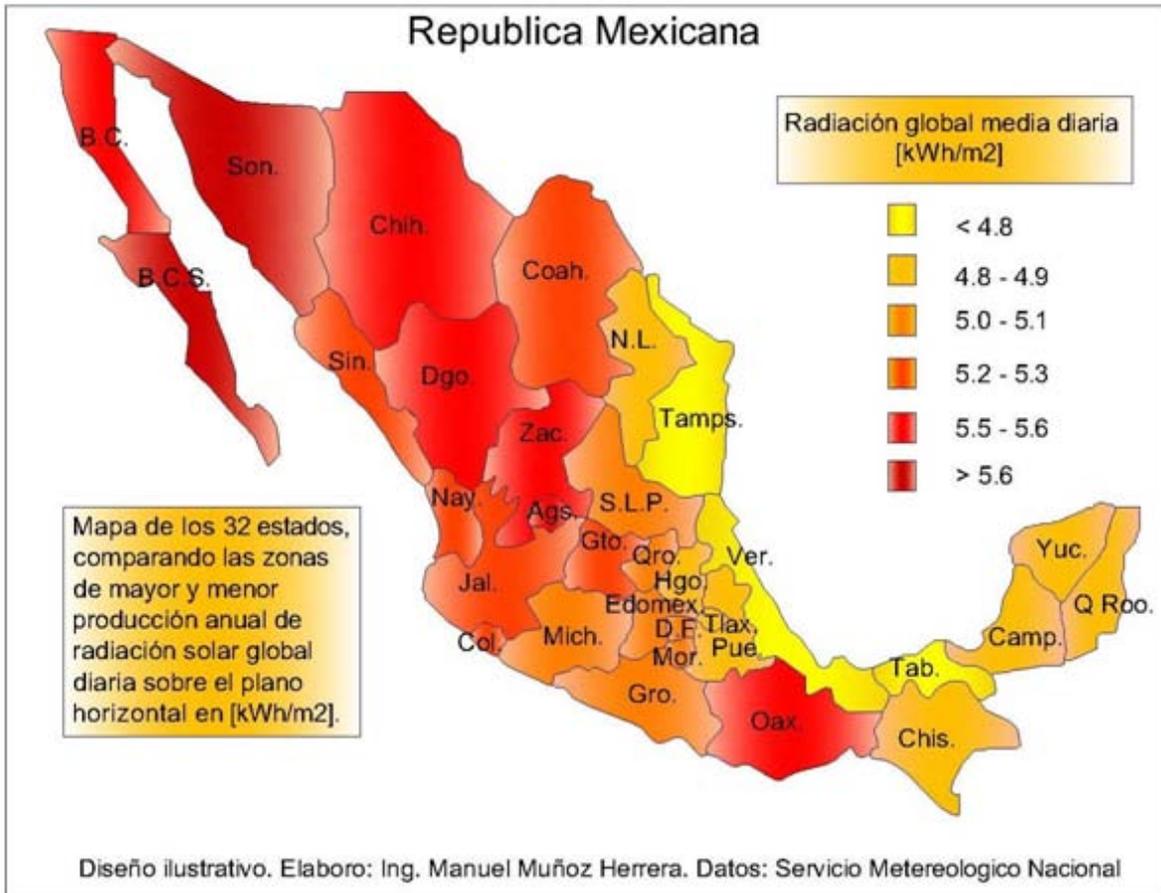
La radiación reflejada es, como su nombre indica, es aquella que es reflejada por la superficie terrestre.

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



### 3.9- RADIACIÓN GLOBAL.

Es la suma de las tres radiaciones. En un día despejado, concreto limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.



### 3.10- RADIACIÓN SOLAR EN MÉXICO.

La radiación solar global en México es un promedio de 5 kWh/día/m<sup>2</sup> pero en algunas regiones del país se llega a valores de 6 Kwh/día/m<sup>2</sup>. Suponiendo una eficiencia del 15%, bastaría un cuadrado de 25 km de lado en el desierto de sonora o Chihuahua para generar toda la energía eléctrica que requiere hoy en día el país. Por lo tanto, el potencial técnico se puede considerar prácticamente infinito.

En México, se han elaborado mapas climatológicos de radiación total. Se emplean mediciones de la radiación en forma directa más difusa, medidas en unidades de

energía por unidad de tiempo, por unidad de área sobre un plano horizontal mediante un piranómetro.

Para medir la radiación solar en México, se han empleado varios métodos, por ejemplo, se emplean relaciones empíricas para estimar la radiación global a partir de las horas de insolación, porcentajes de posible insolación o nubosidad. Otra alternativa sería la estimación para un lugar particular mediante datos existentes de otras localidades con latitud, topografías y climas semejantes al deseado. Al emplear estos datos de insolación total, se estima su aproximación con un error de un  $\pm 10\%$ .

El método para calcular la radiación solar en México es el siguiente: se ha demostrado que las sumas diarias de radiación son en función de la duración de insolación para una localidad particular, siendo la relación entre ellas del tipo:

Donde:

$$H = H_o [ A' + B' (S/S_o) ]$$

H= Radiación global diaria promedio horizontal para el periodo en cuestión (ejemplo, mensual).

H<sub>o</sub>'= Radiación global diaria promedio horizontal para un día claro del periodo en cuestión.

A', B'= Constantes que relacionan la radiación y la insolación}; dependen de la localidad y del clima.

S, S<sub>o</sub>= horas diarias máximas de insolación que sería posible, estimando que no existe obstrucción en el horizonte para el periodo en consideración.

Sin embargo, como H<sub>o</sub>' no puede obtenerse sin mediciones de radiación local, y ante la dificultad de definir lo que es un día claro. Page modifico este método para no requerir de H<sub>o</sub>', con base en la radiación extraterrestre sobre una superficie horizontal, a fin de obtener la radiación global diaria promedio:  **$H = H_o [ A + B (S/S_o) ]$**

H<sub>o</sub>= radiación fuera de la atmosfera para la misma localidad, promediada para el periodo en cuestión, su valor puede calcularse o deducirse de graficas.

A,B,= constantes que relacionan la radiación y la insolación; dependen de la localidad y del clima.

S, S<sub>o</sub>= horas diarias máximas de insolación que sería posible, estimando que no existe obstrucción e–n el horizonte para el periodo en consideración.

En México la aplicación de este método es difícil, ya que no se tienen registros de la radiación para las diferentes localidades, sin embargo, el investigador jeevananda al ver que México tiene lugares montañosos que causan variaciones sustanciales en la nubosidad entre localidades y distancias relativamente cercanas, además existen zonas donde la topografía y el clima cambian bruscamente.



### 3.11- APARATOS PARA MEDIR LA RADIACIÓN SOLAR.

De la energía de los rayos solares, que el sol, los planetas y satélites emiten por segundo, solo la ciento veinte millonésima parte llega a la tierra. La otra parte de esta radiación se manifiesta en el campo de las ondas en forma de luz visible. La luz tiene su punto de partida en la fotosfera, la gruesa capa de unos 500 km en el fondo de la atmosfera solar lo cual le impide al observador completar el astro propiamente dicho.

La radiación efectiva del sol puede medirse con exactitud con ayuda del **bolómetro**, instrumento que fue desarrollado en 1880 por S.P. Langley. Según este autor la unidad de medida de la radiación solar es:

$$1 \text{ lan(o Ly)} = 1 \text{ cal/cm}^2$$

Este aparato se basa en el siguiente principio:

Dos tiras o películas finísimas de platino, ennegrecidas, forman un puente de Wheatstone. Una de las tiras está protegida de la radiación solar y la otra expuesta a los rayos solares. En esta última tira aumenta la temperatura, y en consecuencia, se produce un aumento de la resistencia. Para medir la energía de

radiación solar recibida por el bolómetro a través de la tira no iluminada, que hace las veces de cinta de medición, se hace pasar una corriente eléctrica hasta lograr el mismo desvío o indicación que en la tira no iluminada.

La intensidad de esta corriente auxiliar, se mide con un galvanómetro sensible. La indicación del bolómetro es el bolograma que señala la intensidad de la radiación solar en función del tiempo (días), es decir, los datos de la medición que corresponden a las diferentes posiciones del sol, registrándose siempre la información correspondiente a la misma zona de la superficie. Las ordenadas correspondientes a las curvas de las mediciones individuales determinan el valor de la energía solar absorbida por la atmosfera terrestre. En los aparatos de medida más modernos, en lugar de las tiras de platino, se emplean finas capas semiconductoras compuestas por lo general de mezclas o combinaciones de óxido de niobio, manganeso, cobalto o bien de superconductores, como por ejemplo, el nitruro de niobio.

La fórmula para poder calcular la intensidad de la radiación solar, propuesta por Bouguer es la siguiente:

$$Q_d = A_0 p^m$$

Desglosándola queda de la siguiente manera:

$Q_d$  = radiación solar directa buscada (a determinar);

$A_0$  = radiación solar directa en la atmosfera;

$p$  = transparencia de la atmosfera. Valor que depende, a su vez de la humedad y grado de en turbamiento de la atmosfera.

$m$  = masa atmosférica o espesor de la atmosfera atravesada por la radiación.

Para la medición calorimétrica (medición térmica) de la energía de radiación solar se emplean los pirheliómetros, piranómetros y los solarímetros:

- **Pirheliómetros**- es usado para medir la radiación solar directa proveniente del sol. Una mejora la constituyo el pirheliómetro de compensación del físico sueco Angstrom (1814-1974), conocido principalmente por sus notables investigaciones en el campo de la espectroscopia. Su pirheliómetro consta de dos plaquitas de manganeso ennegrecidas. Al igual que en el bolómetro, una de las placas que da expuesta a los rayos solares,

mientras que la otra permanece en la sombra. Esta ultima placa es calentada por una corriente eléctrica hasta que alcanza la temperatura de la plaquita expuesta a la radiación solar. De este modo, se obtiene un "equilibrio", es decir, una igualdad de energía. En este caso, es suficiente medir el calor de la corriente eléctrica necesaria para que ambas plaquitas alcancen la misma temperatura. Si el valor hallado se divide por la superficie en  $\text{Cm}^2$ , se obtendrá la intensidad de la radiación solar.

- **Piranómetros y pirómetros-** este aparato sirve para medir la radiación solar de onda corta que incide sobre una superficie horizontal. En piranómetro o **actinómetro**, se destinan a medir en un plano determinado la radiación global recibida en un periodo de tiempo, estos, van conectados a un registro que nos muestra la distribución de la radiación solar a lo largo de los periodos de tiempo deseados y acoplados, además, aun integrador que nos da la energía total captada en los periodos.



- **Solarímetros-** miden el número de horas de insolación reales en una localidad y sirve para calcular la radiación solar en una zona, por métodos indirectos, casi todos los observatorios meteorológicos nacionales lo poseen.

### **3.12 - ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.**

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica se basan en el aprovechamiento del efecto fotovoltaico, este se produce al incidir la radiación solar sobre un material denominado semiconductor. La energía recibida provoca un movimiento caótico de electrones. Si se unen dos regiones de un semiconductor, a las que artificialmente se ha dotado de concentraciones diferentes de electrones, (añadiendo sustancias dopantes como el fosforo y el boro), se provoca un campo electrostático constante que reconducirá el movimiento de electrones en la dirección y sentido deseado; así, cuando incide la radiación solar, aparece en la célula solar fotovoltaica una tensión, que mediante la colocación de contactos metálicos puede extraerse la energía eléctrica.

La cara de la célula sobre la que incide la radiación tiene forma de rejilla que permita el paso de la luz y la extracción de corriente simultáneamente, y la otra cara esta cubierta de metal.

La mayoría de las células solares son de silicio mono o poli cristalino, siendo el primero el de mayor eficiencia.

Dentro de los aspectos técnicos, deben mencionarse los sistemas de concentración que permitirán alcanzar niveles de eficiencias superiores. Estos sistemas de concentración pueden ser:

- Estáticos sin seguimiento solar, usando medios refractivos.
- Dinámicos con seguimiento solar que permita concentrar la radiación por reflexión.

### **APLICACIONES DE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.**

#### **APLICACIONES AISLADAS DE LA RED.**

- Electrificación rural.
- Agro ganaderas.
- Bombeo.
- Telecomunicaciones.
- Alumbrado autónomo.
- Señalización.

## APLICACIONES CONECTADAS A LA RED.

- Centrales fotoeléctricas.
- integración en edificios.

### 1.- INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED.

Electrificación domestica. En cuanto a los criterios de diseño encontramos dos tipos de instalaciones:

- Centrada. Un único generador alimenta a todos los consumidores de un grupo.
- Descentralizada. Cada vivienda esta alimentada por un generador fotovoltaico independiente.

Dependerán además del tipo de corriente a usar y de las prestaciones de la instalación. Este tipo de instalaciones suelen ser de carácter domestico, por lo que es recomendable recordar que la energía consumible no es ilimitada, y que para aprovechar este sistema de captación de energía es preferible hacer coincidir el mayor uso de energía con las horas de mayor insolación.

### 2.- INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED.

Pueden encontrarse dos casos:

- Centrales fotoeléctrica o de potencia. Destinadas a la producción de energía eléctrica.
- Sistemas fotovoltaicos en edificios.

En estas instalaciones "conectadas a la red" no hay elementos de acumulación de energía producida ya que se puede usar la energía procedente de la red para suplir la demanda no cubierta por la instalación fotovoltaica.

## VENTAJAS DE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.

- Tiene una elevada calidad energética.
- Es inagotable a escala humana.
- Pequeño o nulo espacio ambiental en su uso.
- No emiten CO2 a la atmosfera y por lo tanto evitan el proceso de calentamiento terrestre, como consecuencia del efecto invernadero.
- No contribuye a la formación de lluvia acida.
- No requiere sofisticar las medidas de seguridad.
- No producen residuos tóxicos de difícil o imposible tratamiento o eliminación.

## **DESVENTAJAS DE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.**

- El costo de las instalaciones es bastante alto y el rendimiento de la transformación energética es bajo.
- La no uniforme irradiación solar limita la posibilidad de aprovechamiento de esta energía a las zonas y países con un número elevado de horas de sol.
- Gran superficie de terreno ocupada por las instalaciones.
- Produce un considerado impacto medioambiental a la vez que modifica considerablemente el ecosistema de la zona en su producción.
- No se puede almacenar de forma directa, siendo necesario realizar una transformación energética.
- Desembolso inicial elevado.

**El uso de la energía solar en México esta reglamentada por la norma NMX-ES-002**

### **3.13- SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.**

El sol durante miles de millones de años el creador de la vida. La energía proporcionada por él es enorme e infinita: en promedio, la superficie de la tierra recibe alrededor de  $1.2 \times 10^{17}$  watts de potencia solar.

Esto significa, que en menos de

una hora la energía solar que arriba a la tierra es la suficiente para satisfacer la demanda energética anual de la población humana del mundo. Esta energía de la luz solar que los organismos biológicos han ido asimilando durante millones de años y que han hecho posible el crecimiento industrial que conocemos hoy en día. La disponibilidad de la energía solar en todo el mundo hacen de esta una fuente renovable de energía universal, la que también es responsable de la aparición de otras fuentes renovables tales como: la energía del viento, la hidroeléctrica y la automotriz.

Hay dos forma conocidas en que el ser humano puede aprovechar la energía solar; una es por medio de procesos fototérmicos para calentamientos de fluidos y generar calor de procesos; y la otra, es por medio del efecto fotovoltaico a través del cual, la luz solar se convierte en electricidad sin usar ningún proceso intermedio. Los dispositivos donde se lleva a cabo la transformación de luz solar

en electricidad se llaman generadores fotovoltaicos y a la unidad mínima en la que se realiza dicho efecto se les llama celdas solares.

La energía solar fotovoltaica ha sido identificada como una tecnología de rápido crecimiento con un potencial de aplicación alto; por ser modular, puede ser usada en muchas aplicaciones. El mayor obstáculo para su uso en gran escala es el alto costo de inversión inicial. Los costos de generación de electricidad están entre los US\$0.25 a \$1.00 por KW-hrs, para diferentes tipos de sistemas y diferentes localizaciones. Como resultado, el uso de los generadores fotovoltaicos está limitado principalmente a aplicaciones en las que el costo de introducción a la red eléctrica convencional y del consumo de la electricidad es alto, o bien, donde es necesario un generador limpio, silencioso y confiable. Este es el caso de áreas remotas (electrificación rural, telecomunicaciones, bombeo de agua, señalización, etc.) o para amortiguar los picos de consumo altos. Sin considerar el costo inicial de inversión, la popularidad de la tecnología fotovoltaica se basa en su fácil uso, confiabilidad, relativo bajo de mantenimiento y la disponibilidad del recurso solar

Debido a que son modulares, los sistemas fotovoltaicos pueden ser dimensionados para satisfacer las necesidades exactas de energía del usuario, disminuyendo el costo global del sistema e incrementando la eficiencia del mismo. Conforme aumentan las necesidades energéticas del usuario, el tamaño energético del sistema se puede expandir.

#### **UN SISTEMA FOTOVOLTAICO ESTA FORMADO POR:**

- **Subsistema de Captación.** Transforma la radiación solar en electricidad.
- **Subsistema de Almacenamiento.** Almacena la energía.
- **Subsistema de Regulación.** Regula la entrada de energía procedente del campo de captación.
- **Subsistema de Adaptación de Corriente.** Adecua las características de la energía a las demandas por aplicaciones.

## **SUBSISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR.**

Los valores de radiación cambian a lo largo del día, por lo que es importante la adecuada colocación de los paneles. Su orientación será siempre al sur aunque la inclinación de los paneles variara dependiendo del mes del año en la que nos encontremos, ya que el sol incidirá en la tierra con un ángulo diferente:

- 60° en los meses de invierno.
- 15° en los meses de verano.

Con el fin de mejorar los rendimientos del sistema de captación puede dotarse de movimiento al soporte de la instalación pudiendo realizarse un movimiento sobre:

- Un eje. Seguimiento norte-sur.
- Dos ejes. Seguimiento vertical este-oeste.

Con el fin de aprovechar la radiación solar.

### **Subsistema de Almacenamiento.**

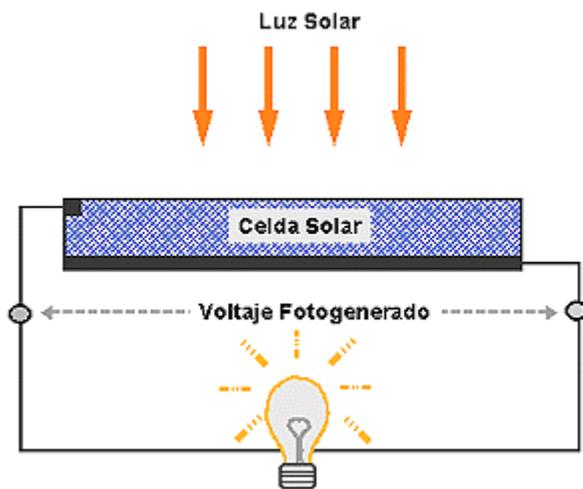
En las instalaciones fotovoltaicas es habitual usar baterías para almacenar la energía eléctrica generada, para su posterior utilización en los momentos de baja o nula insolación.

### **Subsistema de Adaptación de Corriente.**

En determinadas aplicaciones que trabajan en corriente continua no es posible hacer coincidir las tensiones proporcionadas con la solicitada por los elementos de consumo, por lo que la solución es un convertidor de tensión. En otros casos el uso incluye elementos que trabajan en corriente alterna, puesto que tanto paneles como baterías, trabajan en corriente continua se precisa un inversor de corriente.

### 3.14- EFECTO FOTOVOLTAICO.

Se llama efecto voltaico (EFV) a la aparición de un voltaje en las terminales de un captador solar cuando este es iluminado. Si a las terminales del captador se le conecta un aparato eléctrico, por ejemplo un foco, entonces el foco se encenderá debido a la corriente eléctrica que se circula por él. Esta es la evidencia física de efecto



Cuando en un dispositivo se observa una diferencia de voltaje debido a la absorción de la luz solar, se dice que se está llevando a cabo el efecto fotovoltaico (EFV). Bajo estas condiciones, si se le conecta una carga, se produciría una corriente eléctrica que será capaz de realizar un trabajo en ella. La corriente producida es proporcional al flujo luminoso recibido en el dispositivo. A la unidad mínima en donde se lleva a cabo el efecto fotovoltaico se la llama celda solar.

En una celda solar el efecto fotovoltaico se presenta como la generación de **una tensión eléctrica** en sus terminales cuando está bajo iluminación. Si a las terminales de la celda solar se le conecta un aparato eléctrico, por ejemplo, una lámpara entonces esta se encenderá debido a la corriente eléctrica que circulara a través de ella.

### 3.15- CELDAS FOTOVOLTAICAS.

Las celdas Fotovoltaicas son aquellas que transforman directamente parte de la energía solar que reciben en energía eléctrica, y la producción de la misma esta basada en el fenómeno físico denominado "**Efecto Fotovoltaico**".

Estas celdas están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos mas abundantes, componente principal de la arena) con adicción de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fosforo) y son capaces de generar cada una corriente de 2 a 4 amperios, a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa. Parte de la radiación incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa la celda). El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la radiación incidente. La capa antirreflejo aumenta la eficacia de las celdas.

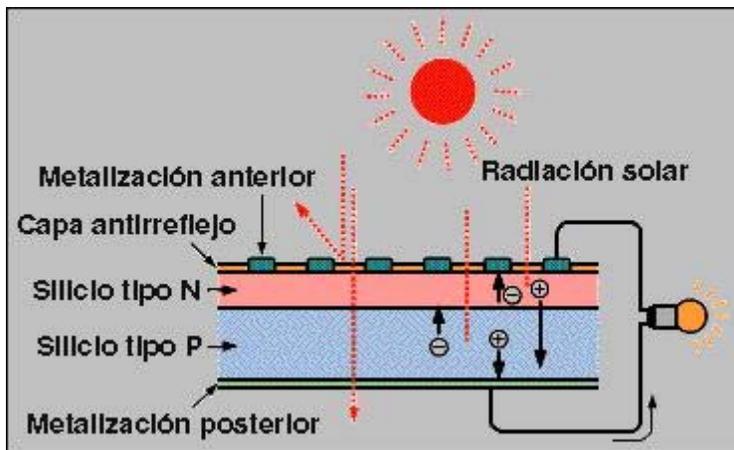
Es un dispositivo opto eléctrico formado por la unión de dos materiales con diferente conductividad eléctrica, unión positiva (P) y otro negativo (N), a este dispositivo se llama unión P-N, en donde se lleva a cabo el efecto fotovoltaico. Para que se genere dicho fenómeno (F-F) se debe realizar un proceso de absorción de la luz en los materiales que la forman. Debido a este proceso la energía de la luz es transferida a los electrones de los átomos del material con el que esta fabricado el dispositivo.

Al ganar energía, los electrones (carga eléctrica negativa), rompen los enlaces que los mantenían ligados a sus átomos, y pueden moverse libremente por el material, dejando espacios vacios en sus lugares (huecos). Por cada electrón que se libera, aparece un hueco, estos huecos se comportan como partículas con cargas positivas (+).

En consecuencia, debido a la absorción de la luz, aparecen por parejas, portadores de carga positiva y negativa (portadores) de carga foto generados), que se pueden mover "libremente" dentro del dispositivo. Algunos de estos electrones se recombinaran, regresando la energía generada al material, cosa que se pone de manifiesto por el aumento de temperatura que se detecta en el dispositivo. Otros portadores fotogenerados, son forzados a separarse por medio de un campo eléctrico interno, construido para ese fin, que obliga a los electrones a acumularse en una "superficie" del dispositivo, y a los huecos, en la otra "superficie".

Este campo eléctrico se crea cuando se forma la unión PN.

Si se establece un circuito externo que una a las dos superficies, los electrones acumulados fluirán a través de él, regresando a su "posición energética inicial". Este flujo de electrones forma precisamente la corriente foto generada o voltaica.



#### **Anatomía de una celda solar de silicio cristalino.**

Una celda solar es un dispositivos óptico (absorbe la luz solar) y eléctrico (genera electricidad tipo CD) formada por la unión PN entre semiconductores. Las celdas solares comerciales se fabrican con lingotes de silicio de alta pureza, material muy abundante en la arena de la cual es refinado. El lingote es rebanado en forma de placas llamadas obleas. E espesor típico usado es de orden de 300  $\mu\text{m}$  (0.3mm)

Capa tipo-N y capa tipo-P: una fracción muy pequeña dele espesor de la oblea (del orden de 0.5  $\mu\text{m}$ ) es altamente impurificado con átomos de fosforo, elemento que al sustituir un silicio cede electrones al material, formando la capa tipo-N. El resto de la oblea es impurificado con átomos de boro, introduciendo deficiencia de electrones formando la capa tipo-P. estas capas forman dentro de la oblea y cerca de la superficie que recibirá la luz solar, un campo eléctrico interno (voltaje interno construido), el cual, será el responsable de separar a las cargas fotogeneradoras positivas (huecos y negativos (electrones)).

Contactos metálicos superficiales y la colección de cargas eléctricas: sobre la cara de la oblea expuesta a la luz, se coloca un enrejado metálico muy fino (titanio/paladio/plata), para coleccionar a los electrones foto generados y extraer la corriente eléctrica. Esta es la terminal negativa, ya que en ella se encontraran acumulados los electrones foto generados.

Sobre este enrejado se conecta uno de los conectores del circuito exterior.

Por la cara posterior se coloca una capa metálica, usualmente de aluminio que corresponderá a la terminal positiva, ya que en esta cara estará la acumulación de cargas positivas. Sobre esta capa se conecta el otro conector del circuito exterior. Por último, se texturiza la superficie y se recubre a la celda con una película anti reflejante para disminuir la reflexión exterior superficial y atrapar más luz.

### 3.16-MATERIALES DE FABRICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CELDAS SOLARES.

El efecto fotovoltaico se puede llevar a cabo con materiales sólidos, líquidos o gaseosos; pero es en los sólidos, especialmente los materiales semiconductores, en donde se han encontrado eficiencias de conservación de energía luminosa a eléctrica.

Existen diferentes materiales semiconductores con los cuales se pueden elaborar celdas solares, pero el usado más comúnmente donde el punto de vista de infraestructura tecnológica, es el silicio:

**Silicio monocristalino:** las celdas solares de silicio monocristalino se elabora de un solo cristal de silicio de alta pureza. La eficiencia de estas celdas ha llegado hasta el 25% presentado un buen desempeño, sin degradamiento, hasta por 20 años. La tecnología de fabricación de celdas de silicio monocristalino es la más madura en el mercado, proporcionando con esta confiabilidad en el dispositivo, de tal manera, que algunos fabricantes garantizan su producto hasta por 20 a 25 años.



**Silicio policristalino:** como su nombre lo dice son celdas que están formadas por pequeño cristales de silicio. La tecnología de fabricación de celdas de silicio policristalino fue desarrollada buscando disminuir los costo de fabricación de estas. Dichas celdas presentan eficiencias de conversión un poco inferiores a las monocristalinas; pero se ha encontrado que pueden obtenerse del 23%. Garantía de este producto puede ser hasta por 20 años de vida dependiendo del fabricante.



**Silicio amorfo:** la palabra amorfo significa carencia de estructura cristalina. El silicio amorfo no tiene un patrón ordenado como es el caso de monocristalino. La tecnología de fabricación de silicio amorfo ha sido desarrollado con el objeto de abaratar el costo de fabricación de la celdas solares y ha estado cambiando y mejorando constantemente. Desafortunadamente y debido a la bajas deficiencias de conservación (del orden del 6% hasta hace unos años) las principales aplicaciones de las celdas solares de silicio amorfo estaban guiadas hacia pequeños dispositivos electrónicos tales como relojes, calculadoras, etc.

En la actualidad y con el mejoramiento de la tecnología de fabricación se ha llegado a eficiencia de conservación del orden del 12%. La garantía del producto es de los años de duración, realmente el producto es mas barato que las

mono/policristalinas. Cabe decir que este material ha encontrado casi el mismo amplio uso en fotovoltaica que el silicio monocristalino. La tecnología y los procesos industriales se están implantando a gran escala, aunque el mercado se ha centrado en el uso para equipos electrónicos de consumo. La mayor ventaja del silicio amorfo es el poder depositarse en forma de lamina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico de muy bajo costo. Esto permite su abaratamiento y la posibilidad de técnicas de producción en serie, ya que grandes módulos se pueden depositar en un único proceso.

SoloStocks

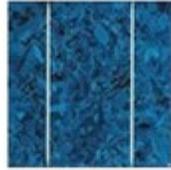


A

continuación se muestra una fotografía de celdas solares en silicio cristalino. Como se puede apreciar, el monocristal es producido en lingotes cilíndricos con diámetros del orden de 150 mm, mientras que el policristalino, su forma es la de un paralelepípedo rectangular. Así mismo, se puede apreciar la diferencia entre el silicio monocristalino, el policristalino y amorfo.



**Monocristallino**



**Policristallino**



**Amorfo**



## CAPITULO IV

#### **4.1- DEFINICION DEL PRODUCTO.**

El agua embasada en garrafones de relleno de 19 litros con tapa hermética y sello de seguridad, con la razón social "Agua Purificada Bahía de Agua Dulce".

#### **4.2- DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.**

La materia prima principal que es el agua, se encuentra en la bahía en abundancia, se extrae directamente de pozos artesanos y en cuanto a los insumos utilizados como garrafones, tapas, sellos y reactivos químicos, existen proveedores en la ciudad de Acapulco y en la ciudad de México.

#### **4.3- TAMAÑO DEL PROYECTO.**

Teniendo en cuenta la disponibilidad de insumos, tecnología, mano de obra y capital, se propone un tamaño de planta adecuado para cubrir la demanda requerida con una producción de 300 garrafones al día de 19 litros trabajando 25 días al mes. Con un precio sugerido de \$12.00 pesos por garrafón.

#### **4.4- REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA PURIFICACION DE AGUA.**

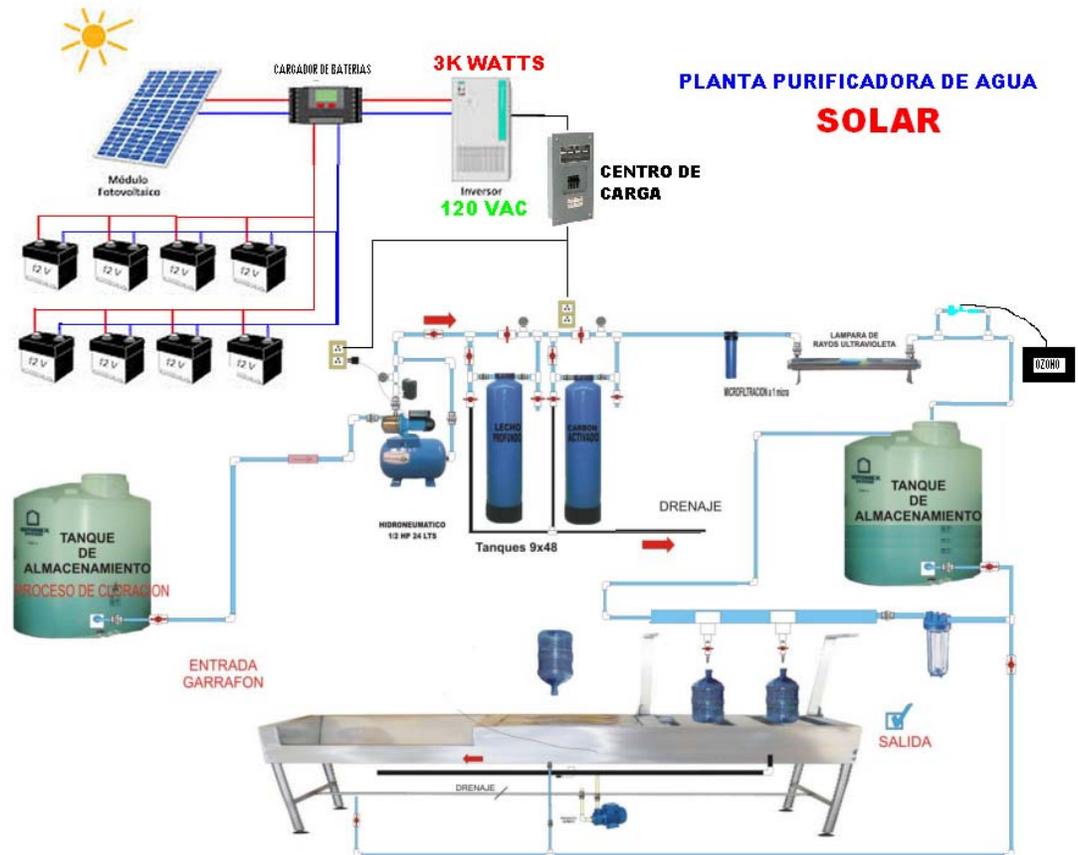
##### **PLANTA PURIFICADORA DE AGUA PARA 300 GARRAFONES DE AGUA EN UN DIA.**

##### **CONSTA DE:**

- 2 Tanques de 5000 l de polietileno.
- 2 Hidroneumático de 3/4 HP.
- 1 Filtro multi cama 9" x 48".
- 1 Filtro de carbón activado 9" x 48".
- 1 Suavizador 13" x 54".
- 1 Tanque para salmuera de polietileno de 18" x 40".
- 2 Lámparas U.V. en acero inoxidable.
- 1 Generador de Ozono.
- 2 Pulidores para 10 y 5 micras.
- 1 Lavadora de garrafón.
- Material de instalación de pvc y demás.
- Instalación de la planta incluida.

- 1 bomba de ½ hp
- Capacitación en planta.
- CD con bitácoras, normas y manuales.

#### 4.5- EQUIPOS E INSTALACIONES REQUERIDAS EN LA PLANTA PURIFICADORA SOLAR DE AGUA.



**1. Tanque-** nos sirve para el almacenamiento de agua cruda. Es este equipo la primera etapa, aquí se da el proceso de desinfección agregando cloro poco antes de su llenado.

**2. Hidroneumático-** es el encargado de darle presión a nuestro sistema, en otras palabras da la fuerza para que el agua pase por los filtros y llegue al llenado de garrafones.

**3. Filtro Multi cama-** es el equipo encargado de quitar las partículas suspendidas a nuestra agua, es decir quita la basura y sedimentos mayores a 20 micras.

**4. Filtro de carbón activado-** Equipo encargado de quitar por absorción, color, mal olor, mal sabor, además de quitar el cloro.

**5. Suavizador-** generalmente este equipo se pone como opcional. Es el encargado por intercambio iónico de quitar sales de calcio y magnesio responsable de la dureza.

**6. Tanque de salmuera-** es el equipo para generar el suavizador. La generación es el proceso por el cual la resina del suavizador regresa a su estado normal, es decir, a un estado donde pueda seguir quitando las sales responsables de incrustaciones.

**7. Pulidores-** En el proceso utilizaremos tres pulidores y nos servirán para retirar cualquier partícula que se nos haya escapado con tamaño de 5 micras, además de darle un aspecto **crystalino** al agua.

**8. Lámpara ultravioleta-** equipo responsable de dar la segunda esterilizada al agua, los posibles microorganismos que pudieron sobrevivir al cloro, son atacados en su material genético, lo que les impedirá reproducirse. Es un excelente herbicida, quita las bacterias suspendidas suspendidas en el agua.

**9. Generador de Ozono-** es una oxidante fuerte que ataca las membranas plasmáticas destruyéndolas, su poder oxidativo ataca sus restos. Resultado: cero microorganismos vivos.

**10. Lavadora de garrafones-** los equipos están armados en estructura de acero inoxidable al igual que la tina que tiene una profundidad de 40 cms.

**11. Líneas de llenado-** equipo de acero inoxidable. Sirven para el llenado de los garrafones de 19 litros después de ser lavados.

#### 4.6- CONCEPTOS DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA.

Los equipos fotovoltaicos que requiere la planta purificadora son los siguientes:

##### 1-ESTRUCTURA DE SOPORTE.

La estructura soporte tiene suma importancia a través de ella se puede modificar la orientación e inclinación de los paneles.

Debe tener la robustez y durabilidad necesaria para afrontar las inclemencias climáticas. Existen diferentes modelos siendo nuestro caso la estructura de suelo. En ciertas aéreas geográficas es necesario proteger la estructura junto a los paneles con mallas metálicas o plásticas antigranizo que soportan un granizo de 25 mm de diámetro a una velocidad de caída de 70 Km/h.

##### 2-CELULAS Y PANELES FOTOVOLTAICOS.

La célula fotovoltaica es aquel dispositivo capaz de convertir la luz en electricidad de una forma directa e inmediata. Para la ejecución de este proyecto se han escogido paneles compuestos por células basándose en silicio mono cristalino.

Las células de silicio mono cristalino tienen la ventaja que en su fabricación pueden ser producidas directamente en forma cuadrada, lo que facilita enormemente la fabricación de los paneles solares compactos sin posteriores mecanizaciones.

##### 3-MODULO FOTOVOLTAICO.

Salvo en muy pocas aplicaciones (juguetería, equipos didácticos, etc.), las células se agrupan en lo que denomina modulo o paneles fotovoltaico, que no es otra cosa que un conjunto de células conectadas para su integración en sistemas de generación de energía, siendo compatibles (tanto en tensión como en potencia) con las necesidades y equipos estándares existentes en el mercado.

Un arreglo de varias celdas fotovoltaicas conectadas eléctricamente unas con otras y montadas en una estructuras de apoyo o un marco, se llama modulo o panel fotovoltaico. Los módulos están diseñados para proveer un cierto nivel de voltaje, considerado como **Voltaje a Circuito Abierto VCA (VOC)**, definiéndose como aquel voltaje máximo que genera un modulo solar. Su unidad de medición es el **volt**. Este voltaje se mide cuando no existe un circuito externo conectado a la celda.

Además la corriente producida depende directamente de cuanta luz llega hasta el modulo. Esta es considerada como, **Corriente a Corto Circuito ICC (ISC)**. Es la máxima corriente generada por el modulo solar y se mide cuando se conecta un

circuito exterior a la celda con resistencia nula. La unidad de medición es el **Amper**. Su valor depende del área superficial y de la radiación luminosa.

También en un arreglo FV se pueden conectar eléctricamente en serie o paralelo.

Las características eléctricas del arreglo son análogas a la de módulos individuales, con la potencia, corriente y voltaje modificados de acuerdo al numero de módulos conectados en serie y en paralelo.

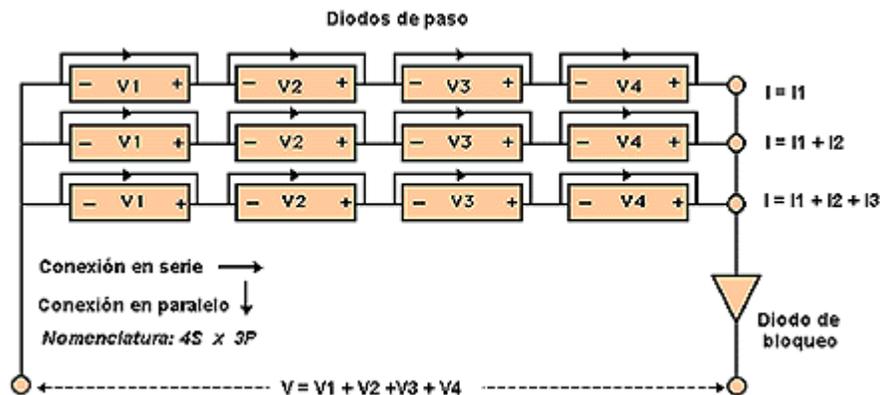
**Aumentando el voltaje:** Los módulos solares se conectan en serie para obtener voltajes de salida más grande. El voltaje de salida,  $V_S$ , de módulos conectados en serie está dado por la suma de los voltajes generados por cada modulo:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots V_n$$

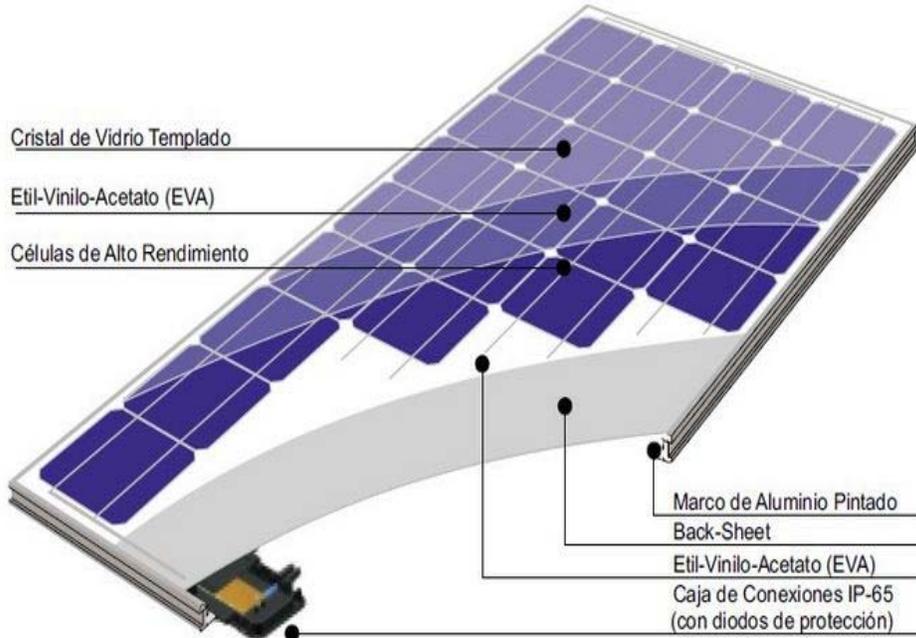
**Aumentando la corriente:** Los módulos solares o paneles se conectan en paralelo para obtener corrientes generadas más grandes. El voltaje del conjunto es el mismo que el de un modulo (o un panel); pero la corriente de salida,  $I_S$ , es la suma de cada unidad conectada en paralelo.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

En la siguiente figura se muestra la posición de los diodos de paso y el diodo de bloqueo. Este último debe ser calculado tomando en que en condiciones de corto circuito. La norma internacional dice que el valor de la corriente que soporta el diodo debe ser por lo menos 1.56 veces el valor de la corriente del circuito del arreglo de corto.



#### 4-ESTRUCTURA DEL PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO.



#### 4.7- ELEMENTOS DE UN PANEL FOTOVOLTAICO.

##### 1-CUBIERTA EXTERIOR.

Tiene una misión eminentemente protectora ya que es la que debe sufrir la acción de los agentes atmosféricos. Por este motivo la cubierta es de cristal de vidrio Templado que asegura una buena durabilidad, además de ser sumamente liso y no retiene demasiada suciedad.

El vidrio templado permite aguantar las condiciones atmosféricas duras, tales como el hielo, la abrasión, el granizo, etc. Puede soportar también los cambios bruscos de temperatura.

##### 2-CAPAS ENCAPSULANTES.

Son las encargadas de proteger las células solares y los contactos de interconexión. Deben presentar sobre todo una excelente transmisión a la radiación solar, así como la nula degradación frente a las radiaciones ultravioletas, ya que si no podría disminuir el rendimiento del modulo.

El encapsulante debe prestar también la misión de proteger y amortiguar las posibles vibraciones e impactos que se pueden producir, así como actuar de adhesivo entre las cubiertas posterior e inferior.

El modulo utilizado tiene una capa encapsulante de EVA, que sirve de protección a las células. Este material presenta una alta transmisión de la radiación, a la vez que baja degradación por la acción de los rayos solares.

### **3-PROTECCION POSTERIOR.**

Su misión consiste fundamental en proteger contra los agentes atmosféricos, ejerciendo una barrera infranqueable contra la humedad.

El modulo utilizado tiene protegida su capa posterior por varias capas de TEDLAR que, al ser opacas y de color blanco, reflejan la luz que ha logrado pasar por las células, haciendo que vuelva a la parte frontal, donde puede ser reflejada e incidir de nuevo en las células.

### **4-MARCO SOPORTE.**

Es la parte que presta rigidez y permite su inserción en estructuras que agrupan módulos.

El modulo es de aluminio anodizado, con los tornillos necesarios para anclaje en la estructura soporte, evitando tener que manipularlo posteriormente ya que nunca se debe taladrar un marco ya que las vibraciones producidas pueden hacer estallar el cristal.

El marco lleva acoplada una toma de tierra, que deberá ser usada.

### **5-CONTACTOS ELECTRICOS Y DIODOS DE PROTECCION.**

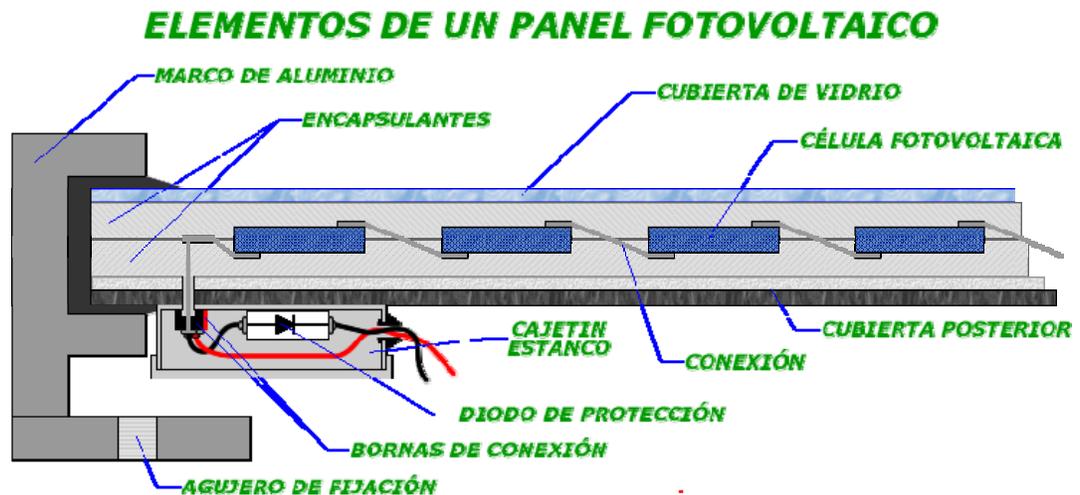
Los contactos eléctricos son aquellos que van a permitir acceder a la energía producida por el conjunto de células.

El modulo tiene caja de conexiones por la parte posterior que contiene los diodos de protección (diodos bypass).

Estos diodos solo dejan pasar la corriente en un solo sentido y se oponen a la circulación en sentido contrario, Impiden que la batería se descargue a través de los paneles fotovoltaicos en ausencia de luz solar.

También evitan que el flujo de corriente se invierta entre bloques de paneles conectados en paralelo, cuando en uno o varios de ellos se produce una sombra.

Los diodos de bypass protegen individualmente a cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales.



#### 4.8- CONTROLADORES DE CARGA.

Protege la vida útil de las baterías de descarga profundas y sobrecargas. Tienen un diseño ultra plano, compacto y es de fácil instalación. Dispone además de protección contra un posible conexionado erróneo por parte del usuario. Sus indicadores de estado, proporcionan toda la información necesaria: Visualización del estado y modo de carga. Alta y baja tensión de la batería. Sobrecarga y corto circuito.

Puede conectarse directamente a 12 o 24v, ya que tiene una selección automática de voltaje.

Incluyen una pantalla digital, donde se puede visualizar:

Estado, fase de carga, y tensión a la que se encuentra la batería, Temperatura (actual máxima y mínima), mediante sonda exterior. Energía generada y consumida en corriente continúa.

#### 4.9- BATERIAS

Sirven para acumular la energía que los paneles generan diariamente. El cálculo de dichas baterías debe ser dimensionado en función de la cantidad de energía que se quiera disponer por días de baja luminosidad (días nublados).

Las características que definen el comportamiento de una batería son fundamentalmente, la capacidad de Amperios hora y la profundidad de la descarga.

**Amperios Hora.** Teóricamente una batería de 200 Ah puede suministrar 200 A durante una hora, o 50 A durante 4 horas, etc. Pero existen factores que pueden hacer variar la capacidad de la batería. En general si la batería se descarga a un nivel más lento, su capacidad aumentara ligeramente, si el ritmo es más rápido la capacidad se reducirá.

Otro factor que influye es la temperatura de la batería y la de su ambiente. Si una batería se cataloga a una temperatura de 25 grados, temperatura más bajas reducen su capacidad significativamente, y las temperaturas más altas provocarían un ligero aumento de su capacidad, pero esto último puede incrementar la perdida de agua, disminuyendo así el numero de ciclos de vida de la batería.

**Profundidad de descarga.** Es el porcentaje de la capacidad total de la batería que es utilizada durante un ciclo de carga/descarga. Las baterías de "ciclo profundo" se diseñan para descargas del 10 al 25% de su capacidad total en cada ciclo. Las aplicaciones fotovoltaicas se fabrican para descargas de hasta un 80% de capacidad sin dañarse. No obstante la profundidad de descarga afecta incluso a las baterías de "ciclo profundo", de forma que cuando mayor es la descarga, menor es el número de ciclos de carga que la batería puede tener.

#### **4.10- INVERSOR.**

Se utiliza para convertir la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA) y a su vez elevar la tensión de 12 VCD a 120 VCA (para nuestros propósitos), y en otros casos de 24 VCD a 220 VCA pudiendo así utilizar elementos que se deben conectar a corriente alterna para su óptimo funcionamiento.

Su dimensionado debe estar relacionado a la potencia máxima de los artefactos a utilizar simultáneamente.

También hemos tenido en cuenta el tipo de onda que vamos a utilizar, de acuerdo con el uso específico que le vamos a dar.

#### 4.11- EQUIPO ELECTRICO FOTOVOLTAICO.

Si se considera que la planta trabajara con los siguientes aparatos y equipos:

APARATO O EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	HORAS DE SERVICIO	CONSUMO W-h/d TOTAL.
LAMPARAS	3	30	5	450
HIDRONEUMATICOS	2	560	1	1,120
LAMPARA UV	1	30	2	60
GENERADOR DE OZONO	1	200	2	400
BOMBA SOLAR ½ hp	1	400	1.5	600
BOMBA 1/2 hp	1	400	1	400
TOTAL Watts		1,620		3,030

A partir de estos datos se empieza hacer los cálculos fotovoltaicos.

#### 4.12- APARATOS ELECTRICOS EN EL PROCESO.

Para este caso se sugiere el proceso de purificación de agua de Sistema de Suavización y Filtración por Carbón Activado.

##### 1.-PARA LA EXTRACCION DEL AGUA.

Se ocupa una bomba solar de ½ hp, con un consumo de 400 Watts y una salida de 60 litros /minuto.

Para el proceso se necesita producir 300 garrafones de 19 litros (5,700 litros de agua)

Por lo tanto nos llevaríamos 1.5 hrs para almacenar 5,700 litros.

##### 2.-PARA LA PURIFICACION DE AGUA.

Se ocupa un hidroneumático de ¾ hp con un consumo de 560 Watts y una salida de 100 litros por minuto.

Por lo tanto nos tardaríamos aproximadamente una hora para purificar 5,700 litros.

##### 3.-PARA EL LLENADO DE GARRAFONES.

Se ocupa un hidroneumático de ¾ hp y 560 Watts-hr

##### 4.-PARA EL LAVADO DE GARRAFONES.

Se ocupa una bomba de ½ hp y 400 Watts-hr.

#### 4.13- CALCULOS FOTOVOLTAICOS.

De la base de datos se tiene que:

**P = Potencia exigida por la carga.**

**P = 1,620 Watts.**

**Et = Consumo energético teórico.**

**Et = 3,030 Watts-hr**

#### 1.-DETERMINACION DEL CONSUMO ENERGETICO REAL.

**E = CONSUMO ENERGETICO REAL.**

**E = Et/R**

**Donde R = rendimiento global de la instalación fotovoltaica**

**$R = (1.0 - K_b - K_c - K_v) * (1.0 - K_a * N / P_d)$**

**K<sub>b</sub> = coeficiente de perdidas por rendimiento del acumulador.**

**K<sub>b</sub> = 0.05 en sistemas con demanda de descarga no intensa.**

**K<sub>b</sub> = 0.1 en sistemas con descarga profundas.**

**K<sub>c</sub> = coeficiente de perdidas en el convertidor.**

**K<sub>c</sub> = 0.05 en inversores sinusoidales puros.**

**K<sub>c</sub> = 0.10 en otras condiciones de trabajo alejadas del optimo.**

**K<sub>a</sub> = coeficiente de auto descarga diario.**

**K<sub>a</sub> = 0.002 en baterías de baja auto descarga (Ni – Cd)**

**K<sub>a</sub> = 0.005 en baterías estacionarias Pb – acido**

**K<sub>a</sub> = 0.012 en baterías de alta auto descarga.**

**N = número de días de autonomía de la instalación, días que la  
Instalación debe operar bajo una irradiación mínima (días  
Nublados mínimos)**

**N = (4 – 10) como valores de referencia.**

**Pd = profundidad de descarga diaria de la batería, no debe exceder  
Del 80 % (capacidad nominal del acumulador)**

$$Pd = 0.80$$

**Sustituyendo**

$$R = (1.0 - 0.05 - 0.05 - 0.07) * (1.0 - 0.005 * 4 / 0.8)$$

$$R = 0.809$$

**Entonces se tiene que:**

$$E = Et/R$$

$$E = 3,030/0.809$$

$$E = 3,745.4 \text{ Watts-hr}$$

**2.- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL BANCO DE BATERIA.  
(Amp-hr)**

**C = capacidad del banco.**

$$C = (E * N / V * Pd)$$

**V = Voltaje nominal del acumulador = 12 o 24 VDC**

$$C = (3,745.4 * 4) / (12 * 0.80)$$

$$C = 1,560.6 \text{ Amp-hr}$$

**Por lo tanto el número de baterías utilizadas será de 8 baterías.**

**3.- DETERMINACION DEL NUMERO DE PANELES SOLARES  
FOTOVOLTAICOS.**

Para el cálculo se debe conocer el valor de irradiación solar diaria media en superficie inclinada.

**H (Kw.hr/m<sup>2</sup>.dia)**

**Para el caso del estado de Guerrero es de 5.51 Kw.hr/m<sup>2</sup>**

**HPS = hora pico solar, horas de luz solar, por lo tanto**

$$\text{HPS} = 1 \text{ Kw/m}^2$$

**NP = numero de paneles.**

$$\text{NP} = E/(0.9 \cdot W_p \cdot \text{HPS})$$

**Wp = potencia pico de cada panel solar.**

$$\text{Wp} = 60 \text{ Watts}$$

$$\text{HPS} = 5.51 \text{ Kw.hr/m}^2$$

$$\text{NP} = 3,745.4/(0.9 \cdot 60 \cdot 5.51)$$

$$\text{NP} = 12.6$$

**NP = 13 paneles aproximadamente.**

Para comprobar el funcionamiento adecuado de los paneles se determina el factor de cobertura o cobertura del mes.

**Fi = Factor de cobertura.**

**Fi = energía disponible/energía consumida**

$$\text{Fi} = \text{NP} \cdot 0.9 \cdot W_p \cdot \text{HSP}/E$$

$$\text{Fi} = (13 \cdot 0.9 \cdot 60 \cdot 5.51)/(3,745.4)$$

$$\text{Fi} = 3,868.02/3,745.4$$

$$\text{Fi} = 1.033.$$

El factor de cobertura debe ser mayor a 1, los paneles se orientan al sur con una inclinación de 19 + 5 grados.

Se sugiere para este caso los paneles contruidos con material monocristalino de 250 watts de potencia con amperaje de 7.3

El arreglo que se va utilizar es de cuatro módulos conectados en paralelo para optimizar la potencia aplicables en los equipos. De este modo se obtiene una intensidad de corriente resultante de 29.2 amp. El tamaño del modulo es importante para su ubicación en el espacio para el mismo, por lo que se planea colocarlo en el techo de la misma planta, de concreto, ya que es una superficie solida ideal para soportar el peso de los paneles y el embate de los vientos.

#### 4.- SELECCIÓN DEL CONTROLADOR DE CARGA.

$$I_{max} = I_{cc} * NP$$

$$I_{cc} = \text{corriente de corto circuito del panel} = 3.3$$

$$I_{max} = \text{intensidad máxima nominal}$$

$$I_{max} = 3.3 * 13$$

$$I_{max} = 42.9 \text{ Amperes}$$

**Controlador de Carga de 40 Amperes**

#### 5.-SELECCIÓN DEL INVERSOR DE VOLTAJE.

El inversor de voltaje se selecciona con base a la energía exigida, potencia exigida por la carga es de 1,620 Watts por lo tanto un inversor de 2000 watts garantiza la potencia requerida.

Dimensionamiento del conductor  
Potencia activa

$$P = V * I * \cos(\text{gamma})$$

$$P = \text{potencia máxima demandada Watts}$$

$$V = \text{tensión de trabajo}$$

$$V = 110 - 117 \text{ VAC generalmente}$$

$$\cos(\text{gamma}) = \text{factor de potencia medio de los equipos}$$

$$\cos(\text{gamma}) = 0.6$$

$$I = P / (V * \cos(\text{gamma}))$$

$$I = 1,620 / (110 * 0.6)$$

$$I = 24.5 \text{ Amper}$$

**A partir de este valor se selecciona el conductor AWG.**

#### **4.14- RECOMENDACIONES EN LA INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**

- Situarse el módulo en un lugar que nunca este a la sombra. Fíjese en los árboles y edificios cercanos. Recuerde que el sol varía su posición a lo largo del año y que los árboles crecen.
- Orientar el módulo correctamente. La cara frontal del módulo debe mirar al sur en el hemisferio norte y al norte en el hemisferio sur.
- El módulo se instale de manera que el aire pueda circular libremente a su alrededor. De este modo, se consigue disminuir la temperatura de trabajo de las células y consecuentemente, mejorar el rendimiento del módulo.
- Si se montan varios módulos, evite que se hagan sombra entre sí.
- Si se usa un controlador, colóquelo en un lugar fácilmente accesible para que el usuario pueda comprobar los elementos de control. En el momento de su conexión se respetaran las polaridades eléctricas de todos los elementos, conectándolos en el siguiente orden: batería, módulos y consumo.
- La sección de conductores empleados debe asegurar que la caída de tensión en la instalación no sobrepase el 2% de la tensión nominal de la misma.
- La interconexión entre módulos se realice de forma aérea mediante los cables con conectores suministrados.
- Instale el módulo sobre la estructura de soporte mediante tornillería específica. Se recomienda métrica 6x20. No debe perforarse el marco del módulo. Las cotas de los módulos se encuentran especificadas en las fichas técnicas de los mismos.
- Para más detalles acerca de los cables de conexión y los diodos consultar la ficha de especificaciones técnicas del módulo.

#### **ADVERTENCIAS Y RIESGOS ELECTRICOS**

- El equipo deberá ser instalado y manejado solo por personal calificado.
- Debidamente protegidos durante el transporte. Se recomienda no sacarlos de ellas hasta el momento de la instalación.
- No dejar nunca un módulo en un sitio en el que no esté debidamente sujeto, pues si cae puede romperse el vidrio. Un módulo con vidrio roto no se debe usar.

-Utilizar el modulo únicamente para la función a la que está destinado. No desmontar el modulo o quitar cualquier parte, etiqueta o pieza instalada por el fabricante, incluyendo diodos de protección, sin autorización del mismo.

-En caso de usar fusible de protección en la instalación, seguir las indicaciones de la ficha de especificaciones técnicas del modulo adjunta.

-No concentrar la luz solar sobre el modulo.

Un modulo fotovoltaico genera electricidad cuando está expuesto a la luz del sol o a otra fuentes de luz. Cubrir totalmente la superficie del modulo con un material opaco durante la instalación, desmontaje o manipulación.

-Utilizar herramientas que estén debidamente revestidas con material aislante durante los trabajos con el modulo.

-Trabajar siempre bajo condiciones secas, tanto para el modulo como las herramientas.

-No instalar el modulo donde haya gases o vapores inflamables, ya que se pueden producir chispas.

-Evitar las descargas eléctricas al instalar, cablear, poner en funcionamiento o realizar el mantenimiento del modulo.

-No tocar las bornas mientras el modulo este expuesto a la luz. Dotar la instalación de dispositivos de protección adecuados para impedir que pueda producirle una descarga de 30 o más voltios de corriente continua a cualquier persona. Cuando se conectan los módulos en serie, las tensiones se suman y cuando se hace en paralelo, es la intensidad la que suma. Por consiguiente, un sistema formado por módulos fotovoltaicos puede producir altas tensiones e intensidades, que constituyen un peligro añadido.

-Si se usan baterías con los módulos, seguir todas las recomendaciones que en materia de seguridad indica el fabricante de baterías.

-En condiciones normales, un modulo fotovoltaico es susceptible de experimentar condiciones que produzcan más corrientes y/o voltaje que las indicadas en condiciones estándar. Por consiguiente los valores de ISC y VOC mostrados en la etiqueta de características del modulo deberían multiplicarse por un factor de 1,25 para determinar los valores máximos admisibles de los componentes de la instalación, en cuanto a tensión, corriente, secciones de los conductores, fusibles

-Los módulos se suministran con cables de las características indicadas en la ficha de especificaciones técnicas de cada modelo, siendo el rango de temperatura de trabajo de al menos entre -40 y 90 grados centígrados.

-Fijar el conductor de tierra al taladro correspondiente del marco mediante sistema de fijación mecánica como tornillos y tuerca.

### **LIMITES DE CONEXIÓN DE MODULOS EN SERIE**

-Los módulos fotovoltaicos están fabricados para soportar tensiones elevadas.

La tensión máxima del sistema se indica en la etiqueta de características del modulo, consiguientemente, se podrán conectar módulos en serie hasta alcanzar dicha tensión.

### **CONEXIÓN DE MODULOS EN PARALELO Y SECCION DEL CABLEADO**

Se podrán emplear tantos módulos en paralelo como admita el regulador de carga, variador de frecuencia o el equipo correspondiente al cual vayan conectados los mismos.

Ahora bien, se deberá emplear un cable con sección adecuada para la conducción de la suma de corrientes generada por los módulos.

En cualquier caso, el conductor a emplear nunca deberá tener una sección menor de 4 mm<sup>2</sup>. En caso de requerirse una sección mayor en el transporte de la energía hasta el correspondiente equipo, se emplearan cajas de interconexión externas que permitan adquirir mayores secciones de cable para los tramos de mayor distancia.

### **MANTENIMIENTO DE GENERADOR FOTOVOLTAICO**

Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las cédulas y las soldaduras de conexión aisladas del ambiente exterior por capas de material protector.

Al mismo tiempo, el control de calidad realizado es riguroso y rara vez se presentan problemas por esta razón.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica del modulo.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas de la estanqueidad del modulo.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado.
- Eventualmente, control de las características del modulo.

### **LIMPIEZA PERIODICA DEL MODULO**

La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del modulo reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por sombras. El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento.

En el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del modulo, que impida a estas podarse.

La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los módulos.

La operación de limpieza debe ser realizada en general por el propio usuario y consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua se acumule sobre el modulo. No es aceptable en ningún caso utilizar mangueras a presión.

### **INSPECCION VISUAL DEL MODULO.**

La inspección visual del modulo tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal.
- Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el modulo por rotura de las capas de encapsulado durante la instalación o transporte.

## **CONTROL DE CONEXIONES Y CABLEADO**

Cada seis meses realizar un mantenimiento preventivo efectuando las siguientes operaciones:

- Comprobación del apriete y estado de las terminales de los cables de conexionado de los módulos.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales.

En caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

## **V- CONCLUSIONES.**

Concluimos finalmente, después de este trabajo, que el problema que tiene que ver con la salubridad, la potabilización y su posterior purificación del agua, en Bahía de agua dulce, Municipio de Cópala, es posible atacarlo, ya que actualmente los habitantes de esta comunidad consumen aguas extraídas directamente de pozos artesanos, y una minoría adquieren garrafones de agua purificada de compañías dedicadas a la venta de agua.

Esto es posible, con la implementación y diseños de nuevas tecnologías, utilizando energías renovables, que es la tendencia futura para proyectos sustentables y evitar métodos contaminantes y cuidar la ecología de la zona al consumir energéticos derivados del petróleo en la generación de energía eléctrica.

El presente proyecto ha sido preparado y pensado para que sea replicado en otras comunidades que estén consumiendo agua no tratada, pues el producto obtenido en este proceso será libre de bacterias y sales.

Además del beneficio social, también es posible que sea un beneficio económico importante para el inversionista, ya que es rentable el proyecto e innovador en esta zona.

Dado todo lo expuesto anteriormente, podemos concluir que se pueden elaborar proyectos para un bien común y social, pero también económicos para el desarrollo de nuestras comunidades de mediana y alta marginación, utilizando e implementando tecnologías de generación de electricidad limpia, teniendo al SOL como generador natural.

## VI- BIBLIOGRAFIA.

1. Stándar Methods for the examination of wáter and wastewater. American public Health Association & the American Water Work Association, and Water Pollution Control Federation.
2. ASTM ,Annual Book of ASTM StanDdards, Water and Environment Technology, Vol 11.01, 11.02 2006.
3. Flavor Profile Analysis: Screening and training of Panelists. 1993, Num 20297 AWWA.
4. Water Treatment Plant Design, 2<sup>nd</sup>. Edition, Num. 10006-JU, AWWA.
5. Procedures Manual for Polymer Selection in Water treatment plants, 1989, Num 90553KB, AWWA.
6. Design and construction of Small Water Systems- A guide for Managers, 1984, num 20223JV, AWWA.
7. Manual of desing for Slow sand Filtration, 1991, num 90578KB, AWWA.
8. G. Culp, G. Wesner, R. Culp, Handbook of Public Water Systems, Van Nostrand Reinhold, 1986.
9. Standard Set, AWWA.
10. Organics Removal by Granular Activated Carbon, 1989, num 20033JV, AWWA.167
11. Operational Control of Coagulation and Filtration Processes M37, 1992, num 30037JZ, AWWA.
12. Leaks in Water Distribution Systems, 1987, 20236JV, AWWA.
13. AWWA Manual Set, AWWA.
14. Safety Practices for Water 1990, num 30003JZ. AWWA.
15. Norma oficial mexicana nom-041-ssa1-1993, bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones Sanitarias.
16. NOM-031-SSA1-1993. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones Sanitarias.

17. NOM-051-SCFI-1994. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados.
18. NOM-109-SSA1-1994. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
19. NOM-110-SSA1-1994. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
20. NOM-112-SSA1-1994. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.
21. NOM-117-SSA1-1994. Método de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Fierro, Zinc, y Mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por absorción atómica.
22. NOM-120-SSA1-1994. Buenas prácticas de higiene y sanidad para bienes y servicios.
23. NOM-127-SSA1-1994. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que se debe someterse el agua para su potabilización.
24. NOM-201-SSA1-2002. Productos y servicios. Agua y Hielo para consumo humano, envasado y a granel. Especificaciones Sanitarias.
25. NOM-201-SSA1-2013. Especificaciones sanitarias del agua purificada.
26. Lorenzo E. Electricidad Solar: Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos. Instituto de Energía Solar, Universidad Politécnica de Madrid. Ed. PROGENSA, Primera Edición, 1994.
27. J.A. Marinque, Energía Solar Fundamentos y Aplicaciones Fototermicas; Harla (1984).
28. Sánchez Juárez Aarón. 2004. Tecnología Fotovoltaica Aplicada al bombeo de agua: proyecto de Energía renovable para la agricultura. Temixco, Mor; México: CIE-UNAM y FIRCO-SAGARPA.
29. Shepperd W., Lisa and Elizabeth Richards, Energia solar Fotovoltaica para proyectos de desarrollo, Reporte SAND93-1642. Sandia National Laboratories, Albuquerque NM, 1993.
30. Thomas M.G. Water pumping: The Solar Alternative (Bombeo Solar: La alternativa Solar), Reporte SAND87-0804. Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, 1994.

**VII.APENDICE**

**ESPECIFICACIONES SANITARIAS DEL AGUA PURIFICADA.**

**ESPECIFICACIONES SANITARIAS.**

**OLOR:** INODORO.

**SABOR:** INSIPIDO.

LIMITE MAXIMO.

COLOR 15 UNIDADES DE COLOR VERDADERO\* EN LA ESCALA DE PLATINO-COBALTO.

TURBIEDADES 3 UNIDADES DE UTN.

\*UNICAMENTE EL PRODUCIDO POR SOLIDOS DISUELTOS EN EL AGUA.

**FISICOQUIMICAS**

pH 6.5 – 8.5

Límites máximos permisibles del agua para consumo humano

Orgalepticas y físicas

ESPECIFICACIÓN	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Color	15 (Pt/Co)
Turbiedad	3.0 (UNT)

Microbiológicas

ESPECIFICACIÓN	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE		
	(NMP/100 mL)	UFC/100	Organismos/100mL
Coliformes totales*	<1,1	CERO	AUSENCIA
Enterococos fecales**	<1,1	CERO	AUSENCIA
Mesofilicos			No aplica

\*Técnica del número más Probable.

\*\*Método de filtración por Membrana.Metales,

metaloides y compuestos inorgánicos

ESPECIFICACIÓN	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (mg/L)
Antimonio	0.005
Arsénico	0.01
Borato como B	5.00
Bario	0.70
Cadmio	0.003
Cromo total	0.05
Cobre	1.00
Cianuro	0.07
Fluoruros como F-	0.70
Manganeso	0.40
Mercurio	0.001
Níquel	0.02
Nitrógeno de Nitratos	10.00
Nitrógeno de Nitritos	0.06
Plomo	
Selenio	

Compuestos orgánicos sintéticos

ESPECIFICACION	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (mg/L)
Compuestos orgánicos halogenados absorbibles	0.0005
Compuestos orgánicos no halogenados	0.01
Compuestos orgánicos halogenados absorbibles purgables	0.001
Carbono orgánicos purgable	0.01
Sustancias activas al azul de metileno	0.5

Desinfectantes

ESPECIFICACION	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (mg/L)
Cloro residual libre	0.1

### Subproductos de desinfección

DESINFECTANTE UTILIZADO	ESPECIFICACIÓN	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (mg/L)
CLORO	Formaldehido	0.9
	Bromo diclorometano	0.06
	Bromo formo	0.1
	Di bromo cloro metano	0.1
	Cloro formo	0.2
OZONO	Formaldehido	0.9
	Bromato	0.01

### MUESTREO.

El procedimiento de muestreo del producto objeto de esta norma debe sujetarse a lo que establece la Ley General de Salud.

### METODOS DE PRUEBA.

Para la verificación de las especificaciones que se establecen en esta norma, se deben aplicar los métodos de prueba señalados en el apartado de referencias.

Para la determinación de las especificaciones físicas, químicas y de plaguicidas se deben aplicar los métodos establecidos en el apéndice normativo A de esta norma.

Para la determinación de aluminio, bario, cromo, manganeso y de plata se debe aplicar el método de prueba establecido en la NOM-117-SSA1-1994. Metodo de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, fierro zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por absorción atómica.

Existen métodos alternos validados para la determinación de las especificaciones de cada parámetro que pueden ser utilizados para el aseguramiento de calidad del producto.

### **Etiquetado.**

La etiqueta del producto objeto de esta norma, además de cumplir con lo establecido en el reglamento y la Norma Oficial Mexicana correspondiente, debe sujetarse a lo siguiente.

### **Envase.**

El producto objeto de esta norma se debe envasar en recipientes de tipo sanitario que tengan tapa inviolable o sello o banda de garantía, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y organolépticas.