



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MAESTRÍA: TECNOLOGÍAS DE LA ARQUITECTURA

PROPUESTA DE CALENTADOR SOLAR ELABORADO CON
MATERIAL RECICLABLE, PARA LOS SECTORES DE BAJOS
RECURSOS

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO

PRESENTA:

FRANCISCO NAVA MUNIVE

DIRECTOR:

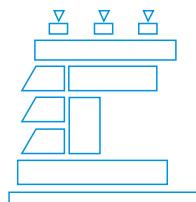
MAESTRO ROGELIO MONARCA TEMALATZI

ASESORES:

MTRA. MA. DEL RAYO VÁZQUEZ TORRES

MTRO. WILFRIDO VÁZQUEZ GUERRA

PUEBLA; PUEBLA



NOVIEMBRE 2014

I.-ÍNDICE

II.-PROLOGO DE INVESTIGACIÓN

| | |
|---|----|
| II.1.-Planteamiento del problema | 5 |
| II.2.-Justificación del problema | 6 |
| II.3.-Objetivos Generales..... | 6 |
| II.4.-Objetivos Particulares | 6 |
| II.5.-Hipótesis de investigación | 6 |
| II.6.-Metodología de investigación..... | 7 |
| II.6.1.-Formato de investigación..... | 7 |
| II.7.-Delimitación del tema..... | 8 |
| II.7.1.-Cronograma de elaboración de la tesina | 9 |
| | |
| CAPÍTULO 1.-MARCO CONCEPTUAL..... | 10 |
| 1.1.- ¿Que es un calentador solar?..... | 10 |
| 1.2.-Distancia tierra-sol | 13 |
| 1.3.-Declinación del sol | 14 |
| 1.4.-Sistemas de coordenadas celestes..... | 15 |
| 1.5.-Dirección de la radiación solar | 16 |
| 1.6.-Orientación e inclinación del calentador solar | 16 |
| 1.7.-Energía solar..... | 18 |
| 1.8.-Energía solar térmica | 20 |
| 1.9.-Transferencia del Calor | 22 |
| 1.9.1.-Conducción del Calor | 23 |
| 1.9.2.-Convección del Calor | 24 |
| 1.9.3.-Radiación del Calor | 26 |
| | |
| CAPÍTULO 2.-MARCO HISTÓRICO | 28 |
| 2.1.-Antecedentes históricos..... | 29 |
| 2.2.-A nivel internacional | 31 |
| 2.2.1.-Cajas Calientes Horaca de Saussure..... | 31 |
| 2.2.2.-Calentador Solar Clímax | 33 |
| 2.2.3.-Calentador Solar Bailey..... | 35 |

| | |
|--|----|
| 2.3.-Calentadores Solares instalados a nivel global..... | 36 |
| 2.3.1.-Unión Europea..... | 37 |
| 2.3.2.-Estados Unidos | 39 |
| 2.3.3.-Australia | 39 |
| 2.3.4.-Japon..... | 40 |
| 2.3.5.-China..... | 40 |
| 2.3.6.-India..... | 41 |
| 2.3.7.-Turquia | 42 |
| 2.3.8.-Israel | 42 |
| 2.3.9.-America Latina | 43 |
| 2.4.-A nivel Nacional..... | 44 |
| 2.5.-En la ciudad de Puebla | 45 |
| 2.5.1.-Instalación de un calentador solar en Tlaxcalancingo..... | 45 |
| 2.5.2.-Instalación de un calentador solar en Tonantzintla | 46 |
| 2.6.-Antecedentes de investigación sobre calentadores solares..... | 47 |
| 2.6.1.-Antecedentes de investigación Internacional | 47 |
| 2.6.2.-Antecedentes de investigación Nacional..... | 48 |
| 2.6.2.1.-Investigador del IPN mejora el 65 % los calentadores solares con Software | 48 |
| 2.6.2.2.-Universidad Anáhuac Mayab desarrolla calentador solar de mayor eficiencia..... | 49 |
| 2.6.3.-Antecedentes de investigación en Puebla..... | 51 |
| 2.6.3.1.-Diseñan alumnos del ITESM-Puebla calentadores solares con reciclado..... | 51 |
| 2.6.3.2.-Genera BUAP calentador solar Termoeléctrico | 52 |

CAPÍTULO 3.-FUNCIONALIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS CALENTADORES SOLARES EN MÉXICO

| | |
|--|----|
| 3.1.-Funcionalidad de los calentadores solares..... | 55 |
| 3.2.-Clasificación de los calentadores solares | 57 |
| 3.3.-De baja temperatura..... | 58 |
| 3.3.1.-Calentador solar plano | 58 |
| 3.3.2.-Calentador solar de tubos al vacío..... | 60 |
| 3.3.3.-Calentador solar de tubos termosifónicos..... | 62 |
| 3.3.4.-Calentador solar de tubos en “U” | 63 |
| 3.3.5.-Calentador solar con tubos caloríficos | 63 |

| | |
|---|-----|
| 3.4.-De alta temperatura | 64 |
| 3.4.1.-Calentador solar de concentración..... | 64 |
| 3.5.-Rendimiento de los calentadores Solares | 68 |
| | |
| CAPÍTULO 4.-ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO..... | 69 |
| 4.1.-Análisis del asoleamiento en el estado de Puebla | 69 |
| 4.2.-Análisis georreferencial de la zona de estudio utilizando imágenes satelitales | 73 |
| 4.3.-Análisis de zonas vulnerables..... | 77 |
| 4.4.-Análisis del tipo de vivienda en las zonas vulnerables | 80 |
| 4.4.1.-Marginalidad urbana en Puebla | 80 |
| 4.4.2.-Condición de vivienda en sectores vulnerables..... | 82 |
| 4.5.-Análisis de materiales..... | 83 |
| 4.5.1.-Características mecánicas, físicas, eléctricas del PVC de presión | 86 |
| | |
| CAPÍTULO 5.-DIAGNOSTICO Y PROTOTIPO DEL CALENTADOR SOLAR..... | 88 |
| 5.1.-Orientación e inclinación..... | 88 |
| 5.1.1.-Orientación | 89 |
| 5.1.2.-Inclinación | 90 |
| 5.2.-Funcionamiento del calentador solar..... | 92 |
| 5.3.-Prototipo | 93 |
| 5.3.1.-Dimensión del serpentín | 93 |
| 5.3.2.-Dimensión de la caja | 95 |
| 5.3.3.-Partes básicas del calentador solar | 97 |
| 5.3.4.-Dimensión del termo tanque..... | 98 |
| 5.3.5.-Armado del calentador solar..... | 101 |
| 5.3.6.-Armado del termo tanque | 105 |
| 5.3.7.-Instalación del bypass..... | 108 |
| 5.4.-Colocación del calentador solar en la vivienda | 111 |
| 5.5.-Sistema de funcionamiento | 113 |
| | |
| CAPÍTULO 6.-CONCLUSIONES..... | 115 |
| | |
| FUENTES DE INFORMACIÓN | 116 |

II.-PROLOGO DE INVESTIGACIÓN.

El calentamiento del agua por medio de calentadores solares para uso residencial viene creciendo desde la década de los 70's en la ciudad de Puebla, sin embargo existe una falta de información de la posibilidad de autoconstruir un calentador solar con material de desecho, para contribuir a reducir lo anterior mencionado, el presente trabajo describe el proceso para realizar dicho calentador solar. Con el fin de constatar la expectativa de la presente investigación se aplicarán encuestas y cuestionarios a los habitantes de la colonia Universidades para medir el grado de aceptación de esta tecnología.

En Puebla existe una elevada radiación solar durante la mayor parte del año lo que favorece la introducción en los domicilios de la tecnología termo solar, en la actualidad esta colonia utiliza para el calentamiento del agua los calentadores de gas LP, calentadores de gas natural, calentadores eléctricos y solares con el orden de uso como se mencionan anteriormente.

II.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Puebla los habitantes calientan el agua para su aseo y preparación de alimentos a través de gas LP, gas natural y energía eléctrica. Sin embargo es importante destacar que el uso de gas (gas LP, Gas natural) es una energía no renovable, así como la energía eléctrica proviene en gran parte de energías no naturales y altamente contaminantes para la naturaleza y que representa un gran costo económico para las familias agregando que el calentamiento de agua para el baño requiere de una temperatura de 57° C así como el consumo de 40 litros de agua de agua caliente por persona al día según el medio geográfico y social a la que pertenece esta ciudad.

En el mercado de calentadores solares de la ciudad de Puebla, existen una gran variedad de formas y capacidades que utilizan diferentes materiales y técnicas de fabricación, sin embargo, el costo de estos calentadores solares excede al poder adquisitivo de una gran parte de los habitantes por el sistema ensamble, materiales y tecnología que provienen del extranjero, etc.

II.2.-JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Por lo anterior expuesto es una necesidad el aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento del agua por medio del calentador solar elaborado con material reciclable (Lámina, Cartón, Cristal, fibra de vidrio, Madera, etc.) porque sería más accesible por el costo y menos afectaría a la naturaleza porque no contamina.

II.3.-OBJETIVOS.

II.3.1.- OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de calentador solar que será fabricado con material reciclado y auto armable que permita estar al alcance de la sociedad más vulnerable (económicamente Hablando) de la Ciudad de Puebla y que al mismo tiempo estos habitantes puedan armar para disminuir los gastos de adquisición a diferencia de un calentador convencional.

II.3.2.-OBJETIVOS PARTICULARES.

- ❖ Reducir el nivel de gastos de las familias de las colonias de nuestra ciudad para el calentamiento del agua.
- ❖ Determinar la factibilidad que tienen de otras alternativas más eficientes (energía solar, eólica) y de menor costo para el calentamiento del agua.
- ❖ Reducir el nivel de contaminación del medio ambiente, con el mayor uso de los calentadores solares y la utilización de un recurso no renovable.

II.4.-HIPÒTESIS DE INVESTIGACIÓN.

Con el propósito de dar respuesta al planteamiento del problema y a los objetivos mencionados en el presente estudio, se formula la presente hipótesis.

- ❖ La utilización del calentador solar con material reciclable abatirá la contaminación y será un recurso accesible para un mayor número de usuarios de la colonias de nuestra ciudad
- ❖ ¿Los habitantes de las colonias de la ciudad de Puebla aceptaran el uso de calentadores solares en lugar de las energías no renovables (gas natural, LP y electricidad) para el calentamiento del agua?

II.5.-METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se realizará a base de cuestionarios a los (Posibles usuarios) colonos para saber el número de familias muestra de investigación, el consumo energético, hábitos de consumo, aspectos socio-económicos y culturales entre otras variables importantes.

II.5.1.-FORMATO DE INVESTIGACIÓN.

Estimado vecino:

Se está realizando una investigación respecto a los calentadores solares realizados por los habitantes de esta colonia y que no necesariamente sean expertos en la materia. Usted como vecino que requiere de calentar agua en la atención de algunas de sus necesidades, es importante su punto de vista para el éxito de estudio. Requerimos dé respuesta a un cuestionario, corto, cuya información será tratada de manera confidencial. Gracias de antemano por su tiempo.

Trabaja usted en la BUAP? Es estudiante inscrito en la BUAP?

¿En qué área trabaja? Si no trabaja en la BUAP donde labora.....

¿Qué tipo de gas utiliza usted? Gas LP..... Gas natural.....

¿Qué tipo de tanque tiene para almacenar el gas LP?

Estacionario..... Portátil

..... ¿de cuántos Kg?.....

Tiempo aproximado en que requiere surtir el gas (si no fuera gas natural).....

El costo aproximado que invierte en la recarga de gas es de.....

¿Tiene conocimiento de que existen otras formas, procedimientos, elementos para calentar el agua, diferentes a las que usted usa? No..... sí..... ¿cuáles?.....

¿Qué piensa usted de la contaminación que produce el uso de energía no renovable?.....

.....

¿Cómo cree se está afectando al planeta?

¿Ha oído usted hablar de los calentadores solares para calentar agua?

¿Le gustaría saber más acerca de ellos?

¿Le interesaría fabricar un calentador solar (por usted mismo) con material de desecho que no le representaría un costo adicional?

¿Le interesaría conocer los pasos para la creación, por usted mismo, de un calentador solar?

¿Aceptaría recibir orientación en el desarrollo de un calentador solar para el calentamiento del agua requerida en la satisfacción de sus necesidades?

II.6.-DELIMITACIÓN DEL TEMA

La presente investigación está enfocada al diseño de calentadores solares con material reciclable en las colonias de Puebla considerando el proyecto, (funcionamiento, instalación, costo, características), con un tiempo programado de conclusión de la presente investigación según el siguiente cronograma, Ver Tabla 1.

| FECHA | Jun | Julio | | | | Agosto | | | | | Sep. |
|---|-----|-------|----|----|----|--------|---|----|----|----|------|
| | 27 | 4 | 11 | 18 | 25 | 1 | 8 | 15 | 22 | 29 | 5 |
| REVISIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Vacaciones | | | | | | | | | | | |
| Protocolo de Investigación. | | | | | | | | | | | |
| Cap. 1 Marco Conceptual. | | | | | | | | | | | |
| Cap. 2 Marco Histórico. | | | | | | | | | | | |
| Cap. 3 Funcionalidad y rendimiento de los calentadores solares en México. | | | | | | | | | | | |
| Cap. 4 Análisis del objeto de estudio. | | | | | | | | | | | |
| Cap. 5 Diagnóstico y prototipo del calentador Solar. | | | | | | | | | | | |
| Cap. 6 Conclusiones. | | | | | | | | | | | |

Tabla 1.-CRONOGRAMA DE ELABORACIÓN DE TESIS.

CAPÍTULO 1.-MARCO CONCEPTUAL.

- 1.1.- ¿Qué es un calentador solar?
- 1.2.-Distancia tierra-sol.
- 1.3.-Declinación del sol.
- 1.4.-Sistemas de coordenadas celestes.
- 1.5.-Dirección de la radiación solar.
- 1.6.-Orientación e inclinación del calentador solar.
- 1.7.-Energía solar.
- 1.8.-Energía solar térmica.
- 1.9.-Transferencia del calor.
 - 1.9.1.-Conducción del calor.
 - 1.9.2.-Convección del calor.
 - 1.9.3.-Radiación del calor.

Recibe el nombre energía solar la energía radiante producida por el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión; una vez que llega a la tierra, en forma de fotones.

La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la tierra, depende del día del año, de la hora y de la latitud, también hay que tener en cuenta la orientación del calentador solar para poder obtener más calor.

El calor se obtiene de los calentadores solares. Con esto en mente la idea básica sobre el uso de la energía solar es el de convertir luz solar en calor.

I.1.- ¿QUÉ ES UN CALENTADOR SOLAR?

Un Calentador solar de agua usa energía fototérmica, que es un sistema que funciona transformando la energía solar en calor, que a su vez es transferida al agua lo que permite su calentamiento sin la necesidad de uso de cualquier otro tipo de combustible, ver fig. 1

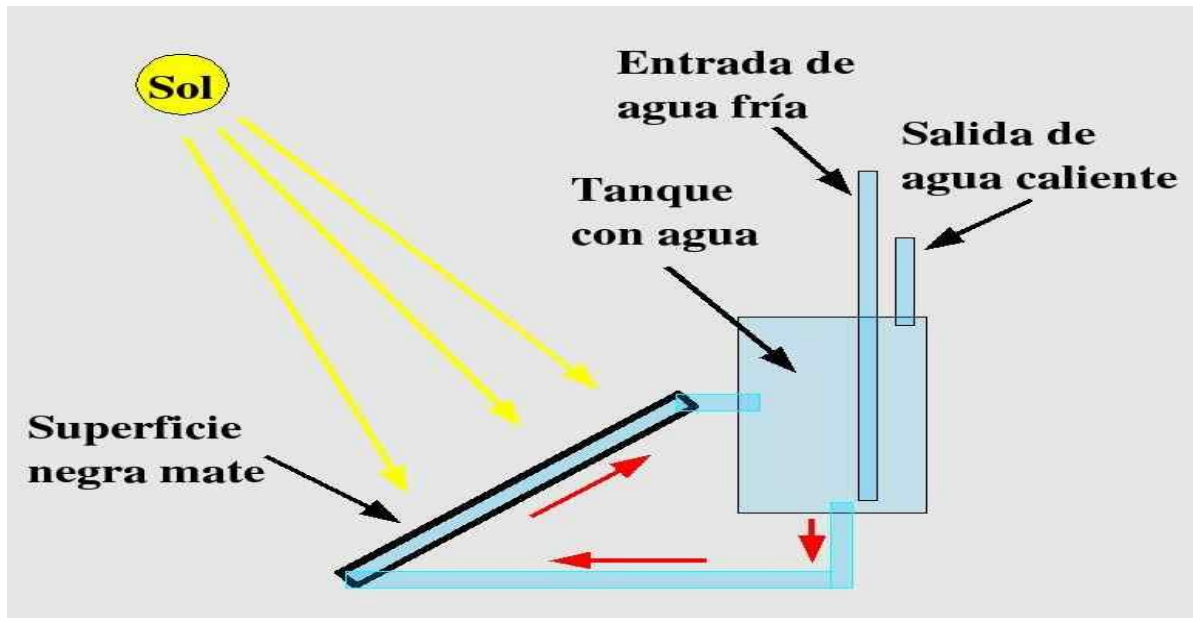


Fig.1.-CONAE - Sistema foto Térmico.

Los componentes generales de un calentador solar son los siguientes:

Termo calentador: permite la recolección y aprovechamiento de la energía solar, y su transferencia al agua, y existen dos tipos en el mercado: de calentador solar plano y el de tubos de cristal al vacío.

Termo tanque: su función es el almacenamiento del agua caliente, y consta de un tanque de agua con un recubrimiento aislado y una cubierta exterior.

Sistema de Tubería: Esta permite la recirculación del agua para su calentamiento, así como su abastecimiento y distribución del agua caliente. Los materiales que regularmente son utilizados son cobre, tubo plus y PVC. Hidráulico.

Los calentadores solares domésticos tienen un funcionamiento en realidad muy sencillo. La luz solar se convierte en calor al tocar la placa térmica colectora, la cual puede ser metálica (fierro, cobre, aluminio, etc.) o de plástico (TINAJEROS SALCEDO, 2011) esta debe ser oscura para lograr la mayor recolección de calor, por debajo de la misma se encuentran los cabezales de alimentación y circulación de agua, por donde el líquido “entra frío y sale caliente” del colector solar plano.

El agua circula dentro del sistema, mediante el mecanismo de termosifón, el cual se origina por la diferencia de temperatura que se genera en el agua debido al calentamiento proporcionado por el sol. Esto significa que, el agua caliente es más ligera que la fría y en consecuencia, tiende a subir. Esto es lo que sucede entre colector solar plano y el termotanque, con lo cual se establece una circulación natural, (Pilotowsky & Martinez Strevel, 1997) sin necesidad de ningún equipo de bombeo.

Para que el agua se mantenga caliente y lista para usarse en el momento requerido, esta se almacena en el termotanque, el cual está forrado con un aislante térmico para evitar la pérdida de calor.

El calentador solar tiene la capacidad de proporcionar agua a una temperatura de hasta 65° C en un día soleado. Sin embargo, la temperatura del agua depende de la aplicación que se desee dar y de las condiciones climáticas, ver Fig.2

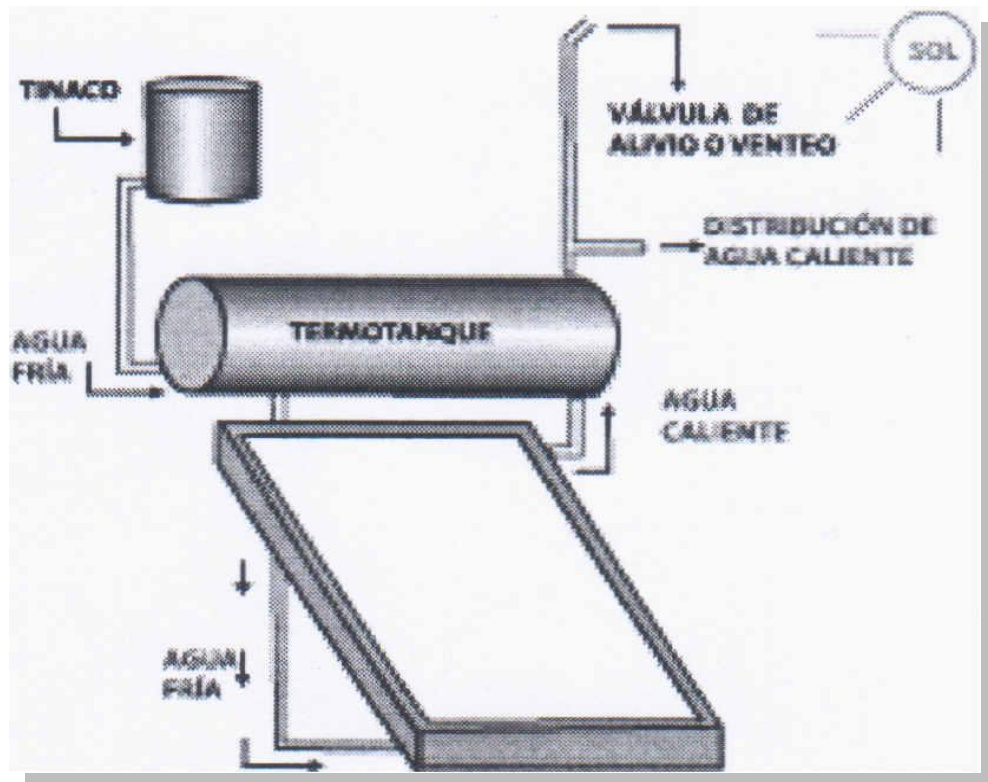


Fig.2. CONAE – 2010 - Componentes de un calentador Solar.

1.2.- DISTANCIA TIERRA – SOL.

El planeta gira alrededor del Sol en una circunferencia elíptica, como es sabido a lo largo de un año, manteniendo una distancia aproximada de 1.017 U.A. (Unidad Astronómica. Una unidad de longitud igual por definición a 149.597.870.700 metros), que en la época de verano mantiene su punto más cercano en el verano 0.983 U.A. Que es cuando la tierra recibe una mayor cantidad de radiación solar (Introducción a la meteorología, Sverre Petterssen. 1976).

La radiación solar llega a la tierra con una inclinación entre los rayos solares y el punto ecuatorial, debido a la oblicuación de la elíptica o inclinación de 23.45° que el eje terrestre mantiene constante sobre el plano de eclíptica solar, Fig.3.

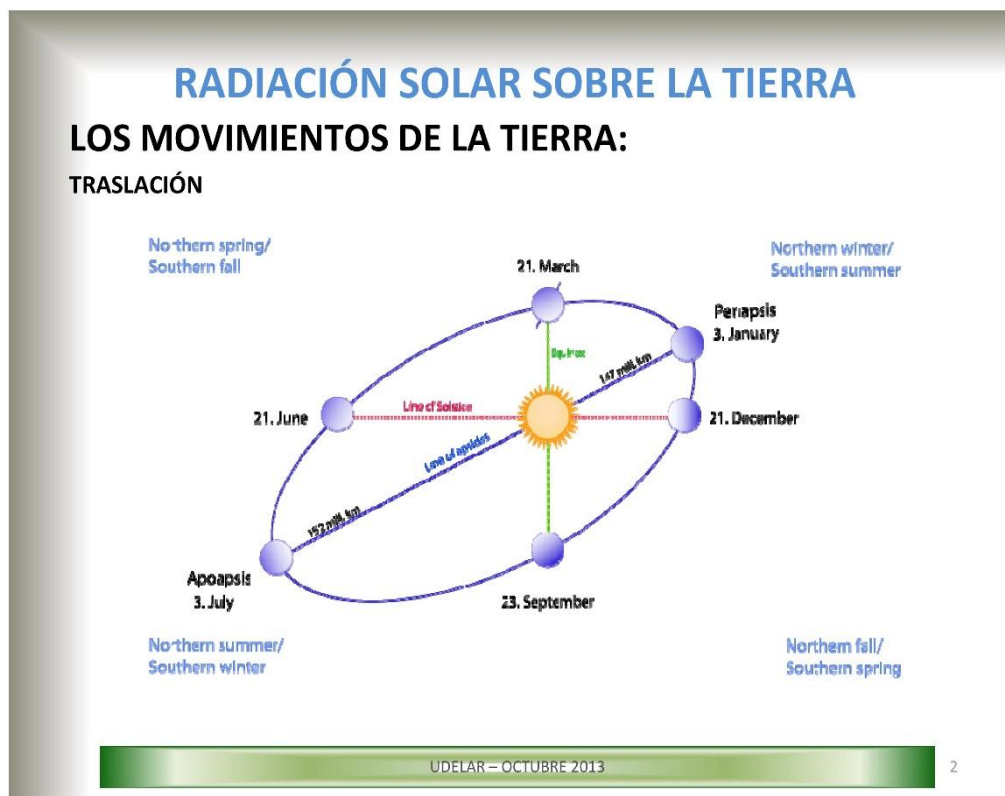


Fig.3.- UDELAR -2013- Plano de la elíptica

1.3.- DECLINACIÓN DEL SOL.

La declinación solar es el ángulo formado por los rayos procedentes del sol y el plano ecuatorial de la tierra, este ángulo es consecuencia de la oblicuidad de la eclíptica o inclinación de 23.45° que el eje terrestre mantiene constantemente sobre el plano de la eclíptica solar.

Este ángulo varía durante el año por el movimiento de la Tierra alrededor del sol “ en el solsticio de verano es +23.45 y en el solsticio de invierno es -23.45°, los trópicos de Cáncer (23.45° Norte) y de Capricornio (23.45° Sur) corresponden a los lugares extremos de latitud tal que el sol se sitúa en la perpendicular al plano del horizonte un instante al año (IBAÑEZ, 2004) el signo corresponde al lugar donde incide perpendicularmente el sol(+) para el hemisferio norte ó (-) para el hemisferio sur. De igual forma el ángulo de declinación es cero cuando el sol pasa por el Ecuador Terrestre (equinoccio) (UPME, 2005), ver Fig. 4.

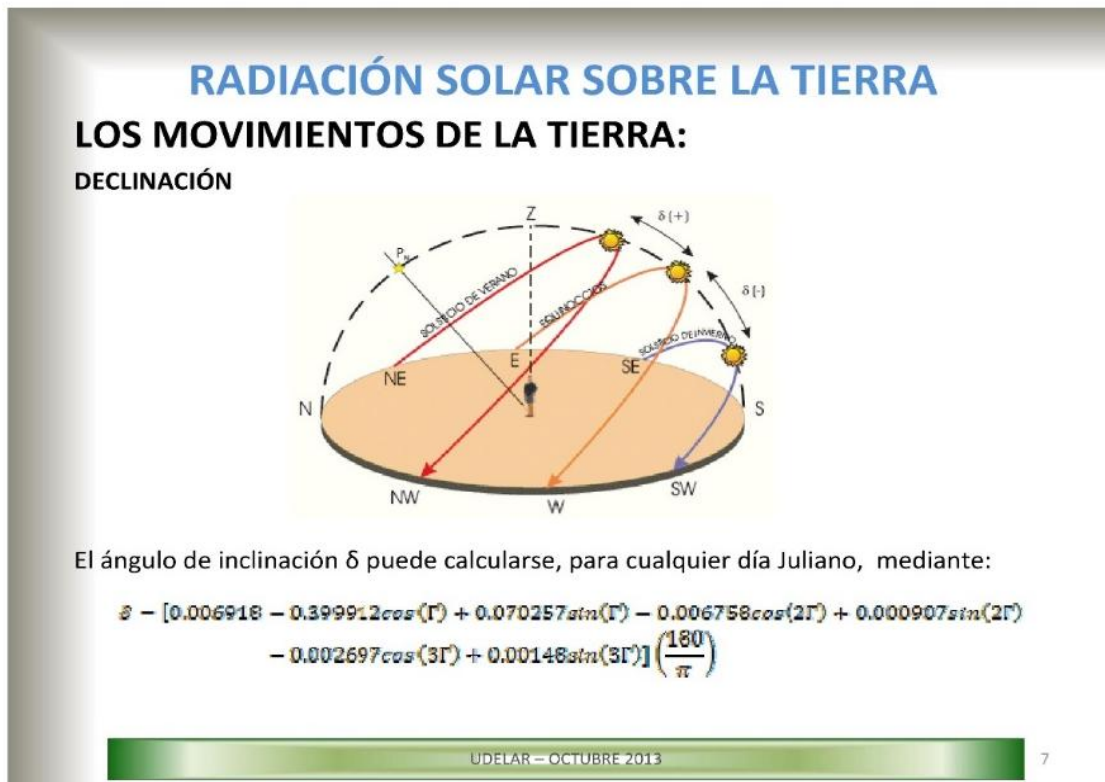


Fig.4.-UDELAR - 2013 - Declinación del sol.

1.4.- SISTEMAS DE COORDENADAS CELESTES.

Es primordial conocer la posición del sol cuando se quiere aprovechar su energía pues esta permite determinar por ejemplo el grado de inclinación y orientación a la cual se deben ubicar los sistemas que absorberán esta energía para ser utilizada y así tener un óptimo rendimiento, dicha posición se puede conocer a través de sistemas de coordenadas horizontales y ecuatoriales.

Los autores del manual de energía solar térmica e instalaciones asociadas (45) definen que la posición correcta es la que ofrezca:

- Mayor período diario de insolación sobre el calentador solar y.
- Mayor captación de la radiación solar en determinadas épocas del año o en promedios anuales.

Las coordenadas celestes horizontales dependen de la ubicación del observador, la altura solar (h) o su complemento distancia zenital (Zo) y el azimut (Az), la altura solar es el ángulo que forma el plano horizontal y la línea imaginaria que pasa por el centro del sol y el ojo del observador, el azimut es el ángulo que forman un plano vertical que pasa por el observador de norte a sur “llamado meridiano del lugar y otro plano vertical que pasa por el observador y el sol, (Az es negativo hacia el Este y positivo hacia el Oeste; por lo tanto varía entre -180° (BLENGIO, 2009) y la distancia zenital que es el ángulo que se forma entre el zenit (parte de la esfera celeste situada en la vertical del observador) y la posición del sol, Fig. 5.

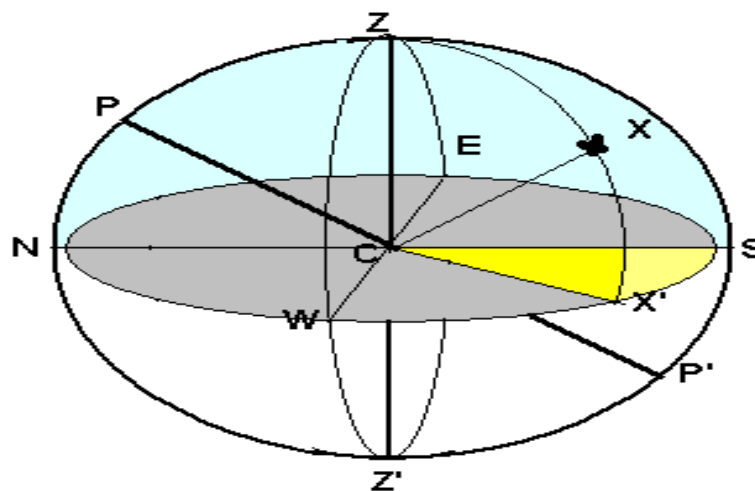


Fig.5.-BLENGIO.-2009 - Coordenadas celestes.

Por su parte las coordenadas celestes ecuatoriales dependen de la inclinación y el ángulo horario H_s en el atlas de radiación mencionado anteriormente lo describen como el ángulo formado en el polo por la intersección entre el meridiano del observador y el meridiano del sol; se expresa en unidades de arco (grados) o en unidades de tiempo (Horas) su conversión es: 1 hora = 15° y se mide mediante la fórmula:

1.5.- DIRECCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR

Rodríguez y González en el manual de radiación explican que la dirección de la radiación solar directa que incide sobre la superficie horizontal o inclinada con respecto a las coordenadas locales se puede expresar con las ecuaciones, Fig.6.

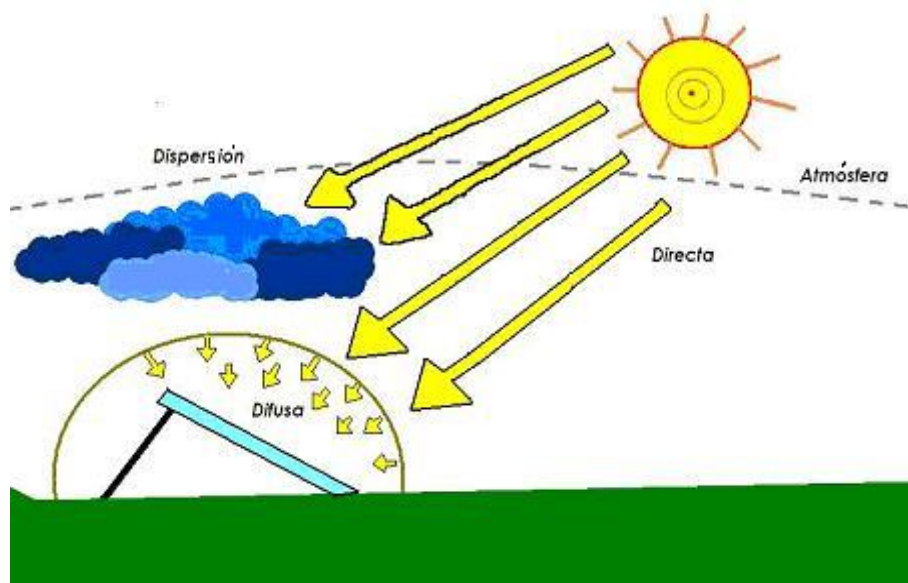


Fig.6.-Irgoitía, Julio - 2009 - Energía solar incidente.

1.6.- ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL CALENTADOR SOLAR

El ángulo de inclinación del colector es el ángulo que forma la superficie del colector con el plano horizontal. Cañada Ribera en su libro menciona varios aspectos importantes como, (CAÑADA, 2008). Los colectores deben situarse de tal forma que a lo largo del período de utilización aprovechen al máximo la radiación solar disponible; en el hemisferio Norte con una orientación hacia el sur y viceversa.

- Desviaciones de hasta 20° respecto al sur no afectan sensiblemente a la energía aportada
- Se debe procurar que la radiación solar incida perpendicularmente sobre la superficie del colector al mediodía solar medio del período de utilización de la instalación.

Debido a que las inclinaciones varían según la latitud del lugar y la época del año. Los cálculos para obtener el ángulo de inclinación son los siguientes:

- En invierno se le debe sumar a la latitud del lugar 10°
- En verano se le debe restar a la latitud del lugar 10°
- Todo el año igual a la latitud del lugar.

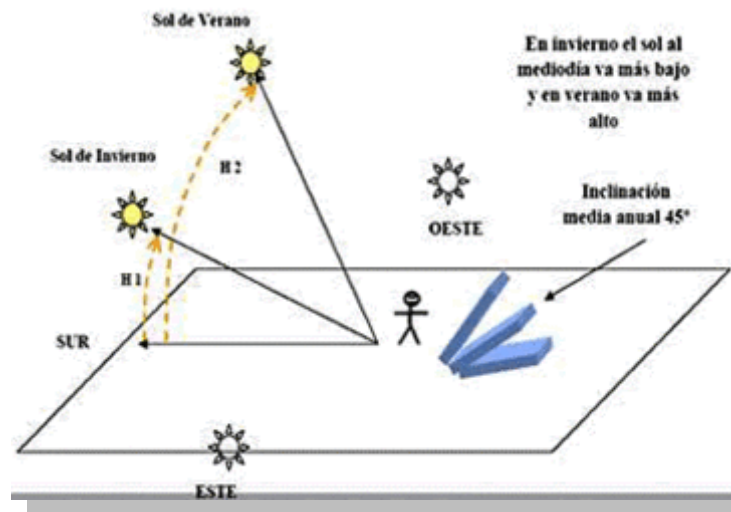


Fig.7.-INSTAC - 2010 - Orientación e Inclinación de los calentadores solares.

Para el caso particular de Bogotá con una latitud Norte; 5° en invierno el ángulo de inclinación sería 15°

De acuerdo con el manual de energía solar térmica de la universidad ORT (En 1880, el nombre “ORT” fue acuñado de las siglas de las palabras rusas Obschestvo Remeslenovo i zemledelcheskovo Trouda, que significa: Sociedad para las Profesionales y el Trabajo Agrícola) de Uruguay se definen cuatro criterios de los cuales se resaltan tres para determinar el mejor ángulo de inclinación del Calentador solar, Fig. 7

Criterio 1: Promedio anual; calcular la media aritmética a partir de las inclinaciones óptimas en los respectivos solsticios de verano e invierno, coincide con la propia latitud de la localidad de interés es decir

Criterio 2: Facilidad de invierno, se aplica debido a la mayor demanda de agua caliente en el período de invierno. En este caso se recomienda.

Criterio 3: Períodos críticos de insolación: Cuando es necesario minimizar la contribución del calentamiento auxiliar para mantener la fracción solar o incrementarla, debe inclinarse los colectores solares para maximizar la captación de energía en ese período.

1.7.- ENERGÍA SOLAR.

La energía del sol se compone, en su mayoría de Helio e Hidrogeno, en un proceso químico que funciona ambos compuestos transformando el hidrogeno en Helio, en un proceso continuo que permite le generación de la energía que permite el sustento de la vida en la tierra. La energía emitida es recibida en la tierra en tres espectros: Ultravioleta (UV) en un 9%, Visible (V) 49% e infla rojo (IR) 42%.

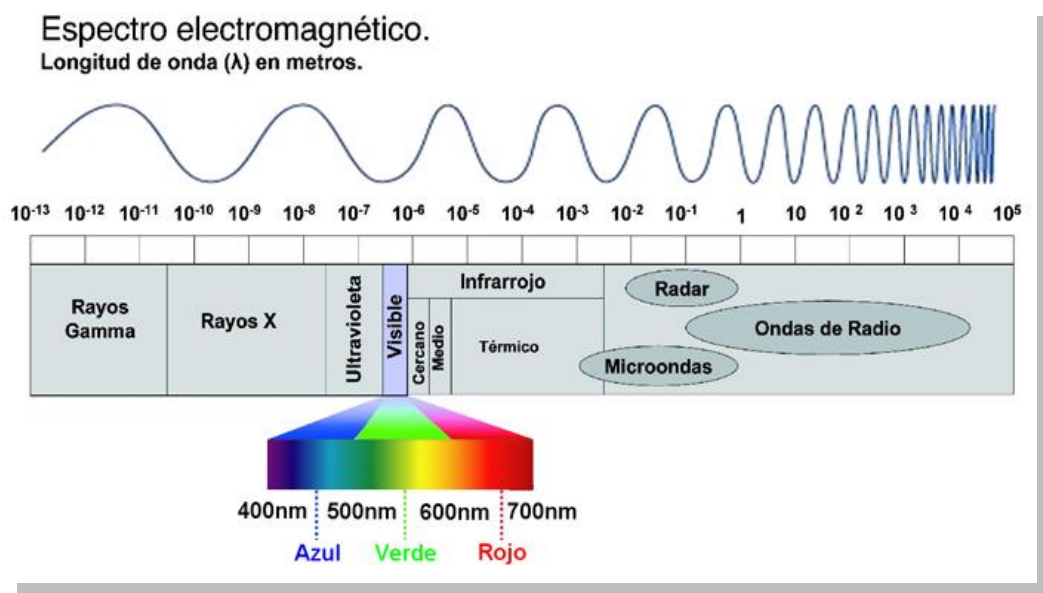


Fig.8.-SENER - 2006 - Espectro electromagnético.

Cuando esta energía llega a la atmosfera de la tierra se ve afecta en su condición original espectral, debido a las distintas capas atmosféricas (troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera),

que por su composición gaseosa provocan efectos de dispersión, reflexión y absorción. Haciendo las veces de un filtro en relación con la energía que finalmente recibida en la tierra:

Este fenómeno el físico británico James Clerk Maxwell en siglo XIX, la describió con su teoría de los Campos Electromagnéticos en la describe que la electricidad, el magnetismo y la luz interfieren en el mismo fenómeno de la radiación que proviene del sol, Fig.8.

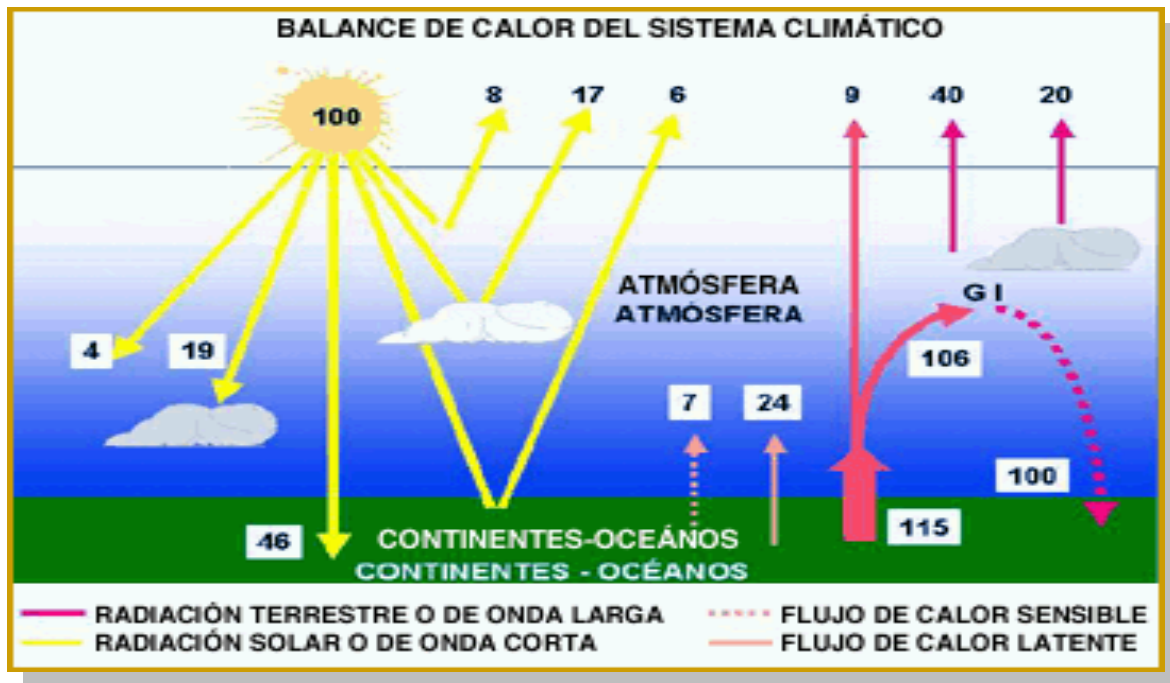


Fig.9.-PUCCH - 2006 - Balance de calor del sistema climático.

La radiación Solar se le denomina a la energía constante que recibe la superficie de la tierra proveniente del sol, y es la mayor fuente de energía constante con la que cuenta nuestro planeta, la que en la capa exterior de la atmósfera tiene un valor medio de 1.354 W/m². Que su principal recurso aprovechable es el calor y su capacidad de generar energía electromagnética, que influye en los cuerpos de la tierra mediante la reflexión, absorción y trasmisión, Fig.9.

La disposición de la energía solar para nuestro país, es de la más alta a nivel mundial, teniendo un promedio de 5 Kwh/m² (Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México, Pág. 22. SENER. 2006), para el caso de Puebla, lugar donde se llevó a cabo esta investigación, la energía

recibida hace de este lugar, susceptible de aprovechar la energía solar, ya sea fotovoltaica o termo solar.



| Estado | Ciudad | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Min | Max | Med |
|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Puebla | Puebla | 4.9 | 5.5 | 6.2 | 6.4 | 6.1 | 5.7 | 5.8 | 5.8 | 5.2 | 5.0 | 4.7 | 4.4 | 4.4 | 6.4 | 5.5 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 2.-SENER – 2005 - Insolación media en Puebla (kWh/m²-Día)

1.8.- ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

La energía solar térmica se basa en la capacidad de transformar los rayos solares en calor, se utiliza generalmente para calentar fluidos como el agua o el aire. Se sabe que la materia se calienta de manera natural al estar expuesta a los rayos del sol, sin embargo al utilizar superficies negras que absorben toda la radiación visible se puede lograr concentrar esta radiación para ser transformada en calor y obtener todo el aporte energético que se requiera.

No obstante, si se quiere aprovechar este tipo de energía hay que tomar ciertas medidas para evitar que se pierda, no basta tan solo con obtenerla, por esta razón en las diferentes aplicaciones de captación de energía solar se aprovecha el efecto invernadero, por medio de un cristal que permite la entrada de los rayos solares produciendo un aumento de temperatura en el interior del sistema e impide que salga energía del mismo.

Las diferentes aplicaciones de este tipo de energía consisten básicamente en un captador que absorbe los rayos solares la transforma en energía calorífica y la transfiere a un sistema de almacenamiento para su posterior consumo.

La eficiencia de este tipo de sistemas está directamente relacionada entre otras cosas en la calidad de aislamiento térmico que tenga para evitar pérdidas de calor, de igual forma su

funcionamiento depende de la cantidad de radiación que llega al colector y de la demanda de energía que se requiera.

Algunas de estas aplicaciones son instalaciones de calefacción, calentamiento de agua para piscinas, producción de agua caliente sanitaria, cocinas solares, refrigeración de edificios, secadores solares de semillas, tabaco, proceso de secado de madera, precalentamiento de fluidos en distintos procesos industriales y otros usos en la industria para cocer, limpiar o tratar ciertos productos, (2006 LOPEZ).

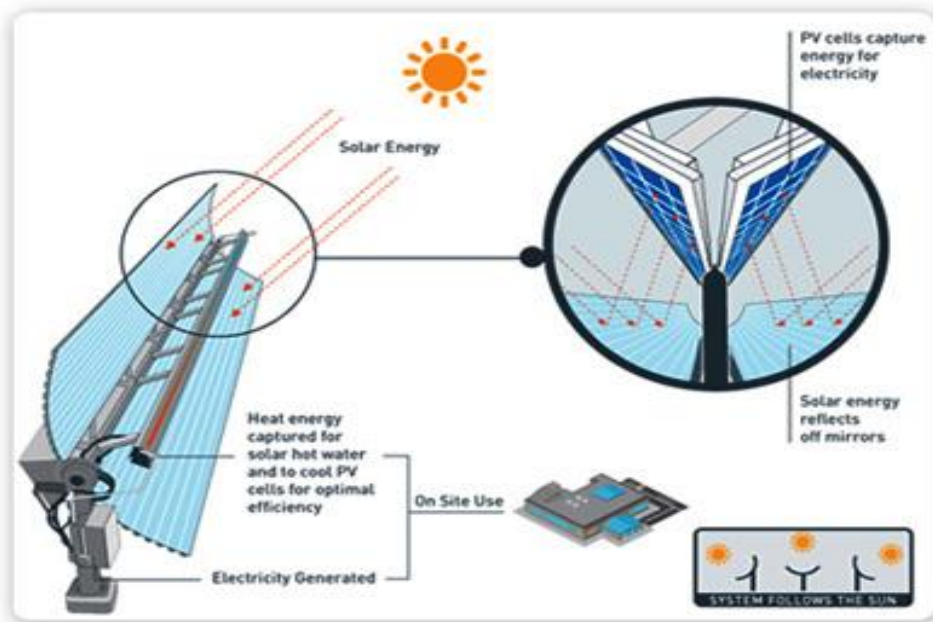


Fig.10.-LOPEZ - 2006 - Energía solar térmica.

Se conocen tres tipos de tecnología en energía solar térmica, de baja, media y alta temperatura:

Los sistemas de baja temperatura son aquellos que no sobrepasan los 100°C y su principal uso se da a nivel doméstico para calentamiento de agua sanitaria, calefacción y climatización de piscinas. A su vez se caracterizan por emplearse colectores fijos de placa plana o tubos al vacío.

Las tecnologías de media requiere temperaturas entre los 100 y 250°C, se caracterizan por utilizar concentradores de radiación solar como lentes o espejos parabólicos o cilindro parabólicos, este tipo de sistemas solo aprovechan la radiación directa por lo cual tienen

Seguidores solares, su principal uso es para la producción de vapor en procesos industriales, generación de energía eléctrica en pequeñas centrales de 30 a 2000 KW, también se ha utilizado para la desalinización o refrigeración, Fig.10.

Por su parte las tecnologías de alta temperatura se han utilizado para la producción de energía eléctrica a gran escala, convirtiendo la energía térmica en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica. Este tipo de tecnología puede superar los 2000°C de temperatura, por medio de varios espejos que enfocan hacia un mismo punto el cual concentra toda esta energía y caliente un fluido, lo convierte en vapor y gracias a la presión que alcanza es capaz de accionar una turbina, que a su vez impulsa el generador eléctrico.

1.9.- TRANSFERENCIA DE CALOR

Transferencia de calor, en física, proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción. Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se transmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta en gran medida por convección, y La tierra recibe calor del Sol casi exclusivamente por radiación. (CENGEL, 2007)

No obstante, para el estudio de la transferencia de calor es importante tener presentes las dos primeras leyes de la termodinámica, puesto que “En la primera Ley se requiere que la razón de la transferencia de energía hacia un sistema sea igual a la razón de incremento de ese sistema y en la segunda Ley se requiere que el calor se transfiera en dirección de la temperatura decreciente”, (CENGEL, 2007).

De acuerdo con Manrique, (MANRRIQUE, 1984) cuando un sistema requiere convertir la energía del sol en energía térmica o calor requiere para ello que sea transferida al medio, para lo cual

existen tres mecanismos diferentes: la conducción, convección y radiación, los cuales se describen a continuación, Fig.11.

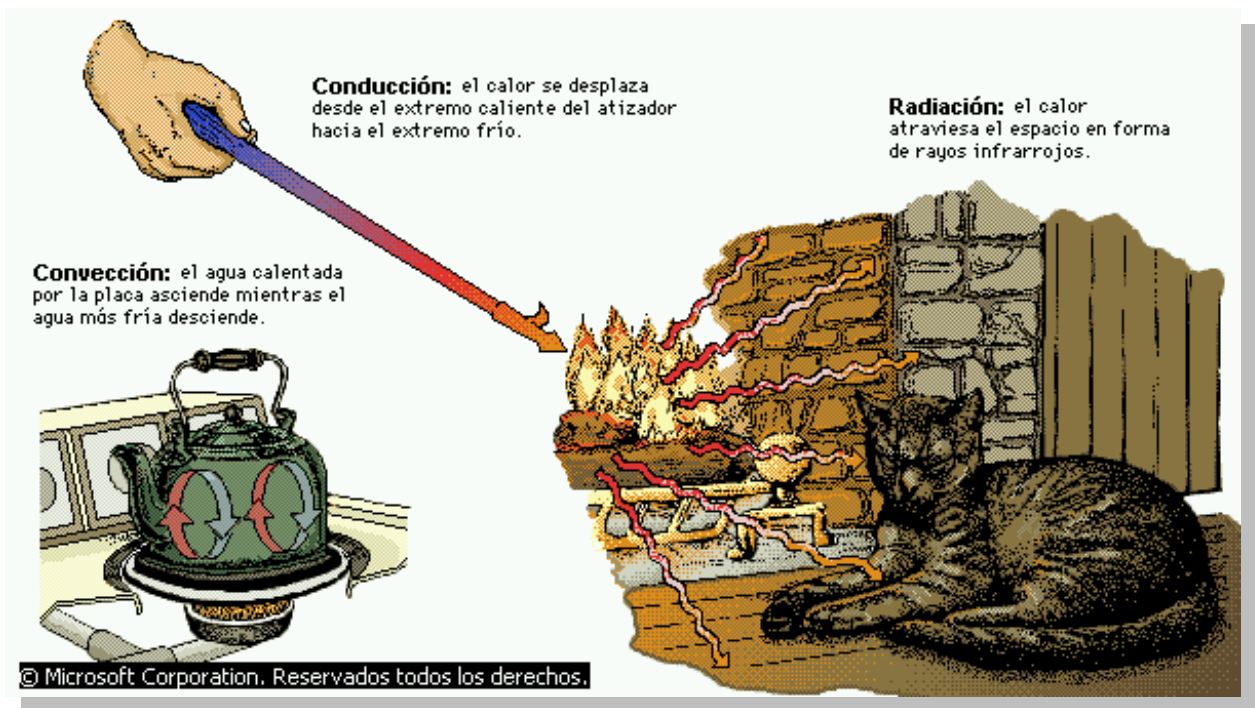


Fig.11.-NELSON - 2010 - Transferencia del calor.

1.9.1.- CONDUCCIÓN DEL CALOR.

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura, Fig.12.

Esta teoría explica por qué los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor. En 1822, el matemático francés Joseph Fourier dio una expresión matemática precisa que hoy se conoce como ley de Fourier de la conducción del calor. Esta ley afirma que la velocidad de conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección

transversal es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el cuerpo (con el signo cambiado).

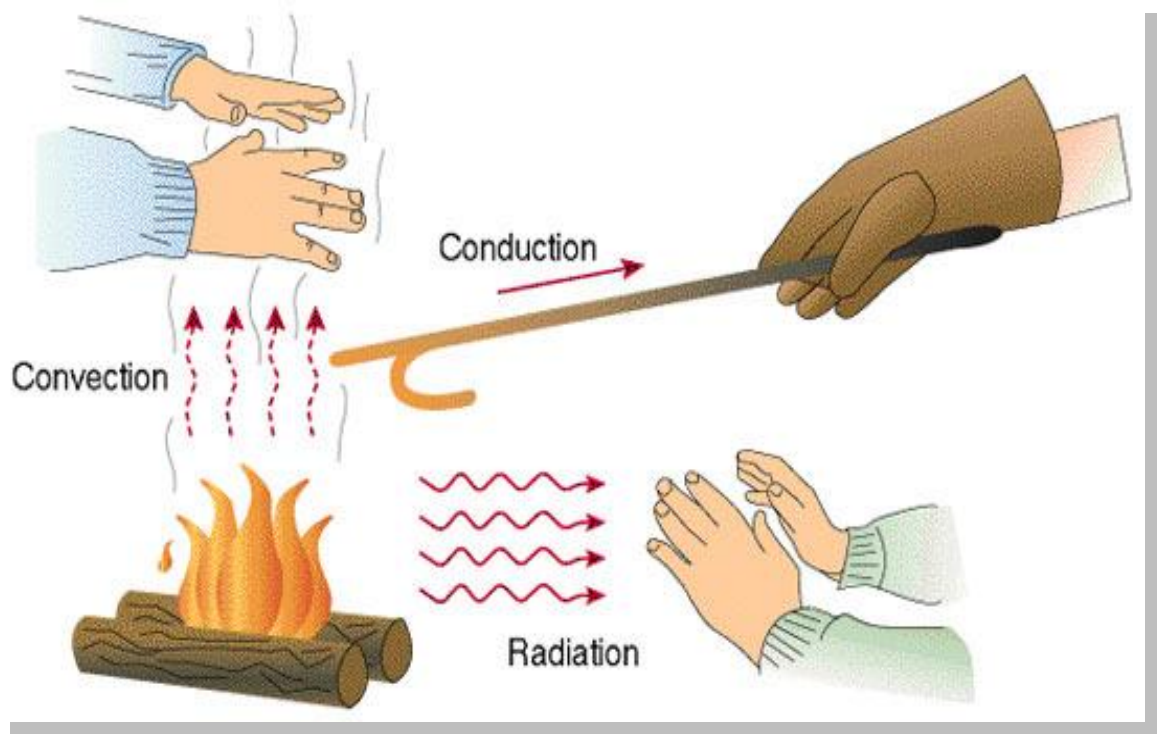


Fig.12.-Energiza - 2009 - Conducción del calor.

1.9.2.- CONVECCIÓN DEL CALOR.

Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección. El movimiento del fluido puede ser natural o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina convección natural. La convección forzada se logra sometiendo el fluido a un gradiente de presiones, con lo que se fuerza su movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos. Fig.13.

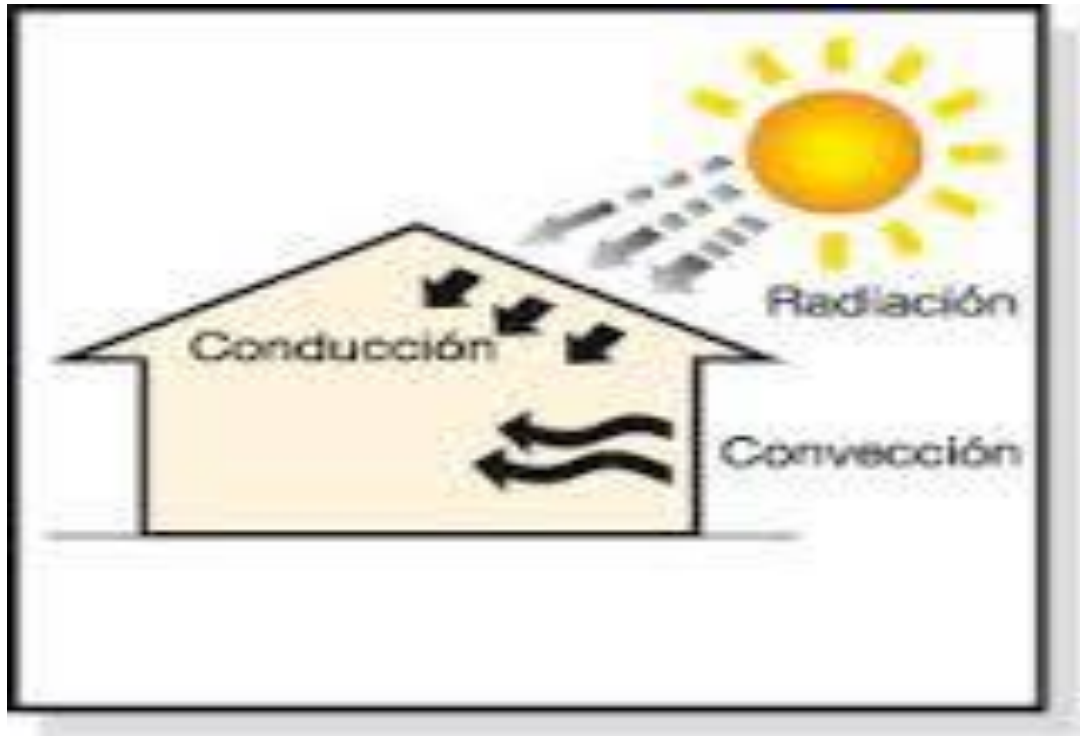


Fig.13.-Taringa - 2010 - Convección del calor.

Supongamos, por ejemplo, que calentamos desde abajo una cacerola llena de agua. El líquido más próximo al fondo se calienta por el calor que se ha transmitido por conducción a través de la cacerola. Al expandirse, su densidad disminuye y como resultado de ello el agua caliente asciende y parte del fluido más frío baja hacia el fondo, con lo que se inicia un movimiento de circulación.

El líquido más frío vuelve a calentarse por conducción, mientras que el líquido más caliente situado arriba pierde parte de su calor por radiación y lo cede al aire situado por encima. De forma similar, en una cámara vertical llena de gas, como la cámara de aire situada entre los dos paneles de una ventana con doble vidrio, el aire situado junto al panel exterior —que está más frío— desciende, mientras que al aire cercano al panel interior —más caliente— asciende, lo que produce un movimiento de circulación.

1.9.3.- RADIACIÓN DEL CALOR.

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica, Fig.14.

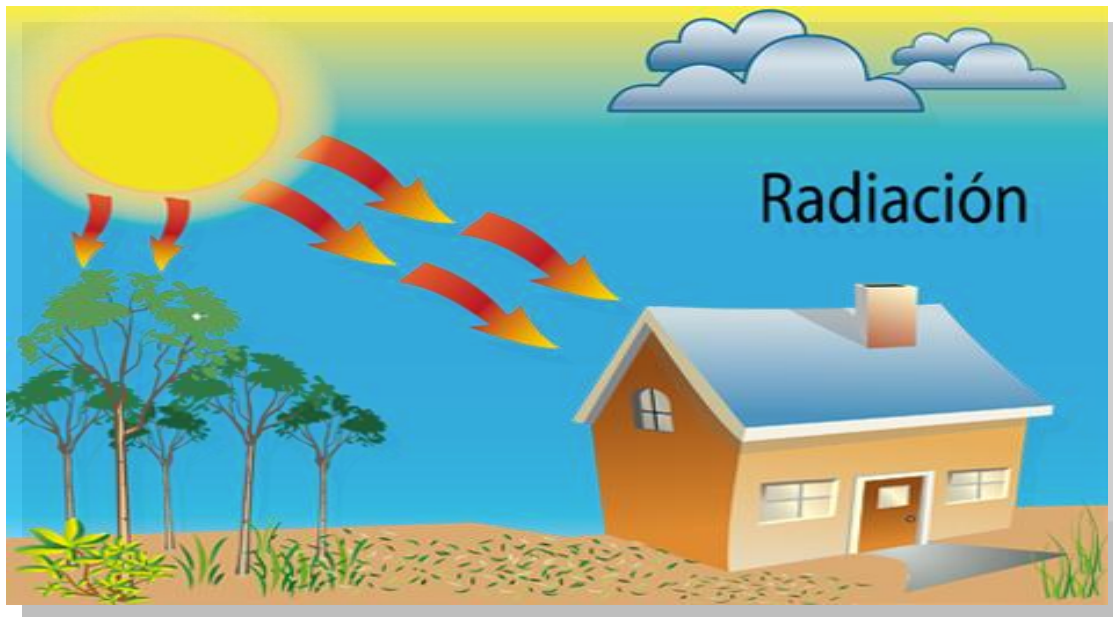


Fig.14.-MONOGRAFIAS.COM - 2014 - Radiación del calor.

En 1905, Albert Einstein sugirió que la radiación presenta a veces un comportamiento cuantizado: en el efecto fotoeléctrico, la radiación se comporta como minúsculos proyectiles llamados fotones y no como ondas. La naturaleza cuántica de la energía radiante se había postulado antes de la aparición del artículo de Einstein, y en 1900 el físico alemán Max Planck empleó la teoría cuántica y el formalismo matemático de la mecánica estadística para derivar una ley fundamental de la radiación.

La expresión matemática de esta ley, llamada distribución de Planck, relaciona la intensidad de la energía radiante que emite un cuerpo en una longitud de onda determinada con la temperatura del

cuerpo. Para cada temperatura y cada longitud de onda existe un máximo de energía radiante. Sólo un cuerpo ideal (cuerpo negro) emite radiación ajustándose exactamente a la ley de Planck. Los cuerpos reales emiten con una intensidad algo menor.

CAPÍTULO 2.-MARCO HISTÓRICOS.

2.1.-Antecedentes históricos.

2.2.-A nivel internacional.

2.2.1.-Cajas calientes.

2.2.2.-Calentador solar Clímax

2.2.3.-Calentador solar Bailey

2.3.-Calentadores solares a nivel global

2.3.1.-Unión Europea

2.3.2.-Estados Unidos

2.3.3.-Australia

2.3.4.-Japón

2.3.5.-China

2.3.6.-India

2.3.7.-Turquia

2.3.8.-Israel

2.3.9.-America Latina

2.4.-A nivel nacional

2.5.-En la ciudad de Puebla

2.5.1.-Instalacion de calentador solar para agua en Tlaxcalantzingo

2.5.2.-Instalacion de calentador solar en hotel villa Tonantzintla

2.6.-Antecedentes de investigación sobre calentadores solares

2.6.1.-Antecedentes de investigación internacional

2.6.2.-Antecedentes de investigación nacional

2.6.2.1.-Investigador del IPN mejora el 65% los calentadores solares con software.

2.6.2.2.-En la Universidad Anáhuac Mayab desarrollan calentador solar de mayor eficacia.

2.6.3.-Antecedentes de investigación sobre calentadores solares en Puebla.

2.6.3.1.-Diseñan alumnos de ITESM-Puebla calentadores solares con reciclado.

2.6.3.2.-Genera BUAP calentador solar termoeléctrico.

El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable, la energía solar, eólica e hidráulica, es muy antiguo, desde muchos siglos antes de nuestra era ya se utilizaban y su empleo continuo durante toda la historia hasta la llegada de la “revolución industrial “, en la que, debido al bajo precio del petróleo, fueron abandonadas.

La idea de utilizar el calor solar es muy antigua, pero el bajo nivel térmico de que disponía el hombre le impidió usarla de forma efectiva durante mucho tiempo. No obstante, cuenta una leyenda que en el siglo III a C., Arquímedes utilizó espejos solares para incendiar la flota enemiga que atacaba su ciudad.

En los inicios del siglo XX aumenta el interés por esta fuente de energía, registrándose numerosas patentes para calentadores solares de agua domésticos durante los años 30 y 40. Después de la segunda Guerra Mundial la energía solar adquiere gran relieve, alcanzando su máximo apogeo en Estados Unidos. Durante la década de los 50. Por entonces se desarrollaron desde cocinas solares a máquinas de vapor, y algunos dispositivos eléctricos que utilizaban las entonces nuevas células solares. Éste interés decrece bruscamente en la siguiente década, justo hasta 1973, momento en la cual casi todos los países del mundo se han puesto de nuevo a trabajar en las distintas ramas de la tecnología solar, tanto a gran escala como de aplicaciones doméstica.

2.1.-ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

La idea de utilizar el calor solar es muy antigua, aunque dado su bajo nivel térmico, no ha sido utilizada de forma efectiva durante mucho tiempo.

En los siglos VII y VIII A. C., las sacerdotisas vestales romanas encargadas de mantener la llama eterna que ardía en el Templo de Vesta en el Foro romano, encendían el fuego con espejos cóncavos usando la luz solar como fuente de ignición.

Leonardo da Vinci también pensó cómo utilizar el Sol. En el año 1515 comenzó uno de sus muchos proyectos, que nunca llegaría a acabar: Su idea era construir un concentrador de 6 kilómetros de diámetro a base de espejos cóncavos para la producción de vapor y calor industrial.

Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788) fascinado por los relatos de la guerra de Siracusa y los espejos de Arquímedes, siguió investigando en ese mismo campo y construyó el primero de los muchos hornos solares franceses, con espejos múltiples.

Entre sus experimentos se pueden mencionar: Su primer horno solar en el que utilizó 24 cristales de gafas con los que consiguió encender un combustible mezcla de brea y polvo de carbón situado a 20 m de distancia.

Un concentrador solar formado por 168 piezas de cristal planas y móviles de 22 cm de largo y 16 cm de ancho, con el que montó una exhibición en los jardines reales, en 1747, llegando a hacer arder una pila de leña situada a una distancia de 68 m.

En 1741 Lomonsov desarrolló un horno solar utilizando combinaciones de espejos y lentes. Su horno solar estaba formado por 7 espejos planos dispuestos en círculo, seguidos cada uno por una lente inclinada, que hacía converger los haces luminosos en un foco común, situado en el centro del círculo.

Diagrama de horno solar proyectado por Lomonsov utilizando lentes múltiples para llenar un ángulo sólido grande

En 1747, Jacques Cassini, astrónomo francés del Observatorio de París, construye una lente de 112 cm. de diámetro, con la que pudo obtener temperaturas superiores a 1000 °C, capaces de fundir una varilla de hierro en pocos segundos.

Antoine Lavoisier (1743-1794), fundador de la química moderna, también experimentó con hornos solares.

Construyó un horno con dos láminas curvas de vidrio montadas en forma biconvexa, entre las cuales insertó alcohol, el cual hacía de lente, la cual tenía un diámetro de 130 cm y una distancia focal de 320 cm., además colocó cerca del foco una lente menor para reducir la distancia focal efectiva. Con esta lente compuesta pudo fundir platino a 1 760°C. (RÒMAN GÒMEZ, 2011)

En el siglo XIX, científicos europeos y estadounidenses desarrollaron los calentadores solares de caja, actualmente llamados compactos. Demostraron que en estos equipos se podían conseguir temperaturas del agua superiores a 90 oC, pero cuando pretendieron comercializarlos, no pudieron, pues en los meses de invierno estos equipos se congelaban. Desarrollaron entonces equipos complejos,

con intercambiadores de calor y sustancias anticongelantes que, aunque más costosos y menos eficientes, pudieran resistir las condiciones del clima prevalecientes en esos países.

La mayoría de los calentadores solares que se comercializan en el mercado internacional están diseñados para países fríos, donde el agua se congela si no se toman medidas especiales. Por eso están formados por una placa captadora de la radiación solar y un tanque termoacumulador independiente. Son equipos caros y poco eficientes. (BÈRRIZ PÈREZ, 1987)

2.1.-A NIVEL INTERNACIONAL.

2.2.1.-CAJAS CALIENTES.

De Saussure (1767) comenzó por construir un invernadero en miniatura de cinco paredes, realizado con otras tantas cajas de vidrio, de planta cuadrada y dimensiones decrecientes de 30 cm en la base por 15 cm de alto a 10 cm en la base por 5 cm de alto. Las cinco cajas estaban abiertas por su base, de tal modo que podían apilarse, una dentro de otra, todas sobre una mesa de madera negra. Tras exponer el artefacto al Sol durante varias horas, de Saussure midió la temperatura en el interior. La caja exterior era la más fría, aumentando la temperatura en cada caja menor sucesiva. La temperatura más elevada se registraba en la base de la caja más interior (87 grados). De Saussure escribiría que "las frutas expuestas a este calor [el de la caja interior] quedaron cocidas y jugosas".

Con el propósito de impedir más eficazmente la pérdida de calor, De Saussure construyó una pequeña caja rectangular de madera de pino de un centímetro y medio de espesor, revestida por dentro de corcho negro [véase aquí el redescubrimiento de las reglas sobre colores de Paladio y Faventino]. La parte superior de la caja quedaba cerrada por tres láminas separadas de vidrio. Expuesta la caja al sol, el interior de su base alcanzaba una temperatura de 118 grados. A este ingenio se le denominaría posteriormente caja caliente, por la gran cantidad de calor solar que podía retener.

Sin embargo, la caja caliente cedía todavía al exterior una parte de su calor. Decidió entonces colocarla dentro de otra caja abierta por arriba y rellenar de lana la separación entre ambas. Este refuerzo en su capacidad aislante se tradujo en una menor pérdida de calor, con lo que la temperatura

en el interior de la caja caliente ascendió a 120 grados, incluso cuando el tiempo atmosférico no fue tan favorable como con ocasión del experimento anterior.

El comportamiento térmico de esta caja caliente sugirió a de Saussure que la atmósfera de la tierra tendría un comportamiento similar: la intensidad de la radiación solar sería prácticamente igual en las montañas que en las riberas de los mares, pero la mayor capa atmosférica en estas últimas retendría mejor el calor. Sus experimentos indicaron que la caja caliente alcanzaba temperaturas parejas en la sierra que en el llano: esto demostraba que el brillo solar tenía la misma fuerza con independencia de la altitud.

Al igual que las caras de vidrio de la caja caliente, nuestra atmósfera permite a casi toda la luz solar alcanzar la tierra. Aproximadamente tres cuartas partes de la radiación solar llegan a la superficie de la tierra cuando el cielo está despejado. La Tierra (como el suelo de la caja caliente) absorbe la energía solar y libera calor. Pero a este calor no le resulta fácil escapar a través del manto atmosférico: de la misma manera que el calor solar es retenido por los paneles de vidrio de una caja caliente.

Varios científicos del siglo XIX llevaron a cabo experimentos con cajas calientes y obtuvieron resultados análogos. Sir John Herschel, el importante astrónomo, realizó una caja caliente en el curso de una expedición durante los años 1830 al Cabo de Buena Esperanza. Se trataba de un cajón de caoba pintado de negro por su interior y cubierto de vidrio, colocado en un bastidor de madera protegido por otra lámina de vidrio y arena apilada sobre sus costados. El resultado de los experimentos de Herschel con esta caja caliente no sólo fue científicamente interesante sino además grato al paladar, como dan a entender sus notas:

Cuando estas temperaturas de hasta 125 grados sobrepasaban la ebullición del agua, se realizaron varios experimentos exponiendo huevos, carnes (al calor interior de la caja) todos los cuales, tras un moderado intervalo de exposición, se hallaron perfectamente cocinados.....

El relato de las comidas campestres solares de Sir John intrigaría a Samuel Pierpont Langley, el famoso astrofísico americano que posteriormente llegó a ser director de la *Smithsonian Institution*. Langley sentía fascinación por el calor solar desde niño, cuando se preguntaba por qué el cristal mantenía caliente el interior de un invernadero. En 1881 repitió experimentos similares a los anteriores en el monte Whitney.

De Saussure, Herschel y Langley demostraron que en el interior de una caja cubierta de vidrio podían producirse temperaturas superiores a la de ebullición del agua. Su inventor era consciente de que la caja caliente podría tener importantes aplicaciones prácticas.

Como en profesión de humildad, De Saussure señaló que "algún día podrá derivarse alguna utilidad de este ingenio [porque] en realidad es demasiado pequeño, barato, y fácil de hacer". Ciertamente su modesta esperanza sería más que satisfecha: la caja caliente se convirtió en prototipo de los colectores solares de finales del siglo diecinueve y del veinte; colectores capaces de suministrar agua caliente y calefacción a las casas y energía a las máquinas.

Horace de Saussure (Naturista suizo), en 1767, experimenta con el efecto físico del calentamiento de una caja negra con tapa vidrio expuesta al sol, descubriendo que al exponerla al sol, la temperatura aumentaba en su interior hasta alcanzar más de 85 °C, lo que le permitía cocer fruta.

Más adelante, experimento con nuevas cajas hechas de madera y corcho negro alcanzando temperaturas del orden de los 100 °C, incluso llegó a alcanzar 110 °C aislando el interior de la caja a base de intercalar lana entre las paredes.

Estas "Cajas calientes" son el prototipo de los calentadores solares utilizados para calefacción y obtención de agua caliente. (VÁZQUEZ ESPI, 1995)

2.2.2- CALENTADOR SOLAR CLIMAX.

Clarence Kemp (1891): Fabricante de tuberías y calentadores, patentó y saca al mercado, en Estados Unidos, el calentador solar de agua "Clímax".

Este invento destinado a calentar agua con el sol combinaba el modelo de los tanques de metal pintados de negro expuestos al sol, de uso común a lo largo de todo el siglo XIX en EEUU, con el principio de funcionamiento de la caja caliente de Saussure. Ver Fig. 15.

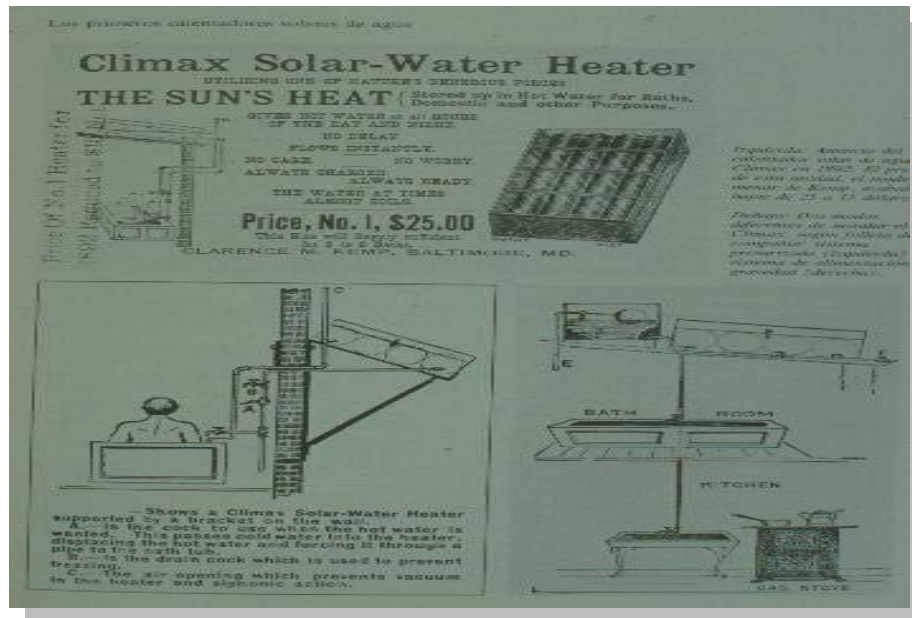


Fig.15.-ISSN - 1892 - Calentador Solar Clímax.

Kemp puso un tanque de agua pintado de negro dentro de una caja cubierta con un vidrio. Conforme el fondo de la caja se calentaba, el agua más fría dentro del tanque absorbía el calor y se calentaba lo suficiente como para poder bañarse. Así, se conseguía agua caliente, a mayores temperaturas que se conservara más tiempo. (Paloma, 2011)

Entre 1900 y 1911 más de una docena de inventores registraron patentes para mejorar el Clímax. Aunque sólo algunas de ellas llegaron a fructificar en un aparato eficiente, práctico y económico. En 1905 los derechos de fabricación y venta del Clímax en California fueron adquiridos por una filial de la Solar Motor Company (la firma fundada por Aubrey Eneas).

La compañía introdujo una modificación sustancial en el diseño de los depósitos de agua del Clímax: como la relativamente profunda masa de agua contenida en los cuatro depósitos cilíndricos tardaba muchas horas en calentarse, se decidió sustituirlos por un gran tanque rectangular de escasa

El volumen total de agua quedaba inalterado pero, al haber menor cantidad de la misma por metro cuadrado, el calor del Sol penetraba con más celeridad y se tardaba mucho menos en disponer de agua caliente. Al igual que el modelo original, se conectaba generalmente a un sistema convencional de calentamiento de agua que entraba en acción durante el mal tiempo. Este nuevo modelo se denominó Clímax Perfeccionado. (ESPÍ, 2004).

2.2.3.-CALENTADOR SOLAR BAILEY.

William Bailey (1908): Patenta el calentador solar “Día y noche”, el diseño de Bailey es similar al calentador solar Climax de Kemp, pero con múltiples ventajas ya que separa el calentador solar en dos partes: un calentador solar y un depósito de acumulación de agua.

El calentador consistía en un conjunto de tuberías de cobre situadas sobre una placa metálica pintada de negro, conjunto que se situaba dentro de una caja de vidrio aislada. El calentador solar se encontraba conectado a un depósito de almacenamiento de agua situado por encima.

El agua calentada en el calentador solar, corría por una tubería hasta el depósito donde se mantenía caliente tanto por la noche como durante el mal tiempo, Fig.16.

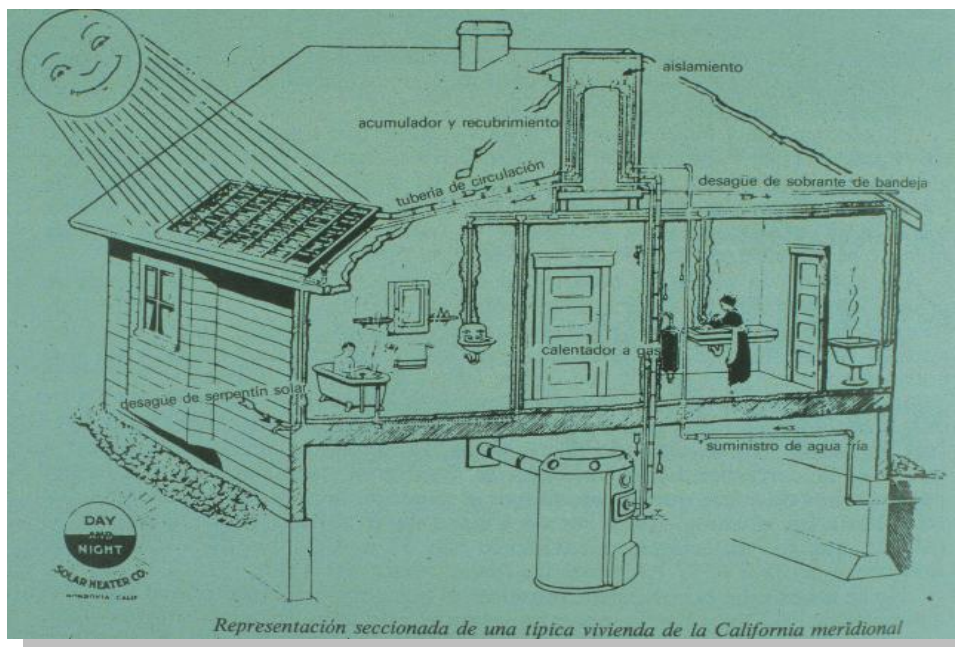


Fig.16.-ECOINVENTOS – 1909 – Uno de los primeros calentadores solares de la historia.

No se necesitaba bomba para impulsar el agua entre el calentador solar y el depósito acumulador. El día y noche operaba según el principio de termosifón (el agua caliente es menos densa que el agua fría y tiende a elevarse por sí sola).

El depósito acumulador se situaba por encima del calentador, con lo que el agua fría en su parte baja descendía por gravedad a través de un tubo hasta la entrada del calentador. El flujo cíclico

continuaba en tanto el agua del calentador solar estuviera más caliente que la contenida en la base del depósito. Para garantizar suficiente agua caliente en épocas de mal tiempo o periodos de mucho uso, Bailey recomendaba a los clientes añadir un calentador auxiliar. El día y noche podía conectarse a una cocina de leña, un calentador a gas o un horno de carbón.

La acogida del modelo fue muy exitosa especialmente debido a un precio mucho menor que el Climax de Kemp, que a pesar de haber sido modificado para abaratar su costo, seguía siendo caro. Las múltiples ventas de la compañía le permitieron convertirse en sociedad anónima en 1911.

Para mejorar la retención del calor aisló el depósito mediante polvo de piedra caliza, que lo separaba de una caja de madera que lo contenía. El serpentín del colector era de cobre y descansaba sobre una lámina metálica negra. La caja del colector estaba aislada con fieltro.

2.3.- CALENTADORES SOLARES INSTALADOS A NIVEL GLOBAL.

A finales del 2004 se tenía instalados a nivel global 164 millones de m² de área de captación, correspondiente a una capacidad instalada de cerca de 115 GWh. China es el mercado líder en el mundo, con el 38% de la capacidad instalada, mientras que los Estados Unidos ocupan el segundo lugar (17%) y el Japón el tercero (4.7%), Ver Fig. 17.

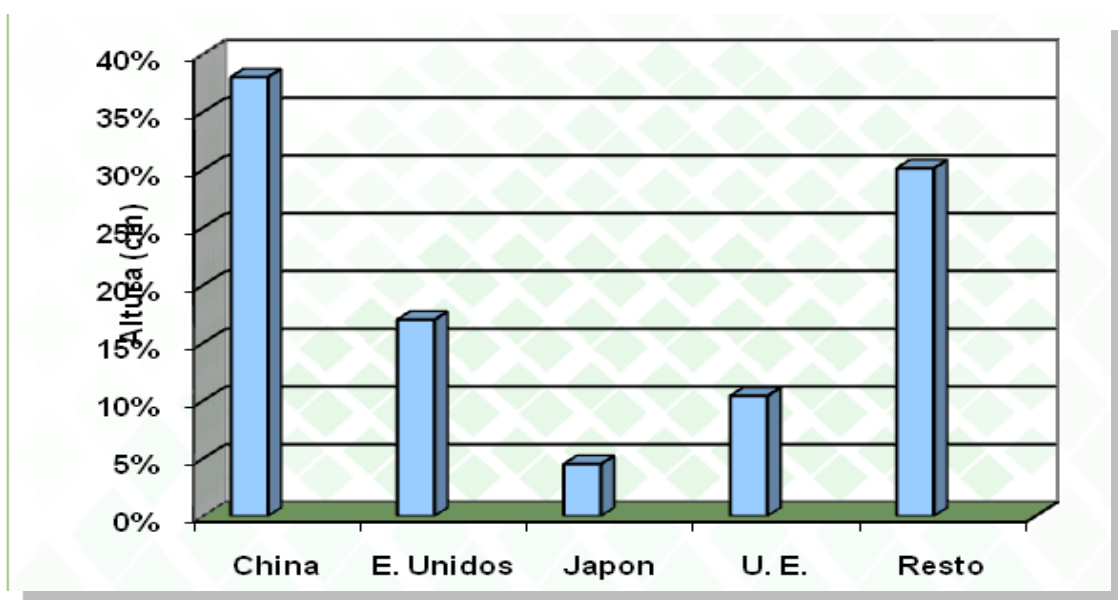


Fig.17.-PROCALSOL - 2004 - Instalación de Calentadores Solares.

2.3.1.- UNIÓN EUROPEA (UE).

El último año, en Europa se instalaron 3.085.265 m² de calentadores solares térmicos, equivalente a 2.160 MW, lo que significó un crecimiento del 44% sobre el año anterior (figura 18).

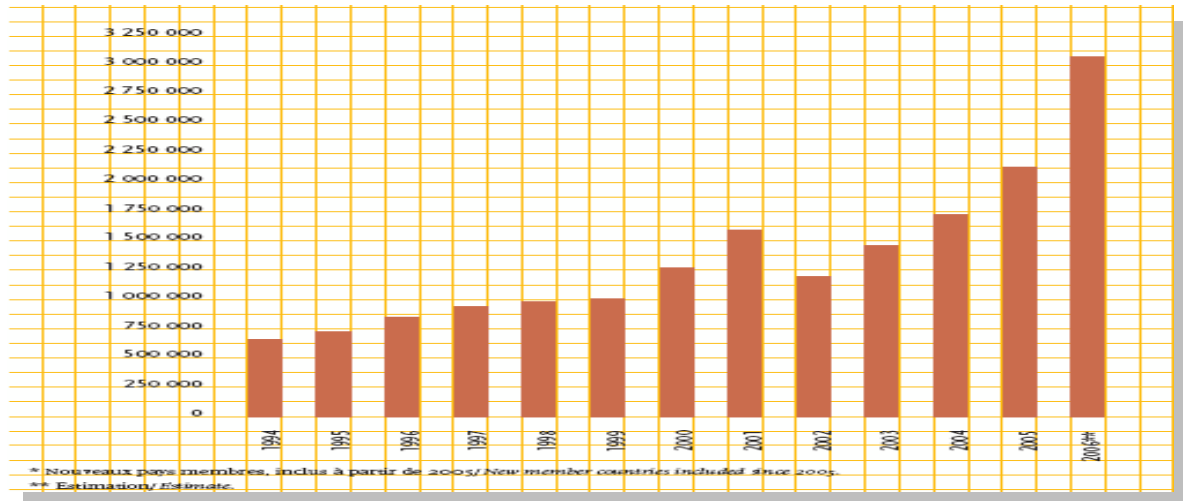


Fig.18.-INENCO - 2006 - Evolución anual de las superficies instaladas en la Unión Europea.

En la figura 19 se muestra que un 88.5% los calentadores solares planos con cubierta representan la componente principal de la energía solar térmica del mercado Europeo, los calentadores solares de tubos al vacío representan el 8.3% mientras que los calentadores solares sin cubierta, sólo poseen el 3.2% del mercado.

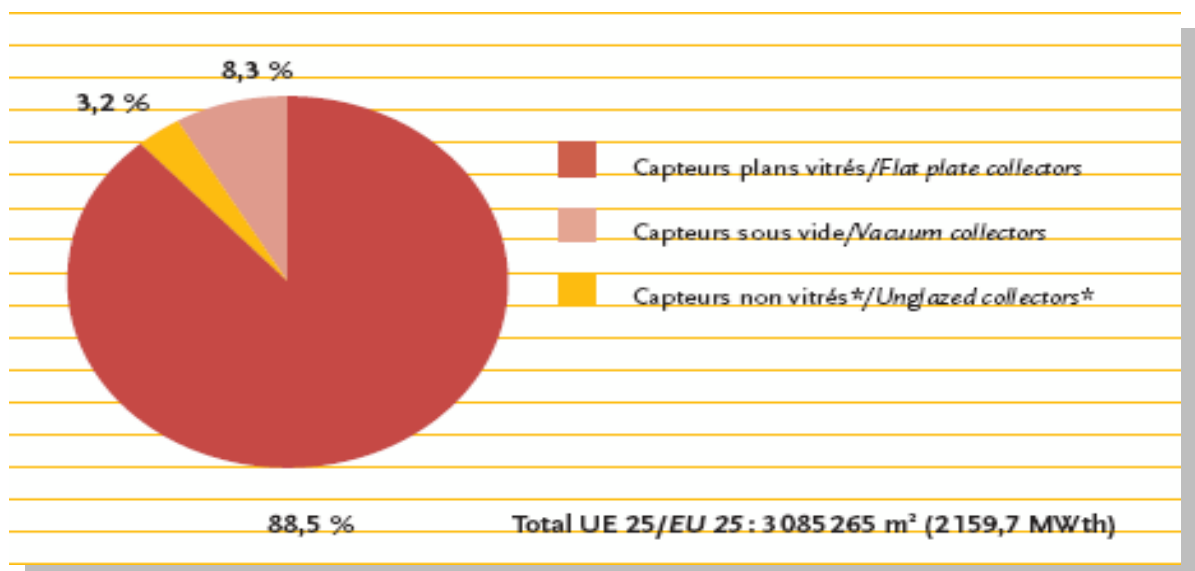


Fig.19.-INENCO - 2006 - Mercado solar térmico europeo distribuido por tecnología

Aproximadamente un 5 % de los hogares alemanes utilizan energía solar térmica. En el 2005 se instalaron 980,000 m² y 1.5 millones de m² en el 2006. El aumento de la demanda de los particulares (Instalaciones domiciliarias) hace posible que las autoridades establezcan un mecanismo de mayor apoyo para las grandes instalaciones colectivas y privadas, cuyo potencial se ha explotado muy poco hasta ahora.

El Gobierno alemán decidió disminuir las subvenciones a la energía solar térmica: de € 105 a € 40 por m² y para sistemas solares combinados (agua caliente y calefacción) las subvenciones han disminuido de € 135 a € 70 por m². Actualmente, la subvención sólo cubre el 15% del costo.

Francia sigue siendo el país líder en términos de crecimiento. Con un mercado de energía solar térmica superior a 300,000 m² (incluidos los 75,000 m² en regiones de ultramar) en el 2006 creció un 83% más que en el 2005. La simplicidad del sistema de crédito fiscal francés, le permite a los particulares recuperar el 50% del precio del equipo por su simple declaración, Fig.20.

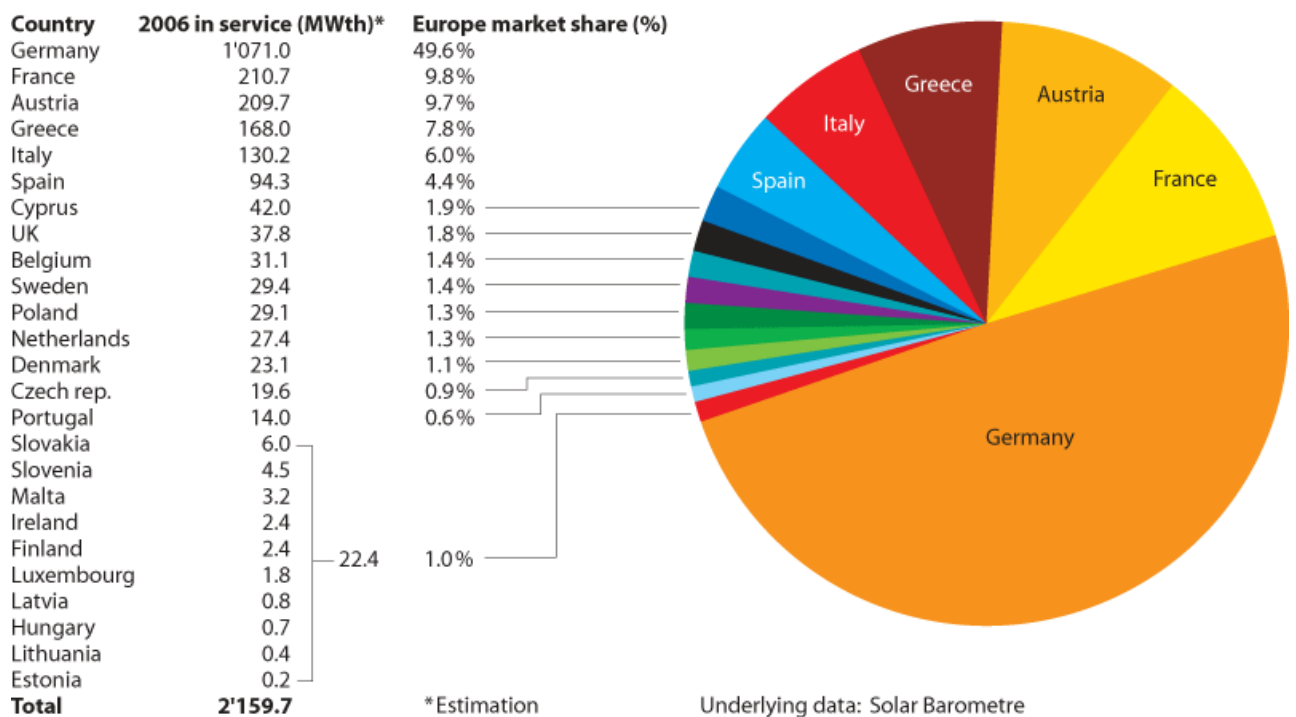


Fig.20.-CONICET - 2006 - Mercados de energía solar térmica en Europa al 2006. Potencias solares térmicas instaladas en megavatios.

En la mayoría de las tecnologías de energía renovable, la UE es el principal mercado en todo el mundo. En solar térmica. Europa está a la cabeza en la mayoría de las áreas tecnológicas. Sin embargo, la UE aún mantiene sólo una pequeña parte del mercado mundial. China domina el mercado mundial, con ventas de más de 10 millones de m² (7GW_{th}). Este mercado, por sí solo es 7 veces más grande que el mercado de la UE.(Figura 20). En Israel y el Japón la energía solar térmica por habitante es mucho mayor que en Europa.

2.3.2.-ESTADOS UNIDOS.

En los EE.UU. el mercado solar térmico está dominado por sistemas de baja temperatura que se utilizan para acondicionamiento del agua de piscinas de uso particular. Como consecuencia, el mercado de los calentadores solares sin cubierta (más de 900,000 m² anuales – cifra al año 2003) es de entre quince y veinte veces más grande que el mercado de estos mismos en Europa. El mercado de calentadores solares de cubierta puede considerarse insignificante.

Algunos estados ofrecen subsidios a la energía solar térmica, pero generalmente para aplicaciones especiales. El bajo nivel de los subsidios, junto con los precios muy bajos de los combustibles convencionales reducir la competitividad de los sistemas de energía solar térmica. La situación podría mejorar si la energía térmica se beneficia con el sistema de fondos de apoyo que como en la actualidad se hacen con la fotovoltaica.

Durante el 2006 se instalaron en el país 1814.54 m², de calentadores solares térmicos domiciliarios, lo que significó un crecimiento del 33% respecto a la capacidad instalada durante el año 2005. En la Figura 18 puede verse que este tipo de equipos son utilizados en los estados que poseen índices de radiación elevados como sur de California, Florida, Nevada etc.).

2.3.3.-AUSTRALIA.

El mercado actual está muy concentrado, en manos de unos pocos fabricantes. Algunas empresas son capaces de compensar la disminución del mercado australiano con el aumento de las exportaciones. El agua caliente sanitaria (ACS) domiciliaria es la principal aplicación de la energía solar térmica en Australia. Existen varias instalaciones grandes, pero este segmento aún no ha ganado

una cuota de mercado significativa. Durante el 2004 y 2005, el mercado australiano se mantuvo estático en un escaso 154 MWt.

2.3.4.-JAPÓN.

En 2001, se instalaron en Japón 314,000 m² de superficie de calentadores solares térmicos. El mercado se redujo considerablemente después que el gobierno terminó las subvenciones para equipos solares de ACS domiciliaria en 1997. Hoy en día los subsidios sólo se conceden para ampliar la escala de energía solar térmica en instalaciones de edificios públicos y comerciales. Aún así, 90% del área instalada de calentadores solares se utiliza para ACS en casas de una sola familia. Aproximadamente el 15% de los hogares japoneses están equipadas con estos sistemas solares.

Existen en el país un conjunto de normas para los equipos de energía solar térmica, pero no son obligatorios, sin embargo, todos los miembros de la Asociación para el Desarrollo de Sistemas Solares tienen sus sistemas certificados por un funcionario autorizado por el instituto de pruebas.

2.3.5.-CHINA.

China es el mayor mercado de la energía solar térmica en todo el mundo. En 2001, el mercado se estimaba en 5.5 millones de m² de calentadores solares, la mayoría de los calentadores solares son de tubos al vacío. El 75% de los sistemas están instalados en casas residenciales, el 20% son sistemas colectivos utilizados conjuntamente por varias casas de familia y el 5 % son utilizados en comercios e industrias

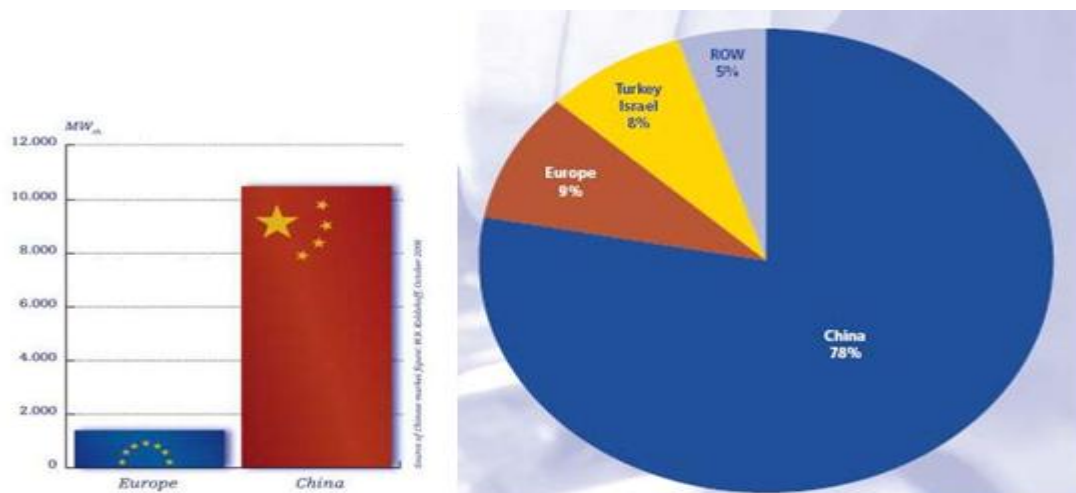


Fig. 21.- CONICET – 2006 - Distribución del Mercado Solar Térmico Mundial.

Más de 1,000 fabricantes producen y venden sistemas de energía solar térmica. Los 33 más grandes a 50,000 personas con 100,000 adicionales que trabajan en la comercialización, la instalación y los servicios posventa.

Los fabricantes chinos han ampliado significativamente su volumen de negocios por más de la tasa de crecimiento del mercado chino. Esto es una clara ilustración del fortalecimiento de las actividades de exportación las cuales han observado en china por una serie de años. Fig. 21.

Si bien el gobierno no subvenciona la instalación de sistemas de energía solar térmica, apoya firmemente la investigación y desarrollo en energía térmica, incluida en una lista de las principales prioridades nacionales a ser abordadas.

2.3.6.-INDIA

Con 50,000 m² de superficie de calentadores solares planos instalados en 2001, el mercado de la energía solar térmica en la India todavía es muy pequeño en relación con el tamaño del país.

El gobierno apoya activamente la instalación de sistemas de energía solar térmica. Los consumidores nacionales pueden obtener préstamos comerciales e industriales a bajo interés y los consumidores, que actualmente representan el 80% de los calentadores solares instalados, recibirán beneficios fiscales para la instalación de sistemas de energía solar térmica. La baja proporción de los usuarios domésticos se debe a la falta de conciencia y a los canales de distribución: 90% de los sistemas todavía los vende directamente el fabricante al consumidor final.

El año pasado en este país, se registró un aumento del 100% del mercado. El Ministerio de las Fuentes de Energías no convencionales, ha fijado una meta ambiciosa para el futuro desarrollo de la energía solar térmica; un adicional de 5 millones de m² a instalarse antes del 2012.

2.3.7.-TURQUÍA.

La energía solar térmica se utiliza ampliamente en sistemas de ACS (Agua caliente sanitaria). Los sistemas son fabricados localmente, en el 2001 existían unas pocas empresas medianas y una gran cantidad de pequeños talleres, pero en la actualidad varias empresas se expandieron internacionalmente apuntando a un importante porcentaje de exportaciones. Fabricantes turcos finalizaron el año 2005 con un aumento del 50% en las exportaciones a Irak y Túnez.

En este país, el mercado interno ha perdido parte de su impulso, manteniendo un crecimiento constante del 336 MWt, en 2005.

2.3.8.-ISRAEL

El uso de la energía solar térmica en Israel es una verdadera historia de éxito: hoy, aproximadamente 80% de los edificios residenciales en Israel están equipadas con sistema de energía solar térmica, casi todos ellos para ACS.

El éxito se debe en parte a que existe una reglamentación desde hace 20 años que exige, con la construcción de cada nuevo edificio de una altura menor a 27 m, tener un sistema de energía solar térmica en el techo. La gran parte de los sistemas actuales (~85 %) están instalados en los edificios existentes, y por lo tanto voluntariamente. Con un promedio de radiación solar de 2,000k Wh/m² por año, la instalación de un sistema solar para ACS es una inversión económica sensata que permite al usuario ahorrar aproximadamente 175 euros de los combustibles convencionales por año.

En Israel el mercado se contrajo ligeramente de 266 MWthen 2004 a 252 MWth en 2005, pero en términos de área de calentador solar instalado per cápita, Israel permanece como el número uno. Los fabricantes israelíes fueron capaces de expandirse a pesar del estancamiento de los mercados nacionales, apuntando a un importante porcentaje de exportaciones, y al mismo tiempo a un proceso de concentración en los mercados nacionales.

Desde 1982, todos los sistemas producidos, vendidos o instalados en Israel deben cumplir con normas oficiales y llevar una marca de conformidad.

2.3.9.-AMERICA LATINA

Cuba, México, Brasil y República Dominicana se encuentran entre los países que ponen cada vez más atención al calentamiento de agua por energía solar.

Al año 2002, el área total de calentadores solares instalados en Brasil era de 2.1 millones de m², en los tres últimos años su mercado nacional tuvo un crecimiento estable y posee un área de colección de 1.2 m² cada 100 habitantes.

Este año se instalaron 500,000 m² y es por lejos el mayor mercado sudamericano. En noviembre de este año, se estableció una norma, por la cual, los edificios públicos que se construyan en Sao Paulo (Estado más poblado de Brasil, con 40 millones de habitantes) deberán contar con energía solar para calentar al menos 30% de su agua. En Brasil, ya hay siete ciudades con normas similares, incluyendo dos capitales estatales, Belo Horizonte y Porto Alegre.

El uso de los calentadores solares térmicos tiene antecedentes relativamente masivos en Cuba desde la década del 80. En el país se fabrican calentadores solares de diferentes capacidades, especialmente diseñados para escuelas, hospitales, círculos infantiles, hogares de ancianos y otros sitios de interés social. Los calentadores solares de fabricación nacional son muy sencillos, eficientes para el clima tropical y de bajo costo a pesar de estar contruidos con materiales de alta calidad. Más recientemente se ha incrementado el uso de estos sistemas solares en instalaciones hoteleras.

La fabricación local de calentadores solares de agua es la tecnología solar más antigua y de mayor desarrollo y diseminación en el Perú. Se estima que hoy hay entre 25,000 y 30,000 termas solares (equipos solares para ACS) instaladas en Arequipa, Ayacucho, Lima, Puno y Tacna entre otros. Existen alrededor de 20 fabricantes y en el 2006 se ha constituido la “Asociación de Empresas Peruanas de Energía Solar” (AEPES) que producen mensualmente alrededor de 600 m² de calentadores solares para termas solares.

En Uruguay, la tecnología del calentamiento de agua, a partir de la energía solar está comenzando a utilizarse gradualmente, existen dos fabricantes nacionales que están ofreciendo

equipos completos de calentadores solares planos que pueden ser amortizadas a nivel residencial con un período de retorno de entre 4 a 5 años.

En Chile y Paraguay prácticamente no se los conoce, pueden llegar a instalarse por decenas de m² anuales.

La unión Europea en su conjunto representa el 9 % del mercado internacional, donde Alemania, Grecia y Austria son los principales mercados. La producción anual de todo el campo de captadores solares instalados en el 2004 en los 35 países fue poco más de 68,000 GWh (244,800TJ), correspondiendo a 10.8 billones de litros de equivalente de petróleo y una disminución de 29.6 millones de toneladas de emisiones de CO₂ . (PROCALSOL, 2007). Ver Fig 6.

2.4.-A NIVEL NACIONAL.

El calentamiento de agua con energía solar es una tecnología muy probada y usada en el mundo. Países de Europa y Norteamérica, cuya ubicación con respecto al sol es menos favorable que la de México, utilizan calentadores solares de agua con mucha mayor intensidad que nosotros. Por ejemplo, en Alemania, sólo durante 1998 se instalaron 470000 m², mientras que en México hasta el año 2000, se tenían instalados apenas un total de 373000 m², y en el último año llegaron a instalarse más de 100.000 m². En el año 2005 la CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) que es un organismo del Gobierno Federal, que tiene la función de promover la utilización de las energías renovables y el uso racional de los recursos energéticos con los que cuenta el país, lanzó un programa piloto de tres años, para promover la venta de calentadores solares de agua en el sector doméstico y realizar un seguimiento de los ahorros en combustible que obtengan los usuarios.

Los resultados del programa servirán de base para diseñar una estrategia de venta de calentadores solares de agua a escala nacional, para así masificar su uso. En abril de 2006 la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México, estableció una “Norma Ambiental para el Distrito Federal que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavado, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavandería y tintorerías”. Ver Fig. 22.

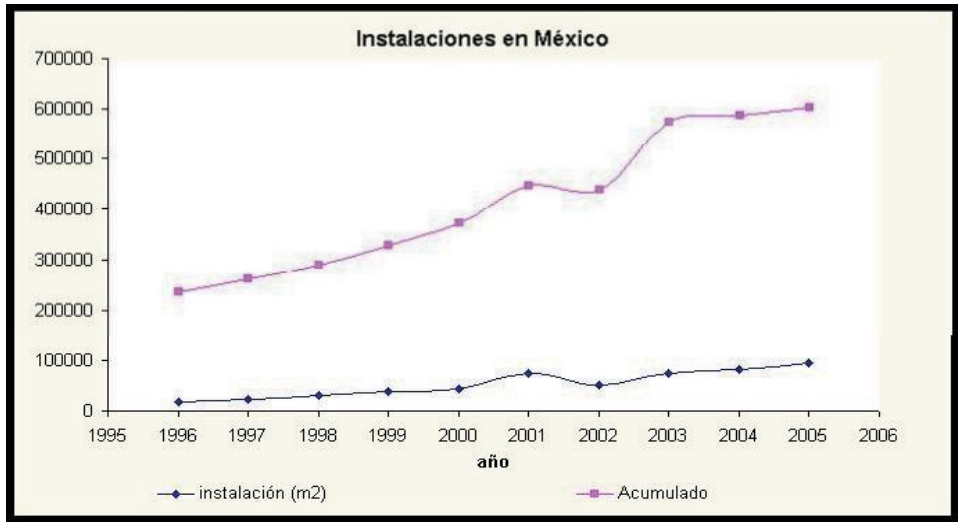


Fig.22.-ANES (Asociación Nacional de Energía Solar) - 2008 - Calentadores solares instalados en México.

2.5.-EN LA CIUDAD DE PUEBLA

2.5.1.-INSTALACIÓN DE CALENTADOR SOLAR PARA AGUA, EN TLAXCALANTZINGO.

El primer caso es el calentador instalado en Tlaxcalantzingo, (Puebla). La familia Galeote instalo un calentador solar en la azotea de su casa. Esta familia, que se dedica fundamentalmente a la construcción de casas y que tiene una pequeña granja, consta de 6 miembros y todos ellos disfrutan de agua calentada por energía solar. Ver Fig.23.



Fig.23.-SITIOSOLAR - 2009 - Instalación calentador solar para agua caliente doméstica en Tlaxcalantzingo.

El calentador solar se halla conectado en serie con un calentador de gas de apoyo para los casos en que, por una necesidad de agua caliente más elevada de lo normal o a que por un exceso de nubosidad, no se pueda captar la suficiente energía solar.

El calentador que se instaló fue fabricado de forma artesanal por la empresa poblana Heliosfer. Se trata de un equipo con 4 m² de superficie de captación y con un depósito de 200 litros

Si se considera que existen equipos fabricados por esta empresa que aún están en funcionamiento tras 20 años continuos de uso y estimándose un periodo de recuperación de la inversión realizada es de 1.5 años en concepto de ahorro de gas, se puede ver con claridad la gran inversión en ahorro económico y de contaminación ambiental que se realizó

La recuperación de la inversión considera que el precio del gas que se dejará de comprar igualará al dinero que se invirtió en el calentador solar.

2.5.2.-INSTALACIÓN DE CALENTADOR SOLAR EN HOTEL VILLA TONANTZINTLA.

El Hotel “Villa Tonantzintla” situado en Tonantzintla (Puebla) dispone también con un calentador solar. Este equipo cuenta con un depósito de almacenamiento de 300 litros y con una superficie de captación de 6 m². No pudimos averiguar quién fue el fabricante de este equipo.

En este caso el calentador solar está pensado como apoyo al calentador de gas. Según estimó el encargado del establecimiento, que afirmó no estar muy familiarizado con esta tecnología, con el calentador solar se conseguía un ahorro de gas de en torno al 20-30% con el hotel lleno. Es de esperar que con menor ocupación el porcentaje aumentase significativamente según algunas estimaciones el equipo se amortizará (se pagará con el ahorro de gas) en torno a 1 y 2 años, Ver Fig. 24.



Fig.24.-SITIOSOLAR - 2008 - Hotel Villa Tonantzintla.

El hotel “Villa Tonantzintla” ha apostado por el empleo de esta energía limpia para lograr un importante ahorro económico así como contribuir a un mayor respeto al medio ambiente. Con esta instalación se demuestra la versatilidad de los calentadores solares que, aún siendo una tecnología sencilla, permite su aplicación en muchos sectores.

Puebla y todo el territorio nacional tiene una cultura energética arraigada en el consumo de combustibles sin embargo por políticas de nuestro gobierno los precios de estos hidrocarburos son los más elevados en comparación a otros países de nuestro continente, la búsqueda de alternativas energéticas como la energía solar para el calentamiento del agua es muy atractiva.

En la mayor parte de los estados de México el uso de sistemas para el calentamiento de agua residencial con energía solar no es muy frecuente, esto se debe a la falta de divulgación, incentivos y apoyo estatal.

2.6.-ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN SOBRE CALENTADORES SOLARES.

2.6.1.-ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL.

2.6.2.- ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN NACIONAL.

2.6.2.1.- INVESTIGADOR DEL IPN MEJORA EL 65 % LOS CALENTADORES SOLARES CON SOFTWARE.



Fig.25.-ESIME - 2012 - Mejora 65% los calentadores solares.

Lo que inició como un proyecto de Tesis, ahora es una realidad para Kisiev Salgado Castro, Ingeniero Mecánico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Culhuacán del Instituto Politécnico Nacional, quien generó un software para minimizar costos y maximizar beneficios para los calentadores solares.

En entrevista para Campus México, el Ingeniero y Coordinador del proyecto, explica en qué consiste y cómo lo llevó a cabo con el apoyo de profesores y voluntarios de servicio social dentro de la misma institución, Fig.25.

El proyecto nace de una tesis más o menos en el 2008, la idea inicial era poder construir el calentador solar y conocer la teoría que hay detrás de él, desde la cuestión de la radiación, cómo llega a la tierra, cómo se distribuye y cómo llega a la Ciudad de México y a cualquier otra ciudad del país, señaló, y que a partir de ello se diseñara un calentador que fuera eficiente y aprovechara casi al 100 por ciento la energía solar.

Salgado comentó que el ingeniero Mercado (Director del ESIME) dio su apoyo institucional para comprar los materiales necesarios y, en un periodo aproximado de 6 meses, construyeron prototipos de unos calentadores solares, mismos que se instalaron en la escuela y funcionaron bien, dando un rendimiento aproximado de 100 a 150 litros de agua calentados diariamente a un promedio de 45 °C, con una eficiencia del 65%.

Explico que una vez realizados los prototipos que se construyeron en ESIME, se colocaron 12 calentadores para las regaderas del gimnasio y se dio servicio a un promedio de 100 baños diarios a una temperatura de 35 a 45 °C. Posteriormente se instalaron 32 para la alberca, la cual tiene una capacidad de 60000 litros de agua, y actualmente se mantiene a una temperatura promedio de 28 °C.

Lo rescatable de aquí es que utilizamos nuestros propios conocimientos como ingenieros, como Instituto de investigaciones de desarrollo de conocimientos, lo aplicamos a un método eficaz y computarizado a través del software, se construyó y se comprobó la eficacia de los equipos.

2.6.2.2.-EN LA UNIVERSIDAD ANÁHUAC MAYAB DESARROLLAN CALENTADOR SOLAR DE MAYOR EFÍCIENCIA.



Fig.26.-Universidad Anáhuac Mayab - 2011 - Calentador Solar.

La Universidad Anáhuac Mayab ha impulsado el desarrollo de diversos proyectos de investigación e innovación cuyos resultados impacte positivamente en la sociedad. Muestra de ello, es

el proyecto liderado por el Dr. Rubén Domínguez, Profesor investigador de la División de Ingeniería y Ciencias Exactas de la Universidad, Ver Fig. 26.

El Dr. Domínguez, en coordinación con el Dr. Andrés Oliva Arias (CINVESTAV Unidad Mérida) y la empresa DM Energía Verde, ha desarrollado un sistema en el que a través de paneles solares se permita el calentamiento de agua en viviendas de interés social. De modo que se pueda usar energía alternativa para reducir costos y ser amigable con el medio ambiente.

Este proyecto, resultó aprobado por el Programa de Estímulo a la Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación 2011, con lo que se obtuvo un financiamiento por \$3, 305, 400.00. El objetivo principal es desarrollar un prototipo híbrido de calentador de agua solar- eléctrico de bajo costo para uso en viviendas de interés social con la finalidad de incrementar el uso de los recursos gratuitos de radiación solar. (DOMINGUEZ, 2012).

Calentar el agua usando la energía del Sol es una actividad que se ha realizado desde los antiguos griegos. Sin embargo, la efectividad para conseguirlo, se refiere a la forma o mecanismo usado para captar y atrapar la energía del Sol y así tratar de aprovechar al máximo su energía radiada por unidad de área de captura. Un calentador solar de agua aprovecha la energía térmica del Sol para incrementar su temperatura cuando ésta pasa por un ducto que la transporta provocando un intercambio de calor. Para coleccionar el calor se hace uso de diferentes técnicas que permiten la captura de la energía.

Lo ideal sería que el calor atrapado por el fluido sea utilizado en la misma proporción que llega de la fuente. Sin embargo, esto no es posible en virtud de las propiedades ópticas y de transferencia de calor que están limitadas y que no son ideales, ocasionando que gran parte del calor atrapado se disipe y no sea aprovechado.

Es por eso que en este proyecto se desarrolla un prototipo de calentador solar para calentamiento de agua de uso doméstico dirigido a las viviendas de interés social en la región peninsular. Los calentadores solares ya existían, pero este proyecto pretende optimizar el prototipo, mediante un estudio científico para caracterizarlo térmicamente y que éste pueda alcanzar una mayor eficiencia, mediante el uso de geometrías novedosas y materiales locales que puedan ser adquiridos y utilizados con facilidad.

Las dimensiones y necesidades de diseño del calentador solar estarán dirigidas para su aplicación en las viviendas de interés social en construcción de la región, para tener un sistema integral de ahorro de energía, cuando éstas sean adquiridas.

Actualmente, la Universidad Anáhuac Mayab cuenta con más de 25 profesores investigadores de los cuales, seis forman parte del Sistema Nacional de Investigadores, siendo el Dr. Rubén Domínguez uno de ellos y quien se encuentra realizando su estancia post- doctoral en el CINVESTAV.

2.6.3.-ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN SOBRE CALENTADORES SOLARES EN PUEBLA.

2.6.3.1.-DISEÑAN ALUMNOS DE ITESM-PUEBLA CALENTADORES SOLARES CON RECICLADO.

Estudiantes del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey campus Puebla.

Diseñaron calentadores solares con material reciclado y capacitaron a pobladores de San Andrés Azumiatla para confeccionarlos.

Samara Pascual, estudiante de la licenciatura en negocios internacionales; Víctor Trejo y Alberto Villalba, alumnos de Ingeniería Mecánico administrador, destacaron su interés por las necesidades de dicha población.

Señalaron que el calentador solar con dichos materiales tiene una vida de 2 años y medio aproximadamente, con un costo de inicio de 950 pesos, sin embargo al hacer los ajustes necesarios lograron reducir su precio a 650 pesos.

El calentador mide 1.30 metros, usa un tanque de 130 litros en el que el agua llega a una temperatura de 50 °C; y alcanza para que unas 5 personas puedan bañarse.

Indicaron que para su elaboración requieren de 150 botellas PEY, 40 envases de Tetra pack, así como un kilo de periódicos.

Enfatizaron que para llevar a cabo el proyecto tuvieron que recurrir a programas federales de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), con el que dieron empleo temporal a habitantes de Azumiatla y de esa manera captaron su interés en el proyecto.

Señalaron que el objetivo no era solo diseñarles el calentador solar, sino que ellos mismos aprendieran cómo hacerlo y de esa manera apoyar a la comunidad. (ITESM-PUEBLA, 2010)

Los estudiantes del UTSM campus Puebla explicaron que el proyecto consistió en producir 35 calentadores solares, para ello reunieron 5 toneladas de botellas PET, para la cual llevaron a cabo un concurso en 10 escuelas de nivel primaria privadas para hacer la recolección del material.

Indicaron que en el proyecto participaron 38 habitantes, quienes fueron beneficiados con su calentador solar de material reciclable, además de ser un modelo que también ya se usa en otras naciones.

2.6.3.2.-GENERA BUAP CALENTADOR SOLAR TERMOELÉCTRICO.

El Investigador informó que este prototipo, único en su género, durante su etapa experimental alcanzó una temperatura de 28 grados, cantidad que se espera incrementar a 55 grados una vez que esté terminado.

El Calentador Solar Termoeléctrico que se desarrolla en el Centro de Dispositivos Semiconductores de la BUAP, dará servicio de agua caliente para una familia de cinco miembros y en momentos de emergencia podrá suministrar energía eléctrica a la vivienda, señaló el Doctor José Guillermo Pérez Luna, durante VI Foro de Materiales y Dispositivos Semiconductores y sus Aplicaciones Tecnológicas 2008, Fig.27.



Fig.27.-StaffBUAP - 2008 - Investigador de la BUAP presenta calentador solar.

El Investigador informó que este prototipo, único en su género, durante su etapa experimental alcanzó una temperatura de 28 grados, cantidad que se espera incrementar a 55 grados una vez que esté terminado.

Esto permitirá que utilizando la energía solar se puedan calentar diariamente hasta 200 litros de agua, cantidad suficiente para el servicio de cinco personas, reduciendo el consumo de gas hasta en un setenta por ciento.

El treinta por ciento restantes sería para el servicio de la cocina y de un calentador de gas, ya que hay que tomar en cuenta que durante el año hay días en los que no hay suficiente sol, lo que provocaría que la carga de energía solar sea menor.

“Para solventar esta falta de energía del sol, el Calentador Solar Termodinámico durante esos días podrá trabajar de manera conjunta con el calentador de gas, que tendrá un gasto menor al que tendría sin el apoyo de este prototipo”, explicó el Doctor Pérez Luna. (LUNA, 2008)

Recordo que en Puebla la mayoría de los días del año, cuentan con suficiente sol para abastecer este calentador solar que tiene cuatro seldas, no es un equipo de gran tamaño pero si muy eficiente para captar la energía solar que sería transformada en energía eléctrica, almacenarla y tenerla disponible para cuando se requiera.

Este prototipo que se espera comercializar en el futuro tiene otras bondades, como el abastecer la energía eléctrica a viviendas con focos ahorradores en los momentos en que haya una suspensión del servicio.

Por otra parte, en desastres naturales, permitiría el funcionamiento de radios, con los que las familias estarían monitoriando los mensajes de alerta e información que generalmente emite el gobierno.

El Calentador Solar Termodinámico, donde trabajan diversos alumnos e investigadores del Posgrado en Dispositivos Semiconductores se espera terminar este mismo año. www.poblanerias.com

CAPÍTULO 3.-FUNCIONALIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS CALENTADORES SOLARES EN MÉXICO.

3.1.-Funcionalidad de los calentadores solares.

3.2.-Clasificación de los calentadores solares.

3.3.-De baja temperatura.

3.3.1.-Calentador solar plano.

3.3.2.-Calentador solar de tubos al vacío.

3.3.3.-Calentador solar de tubos termosifónicos.

3.3.4.-Calentador solar de tubos de “U”.

3.3.5.-Calentador solar con tubos caloríficos

3.4.-De alta temperatura.

3.4.1.-Calentador solar de concentración.

3.5.-Rendimiento de los calentadores solares.

El calentador solar funciona por un proceso de circulación natural llamado termosifón, el cual consiste en que la energía térmica que gana el calentador se transfiere al agua que circula a través del mismo, en consecuencia, el agua aumenta su temperatura volviéndose menos densa, por esta pérdida de densidad comienza a ascender a la parte superior del colector hasta llegar al tanque de almacenamiento, el agua más densa pasa al colector donde recibe calor y aumenta su temperatura, pierde densidad y vuelve al tanque de almacenamiento, repitiéndose el proceso siempre que existan diferencias de temperaturas (ver Figura 4). En el cuadro 1 se explica de una mejor manera el principio físico de la circulación natural, siendo este la base del funcionamiento del calentador solar.

Existen dos tipos básicos de calentadores solares por termosifón dependiendo de la tecnología que se haya empleado en la fabricación del calentador solar, así podemos distinguir.

Calentadores solares de tecnología de placa plana, en este tipo de calentador, el absorbedor, elemento del calentador, encargado de transformar los rayos del sol en calor sensible, está formado por una placa de color negro mate montado sobre una parrilla de conductos, por los que circula el agua.

Calentadores solares de tubo de vacío, en este tipo de calentador, la tecnología de captación de la energía solar es diferente.

Para ello se emplean los llamados tubos de vacío, dentro de los cuales se encuentra la superficie absorbente, están provistos de una cámara al vacío en las paredes del tubo para minimizar las pérdidas de calor a la atmósfera.

Calentador solar parabólico o de concentración, el principio de los colectores concentradores es concentrar mediante procedimientos ópticos la energía que irradia el sol antes de su transformación en calor. Así una radiación solar que entra a un colector concentrador a través de una superficie menor, para luego ser transformada en energía térmica.

La ventaja importante de este tipo de colector es ante toda la reducción de las pérdidas térmicas en el receptor, pues al ser éste de menor superficie habrá menos área para la radiación del calor y por lo tanto el líquido que circula por el receptor puede calentarse a mayores temperaturas con un rendimiento razonable y a un costo menor.

3.1.- FUNCIONALIDAD DE LOS CALENTADORES SOLARES.

El funcionamiento de un calentador solar de agua es muy sencillo: El calentador solar plano se instala normalmente en el techo de la casa y orientado al sur de tal manera que quede expuesto a la radiación del sol todo el día. Para lograr la mayor captación de la radiación solar, el calentador solar plano se coloca con cierta inclinación, la cual depende de la localización de la ciudad donde sea instalado.

Cuando la radiación solar alcanza la tapa, ocurrirán tres cosas; una pequeña cantidad de energía la absorbe la propia tapa, la otra se refleja en la misma y el resto pasa a través de ella, incidiendo en la placa de absorción, que está debajo. La mayor parte de esta energía queda absorbida por la placa y se transforma en calor, el cual pasa al agua contenida en el circuito del calentador solar.

El calentador solar plano está formado por aletas captadoras conectadas a tubos por donde circula el agua, lo cual permite capturar el calor proveniente de los rayos y transferirlo al agua que circula en su interior.

En la tabla 2, se muestran los valores típicos de los parámetros característicos: eficiencia óptica (η_0) y coeficiente global de pérdidas (UL) y rango normal de temperaturas de trabajo para distintos tipos de colectores (CORA PLACCO, 2008).

| TIPO DE COLECTOR. | FACTOR DE CONVERSIÓN. | FACTOR DE PÉRDIDAS TÉRMICAS UI (W7/M2). | RANGO DE TEMPERATURA. |
|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------|
| Sin Cubierta. | 0.9 | 15-25 | 10 , 40 |
| Cubierta Simple. | 0.8 | 7 | 10 , 60 |
| Cubierta Doble. | 0.65 | 5 | 10 , 80 |
| Superficie Selectiva. | 0.8 | 5 | 10 , 80 |
| Tubos de Vacío. | 0.7 | 2 | 10 , 130 |

Tabla 3.-CENSOLAR - 2008 - Características de los distintos tipos de calentadores solares.

Pero ¿cómo circula el agua por todo el sistema? Esto se logra mediante el efecto denominado “termosifónico”, que provoca la diferencia de temperaturas.

Como sabemos, el agua caliente es más ligera que la fría y, por lo tanto, tiende a subir. Esto es lo que sucede entre el calentador solar plano y el termotanque, con lo cual se establece una circulación natural, sin necesidad de ningún equipo de bombeo.

3.2.-CLASIFICACIÓN DE LOS CALENTADORES SOLARES

| TIPO DE COLECTOR | CARACTERÍSTICAS | EFICIENCIA | APLICACIONES |
|------------------|---|--|--|
| Plano. | Sistemas modulares de corte plano, constituidos por una caja con una superficie absorbedora, aislantes y ductos de circulación. | <p>Poco eficientes, pero cada vez modelos de mejor rendimiento y aplicaciones de altas temperaturas.</p> <p>Sin cristal pueden alcanzar de los 50 a los 60 °C. Con cristal sencillo alcanzan temperaturas menores a los 100°C. Con doble cristal de los 135 a los 140 °C.</p> <p>Triple cristal de 180 a 190 °C.</p> | <p>Domésticas.</p> <p>Calentamiento albercas.</p> <p>Calefacción y climatización.</p> <p>Cada vez más aplicaciones industriales.</p> |
| Evacuado. | Tubos al vacío con capa absorbedora interna y medio aire como fluido de calentamiento. | <p>Eficientes.</p> <p>Alcanzan temperaturas que van de los 80 a los 200 °C.</p> | <p>Industriales.</p> |
| Concentrador. | Constituidos por superficies reflejantes que concentran la energía... | <p>Eficiente en determinadas circunstancias.</p> <p>Llegan a alcanzar de los 200 a los 4000</p> | <p>Domésticas.</p> <p>Industriales.</p> <p>Calefacción y climatización.</p> |

Tabla 4.-GTS – 2002 – Comparación entre los principales aspectos de los calentadores solares.

3.3.-DE BAJA TEMPERATURA.

3.3.1.-CALENTADOR SOLAR PLANO.

Los colectores solares planos son los más comunes. Estos colectores se caracterizan por no poseer métodos de concentración, ser más económicos y nos ofrecen la ventaja de usar una orientación fija y de aprovechar tanto la radiación directa como la difusa es decir que no requieren movimiento continuo para dar seguimiento al sol, prácticamente no necesitan mantenimiento y son mecánicamente de construcción más simple que los calentadores solares concentradores.

La placa captadora (superficie negra que va absorber la luz solar): Tiene por misión absorber de la forma más eficiente posible la radiación solar y transformarla en energía térmica utilizable mediante su transferencia al fluido calo portador.

Un calentador solar plano está constituido por:

- 1.- Marco de aluminio o metálico
- 2.- Cubierta transparente, si se trata de vidrio debe tener bajo contenido en fierro.
- 3.- Placa térmica colectora. Enrejado con aletas de cobre.
- 4.- Cabezales de alimentación y descarga de agua.
- 5.- Aislante térmico como poliéster, lana mineral, fibra de vidrio, etc.
- 6.- Caja del colector, galvanizada

El aislante: La placa captadora está protegida en su parte posterior y lateral por un aislamiento que evita las pérdidas térmicas hacia el exterior.

Las características de estos aislantes han de ser:
Resistir altas temperaturas sin deteriorarse, lo que muchas veces se consigue colocando entre la placa y el aislante, una capa reflectante, que impida que el aislante reciba directamente la radiación.

Desprender pocos vapores al descomponerse por el calor y en caso de ocurrir que no se adhieran a la cubierta.

No degradarse por el envejecimiento u otro fenómeno a la temperatura habitual de trabajo.
Soportar la humedad que se pueda producir en el interior de los paneles sin perder sus cualidades.
Los materiales más usados son lana de vidrio, espuma rígida de poliuretano y poli estireno expandido.

Carcasa: Es la encargada de proteger y soportar los elementos que constituyen el colector solar, además de servir de enlace con el edificio por medio de los soportes. Debe cumplir los siguientes requisitos:

Rigidez y resistencia estructural que asegure la estabilidad. Estas cualidades so de suma importancia ya que debe resistir la presión del viento.

Resistencia de los elementos de fijación: mecánica para los esfuerzos a transmitir, y química para soportar la corrosión.

Resistencia a la intemperie, a los efectos corrosivos de la atmósfera y a la inestabilidad química debido a las inclemencias del tiempo.

Aireación del interior del colector para evitar que allí se condense el agua. Se realiza por medio de dos técnicas: Vacío en el interior del colector cuando éste está frío, para que la carcasa no esté sometida a una presión muy alta cuando el aire en su interior se caliente. Practicar unos orificios en la carcasa para permitir la aireación del colector así como la evacuación de la condensación. Los orificios se localizan en la parte posterior para evitar la entrada del agua de lluvia y la pérdida de aire caliente del interior del colector, Ver Fig.2

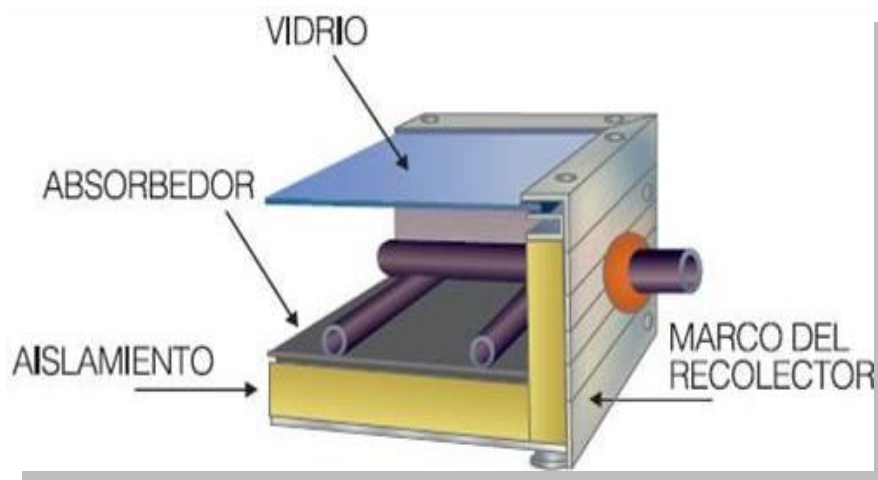


Fig.28.- Ahorro de energía eficaz's – 2011 - Corte de un calentador solar plano.

La energía solar incidente, tiene que atravesar una o varias capas de vidrio o algún otro material transparente adecuado, antes de alcanzar la placa de absorción negra que es el elemento más importante del colector solar, al cual está unido el tubo o ducto.

En esta placa, es donde la energía radiante es convertida en calor. Este calor, posteriormente es transferido por conducción hacia el fluido de trabajo (agua, aire), que es el que finalmente remueve la energía térmica del colector y la transfiere al tanque de almacenamiento térmico o al espacio o producto que va a ser calentado, según la aplicación que se le esté dando.

El diseño de cada colector depende fundamentalmente de la aplicación específica a la cual vaya a destinarse. Este debe ser diferente si por ejemplo se trata de calentar agua para una alberca (22 - 30 °C), agua para uso doméstico (40 - 60 °C) o aire para el acondicionamiento calorífico de edificios (90 - 100 °C).

Algunos de los parámetros más importantes que se tienen que tomar en cuenta para su diseño y funcionamiento, son los siguientes: tipo de tubo o ducto: diámetro nominal, longitud, número de tubos y espaciamiento entre ellos; material, espesor y acabado de la placa de absorción o aleta; número y tipo de capas o cubiertas transparentes; tipo de aislante y espesor, tipo de fluido de trabajo y flujo de masa del mismo; inclinación y orientación del colector; condiciones ambientales como velocidad del viento, temperatura; del aire y viento y, por supuesto, la intensidad de la radiación solar.

3.3.2.-CALENTADOR SOLAR DE TUBOS AL VACIO.

Con el avance tecnológico se han ido desarrollando tipos de calentadores más eficientes y apropiados para diferentes usos, donde se necesite un rango de temperatura de trabajo mayor que la que se requiere para calentar agua para el aseo personal, tales como calentamiento industrial de fluidos, sistemas de refrigeración, etc. El que ha alcanzado mayor éxito es el calentador solar de tubos al vacío (Fig. 29).



Fig.29.-CUBASOLAR – 2010 – Calentador solar de tubos al vacío.

Los calentadores de tubos al vacío tienen el mismo principio de trabajo que los colectores de plato plano, o sea, la radiación es recibida por el absorbedor y llevada en forma de calor hacia un tanque acumulador. La diferencia consiste en que el absorbedor está formado por tubos en los cuales se ha hecho vacío para disminuir las pérdidas de calor y dentro del tubo van colocadas las secciones del plato absorbedor.

Algunos modelos están formados por tubos sencillos de vidrio, los cuales tienen en su interior un sector de plato plano de absorción acoplado a un tubo metálico por donde fluye el líquido. En otros modelos el absorbedor suele ser un tubo interior con tratamiento óptico selectivo, lo que mejora todavía más la eficiencia del calentamiento. Entre el tubo interior y el exterior, ambos concéntricos existen vacíos, Ver Fig.30.



Fig.30.-CUBASOLAR - 2010 - Tubos de calentadores solares al vacío.

Hay varios modelos de colectores de tubos al vacío, en dependencia del movimiento del fluido y el método de transferencia de calor utilizado. Los principales son:

- Tubos termosifónicos.
- Tubos en U.
- Tubos calóricos.

En todos los casos, los tubos van directamente acoplados al tanque-termo o a un cabezal, por donde fluye el agua o líquido a calentar.

3.3.3.-CALENTADOR SOLAR DE TUBOS TERMOSIFÓNICOS.

En el caso de los tubos termosifónicos, el agua del termo tanque fluye directamente por dentro del tubo interior, y su movimiento dentro del mismo se debe al cambio de densidad del agua más caliente, la cual sube, y la menos caliente, baja (fig.31).

En este caso, la presión del termotanque se transmite al tubo de vidrio. En estos calentadores no resisten sobrepresión y normalmente trabajan a presión atmosférica. No necesitan intercambiadores de calor, ya que calientan el líquido directamente. Si un tubo se rompe, el sistema se queda sin agua. Las ventajas son su alta eficiencia y su relativo bajo costo. (LUIS, 2010).

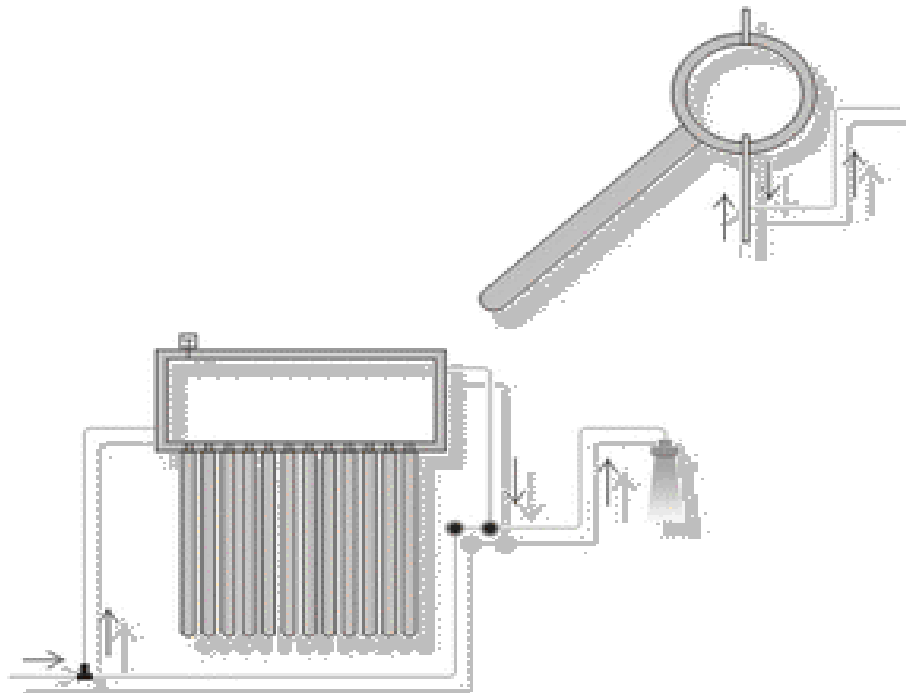


Fig. 31. CUBASOLAR – 2010 - Calentador solar de tubos termosifónicos.

Existe un modelo en el cual el tubo interior, por donde fluye el agua, no es de vidrio sino de metal (preferentemente cobre) y, por lo tanto, puede trabajar a presión de varias atmósferas. Sin embargo, son más costosos. Como estos calentadores trabajan con circulación natural, requieren una inclinación mínima de 20° con relación al plano horizontal.

3.3.4.-CALENTADOR SOLAR DE TUBOS EN U.

En los calentadores de tubo en U el agua fluye por un tubo metálico (comúnmente de cobre) de pequeño diámetro, doblado en U, que va situado dentro del tubo al vacío y acoplado a la superficie captadora por medio de una aleta metálica (de cobre o aluminio).

En algunos casos cada tubo lleva un reflector en su parte inferior con el objetivo de ganar el máximo de radiación solar. Estos calentadores suelen trabajar con circulación forzada, por lo que puede situarse horizontalmente.

3.3.5.-CALENTADOR SOLAR CON TUBOS CALÓRICOS.

El calentador de tubos al vacío con tubos calóricos ha significado un gran avance en la tecnología de transferencia de calor, aplicada en este caso al calentador solar. En este modelo, por dentro del tubo de vidrio no fluye el agua, sino que tiene en su eje central un tubo calórico para transmitir el calor solar ganado al agua del tanque-termo o cabezal.

El tubo calorífico forma un sistema cerrado de evaporación-condensación y suele ser un tubo metálico largo y fino, herméticamente cerrado, el cual contiene un líquido en equilibrio con su vapor a determinada presión y temperatura. Si la temperatura aumenta, aumenta la fase gaseosa, y si disminuye, aumenta la fase líquida. La temperatura de cambio de fase (líquido-gas-líquido) depende de la presión, la cual cambia directamente proporcional al cambio de temperatura, La presión dentro del tubo se selecciona de tal forma que la evaporación empiece a 25 °C, lo que garantiza el funcionamiento del calentador solar aún con baja radiación (fig.32).

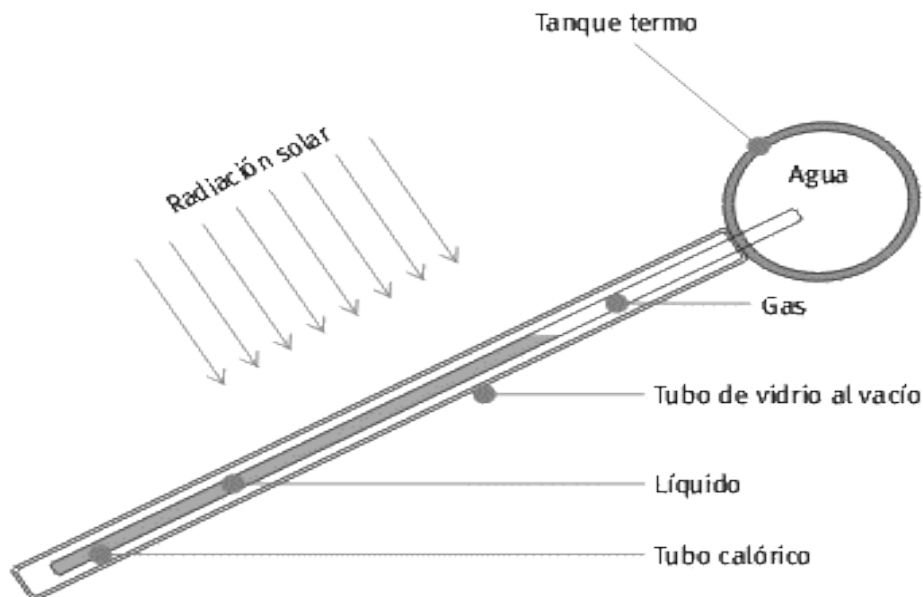


Fig.32.- CUBA SOLAR – 2010 - Sistema cerrado de evaporación-condensación.

La parte superior del tubo calórico va introducida en el agua del tanque-termo o cabezal. De esta forma, cuando la parte que está expuesta a la radiación solar (dentro del tubo de vidrio al vacío) se calienta, genera vapor y éste sube. Cuando este vapor se pone en contacto con el agua del tanque-termo, la cual está más fría, se condensa, y baja en forma líquida por gravedad a la parte baja del tubo calórico. De esta forma se completa el ciclo.

El tubo de vidrio que se somete al vacío suele ser de boro silicato, por sus buenas condiciones ópticas y resistencia mecánica. En este tipo de calentador se requiere que los tubos tengan una inclinación mínima de 20° con respecto a la horizontal, para que el fluido condensado baje por gravedad.

3.4.- DE ALTA TEMPERATURA.

3.4.1.-CALENTADOR SOLAR DE CONCENTRACIÓN.

Históricamente, la idea de concentrar la radiación solar para obtener más energía, fue anterior a la de los colectores planos.

El concentrador más simple y conocido que muchos hemos usado para quemar pequeños objetos es la clásica lupa.

Un relato muy famoso de la antigüedad nos cuenta cómo en el año 212 AC a petición del rey Herón, Arquímedes, quemó las naves romanas que sitiaban la ciudad de Siracusa, utilizando un gran espejo cóncavo

En sus trabajos de óptica, Euclides menciona que es posible obtener temperaturas elevadas mediante un espejo cóncavo.

Lavoisier construyó un concentrador con una lente de más de 1m de diámetro, que alcanzaba temperaturas de 1700 C° con el que podía fundir platino.

No nos podemos olvidar de Mouchot que construyó un colector en forma de cono truncado de 2,2 m de diámetro que utilizó primero en una caldera y después en una planta para bombear agua.

Para referirnos a un aparato construido más recientemente podemos citar el horno solar de Ódielo construido en 1969. Es uno de los dos mayores hornos solares del mundo, con una potencia térmica de 1000 KW

Funciona por concentración de los rayos solares mediante espejos reflectantes. Una primera serie de filas de espejos orientables (63 en total) y situados sobre una ligera cuesta, recogen los rayos solares y los transmiten hacia una segunda serie de espejos "concentradores" que forman la enorme parábola en el edificio principal.

Los rayos convergen a continuación hacia la zona superior del edificio central que los concentra sobre un objetivo, una superficie circular de 40 cm de diámetro, 18 metros delante de la parábola. Usando este método, la temperatura en el objetivo puede alcanzar los 3400° C.

Los concentradores son dispositivos capaces de aprovechar la energía solar con un sistema de espejos que concentran la energía proveniente del sol en un punto, para calentar fluidos, Fig.33.

Las partes que componen un concentrador son:

El absorberdor o foco: es el que va a recolectar los rayos del sol emitidos por el concentrador.

La superficie reflectante o espejo: es la parte del colector que direcciona la radiación sobre el foco.

El soporte o estructura: base o estructura que sostiene el sistema.



Fig. 33.- Patel – 1999 –Sistema de seguimiento (mecanismo para cambiar de direccion el concentrador).

La radiación solar es una energía de baja intensidad en consecuencia, para obtener temperaturas altas (arriba de los 100 °C), se hace necesario incrementar la intensidad de la energía solar. Esto se puede lograr disminuyendo el área por donde ocurren las pérdidas de calor, e interponiendo un dispositivo óptico entre la fuente de radiación (sol) y la superficie absorbente, que debe ser pequeña comparada con la del dispositivo óptico. Esta es precisamente la función que desempeñan los colectores concentradores. De esta manera, en el absorbedor, podemos tener densidades de energía que van desde 1.5 hasta varios miles de veces la radiación solar que llega al sistema óptico. Ver Fig.34.

Existe una gran variedad de colectores concentradores, pero podemos decir que todos ellos pueden clasificarse en dos categorías básicas:

Los cilíndricos cuya superficie reflectora es la mitad de un cilindro, y los paraboloides que presentan una geometría de paraboloide de revolución.



Fig.34.-PRODICASOL – 2010 – Termo solar de alta temperatura.

Ambos tipos de colectores, utilizan únicamente la energía solar directa, es decir que se deben orientar continuamente al sol de manera precisa mediante un mecanismo apropiado para esto cuentan con el mecanismo de seguimiento.

Por otra parte, el acabado de las superficies que constituyen el sistema óptico no sólo debe ser de buena calidad, sino que debe mantener sus propiedades por largos períodos de tiempo sin ser deterioradas por el polvo, lluvia y medio ambiente, donde generalmente existen componentes oxidantes y corrosivos. Con los colectores concentradores de energía solar, se pueden obtener temperaturas entre 100 y 500 °C si se usan colectores focales rudimentarios, entre 500 y 1500 °C si el sistema óptico de los colectores tiene un buen acabado y entre 1500 y 3500 °C si el sistema óptico tiene un acabado perfecto.

Aunque con este tipo de colectores se pueden obtener altas temperaturas de operación, estos presentan varios problemas como las demandas de los materiales utilizados en el receptor (aislante térmico, fluido de trabajo, tubos absorbedores y cubiertas), debido a que es ahí donde se obtienen las altas temperaturas. A esto hay que sumarle los elevados costos de los materiales, todo lo cual hace que su uso no sea muy generalizado. Esto ha dado cabida a que se trabaje en los colectores concentradores

fijos. Estos no tienen las desventajas de los de enfoque, aunque sólo permiten incrementos moderados de la intensidad de la radiación solar.

3.5.- RENDIMIENTO DE LOS CALENTADORES SOLARES.

Es la relación de energía térmica útil que el calentador solar entrega, con respecto de la energía de radiación solar que incide sobre su área de captación, tomando en cuenta las características de la salida térmica del calentador solar, determinadas por las pruebas a las que se somete y que se especifican en esta norma. (CERTIFICACIÓN, 2005)

Un calentador solar doméstico de un metro cuadrado de área de captación caliente, como promedio, 150 litros de agua a 45 °C, lo que es suficiente para una vivienda de cuatro a cinco habitantes, no solamente para el baño, sino también para la cocina y el lavado de la ropa.

Cada calentador solar de un metro cuadrado de área de captación puede producir, como promedio, 3 kWh cada día como energía térmica, o sea, 1 MWh al año. Un millón de calentadores producirían 3 GWh al día, es decir, 1 000 GWh al año.

Si se tiene en cuenta que 80% del agua caliente se consume entre las 5 de la tarde y las 11 de la noche, la instalación de un millón de calentadores solares domésticos equivale a dejar de utilizar plantas de generación de electricidad con una potencia de 400 MW.

Si se toma un costo de 2.20 a 2.80 pesos para el kWh eléctrico utilizado, la energía producida por un calentador solar en un año tiene un valor de 150000 a 200000 pesos. Este valor es el potencial de ahorro de un calentador solar doméstico, y es, también, su costo aproximado. Por lo tanto, podemos llegar a la conclusión siguiente: «un calentador solar doméstico se puede pagar en aproximadamente un año, solamente con el ahorro de energía convencional.

Desgraciadamente, la disponibilidad de calentadores solares en el mercado es tan poca, que es casi insignificante. Se hace imprescindible la elaboración de un programa nacional que tenga en cuenta todos los factores necesarios para su generalización. La instalación de un millón de calentadores solares no es tarea fácil, pero tampoco ha sido fácil ninguna de las tareas realizadas en el marco de la Revolución Energética. Sin embargo, el beneficio que esto representa para la economía nacional es significativo, Ver Tabla 4



Tabla.5.- EVA MÉXICO - 2010 - Costo de calentamiento de Agua.

Ahora bien, si tomamos una durabilidad de veinte años para el calentador solar, y se elabora un programa de instalación de cincuenta mil calentadores solares cada año, al cabo de veinte años se completaría el millón. A partir del 2021, la instalación de los cincuenta mil calentadores anuales sería para las reposiciones, con lo que se garantizaría la sustentabilidad del programa. O sea, que cincuenta mil sería el mínimo de calentadores que se debería instalar cada año. Si se instalaran más, se reduciría el tiempo para alcanzar el millón, y los beneficios se alcanzarían con mayor rapidez.

CAPÍTULO 4.-ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO.

- 4.1.-Análisis de asoleamiento en el estado de Puebla.
- 4.2.-Análisis georreferencial de la zona de estudio utilizando imágenes satelitales.
- 4.3.-Análisis de zonas vulnerables.
- 4.4.-Análisis del tipo de vivienda en zonas vulnerables.
 - 4.4.1.-Marginalidad urbana en Puebla.
 - 4.3.3.-Condición de vivienda en sectores vulnerables.
- 4.5.-Análisis de materiales.
 - 4.5.1.-Lista de materiales reciclables necesarios para el calentador solar.

En esta parte se presenta las características de modelación estructural del comportamiento de las isotermas e isoyetas para el estado de Puebla y la ciudad de Puebla durante el año del 2006, además del cálculo de la radiación solar para dicho periodo.

Se ha empleado un desarrollo estadístico y matemático simple, relacionando diversas variables de las condiciones climáticas de la ciudad de Puebla.

4.1.-ANÁLISIS DE ASOLEAMIENTO EN ESTADO Y CIUDAD DE PUEBLA.

Se considera la radiación solar que llega a la alta atmósfera como el 100%: 16% es absorbida por la atmósfera, 1% lo absorben las nubes; 26% lo absorbe la tierra como radiación directa, 14% como radiación difusa y 11% como radiación dispersa, el 25% es devuelta al espacio exterior por nubes y polvo y 7% reflejada por la superficie terrestre (albedo), (Fig.35).

Estas cantidades varían de acuerdo al ángulo de incidencia de los rayos solares así como de la nubosidad, estación del año, latitud, etc. Suponiendo que se desea calcular la temperatura reducida de la Estación A, cuya altura es de 2320 m sobre el nivel del mar (recordemos que la altitud sobre el nivel del mar de la ciudad de Puebla es de 2162 m), y presenta una temperatura media anual de 16.4 °C, se aplicará la siguiente fórmula:

$$T_R = (h \times gt) + t.$$

Dónde:

T_R = Temperatura reducida

h = Altitud (metros)

gt = Gradiente térmico normal

t = Temperatura de la estación.

Sustituyendo los valores:

$$TR = (2320 \text{ m}) (0,0065 \text{ } ^\circ\text{C/m}) + 16,4 \text{ } ^\circ\text{C} = 31,48 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Por lo tanto, 31,48 °C es la temperatura de la Estación A.

El valor del gradiente térmico se determinó de la modelación de los promedios de los valores máximos de las temperaturas (líneas en azul corresponden al año de 2005 y las rojas al 2006. (En Fig.34) las flechas indican la tendencia del movimiento térmico (color azul corresponden al año 2005 y las moradas al 2006). El valor del gradiente térmico normal no se aplica cuando se trabaja con precisión en estudios regionales, por lo que a veces es necesario calcularlo. Para ello debe procederse de acuerdo al siguiente caso.

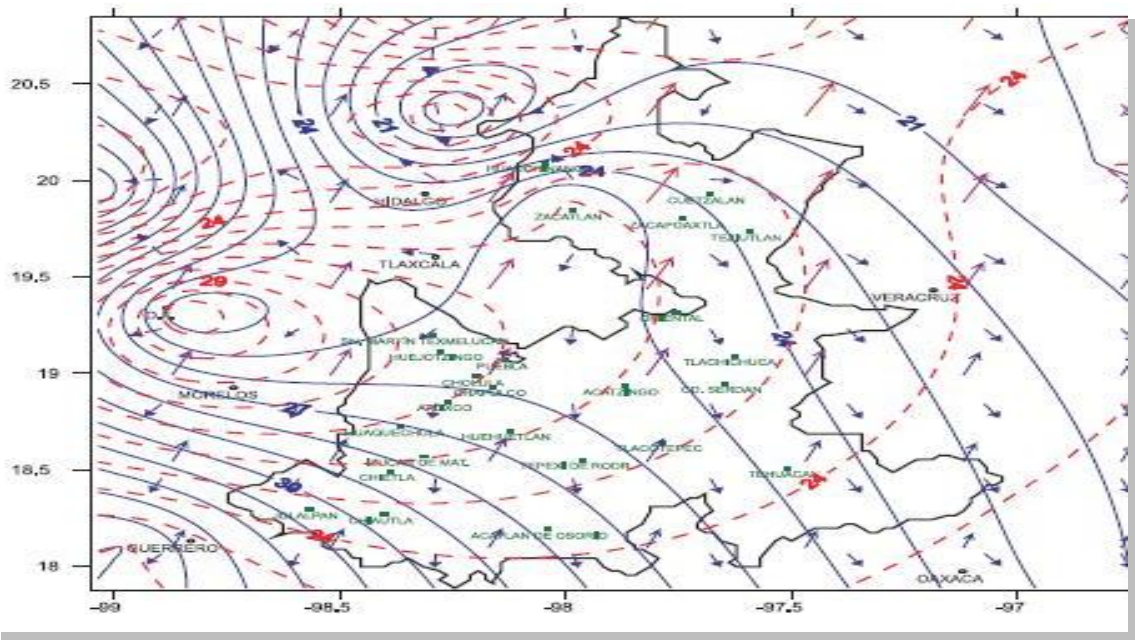


Fig. 35.- REVISTA LASALLISTA – 2008 – Valor del gradiente térmico.

Si existe una Estación “A”, cuya altitud es de 2162 m, con una temperatura de 18,5 °C, y una Estación B, a 2000 m y a 23,8 °C y se desea conocer el gradiente entre la Estación A y B, entonces se determina primero la diferencia de altura y temperatura entre ambas:

$$\text{Diferencia de altura} = 2162 \text{ m} - 2000 \text{ m} = 162 \text{ m}$$

$$\text{Diferencia de temperatura} = 23,8 \text{ °C} - 18,5 \text{ °C} = 5,3 \text{ °C}$$

Esto indica que a 162 m la temperatura varía 5,3 °C, por lo tanto en 1 m cambiará:

$$5,3 \text{ °C} / 162 \text{ m} = 3,27 \times 10^{-2} \text{ °C/m.}$$

El valor 0,0327 °C/m es el gradiente térmico entre las estaciones A y B.

Este dato nos sirve para calcular las temperaturas que se ubican entre los puntos A y B. Por ejemplo, si nos interesa conocer la temperatura del punto Z, localizado entre A y B, y del cual sólo sabemos que su altura es de 649 m:

Se determina la diferencia de altura entre A y Z (u opcionalmente, entre B y Z). Partiendo de A y Z tendremos:

$$\text{Diferencia de altura entre A y Z} = 2162 - 649 = 1513 \text{ m (nótese que se pasa de un lugar alto a uno bajo).}$$

Si en un metro la temperatura varía 0,0327 °C, en 1513 m se modificará:

$$1513 \text{ m} \times 0,0327 \text{ °C/m} = 49,47 \text{ °C.}$$

A este valor se le suma la temperatura del punto A, debido a que se trata de un lugar más bajo, lo cual ocasiona que la temperatura sea mayor, dado que el calentamiento del aire es medido desde la superficie del suelo hacia arriba y la temperatura del aire disminuye con la altura.

La temperatura calculada con el gradiente del punto Z será:

$$18,5 \text{ °C} + 49,47 \text{ °C} = \mathbf{67,97 \text{ °C}}$$

Por lo tanto, el gradiente térmico normal para la ciudad de Puebla es: $\text{GTN} = 0,0065 \text{ °C/m.}$

4.2.-ANÁLISIS GEOREFERENCIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO UTILIZANDO IMÁGENES SATELITALES.

Se digitalizó con coordenadas UTM el estado de y la ciudad de Puebla para correlacionar los datos obtenidos del comportamiento de la curva de distribución de las temperaturas ambientales medidas de los datos obtenidos por la red de estaciones de monitoreo de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y las estaciones de la Red Estatal de Monitoreo Ambiental (REMA), durante el periodo junio 2005-2006⁵.

Se determinó que el clima que ha predominado en los últimos cinco años para el estado de Puebla es el templado subhúmedo (sh) con una gran cantidad de lluvias en verano, en otoño húmedo (h), en invierno de frío (f) a templado (t) y en primavera caluroso (c), (Fig. 36).

En la Figura 37 se observa para la ciudad de Puebla las condiciones climáticas también se han visto alteradas, desde la primavera-verano con un clima subhúmedo (sh) y mayor humedad en el valle, hasta el otoño-invierno con un clima frío (f) y lluvias principalmente en las partes altas del municipio. Para el estado de Puebla en color negro se muestran las condiciones climáticas que imperaron durante el periodo de estudio, y en color rojo las de la ciudad. Los puntos verdes representan los datos obtenidos de la estación meteorológica automática de la Facultad de Ingeniería de la BUAP, CNA y REMA. (RAMOS AGUILAR, 2006).

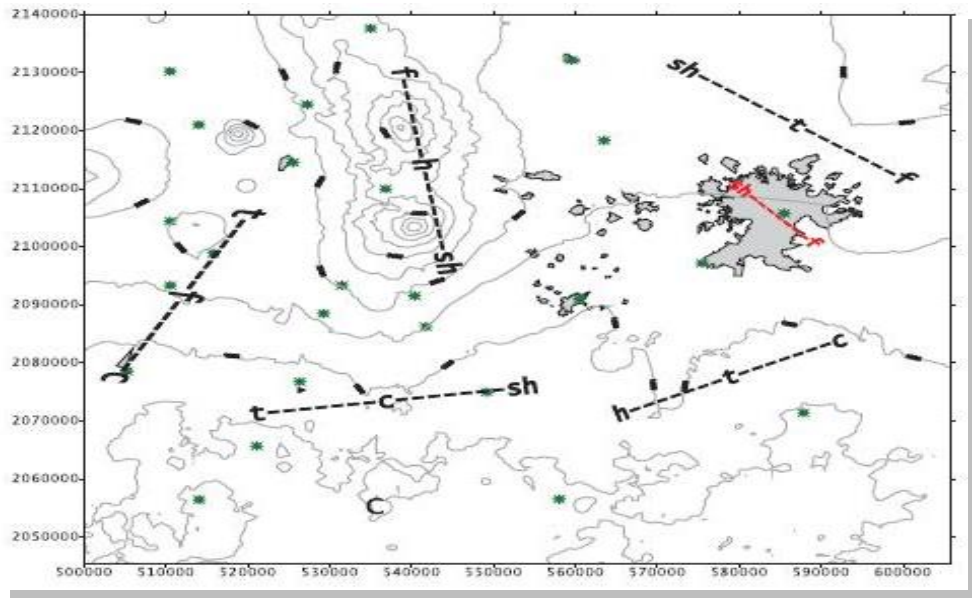


Fig.36.- BUAP – 2006 -Condiciones climáticas para el estado de Puebla. Nomenclatura: Subhúmedo (sh), Húmedo (h), Frío (f), Templado (t) y caluroso (c).

La temperatura media anual máxima registrada fue de 27°C y la mínima de 12,81°C; la precipitación pluvial en promedio es de 885 mm.

Las alteraciones climáticas observadas según las modelaciones y datos en el procesamiento de imágenes satelitales se deben a factores como altitud de la zona, vientos predominantes cambiantes durante el periodo de estudio y la acumulación aeróbica de partículas contaminantes en zonas de alta concentración industrial y automotriz y que son trasladadas hasta 90 km de distancia, lo que influye al crear una capa térmica y existiendo una relación clima-contaminación (Fig.37).

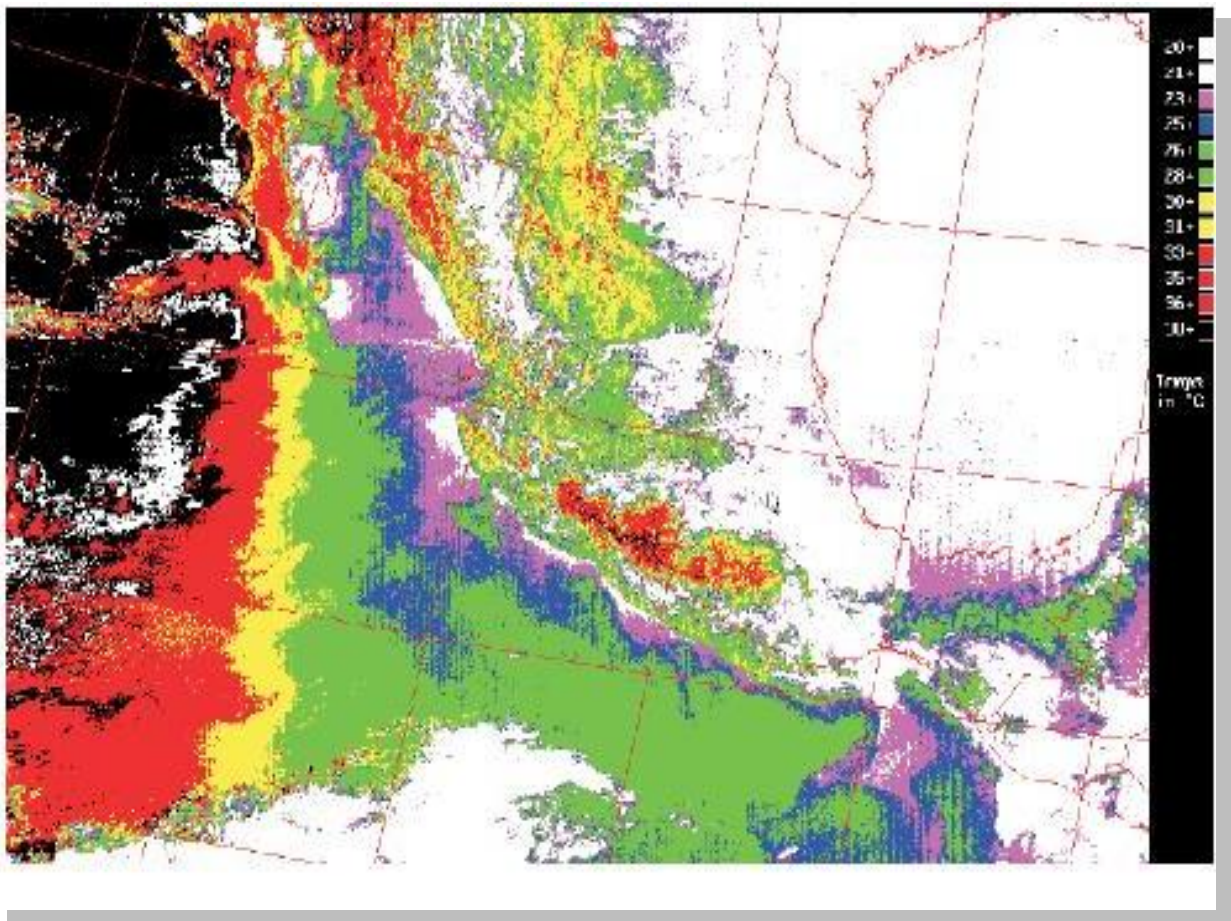


Fig.37.- CNA – 2006 – Mapa de temperaturas.

Apreciamos en la (Fig.38) imagen captada entre los 90° y 115° longitud oeste y 15° y 30° latitud norte en el canal 3 infrarrojo (IR), con una longitud de onda de 3,55-3,39 micrómetros (μm).

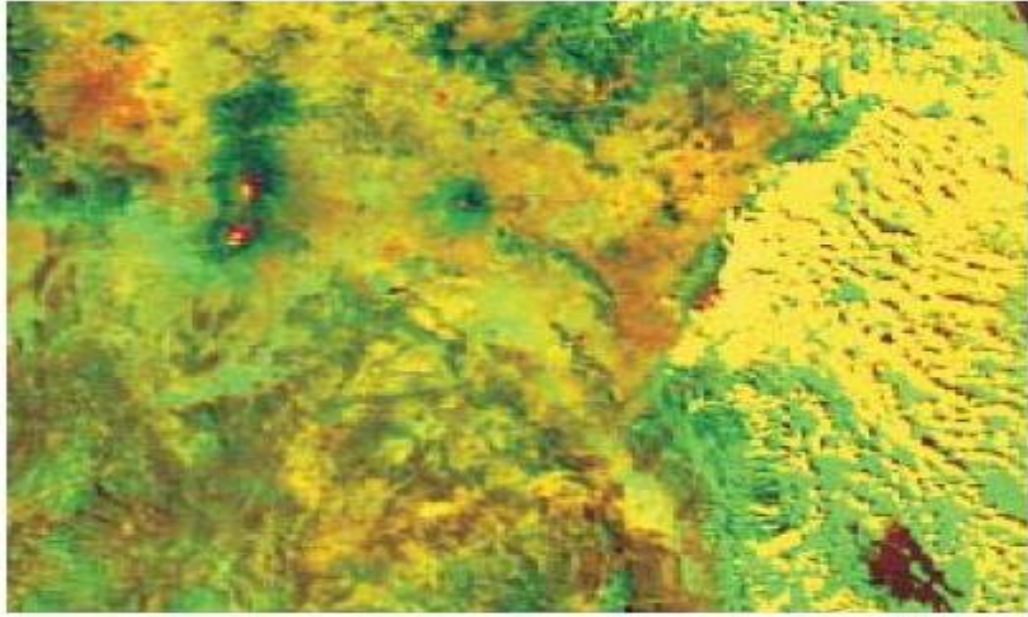


Fig.38.-CNA – 2006 – Imagen captada entre los 90° y 115° longitud oeste y 15° y 30° latitud norte.

Las características cartográficas son: escala 1:2.000.000, ancho de la imagen 2700 km, altura 920 km.

La filtración y procesamiento de la imagen determinó que el color café claro representa zonas de puntos calientes de la de la relación clima- contaminación, lo que originó que la lectura tuviera de 1 a 2 °C de más en algunos puntos analizados.

El elemento que define la posibilidad de emplear o no un sistema solar termosifónico para el calentamiento de agua viene dado por el clima. Se requiere que no existan posibilidad de heladas o, si el calentador solar dispone de algún mecanismo anti heladas, que estas sean cortas y débiles.

El clima de la zona donde están instalados los calentadores solares comentados es el característico de la altiplanicie central mexicana. Este clima viene condicionado por su latitud intertropical (en torno a los 19°N), su elevada altitud de en torno a los 2100 metros sobre el nivel del mar y su factor de continentalidad (en el centro de la mesa central mexicana y rodeado de montañas)

Realmente en Puebla solo se puede hablar de dos estaciones: la estación seca y la estación húmeda. La estación seca va desde el mes de Octubre hasta el de Junio correspondiendo el resto de meses a la estación lluviosa. (SITIOSOLAR, 2008)

Durante la estación seca, los meses de invierno en el hemisferio norte son de tiempo muy suave con temperaturas diurnas que superan los 20 grados y que pueden descender hasta los 5 grados en la noche, bajando solo muy ocasionalmente por debajo de ese valor. En el final de la temporada seca (Abril, Mayo) el tiempo es caluroso con temperaturas que llegan a alcanzar los 30 grados.

Durante la temporada lluviosa, el tiempo es en general más fresco. Las mañanas son generalmente soleadas con un desarrollo de nubosidad en el transcurso del día y fuertes tormentas en las tardes y noches.

Temperaturas medias Puebla

| ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 13.8 | 15.0 | 17.6 | 18.7 | 19.2 | 18.1 | 17.1 | 17.5 | 17.0 | 16.5 | 15.2 | 13.8 |

Temperaturas máximas medias Puebla

| ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 21.8 | 23.0 | 25.7 | 26.8 | 26.6 | 24.5 | 23.6 | 24.0 | 23.2 | 23.5 | 22.9 | 21.8 |

Temperaturas mínimas medias Puebla

| ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 6.0 | 7.1 | 9.7 | 11.3 | 12.1 | 12.6 | 11.5 | 11.7 | 11.5 | 10.0 | 7.9 | 6.1 |

Tabla 6.- SITIO SOLAR – 2008 – Temperaturas de Puebla

La radiación solar es intensa durante todo el año. En Diciembre y Enero la relativa menor intensidad de radiación solar queda compensada con la falta de nubes por la estación seca, lo que permite muchas horas de captación solar. En Julio y Agosto en contra la radiación solar es muy potente pero llega más desigualmente a la superficie terrestre debido a las nubes que se van desarrollando durante el día, (Tabla 6).

Se da la paradoja de que es en los meses en los que la radiación solar es más potente, en los que es posible que algún día la captación no sea suficiente para calentar el agua debido a las lluvias. No obstante en general los días en los que esto ocurre son pocos. Se estima que con un calentador solar es posible obtener una sustitución de gas para calentar agua en un porcentaje superior al 80%.

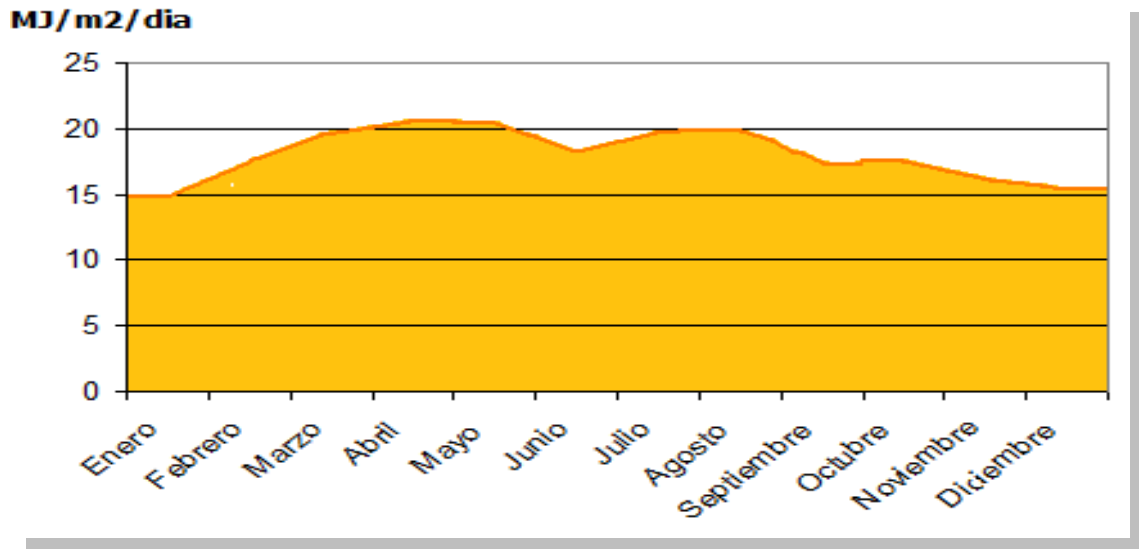


Tabla 6.- CNA – 2006 – Radiación solar durante todo el año.

Por otro lado el tipo de edificación característico de la zona facilita la instalación de calentadores solares. Son habituales en la región las casas con cubiertas planas que simplifican en buena medida la instalación de los equipos.

Otra ventaja es la estructura urbanística de las ciudades mexicanas en la que la mayoría de los edificios no sobrepasan los dos niveles, lo que evita que haya disparidad de alturas y que unos inmuebles puedan proyectar sombras sobre otros. La gran mayoría de las azoteas reciben una cantidad de radiación solar más que suficiente para el funcionamiento de los calentadores solares.

4.3.-ANÁLISIS DE ZONAS VULNERABLES.

La Estado de Puebla cuenta con unos de los índices de pobreza más altos a nivel nacional con un 64.5% según datos de Inegi, ubicándolo en tercer lugar a nivel nacional solo por debajo de Chiapas y Guerrero; a nivel nacional este dato, la población en pobreza se registra en 52.1 millones que representa 46.3% de la población nacional, y de esta 12.8 millones se registra que sobreviven en pobreza extrema el 11.4% (Coneval 2010).

La distribución de la pobreza en el estado de Puebla son contrastantes si se compara entre los municipios con menor índice de pobreza como Cuautlancingo (37.5), San Miguel Xoxtla (38.5), Puebla (39.9), San Pedro Cholula (49.1) y Teziutlán (52.2). En contraste los municipios con los

mayores índices de pobreza son Coyomeapan (93.9), Eloxochitlán (93.6), Zoquitlán (93.1), Chichiquila (92.3) y Chilchotla (92.0), Ver Fig.39.

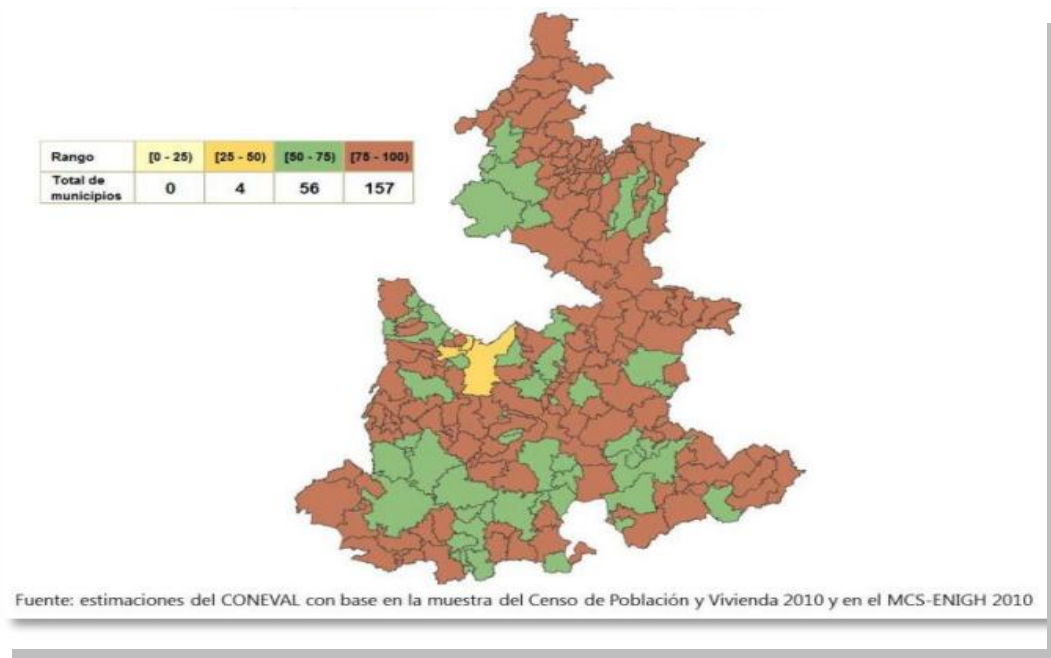


Fig. 39.- CONEVAL – 2010 -Porcentaje de población en situación de pobreza.

Aunque los números generales los municipios que concentran el mayor número de personas en pobreza extrema (Coneval 2010):

1. Puebla, 110,012 personas (6.0 por ciento del total de su población).
2. Tehuacán, 29,360 personas (9.7 por ciento del total de su población).
3. San Andrés Cholula, 21,230 personas (18.3 por ciento del total de su población).
4. Ajalpan, 19,873 personas (38.0 por ciento del total de su población).
5. Huachinango, 17,884 personas (21.3 por ciento del total de su población).

Es importante señalar que aunque ninguno de estos municipios aparece con mayor índice de pobreza extrema en estos municipios se concentran el 20.5% total de la población en esta condición en el Estado de Puebla.

El municipio de Puebla se registra alrededor de 900 colonias y 17 juntas auxiliares en la que datos del inegi (2010), en la que habitan 1,539,819 personas, en un total de 394,155 hogares o viviendas habitadas, (INEGI, 2010)

| INDICADOR | PUEBLA (MUNICIPIO) | PUEBLA (ESTADO) |
|--|-----------------------|--------------------|
| Población total, 2010 | 1,539,819 | 5,779,829 |
| Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010 | 394,155 | 1,373,772 |
| Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010 | 3.8 | 4.2 |
| Hogares con jefatura femenina, 2010 | 112,172 | 348,045 |
| Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010 | 10.3 | 8 |
| Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010 | 2,277 | 13,233 |
| Personal médico (personas), 2010 | 4,561 | 8,763 |
| Unidades médicas, 2010 | 111 | 1,173 |
| Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010 | 2.7 | 2.8 |
| Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010 | 3.9 | 3.9 |

Tabla 7.-INEGI – 2010 - Informe socioeconómico de Puebla.

Puebla capital concentra el mayor número de personas en pobreza, el 39.9% de la población vive en condición vulnerables que representa a 736 mil154 personas, mientras que el 6% equivalente a 110 mil en está en condiciones extremas, (Tabla 10).

Dos son los factores que influyen en esta carestía, el salario insuficiente y el aumento en el precio de los productos de la canasta básica.

4 de cada 10 personas no tienen recursos necesarios para llevar una buena calidad de vida, así como acceder a una vivienda digna, vestido o calzado, toda vez que en las familias de escasos recursos, el ingreso promedio por persona no rebasa los 56 pesos diarios.

“No alcanza el dinero ya agarra usted 100 pesos para un kilo de papa o dos kilos ya se desbarataron los 100 pesos ni para el aceite alcanza vaya no” declaró Felipa Serrano.

En colonias de la periferia no sólo prevalece la pobreza alimentaria también la de servicios, aún existen calles sin pavimentar, sin alumbrado público y casas sin agua potable, (Fig. 40).

Aunado a la pobreza general, el estado de Puebla avanzó en carencias de salud, educación, vivienda y servicios básicos, al pasar del quinto al octavo lugar en los últimos 2 años.

“Nuestra meta es reducir en la misma tendencia estas carencias y esto significa que tengamos que incidir en las responsabilidades del gobierno del estado y del municipio que son más salud más educación más y mejores servicios públicos agua, luz drenaje en coordinación con los ayuntamientos” expresó José de la Rosa López.



Fig.40.-CONEVAL – 2014 - Del total de los habitantes en la entidad el 61.2% se encuentra en situación de pobreza, que representa a 3 millones 800 mil personas.

Amas de casa y padres de familia lo saben perfectamente, el dinero no alcanza para comer bien.

“Al subir la canasta básica que incluye los alimentos más básicos, el maíz, el frijol, la azúcar, leche en polvo si estos incrementan la pérdida del ingreso es mayor entonces al producirse esto más personas están consideradas en esta línea que Coneval le determina de bienestar” indicó el coordinador general de política social.

4.4.-ANÁLISIS DEL TIPO DE VIVIENDA EN LAS ZONAS VULNERABLES.

4.4.1.-MARGINALIDAD URBANA, PUEBLA.

El índice de pobreza dentro de la capital del Estado, en comparación a las que comprenden los 217 municipios, mantiene un alto índice de desigualdad, donde el 73% de la población se ubica entre un índice de media a muy alta marginación. Y el 8% representa al sector mejor ubicado dentro del municipio.

La superficie que ocupa la Capital del Estado se considera en 524.31 Kilómetros cuadrados, que comprende el centro político y económico del Estado, en una mancha urbana sobre la que coexisten 1539,819 personas (Inegi), de acuerdo a los datos de Coneval (2012) la población en situación de pobreza es de 732,559 habitantes, ubicando al Municipio de Puebla con el primer lugar a nivel nacional con la concentración de personas en condición de pobreza; el segundo lugar sería Iztapalapa en Edo. De Mex. (Con 727,128 personas). (Tabla 11).

En comparación con total de colonias en condiciones vulnerables, los polígonos de pobreza que demarca Inegi, indican que casi el 14% de las colonias es a donde se asientan la población en condición de pobreza. (CONEVAL, 2014).

| | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Santa Margarita. | Arboledas Loma Bella. | Artículo Primero. | Villa Albertina. | Jardines de la |
| Ignacio Zaragoza. | Morelos. | Santo Tomás Chautla. | S N T E. | Viveros del Valle. |
| Cuauhtémoc. | Barrio de San Antonio. | San Andrés Azumiatlá. | Constitución Mexicana. | Bosques de Manzanilla. |
| Ignacio Romero Vargas. | San Francisco Totimehuacan. | Venustiano Carranza. | Ma. Guadalupe Del Sur. | La nueva Resurrección. |
| Lomas de Chapultepec. | San José Citlaltepétl. | El Pinal. | Balcones del Sur. | San Antonio Abad. |
| Huiscolotera. | Tres Cerritos. | Malintzi. | Santa Lucía. | Miguel Hidalgo Resurrección. |
| San Francisco Totimehuacan. | Lomas cinco de Mayo. | Indios Verdes. | La Playa. | Bosques Santa Anita. |
| Insurgentes Oriente. | 10 de Mayo. | Santa Rosa. | San Ramón. | Rancho San Diego. |
| Granjas San Isidro. | Nochebuena. | 3 de Mayo. | Jardines de San Ramón. | San Esteban. |
| San Pedro Zacachimalpa. | San Baltazar Tétela. | San Aparicio Las Fuentes. | San Bernabé Temoxtitla. | Real de Guadalupe. |
| Ampliación Reforma. | Patria Nueva. | Nueva San Salvador. | Luis Donaldo Colosio. | Solidaridad Nacional. |

| | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Santa Bárbara Norte. | Jardines de Bugambilias. | México 83. | Unión Antorchista. | Guadalupe del Conde. |
| El Chamizal. | 16 de Septiembre S. | San Sebastián De Aparicio. | Jardines de Juan Bosco. | Seda Monsanto. |
| San José Chapulco. | Granjas San Isidro. | San Aparicio. | Infonavit San Ramón. | Central de Abastos. |
| San Francisco Totimehuacan. | San Sebastián De Aparicio. | Villas del Marqués. | San Isidro Castillotla. | Parque Ind. 5 de Mayo. |
| Barrio de San Miguel. | San Aparicio. | Bosques de los Ángeles. | Álamos Vista Hermosa. | San José los Cerritos. |
| Cuauhtémoc. | San Miguel Xonacatepec. | Tlilostoc. | Gonzalo Bautista. | San José el Conde. |
| Del Valle. | San Jerónimo Caleras. | Cerro del Marqués. | Villa de Reyes. | Infomavit Fidel Velázquez. |
| Loma Bonita. | Guadalupe Caleras. | La Resurrección. | Puente Bravo. | La Guadalupana. |
| Lomas Coyopotrero. | Vista del Valle. | San Miguel Canoa. | Los Álamos Toltepec. | Barranca Honda. |
| Lomas San Miguel. | Loma Bonita. | San Alfonso. | El Salvador. | Lomas de San Jerónimo. |
| La Loma (Norte). | Pop. Emiliano Zapata. | Lomas de Castillotla. | Historiadores. | La Candelaria. |
| Lomas del Sol. | Pop. Castillotla. | Guadalupe Hidalgo. | San Juan Flor del Bosque. | San Pablo Xochimehuacan. |
| Loma Encantada. | La Joya (Anexo Sur). | Buenos Aires del Sur. | Flor del Bosque. | San Jerónimo Caleras. |
| San Aparicio. | Bosques de Manzanilla. | Héroes de Nacoziari. | | |

Tabla 8.-PUEBLAONLINE – 2010 – Colonias en Polígonos de Pobreza.

4.4.2.-CONDICIÓN DE VIVIENDA EN SECTORES VULNERABLES.

Del total de las viviendas en el Municipio de Puebla el 11.1% (202,960 personas) dicen tener una vivienda con falta de espacio y hecha con materiales de mala calidad. Y el 16% (303,395 habitantes) declara que sus viviendas no disponen de los servicios básicos para su habitación. Y el promedio de personas habitadas por cada hogar es de 3.8.

III. 1 Indicadores vinculados con la aplicación de recursos del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS), (porcentajes y número de viviendas), 2010

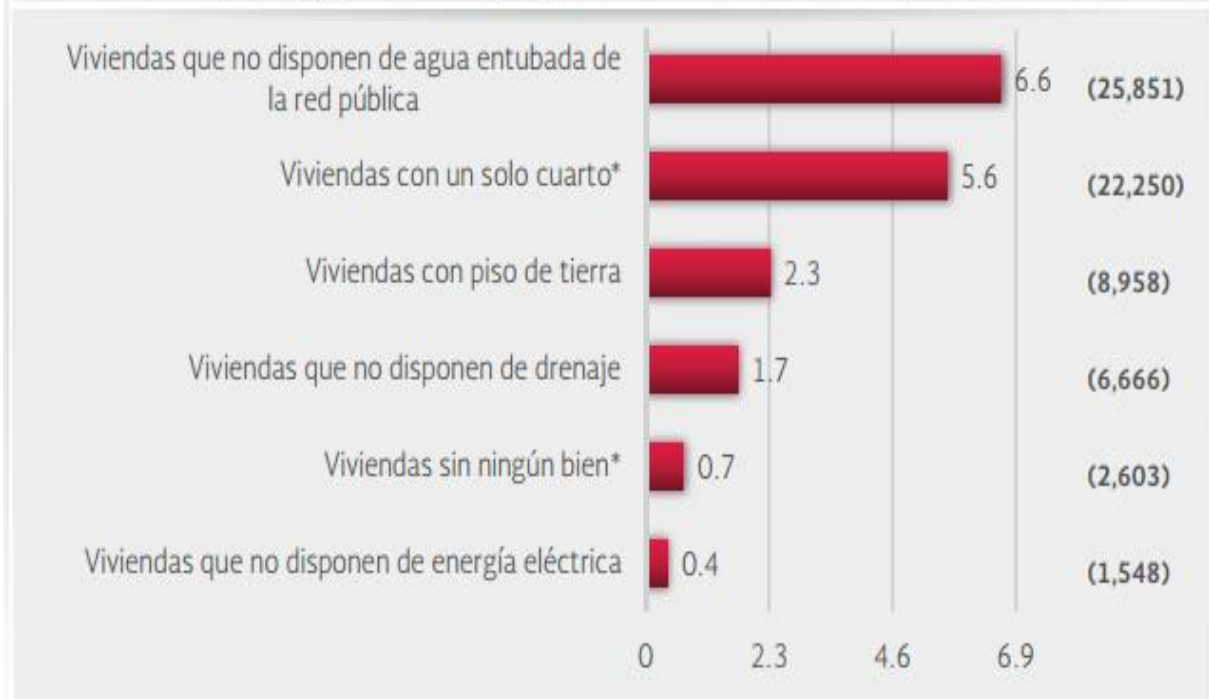


Tabla.12.-SEDESOL – 2010 – Indicadores vinculados con la aplicación de recursos del fondo de Aportaciones para la infraestructura social.

El impacto que puede tener el manejo de esta herramienta ecológica en la economía de un número representativo de personas que se ubica en situación de marginalidad, ha comprobado su viabilidad en el impacto de la economía y la calidad de vida que permite los calentadores solares, (SEDESOL, 2010).

4.5.-ANÁLISIS DE MATERIALES.

Para considerar los materiales reciclados adecuados para esta investigación, se realizaron las siguientes pruebas:

| MATERIAL | CANTIDAD DE AGUA (ml) | LUZ DIFUSA (agua 26°C) 25 minutos | LUZ DIRECTA (agua 26°C) 15 minutos | Luz difusa | Luz directa |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| TUBO PVC (SIN PINTAR). | 220 ml | 33° C | 37 °C | Solo | Con canaleta. |
| TUBO PVC (PINTURA) | 220 ml | 34 °C | 41 °C | Solo | Con canaleta. |
| TUBO ALUMINIO. | 150 ml | 35 °C | 36 °C | Con canaleta | Solo. |
| TUBO ALUMINIO (PINT. NEGRA). | 150 ml | 40 °C | 40 °C | Con canaleta | Sólo. |
| MANGUERA NEGRA. | 90 ml | NO SE REALIZO | 40° C | Bandeja plateado. | |
| MANGUERA VERDE. | 95 ml | 38 °C | 41 °C | Fórmic a blanca | Fondo aluminio pintura negro. |
| MANGUERA VERDE (PINT. NEGRA). | 95 ml | 40.5 °C | 42 °C | Fórmic a blanca | Fondo aluminio pintura negro. |

Tabla 10.- UCPR – 2010 - Estudio de materiales utilizados.

Para poder establecer una comparación entre las diferentes opciones de materiales, se ha establecido un índice que nos permita medir la temperatura alcanzada al cabo de 25 minutos, en relación con el volumen calentado, (Tabla 7). Se escogió la condición menos favorable: luz difusa. Como el tiempo es el mismo, este parámetro no es tenido en cuenta en la fórmula, (OSSA CASTRILLÓN, 2010)

Este índice debe reflejar tanto el incremento en la temperatura, como el volumen calentado. A mayor incremento de temperatura, mejor opción. A mayor cantidad de agua calentada, mejor opción. Por lo tanto la fórmula debe ser el producto de ambos parámetros, (Tabla 8).

De acuerdo con lo anterior, se definirá el *índice de comparación* de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Índice} = C_p (t_f - t_i) \text{ En}$$

donde:

C_p es la capacidad (volumen del agua calentada).

t_f = temperatura final, en grados centígrados, alcanzada a los 50 minutos.

t_i = temperatura inicial que es de 25 °C.

Los resultados son los siguientes:

| | | | |
|------------------------------|------------------|---------------|------------------|
| TUBO PVC (SIN PINTAR) | 220 ml | 33 °C | 1760 |
| TUBO PVC (PINTURA NEGRA) | 220 ml | 34 °C | 1980 |
| MATERIAL | CAPACIDAD, C_p | t_f | $C_p (t_f - 25)$ |
| TUBO ALUMINIO | 150 ml | 35 °C | 1500 |
| TUBO ALUMINIO (PINT. NEGRA) | 150 ml | 40 °C | 2250 |
| MANGUERA NEGRA | 90 ml | NO SE REALIZO | |
| MANGUERA VERDE | 95 ml | 38 °C | 1235 |
| MANGUERA VERDE (PINT. NEGRA) | 95 ml | 40.5 °C | 1472 |

Tabla 11.-UCPR – 2010 - Escogencia de materiales óptimos

De acuerdo con éste análisis los materiales más favorables son PVC y aluminio.

Como el agua va a estar sometida a presión, no se conoce en el mercado tubería de aluminio con esta característica. Por otra parte, sus costos son muy elevados en comparación con el PVC y de difícil conformación. Por esta razón, el prototipo final se construirá con tubería de PVC de presión (CPVC).

4.5.1.-CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS, FÍSICAS ELÉCTRICAS DEL PVC presión.

| MECÁNICAS | UNIDADES | VALOR | NORMA |
|--|----------------------------------|---|------------------------|
| Tensión de trabajo σ_s . | MPa | 10(dn<90mm) 12.5(dn≥mm) | Une en ISO 1452 |
| Resistencia al impacto. | %TIR | ≤10 | Une en 744 |
| Resistencia a la presión interna. | °C/h | Sin fallo | Une en 921 |
| FÍSICAS | | | |
| Temperatura de reblandecimiento Vicat. | °C | ≥80 | Une en 727 |
| Refracción longitudinal. | % | ≤5 | Une en ISO 2505 |
| Resistencia al diclometano. | . | Sin ataque | Une en 580 |
| Densidad. | Kg/m ³ | 1.350kg/m ³ ≤ p ≤ 1.460kg/m ³ | ISO 1183-1 |
| TÉRMICAS | | | |
| Coefficiente de dilatación térmica. | $\frac{m}{m^{\circ}C}$ | 8.10 ⁻⁵ | Une 53126 |
| Conductividad térmica. | $\frac{kcal.m}{m^2.h.^{\circ}C}$ | 0.13 | Une 92201 Une 92202 |
| ELÉCTRICAS | | | |
| Rigidez dieléctrica. | kV/mm | 35-30 | Une en 60243-1 |
| Resistividad transversal. | Ω/cm | 10 ¹⁵ | . |
| Constante dieléctrica. | . | 3.4 | . |
| TEMPERATURA DEL AGUA | | | |
| Factor de Corrección | Que ha de aplicarse a | La presión nominal | |
| 0°C a 25°C | 1 | | |
| 25°C a 35°C | 0.8 | | |
| 35°C a 45°C | 0.63 | | |

Tabla 12.-ADECUA – 2010 – Tubería lisa PVC presión para abastecimiento y distribución

El colector en paralelo se construye a partir de tramos de tubos plásticos que pueden ser de un largo variable pero todos del mismo tamaño, conectados entre sí por tés de media pulgada y en los extremos opuestos por dos codos.

El calentador solar está constituido por la siguiente relación, 9 tramos de 1,60 metros dándole un área de captación de 1,3 metros cuadrados. Esta variante de colector solar es más eficiente porque el agua caliente circula por varias vías al mismo tiempo.

Para que todo el mecanismo sea funcional se necesita un tanque de agua fría que mantenga al sistema lleno de agua o una fuente externa que nos mantenga el sistema siempre lleno de agua. Puede utilizarse también un solo tanque para agua fría y agua caliente, pero tiene que ser de mayor volumen para suplir las necesidades de agua de la casa.

Para un mejor entendimiento de la obra los materiales necesarios se dividirán en componentes del sistema. (Ver tabla 9) para la variante más eficiente y económica.

CAPÍTULO 5.-DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE CALENTADOR SOLAR CON MATERIAL RECICLABLE.

5.1.-Orientación e inclinación

5.1.1.-Orientación.

5.1.2.-Inclinación.

5.2.-Funcionamiento del calentador solar.

5.3.-Prototipo.

5.3.1.-Dimensión del serpentín.

5.3.2.-Dimensión de la caja.

5.3.3.-Partes básicas.

5.3.4.-Dimensión del termo tanque.

5.4.-Sistema de funcionamiento.

5.5.-Colocación en la vivienda.

En este Capítulo se presenta el proceso de diseño, construcción y montaje de un calentador solar, así como la unión del calentador solar y el termo tanque además de la colocación del equipo a la casa, para consumo doméstico, operando por termosifón. Hecho con material reciclable, de muy bajo costo pero sobre todo ecológico, Para que sea accesible a la población de la Ciudad de Puebla en condición de pobreza según (Tabla 11).

Aprovechando los principios de la física para su funcionamiento: transferencia de energía, color, medios de transmisión de calor, termosifón, efecto invernadero, densidad, vasos comunicantes, reflexión, calor específico, calorimetría.

5.1.-ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.

5.1.1.-ORIENTACIÓN.

Antes de decidir definitivamente la orientación del calentador solar debemos comprobarla muy cuidadosamente. Utilice un compás para localizar el “norte magnético”, recordando que éste no es exactamente el mismo que el “norte verdadero”. Para conocer la variación entre el norte verdadero y el

magnético consultaremos uno de los mapas que nos muestre esta variación magnética. Debemos comprobar que cerca del lugar donde nos encontremos no existe un campo magnético así como líneas de alta tensión que puedan influir en el compás magnético y en el resultado final de la posición del norte verdadero, Por supuesto el sur verdadero está a 180 grados del norte verdadero, en el hemisferio sur, es decir en la dirección opuesta. (STU, 1985).

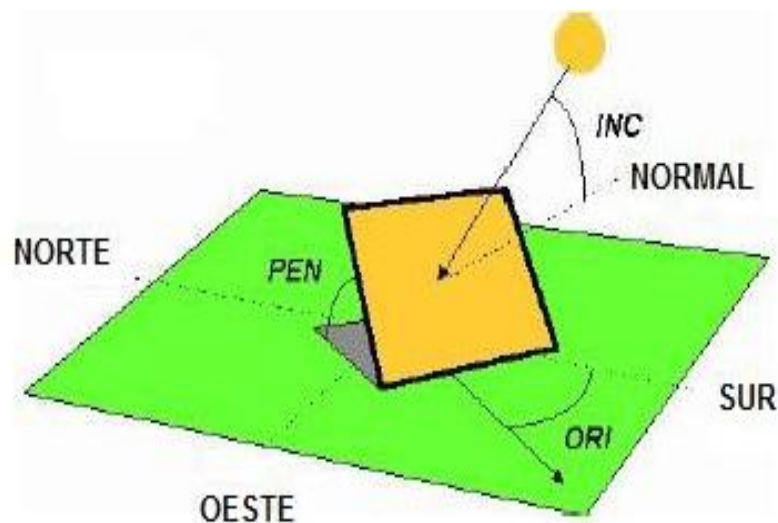


Fig.41.-STU CAMPBELL – 1985 – La superficie cuadrada muestra hacia el sureste con una pendiente mayor que 0° .

No se requiere de mucha precisión para la orientación del calentador, si orientamos el calentador a más de 45 grados con respecto a la perpendicular con la línea que forma la unión del norte con el sur verdaderos, obtendremos más del 90 % de la radiación total total que podríamos captar, (Fig. 41).

Actualmente, tener los calentadores solares desviados de la orientación correcta sobre unos 15 grados, hacia el sudoeste en vez de hacia el sureste. En el este, la radiación solar matinal nos llega a través de capas de niebla, el aire que rodea los calentadores llega a estar más caliente por la tarde – alrededor de unos 15 grados- cuando el sol está más al oeste. (Tabla 13).

| ANGULO DE DESVIACIÓN | PORCENTAJE DE ENERGÍA SOLAR INTERCEPTADA. |
|----------------------|---|
| 0° | 100.0 % |
| 5° | 99.6 |
| 10° | 98.5 |
| 15° | 96.5 |
| 20° | 94.0 |
| 25° | 90.6 |
| 30° | 86.6 |
| 35° | 81.9 |
| 40° | 76.6 |
| 45° | 70.7 |
| 50° | 64.3 |

Tabla 13.-STU CAMPBELL – 1985 - Porcentaje de radiación interceptada por un calentador desviado de la orientación correcta.

El calentador solar se sitúa de tal forma que a lo largo del periodo de utilización aprovecha al máximo la radiación solar disponible con una orientación hacia el sur.

5.1.2.- INCLINACIÓN.

La diferencia entre la altitud del Sol en junio y su altitud en diciembre es de 47 grados. Recordemos que siempre y cuando la radiación solar incida en el calentador con un ángulo de 30 grados, éste refleja más cantidad de radiación que la que absorbe.

El ángulo que forman los rayos de la radiación y la superficie del calentador se llama ángulo de “ángulo de incidencia”. A medida que el ángulo de incidencia aumenta, El rendimiento del calentador solar disminuye.

Una costumbre muy usada por los arquitectos, y que da buenos resultados, es que la inclinación de las cubiertas debe ser equivalente a la latitud del lugar más 10 grados. (Si vivimos en una latitud de 18 grados Norte, debemos de prever una cubierta con una inclinación de (28 grados latitud norte ciudad de Puebla), si bien esta regla no es tan inmediata aplicación, especialmente en las construcciones modernas). (Tabla 14).

| ÁNGULO DESEADO | SENO | ÁNGULO DESEADO | SENO | ÁNGULO DESEADO | SENO |
|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| 15 | 0.2588 | 25 | 0.4226 | 35 | 0.5736 |
| 16 | 0.2756 | 26 | 0.4384 | 36 | 0.5878 |
| 17 | 0.2924 | 27 | 0.4540 | 37 | 0.6018 |
| 18 | 0.3090 | 28 | 0.4695 | 38 | 0.6157 |
| 19 | 0.3256 | 29 | 0.4848 | 39 | 0.6293 |
| 20 | 0.3420 | 30 | 0.5000 | 40 | 0.6428 |
| 21 | 0.3584 | 31 | 0.5150 | 41 | 0.6561 |
| 22 | 0.3746 | 32 | 0.5299 | 42 | 0.6691 |
| 23 | 0.3907 | 33 | 0.5446 | 43 | 0.6820 |
| 24 | 0.4067 | 34 | 0.5592 | 44 | 0.6947 |
| | | | | 45 | 0.7071 |

Tabla 14.-ALVAREZ PIMBERT – 2012 – Senos para calcular la altura del calentador solar.

Altura mínima del calentador solar = 2 mts. * Seno (28°) = 2 mts * 0.4695 = 0.939 mts. = 93.9 cm

Altura máxima del calentador solar = 2 mts. * Seno (30°) = 2 mts. * 0.5000 = 1.00 mts. = 100 cm.

5.2.-FUNCIONAMIENTO DEL CALENTADOR SOLAR.

El calentador solar tiene un funcionamiento en realidad muy sencillo, La luz solar se convierte en calor al tocar la placa térmica colectora, la cual puede ser metálica (fierro, cobre, aluminio, etc.) o de plástico. Esta debe ser oscura para lograr la mayor recolección de calor, por debajo de la misma se encuentran los cabezales de alimentación y circulación de agua, por donde el líquido “entra frío y sale caliente” del calentador solar plano.

El agua circulara dentro del sistema, mediante el mecanismo de termosifón, el cual se origina por la diferencia de temperatura que se genera en el agua debido al calentamiento proporcionado por el sol. Esto significa que, el agua caliente es más ligera que la fría, y en consecuencia tiende a subir. Esto es lo que sucede entre el calentador solar plano y el termo tanque, con lo cual se establece una circulación natural, sin necesidad de ningún equipo de bombeo. (HERNANDEZ REYES, 2011)

Para que el agua se mantenga caliente y lista para usarse en el momento requerido, esta se almacena en el termo tanque, el cual está forrado con un aislante térmico para evitar la pérdida de calor.

El calentador solar tiene la capacidad de proporcionar agua a una temperatura de hasta 65°C en un día soleado. Sin embargo, la temperatura del agua depende de la aplicación, que se le desee dar y de las condiciones climáticas. (Fig. 42).

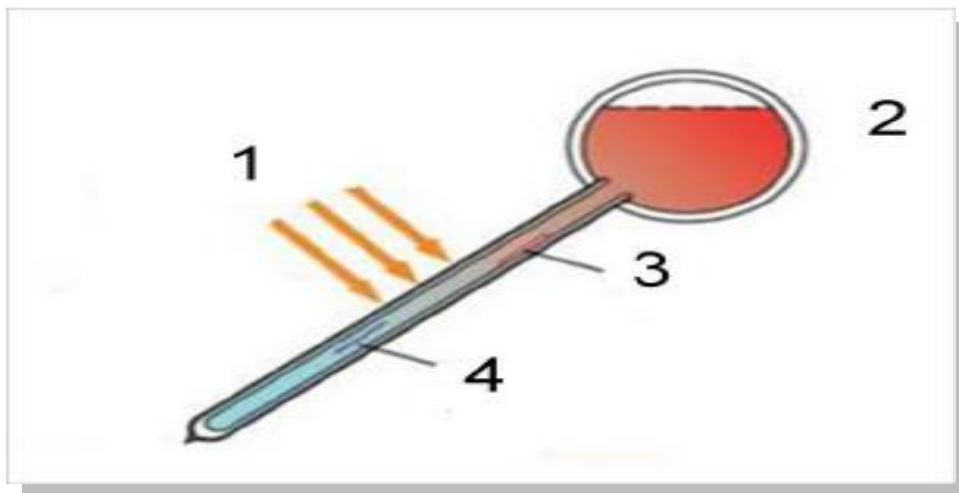


Fig.42.-HERNANDEZ REYES – 2011 - Significado de los números es: 1. Energía solar; 2. Termo tanque; 3. Agua caliente; 4. Agua fría. En la imagen se muestra como al entrar en contacto la energía solar con el tubo del calentador solar que transporta agua fría.

Por ejemplo al calentar piscinas se requieren temperaturas del orden de 30°C, mientras que para tomar un baño lo adecuado son alrededor de 50°C. En un día soleado bastarán 2 horas de exposición solar para tener agua caliente, para obtener el 100% de la capacidad instalada, será necesario una insolación de 5 o 6 horas, aunque esto puede variar dependiendo de la capacidad del modelo.

Para tener agua caliente siempre lista para usar se recomienda seguir el “ciclo de calentamiento de agua” el cual, generalmente, va de las 10:00 hrs. A las 16:00 hrs. Durante este lapso de tiempo el calentador solar llega a su máxima capacidad. Por lo tanto, lo más recomendable es bañarse en la tarde y dejar suficiente agua para quien desee bañarse en la mañana.

5.3.-PROTOTIPO.

Por el constante aumento del precio de los hidrocarburos y la actual problemática económica exigen al arquitecto, el conocimiento y uso de nuevas alternativas energéticas (Energía Solar) y que estas a su vez sean amigables con el medio ambiente en todas las fases del proceso (elaboración, utilización y eliminación).

Con base a lo descrito anteriormente en los capítulos previos se propone un nuevo prototipo de calentador solar con material reciclable, usando como base los actuales calentadores solares de placa plana, las dimensiones al igual que los materiales a utilizar son propuestas de acuerdo a consideraciones ambientales, económicas y facilidad de fabricación. (ELÉCTRICA, 2011).

5.3.1.-DIMENSIÓN DEL SERPENTIN.

El diámetro de los tubos cabezales de PVC de tensión deberá ser de 19 mm mayor al diámetro de los tubos elevadores de PVC de tensión de 13 mm de diámetro, con el fin de que distribuya la mayor cantidad de caudal que entra por el cabezal inferior a través de los tubos elevadores.

CARACTERISTICAS:

Material: Tubería de PVC de tensión, Pintado con pintura negro mate secado rapido para aplicaciones solares de 250 que resiste mas de 250 °C.

Se puede ver las medidas acotadas en metros del material en las Figuras 43 y 44.

Serpentin de 1.75 x 1.15

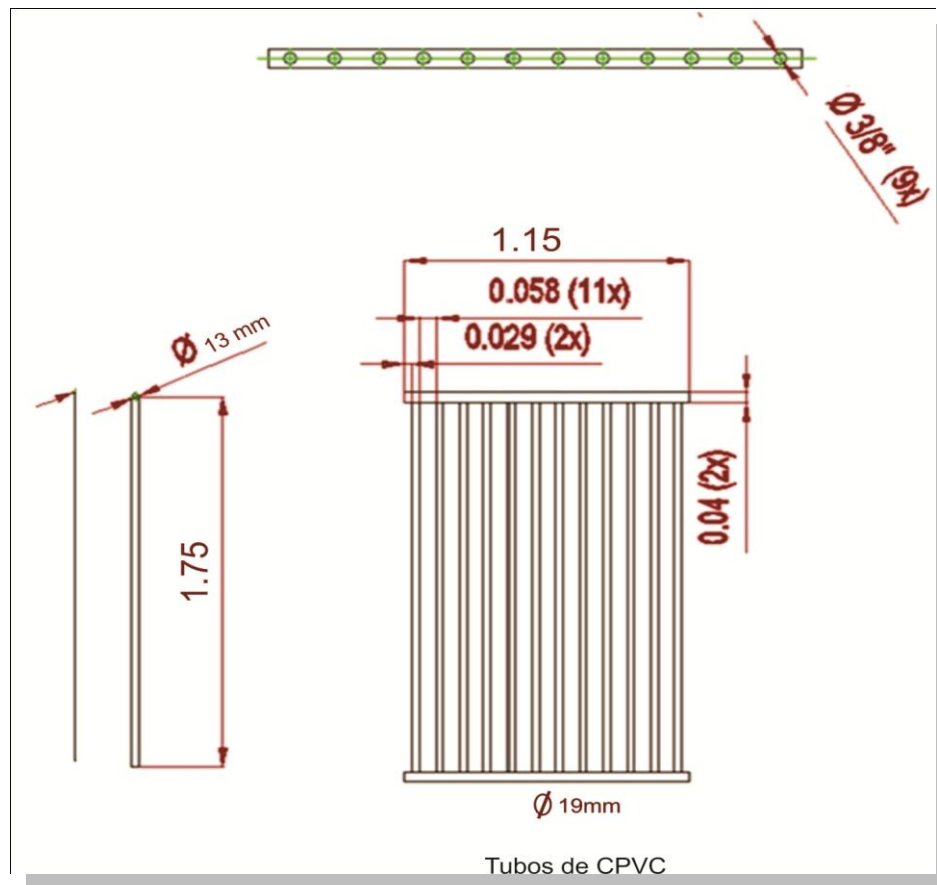


Fig.43.-HERNANDEZ REYES – 2011 - Dimensiones del Serpentin.

De acuerdo a la norma NMX-ES-001-2205 establece que los elementos absorbedores (tubos y placas) deberán fabricarse en materiales que posean una conductividad térmica mayor a 125 Wm K (anexo A) y una absorvencia mayor a 0.9 y además debe estar fabricada de acero, cobre o aluminio, para este caso utilizaremos tubería de PVC de presión de 13 y 19 mm (CPVC).

El diámetro de los cabezales (PVC de presión) de 19 mm) ubicados en la parte superior e inferior del serpentín deben ser mayor diámetro que los diámetros de los tubos elevadores (PVC de presión de 13 mm) para lograr mayor velocidad del fluido considerando que este no será impulsado por una bomba sino por efecto de diferencia de densidades entre mayor sea el diámetro la velocidad de elevación hasta el cabezal superior será menor.

Calentador solar

| | | | |
|----|--|---------------|-------------|
| 1 | Tubo cpvc de 13 mm para largueros. | 1.73 longitud | 14 Tramos |
| 2 | Tubo cpvc de 19 mm para el cabezal. | 1.15 longitud | 2 Tramos |
| 3 | Codos cpvc de 90 x 13 mm. | | 2 pzas |
| 4 | Tee cpvc de 19 mm con reducción al centro a 13 | | 26 pzas |
| 5 | Tapón capa cpvc de 19 mm. | | 2 pzas. |
| 6 | Tuerca Unión de 13 mm PVC. | | 1 pza. |
| 7 | Poli espuma (Embalaje de Equipos Electrodomésticos) de 1.75 metros x 1.15 de ancho. | | 1 hoja |
| 8 | Lámina metálica de desperdicio enderezada. | 1.80 x 1.15 | 1 pza. |
| 9 | Silicón resistente a la intemperie color negro. | | 3 cartuchos |
| 10 | Cristales de 4 mm. de desecho de 1.79 x 1.14. | | 1 hoja |
| 11 | Pija autobrocable de 8 x ¼" | | 100 pzas |
| 12 | Pintura de esmalte acrílica negro mate | | 1 litro |
| 13 | Angulo de aluminio de 25mm 3.05. | | 3 pzas. |
| 14 | Pegamento para cpvc. | | 1 litro |
| 15 | Grapas de uso rudo para engrapadora. | | 200 pzas. |

Tabla 15 .-EL AUTOR – Lista de materiales para el calentador solar con material reciclable.

5.3.2.- DIMENSIONES DE LA CAJA.

Las dimensiones de la caja son determinadas con respecto a las dimensiones del serpentín, como se muestra en la Fig 43, procurando dejar una separación entre los tubos largueros de 8.7 cm de centro a centro del serpentín de las paredes exteriores de la caja así el centro del tubo es de 3.5 cm de distancia suficiente para que no haga contacto entre el serpentín y la caja para evitar las pérdidas por convección.

| | Dimensiones Exteriores (metros) | Dimensiones Interiores (metros) | Espesor de pared (milímetros) |
|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Largo | 1.80 | 1.58 | 19.05 |
| Ancho | 1.20 | 1.18 | 19.05 |
| Alto | 0.1077 | 0.095 | 1.27 |

Tabla 16.-ESIME – 2011 - Dimensiones de la caja.

Largo = 1.80 mts. Ancho = 1.20 mts. Espesor = 0.11 mts.

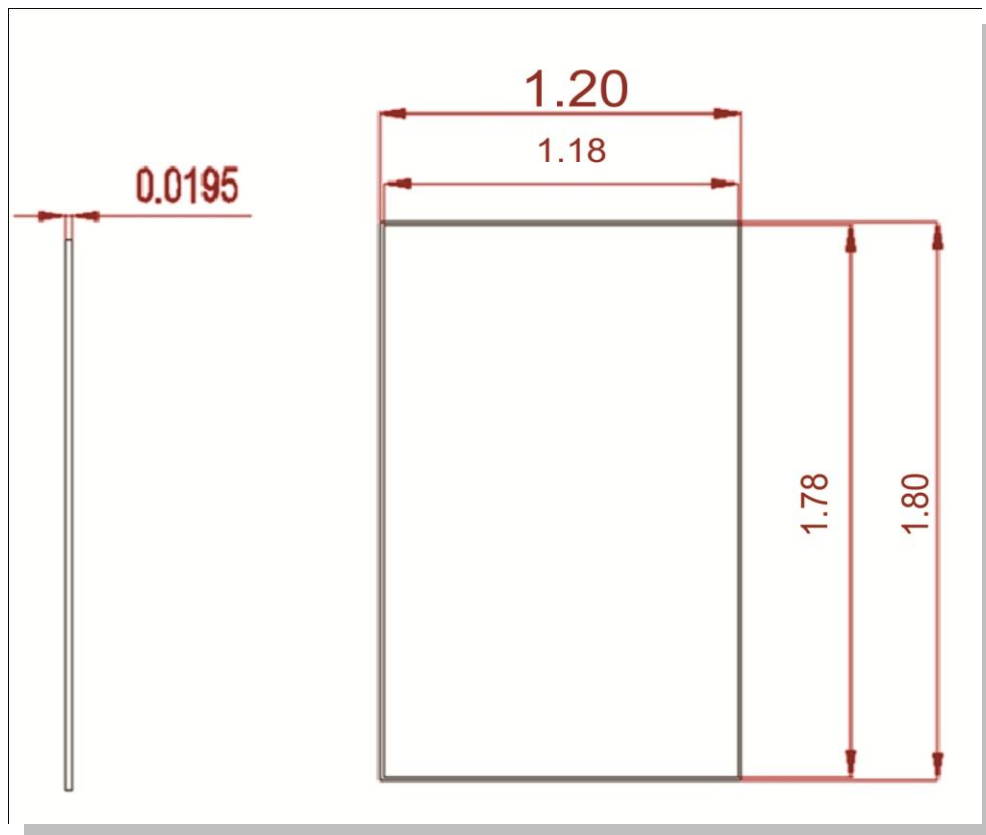


Fig.44.-HERNANDEZ REYES – 2011 -Vista lateral (izquierda) y superior (derecha) de la caja mostrando dimensiones interiores y exteriores.

De acuerdo a la norma NMX-ES-001-2005 la caja del colector podrá ser de madera, metal, fibra de vidrio de cualquier otro material aislante y resistente, para este caso se utilizará madera de empaque por su bajo nivel de conductividad térmica (0.13WmK en comparación con los metales como el acero 47-58 WmK, hierro 1.7 WmK o aluminio 209.3 WmK).

Para reducir en lo posible el costo inicial del colector, se utiliza madera de empaque de pino de $\frac{3}{4}$ " de espesor para las paredes laterales y triplay de empaque de $\frac{1}{2}$ " de espesor como base para la caja. Esto también para tener suficiente espacio en el interior de la caja para colocar el aislamiento, los conectores y el serpentín.

El aislante utilizado es el poliespuma (Embalaje de Equipos Electrodomesticos), el aislante recubrirá todo el interior de la caja (base y paredes) de forma que no exista espacios sin quedar cubiertos.

Sobre la tapa se colocará un vidrio de 4 mm como tapa, para evitar la pérdida de calor por convección del aire y para general el efecto invernadero dentro de la caja.

En la Figura 25 se muestra las vistas lateral y superior de la caja.

5.3.3.-PARTES BÁSICAS.

Está constituido básicamente por : (Figura 45)

1. Marco de aluminio anodizado.
2. Cristal claro de 4 mm de desecho de 1.79 x 1.14.
3. Placa térmica colectora (serpentín), de tubo de cpvc de 13 y 19 mm.
4. Cabezales de alimentación y descarga de agua, de cpvc de 19 mm
5. Aislante térmico de poli espuma (Embalaje de equipos electrodomesticos).
6. Caja del colector de 16 mm madera de empaque.

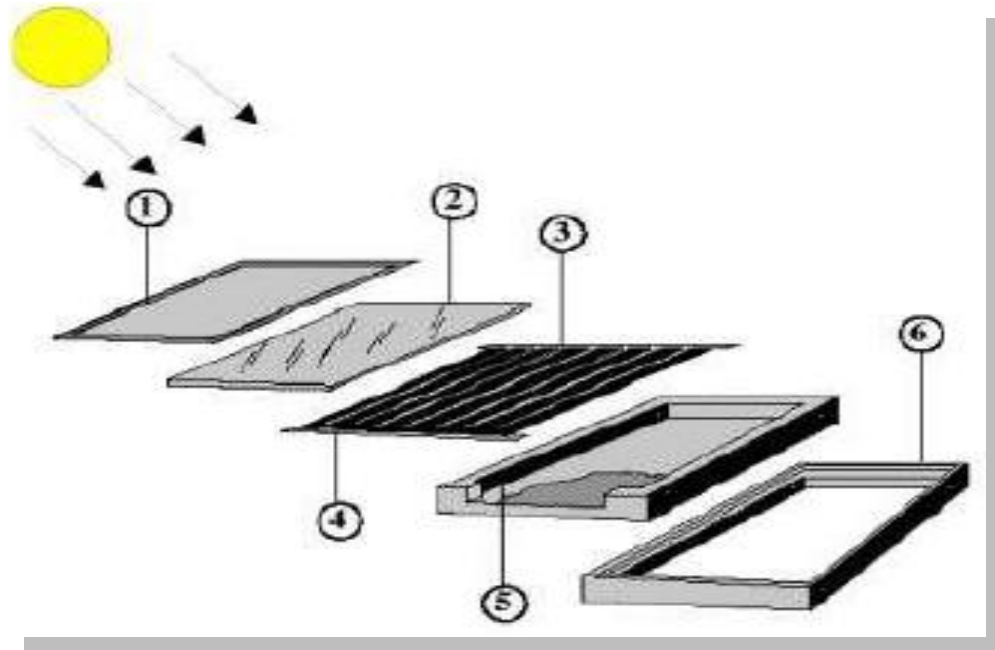


Fig. 45.-UAM-UI – 2007 - Despiece del calentador solar con material reciclable de placa plana.

5.3.4.- DIMENSIONES DEL TERMOTANQUE.

Un sistema de calentadores solares planos para una casa habitacion comun donde viven 5 pesonas se requiere de 4.50 metros cuadrados por familia de la Ciudad de Puebla según Tabla 11.

Generalmente se dimencionan los los paneles, dando 0.90 metro cuadrado de calentador solar por persona. (DEFFIS CASO A. , 2004.).

Se consideran 30 litros por persona por día para el servicio básico de duchas, esto quiere decir que si son 5 personas en la familia se recomienda un equipo de 150 litros, si ocupan agua caliente para la lavadora y para la cocina se recomienda considerar una persona más por día, de acuerdo a la norma referida en el reglamento de construcción del Distrito Federal Vigente, (Tabla 15).

Espesor de la lámina de acero para el Termo Tanque :

| | | |
|-----------------------------|---------|--------------------|
| Presión Atmosférica. | 14.7 | lb/in ² |
| Presión de diseño. | 44.7 | lb/in ² |
| Tolerancia de Corrosión | 0.125 | in |
| Esfuerzo máximo permisible. | 17100 | lb/in ² |
| Eficiencia de soldadura | 1 | |
| Diametro de recipiente | 14,5669 | in |
| Eficiencia de soldadura | 1 | |
| 8 coples roscados de Ø½" | 300 | Pzas. |

Tabla 17.-ESIME – 2011 –Datos técnicos de diseño.

De acuerdo a las recomendaciones expuestas por la ANES(Asociación Nacional de Energía Solar) expresa que el calor necesario para calentar 100 litros diarios se puede suministrar con gran seguridad día a día si se emplea un calentador de 2 m² aproximadamente y un tanque térmico de más de 100 litros por ejemplo de 150 litros. Así la capacidad extra permite aumentar el tiempo en que ese calor estará disponible, y superar con facilidad los días nublados, con lo anterior podemos estimar que las dimensiones inferiores de la caja (1.67 m²) son suficientes para calentar una capacidad aproximada de 100 litros o menos, las dimensiones del termo-tanque son las siguientes :

DIMENSIONES:

Largo : 1.10 m.

Diámetro de las tapas : 0.60 m.

CARACTERISTICAS :

Material : Tinaco de plástico

Forrado con una capa de Poli espuma de empaques.

La Figura 46 muestra las vistas del termo – tanque.

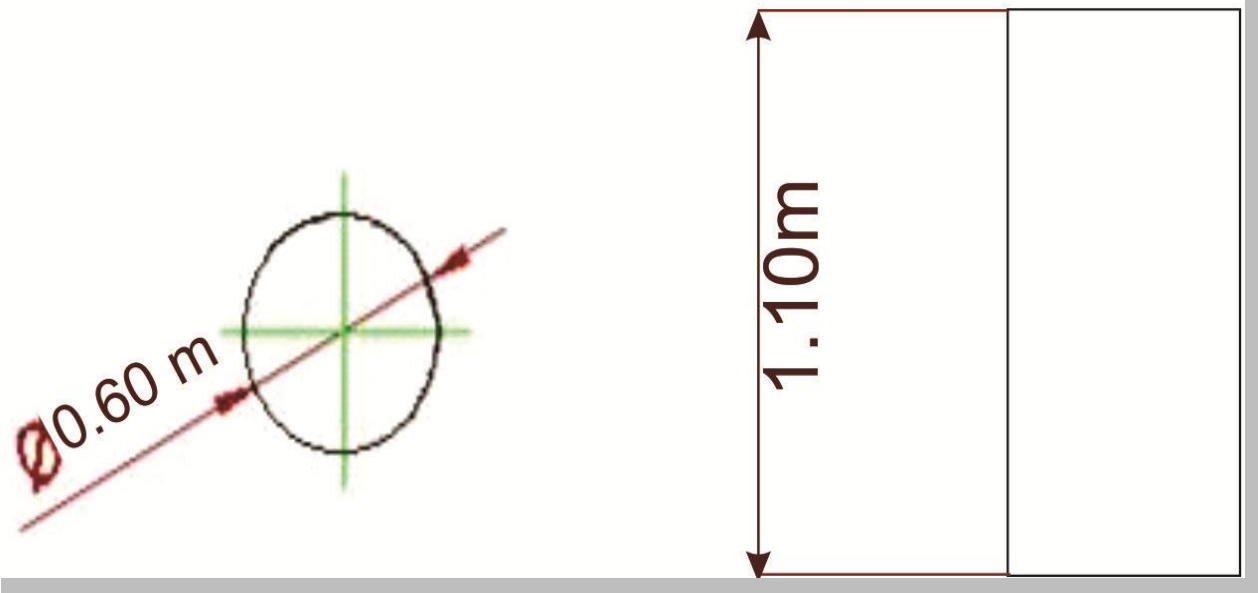


Fig. 46.- ESIME – 2011 - Dimensiones del Termo-tanque en vista lateral (izquierda) y superior (abajo).

Termo tanque y la base :

| | | | |
|---|--|--|----------|
| 1 | Tanque de plástico de 120 litros de capacidad | | 1 pieza |
| 2 | Tanque de plástico de 200 litros de capacidad | | 1 pieza |
| 3 | Poli espuma (Embalaje de Equipos Electrodomésticos). | | 5 metros |
| 4 | Brida para tinaco | | 4 piezas |
| 5 | Reducción Bushing de 62 mm x 19 mm. | | 4 piezas |
| 6 | Tuerca Unión de 13 mm PVCH | | 1 pieza |
| 7 | Cinta canela | | 1 rollo |
| 8 | Angulo de 19 mm. de 6 mts. de longitud | | 2 tramos |
| 9 | Lámina de Poli espuma Recicladas | | |

Tabla 18.- EL AUTOR – Material necesario para el termotanque y base.

| | | | |
|----|---|--|----------|
| 1 | Tee cpvc de 19 mm | | 3 piezas |
| 2 | Válvula pvc de esfera de 19 mm roscable | | 4 piezas |
| 3 | Conector cpvc cuerda exterior de 19 mm | | 8 piezas |
| 4 | Codo cpvc de 90 x 19 mm | | 8 piezas |
| 5 | Conector cpvc cuerda exterior de 19 mm | | 1 pieza |
| 6 | Conector cpvc de 13 mm | | 2 piezas |
| 7 | Tee cpvc de 19 mm con reducción al centro de 13 | | 2 piezas |
| 8 | Tubo cpvc de 19 mm de 6 mts | | 1 tramo |
| 9 | Codo cpvc de 90 x 13 mm | | 1 pieza |
| 10 | Reducción bushing de 13 a 19 mm | | 1 pieza |
| | | | |
| | | | |

Tabla 19.-EL AUTOR – Para conectar el Calentador Solar a la línea de agua caliente de la casa y al calentador de gas(bypass).

5.3.5.-ARMADO DEL CALENTADOR SOLAR.

1.- Se pegan los largueros de tubo de cpvc de 13 mm con una te en cada extremo y estas a su vez se van pegando entre sí con pegamento para cpvc si no se utiliza este pegamento se puede tener problemas de pegado para ir formando el serpentín.



Fig.47.- ÁNGELES – 2010 - Armado del serpentín a base de tubos y conexiones cpvc.



Fig.48.-ANGELES – 2010 - Lámina de Poli espuma (Embalaje de Equipos Electrodo-mésticos) de 1.75 metros x 1.15de ancho.



Fig.49.- ANGELES – 2010 - A la caja de madera hay que fijar los tramos de lámina Poli espuma.



Fig.50.- ANGELES – 2010 - Una vez colocados los tramos de lámina hay que montar el radiador de tubos.



Fig.51.- ANGELES – 2010 - Ya que está colocado el serpentín hay que montar la otra parte de las láminas metálicas sobre el radiador, estas fueron dobladas previamente para darle la forma del tubo.



Fig.52.- ANGELES – 2010 - Una vez que se han terminado de colocar las láminas de aluminio de procede a pintar de negro mate.



Fig.53.- ANGELES – 2010 - Proceso de acabado del calentador solar con material reciclable.

2.-Posteriormente se coloca la fibra de vidrio sobre la hoja de policarbonato y la cubrimos con las bolsas de plástico. (ORTÍZ TAPIA, 2014)

3.- Finalmente se coloca el serpentín de cpvc ya armado y pintado dentro de la base del colector sobre la fibra de vidrio, una vez que está instalado el serpentín se procede a colocar el vidrio previamente armado con los ángulos de metal de 19 mm, estos se fijan al vidrio mediante sellador de poli espuma en sus 4 extremos; los ángulos los vamos a fijar en el borde de la caja de madera con pijas autobrocables y posteriormente se aplica sellador de poliuretano a las orillas de los ángulos para asegurar un buen aislamiento de la cámara de efecto invernadero, así se termina el calentador solar con material reciclable con medidas de 1.80 metros de largo por 1.20 metros de ancho

5.3.6.-ARMADO DEL TERMO TANQUE

No es tan importante la posición del termotanque ya sea vertical u horizontal, o la colocación de las conexiones del termo-tanque al colector y a la cisterna, lo único que se debe tomar en cuenta es que la salida y entrada de agua caliente al termo-tanque siempre se ubicarán en la parte superior (de la mitad del termo-tanque hacia arriba) y la salida y entrada de agua fría al termo-tanque se ubicarán en la parte inferior del mismo (de la mitad del termo-tanque hacia abajo). Esto para evitar que el agua fría al entrar al tinaco del termo-tanque produzca turbulencia y se mezcle con el agua caliente, provocando una disminución considerable de la temperatura.

Al igual que la caja, este estará cubierto por un aislante térmico a su alrededor para evitar pérdidas de calor.

Para Conectar el Termo tanque con el Colector Solar

| | | | |
|---|-----------------------------|--|----------|
| 1 | Tuerca unión cpvc de 19 mm | | 4 piezas |
| 2 | Codo cpvc de 90 x 19 mm | | 3 piezas |
| 3 | Tee cpvc de 19 mm | | 1 pieza |
| 4 | Tubo cpvc de 19 mm de 3 mts | | 2 tramos |

| | | | |
|----|--|--|----------|
| 5 | Conector cuerda exterior cpvc de 19 mm | | 9 piezas |
| 6 | Válvula de retención de 19 mm roscable | | 1 pieza |
| 7 | Válvula flotador de 13 mm | | 1 pieza |
| 8 | Conector cuerda interior cpvc de 13 mm | | 1 pieza |
| 9 | Válvula de pvc de esfera de 19 mm | | 2 piezas |
| 10 | Termómetro de carátula de 0 a 120° C | | 1 pieza |
| 11 | Codo cpvc de 45 x 19 mm | | 6 piezas |

Tabla 20.- EL AUTOR – 2014 - Lista de Materiales reciclados.

1.- Al tanque interno del termo tanque le vamos a colocar las bridas de tinaco en las medidas descritas en el proyecto de la versión # 2 del Ingeniero Emilio Álvarez, para colocarlas vamos a barrenar el tanque con una sierra corta círculos de metal apoyados con un taladro.



Fig.54.- ANGELES – 2010 - Tanque interno del termo tanque se perfora para colocar bridas



Fig.55.- ANGELES – 2010 - Al tanque exterior igualmente le vamos a hacer los mismos orificios para que por ahí saquemos las distintas líneas de alimentación de la misma forma que con el tanque interno.



Fig.56.- ANGELES – 2010 - Una vez que ya tenemos los dos tanques listos procedemos a ensamblar uno dentro de otro aislándolos con fibra de vidrio y bolsa de plástico negra.



Fig.57.- ANGELES – 2010 - Vista interior del termo tanque ya ensamblado tanque interior y tanque exterior.

5.3.7.-INSTALACION DEL BY PASS.

1.- La finalidad de instalar este by pass es para que pueda operar el calentador solar en conjunto con el calentador de gas; o únicamente el calentador solar, o únicamente el calentador de gas, básicamente consta de un juego de válvulas que van a controlar el sentido de flujo del agua.

CALENTADOR SOLAR: LINEA DE AGUA CALIENTE A SERVICIO

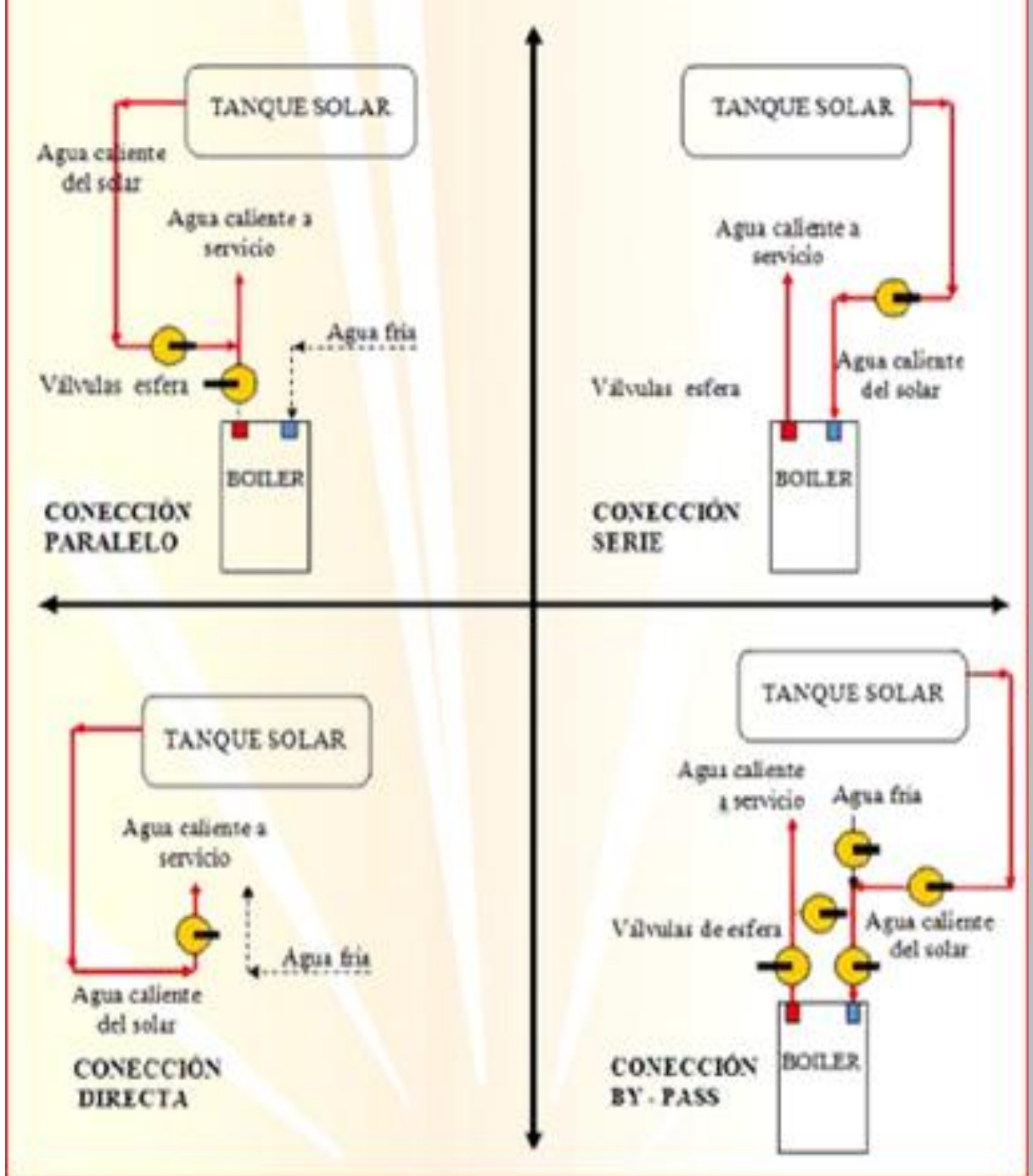


Fig.58.- ESIME – 2011 - Alternativas del instalacion del calentador solar.

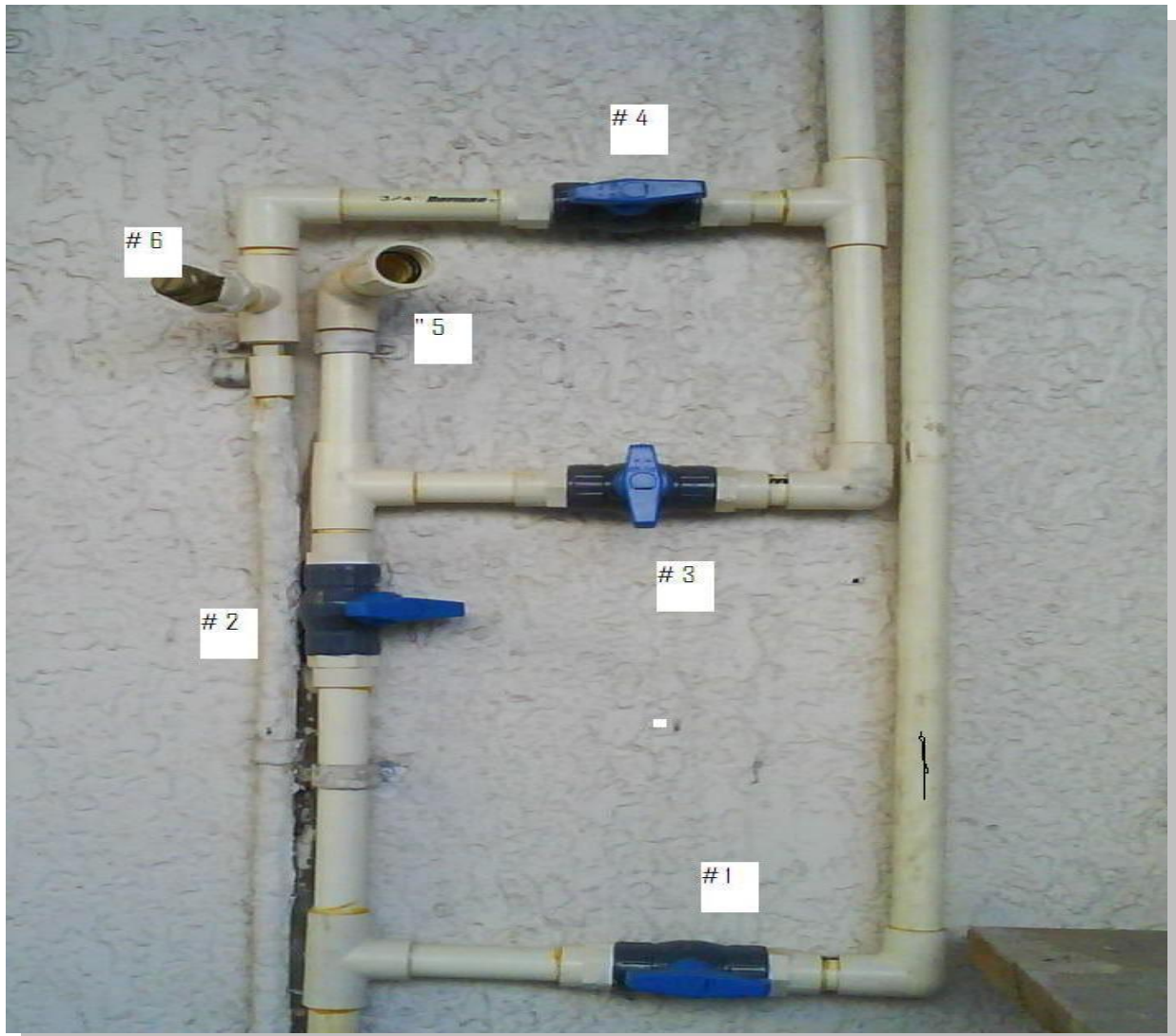


Fig.59.-ORTIZ TAPIA - 2014 - Conexión del calentador solar con el calentador de gas y el conjunto de las redes hidráulicas con tubo de PVC H.

La válvula #1 es para alimentar el calentador solar cerrando la válvula #2.

La válvula #2 es para alimentar el calentador de gas cerrando la válvula # 1, #3 y #4.

La válvula #3 es el retorno del agua caliente del calentador solar pasando por el calentador de gas, cerrando las válvulas #2 y #4.

La válvula #4 es el retorno del agua caliente pasando directo a la línea de agua caliente de la casa sin pasar por el calentador de gas, cerrando las válvulas #2 y #3.

El #5 nos indica la entrada de agua fría al calentador de gas y el #6 la salida de agua caliente del calentador de gas hacia la casa, esta operación se puede realizar haciendo el cambio de válvulas necesario para que trabaje solo el calentador de gas, que es cerrando las válvulas #1,#3 y #4 y abriendo la “2.

5.5.-COLOCACIÓN DEL CALENTADOR SOLAR EN LA VIVIENDA

1.- Colocación del calentador solar con material reciclado orientado hacia el sur, quedando en aproximadamente 33° el colector lo vamos a fijar de la base donde va el termo tanque esta base se hace de ángulo de $\frac{3}{4}''$ y del ancho del fondo del termo tanque; una vez que está instalado el termo tanque y el calentador solar con material reciclado vamos a conectarlos entre sí.

2.- Se procede a realizar la conexión de los componentes utilizando las tuercas unión de cpvc de $\frac{3}{4}''$ colocando una en la entrada de agua fría del colector que viene del fondo del termo tanque en donde se colocara una más, otra se colocara en la salida del agua caliente que va del colector al termo tanque, una más en la salida del agua caliente del termo tanque hacia la línea de servicio final y una última en la línea de alimentación de agua fría que va al termo tanque .



Fig.60.- ANGELES – 2010 - Ubicación del calentador solar con material reciclable en la azotea.

3.- Vamos a instalar también 3 válvulas de esfera de pvc de ¾”, la primera en la línea de alimentación del agua fría que viene de la red y entra en el termo tanque, la segunda la vamos a colocar en el fondo del termo tanque y es la que controla el flujo hacia el colector la tercera válvula la vamos a colocar en la salida del agua caliente del colector para purgar este y sacar muestras de agua para medir la temperatura, por último vamos a colocar una válvula de retención en la entrada de agua fría del colector, esto para evitar que el agua pudiera regresarse del termo tanque por la noche y se enfríe, cabe mencionar que el termo tanque se llena por medio de una válvula flotador instalada en el interior del mismo y así es como se controla el llenado del calentador solar.



Fig.61.- ANGELES – 2010 - Ubicación del calentador solar con material reciclable en la azotea.



Fig.62.- ANGELES – 2010 - Instalación del Termo tanque con material reciclable en la azotea.

Por último aislamos las salidas de agua caliente con fibra de vidrio enrollada con papel aluminio y finalmente cinta gris para ducto, y está listo para su operación.

5.4.-SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO.

Cuando la radiación solar alcanza la tapa, ocurrirán tres cosas; una pequeña cantidad de energía la absorbe la propia tapa, la otra se refleja en la misma y el resto pasa a través de ella, incidiendo en la placa de absorción, que está debajo. La mayor parte de esta energía queda absorbida por la placa y se transforma en calor, el cual pasa al agua contenida en el circuito del colector.

Desgraciadamente no toda la energía absorbida puede extraerse, ya que tan pronto como la temperatura de la placa comienza a elevarse, empieza igualmente a ceder calor a su entorno.

Cuando hablamos de rendimiento en un colector, hacemos referencia a la cantidad de energía extraída por agua que circula a través de él, expresada en fracciones de cantidad total de la energía solar que incide sobre el colector. Es decir, si un día este recibe 4 KWh de energía solar y contribuye

con 2 KWh al calentamiento del agua se dirá que el colector funciona al 50%. El rendimiento o eficiencia como también se le llama no es valor constante. Cambia de acuerdo con los factores que afectan la captación.

Factores que afectan la captación:

El rendimiento cambia con:

- La temperatura del aire
- La velocidad del viento
- La intensidad de la radiación
- La temperatura del agua en el colector.

Los calentadores solares de agua trabajan con un rendimiento que oscila entre el 30 por ciento y el 50 por ciento.

Queda claro que hay que hacer lo posible para que el rendimiento sea lo más alto posible. Las formas de ganancia de energía han de ser exaltadas al máximo y las pérdidas minimizadas evidentemente.

Tenemos que potenciar todo lo que seamos capaces:

1. La transmisión a través de la tapa
2. La Absorción por parte de la placa
3. La transferencia del calor de la placa al agua.

Al mismo tiempo habría que reducir al mínimo posible:

4. La conducción de calor a través de la carcasa
5. Las corrientes de convección sobre la placa
6. Las pérdidas por radiación de la placa.

CAPÍTULO 6.-CONCLUSIONES

Al realizar este proyecto de calentador solar con material reciclable se demuestra una vez más que las energías limpias o renovables son una gran fuente inagotable de energía; también es muy importante empezar a conocerlas y experimentar con ellas ya que en un futuro los energéticos fósiles actuales van a agotarse, sin contar que el uso de estos causan un gran impacto ambiental en la tierra.

Este proyectos trata de impulsar a las futuras generaciones de Arquitectos a tener un mayor interés en la investigación, desarrollando y mejoramiento de este tipo de sistemas, con esto la tecnología de energía renovables quedará a un precio más accesible al público ya que el análisis económico realizado demostró que se puede crear un calentador solar a un precio mucho más reducido.

Nuestro modelo propuesto supera al ya conocido calentador de agua (combustible gas LP); para empezar funciona con energía gratuita y limpia. El calentador debe tener un suministro eterno de gas LP; también cabe mencionar que el aislamiento térmico en los calentadores es muy escaso y poco eficiente, por esta razón ocasiona que el calor del agua escape al ambiente así gastando más su combustible para recuperarlo.

El calentador solar para uso residencial gracias a su funcionamiento y que es capaz de mantener el calor del agua en los meses críticos del año puede considerarse para reemplazar el calentador de agua tradicional o incluso también puede ser colocado antes del mismo calentador de agua tradicional, así cuando el agua pase por el termostato de dicho calentador no se activará debido al calor que trae el agua proveniente del termo-tanque, de esta forma se reducirán costos de combustible, solo se activará el calentador de agua cuando se esté agotando el líquido del termo-tanque.

FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍAS

- BÉRRIS PÉREZ, LUIS; Calentadores solares de tubos al vacío, La Habana, Cuba 2010.
- BOERO, G; Una visión más detallada de la radiación solar, Junio 2009.
- CAMPBELL, S; Construya su propio calentador solar, 1985.
- CENGEL, Y.A; Transferencia del calor y masa, 2007.
- DEFFIS CASO, Armando; Energía, 1999.
- DEFFIS CASO, Armando; Calentadores solares planos, 2004.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; Metodología de la investigación, 1991.
- IILSEN; Una alternativa sustentable para México, 2004.
- KONYA, A; Diseño en climas cálidos, 1981.
- LUNA CASTILLO, A; Metodología de la tesis, 2000.
- MANRIQUE VALADEZ, J.A; Fundamentos y aplicaciones foto térmicas, 1984.
- MAYA PEREZ, E; Métodos y técnicas de investigación, 2002.
- MONTGOMERY, R. H; Energía solar, 1992.
- PILOTOWSKY, I; Sistema de calentamiento solar de agua, 1997.
- PROCALSOL; Programa para la promoción de calentadores solares de agua, 2011.
- VAZQUEZ TORRE, G.A; Ecología y formación ambiental, 1993.

NORMAS

- LÓPEZ, J.M.; Manuales de energía renovables, 2006.
- MONTOYA, P.L.; Evaluación de un calentador solar de agua de acuerdo a la norma técnica Peruana, 2011.

TESIS

- HERNÁNDEZ REYES, J.M.; Estudio mecánico y termo hidráulico de un calentador solar para uso Residencial, 2013.
- OSSA CASTRILLON, A; Calentador de agua de bajo costo a base de energía solar, 2011.
- PEÑA JIMÉNEZ, Eloísa; Construcción y análisis de un calentador solar, 2008.

CONTRERAS TREJO, José Donato; Diseño e implementación de un calentador solar elaborado a base de material reciclable, 2010.

SALGADO CASTRO, Kisiev; Investigador del IPN mejora el 65 % los calentadores solares, 2011.

HOFMAN AGUIRRE, Víctor Hugo; Modelo poli céntrico de la zona metropolitana de Puebla, 2012.

PAGINAS WEB

BERRIZ PÉREZ, Luis; Breve historia del calentador solar, 1987.

TEXTOS CIENTIFICOS, COM; Construcción experimental de tres calentadores solares de agua, 2006.

HARRIS, Jasón; Sistema de coordenadas celestes, 2014.

CHAIN REVUELTA, F.J.; Estudiantes presentaron beneficios de los calentadores solares, 2012.

DOMÍNGUEZ, R.; Desarrollan calentador solar de mayor eficacia, 2011.

FLORES PIEDRAHITA, C; Atlas de radiación solar de Colombia, 2005.

HENAO ENCISO, C.J.; Diseño, construcción y caracterización de un prototipo de calentamiento solar de agua, 2014.

IBAÑEZ, R.; Marco conceptual, en tecnología solar, 2004.

INEGI; Estudio socioeconómico del municipio de Puebla, 2010.

INFRAESTRUCTURAS, S.A.; Tubería lisa PVC presión adecuada, 2010.

ITESM, Puebla; Diseñan alumnos del ITESM Puebla calentadores solares, 2010.

JOVER, J; Transferencia del calor, 2014.

ORTIZ TAPIA, N.; Calentador solar con tubos de PVC, 2014.

PEREZ LUNA, J.G.; Genera BUAP calentador solar termoeléctrico, 2007.

ROMAN GOMEZ, P.; Historia de la energía solar, 2011.

SARMIENTO BRAVO, J.; Puebla ocupa el cuarto lugar con mayor pobreza en el país, 2011.

VÁZQUEZ ESPI, M.; Una historia de la arquitectura solar, 2010.

GUZMÁN DEL RISCO, Arnaldo; Desarrollan en Santiago de Cuba calentador solar más Funcional, 2014.

MOFFIN, P.; Diseño y construcción de un calentador solar, 2010.

ICLEI, M; Calentadores solares de agua, 2011.

SANTANA AGUILAR, Reynaldo; Construcción de calentadores solares de agua para uso doméstico a partir de materiales reciclados, 2013.

INENCO; Colectores solares para agua caliente, 2014.

MILENIO, COM; Estudio que ubica a Puebla como la tercera entidad más pobre de México, 2010.

SENER; Prospectiva de energías renovables, 2014.

RAMOS AGUILAR, Rogelio; Modelación de isolíneas meteorológicas, 2014.

SEDESOL; Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social, 2014.