



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE MÉXICO



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CHICULOAPAN



# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CHICULOAPAN

---

---

## INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

### ESTUDIO DE LA NORMATIVIDAD APLICABLE A LOS CALENTADORES SOLARES DE AGUA (NOM-027)

**Tesis**

PRESENTA

Brenda Rodríguez Bravo

Director: Dr. Eduardo Ríos Urbán



Fecha: octubre de 2020



La presente tesis, titulada: “ESTUDIO DE LA NORMATIVIDAD DE LOS SISTEMAS SOLARES PARA CALENTAMIENTO DE AGUA DE USO RESIDENCIAL” realizada por Brenda Rodríguez Bravo bajo la dirección del Dr. Eduardo Ríos Urban, ha sido aprobada y aceptada, como requisito parcial para obtener el grado académico de licenciatura como:

Ingeniera en Energías Renovables

Director de Tesis: \_\_\_\_\_

Dr. Ríos Urbán Eduardo

Revisora de Tesis: \_\_\_\_\_

Dra. Elisa Sánchez Cruces

Revisor de Tesis: \_\_\_\_\_

Lic. José Eduardo Herrera Leguízamo

\_\_\_\_\_  
Mtro. David Sánchez Luna  
Jefatura de la Carrera de Ingeniería en  
Energías Renovables

\_\_\_\_\_  
Mtro. Rodrigo Cepeda Fernández  
Subdirector Académico del TESCH



## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia quiero agradecer a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme en el punto en el que me encuentro. También quiero agradecer a mi familia por brindarme todo su apoyo. En especial a mi mamá por todo el esfuerzo que ha hecho para que yo esté hasta aquí. Al igual que mi tío ha sido un gran ejemplo, que nos ha demostrado que todo lo que te propones lo puedes lograr. Ya que no ha sido sencillo este proceso, pero gracias a las ganas de transmitir sus conocimientos y dedicación, he logrado importantes objetivos como concluir el desarrollo de este proyecto con éxito.



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVO PRINCIPAL.....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>10</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 1. Generalidades de los calentadores solares.....</b>	<b>12</b>
1.1. Energía Solar Directa.....	12
1.2. Tipos de Energía Solar.....	13
1.3. Energía Solar Térmica.....	13
1.3.1. Funcionamiento de una central Termosolar.....	13
1.3.2. Colectores.....	14
1.4. Energía Solar Fotovoltaica.....	14
1.4.1. Ventajas de la energía solar fotovoltaica.....	15
1.5. Energía Solar Pasiva.....	16
1.5.1. Técnicas para el aprovechamiento solar pasivo.....	16
1.5.2. Beneficios de la energía solar pasiva.....	17
<b>CAPÍTULO 2. Requerimientos técnicos de instalación.....</b>	<b>18</b>
2.1. Calentadores solares de agua (csa).....	18
2.1.1. ¿Para qué sirve un calentador solar?.....	18
2.1.2. Funcionamiento de un calentador solar.....	18
2.2. Funciones de los componentes y accesorios del scsa.....	21
2.3. Características de funcionamientos de los diferentes SCSA.....	24
2.4. Tipología de scsa (pasivo/termosifón, activo/forzado).....	27
2.5. Clasificación.....	28
2.5.1. Sistemas prefabricados y sistemas a medida.....	28
<b>CAPÍTULO 3. TIPOS DE COLECTOR SOLAR.....</b>	<b>29</b>
3.1. Colector Solar Plano.....	29
3.1.2. Ventajas de los colectores solares planos.....	30
3.1.3. Desventajas de los colectores solares planos.....	30
3.2. Captadores Solares Térmicos No Vidriados.....	31
3.3. Colectores solares de placa plana.....	32



3.3.1.	Funcionamiento de colector placa pana. ....	32
3.4.	Colectores solares de tubos de vacío “todo vidrio”. ....	33
3.4.1.	Funcionamiento de tubos de vacío. ....	34
3.5.	Colectores solares de concentración. (Cilindro Parabólico). ....	35
3.5.1.	Componentes de un colector solar de cilindro parabólico. ....	36
3.6.	Calentadores solares evacuados de baja presión. ....	36
3.6.1.	Ventajas de calentadores evacuados de baja presión. ....	36
3.6.2.	Desventajas de calentadores evacuados de baja presión. ....	37
3.7.	Calentadores solares evacuados de alta presión. ....	37
3.7.1.	Calentador solar evacuado de doble tanque. ....	37
3.8.	Calentadores evacuados con tubos de calor (heat pipes). ....	38
3.8.1.	Ventajas de calentadores evacuados con tubos de calor. ....	38
3.8.2.	Desventajas de calentamiento evacuados con tubos de calor. ....	39
3.9.	Calentadores solares evacuados con tubos de calor operando a circulación forzada. 39	
3.9.1.	Ventajas de calentadores solares evacuados con tubos de calor operando a circulación forzada. ....	39
3.9.2.	Desventajas de calentadores solares evacuados con tubos de calor operando a circulación forzada. ....	40
3.10.	Componentes principales de un scsa. ....	40
3.11.	Dimensionamiento de los scsa. ....	46
3.12.	Clasificación y tipología de las instalaciones. ....	47
3.13.	Plan de instalación. ....	48
3.14.	Requisitos mínimos para la instalación de una vivienda unifamiliar. ....	52
3.14.1	Conexión de tinaco. ....	53
3.15.	Cuidado y mantenimiento. ....	53
3.16.	Equipo de seguridad. ....	54
<b>CAPÍTULO 4. Análisis de la NOM 027</b> .....		<b>56</b>
4.1.	Objetivo y campo de aplicación. ....	56
4.2.	Definiciones. ....	56
4.3.	Clasificación. ....	57
4.4.	Especificaciones. ....	57
4.4.1.	Resistencia de sobrecalentamiento. ....	58



4.4.2.	Resistencia a heladas.....	58
4.4.3.	Resistencia al impacto.....	58
4.4.4.	Capacidad del tanque térmico.....	58
4.4.5.	Desarmado e inspección final. ....	59
4.4.6.	Componentes mínimos obligatorios.....	59
4.7.	Método de prueba.....	59
4.7.1.	Rendimiento térmico del calentador de agua solar.....	59
4.7.2.	Capacidad del tanque térmico.....	61
4.8.	Criterios de aceptación.....	62
4.9.	Etiquetado.....	62
4.10.	Garantía del producto.....	63
4.11	Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad.....	63
4.12.	Sanciones.....	63
<b>CAPÍTULO 5. Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable .....</b>		<b>64</b>
5.1.	Propósito.....	64
5.2.	Descripción General.....	64
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>66</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>66</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Instalación Termosolar .....	14
Ilustración 2. panel solar .....	15
Ilustración 3. edificio solar pasivo .....	16
Ilustración 4. instalación de un colector solar .....	19
Ilustración 5. tubo evacuado.....	20
Ilustración 6. tubo calórico.....	21
Ilustración 7. carga de agua de un termotanque .....	21
Ilustración 9. carga de energía scsa alta presión .....	22
Ilustración 10. carga de energía scsa colector plano .....	23
Ilustración 11. consumo de agua caliente .....	24
Ilustración 12. efecto termosifónico .....	24
Ilustración 14. termosifón indirecto.....	27
Ilustración 15. con flujo forzado o activo .....	27
Ilustración 16, colector solar plano .....	29
Ilustración 17. componentes del colector solar plano.....	30
Ilustración 18. captador solar plano no vidriado .....	32
Ilustración 19. placa plana.....	32
Ilustración 20. tubos de vacío.....	34
Ilustración 21. cilindro parabólico .....	35
Ilustración 22. alta presión.....	37
Ilustración 23. calentador evacuado de doble tanque .....	38
Ilustración 24. tubos de calor heat pipes .....	38
Ilustración 25. tubos de calor operando a circulación forzada.....	39
Ilustración 27 .....	42



Ilustración 28 .....	42
Ilustración 29 .....	42
Ilustración 30 .....	42
Ilustración 31 .....	43
Ilustración 32 .....	43
Ilustración 33 .....	43
Ilustración 34 .....	44
Ilustración 35 .....	44
Ilustración 36 .....	44
Ilustración 37 .....	44
Ilustración 38 .....	45
Ilustración 39 .....	45
Ilustración 40 .....	45
Ilustración 41 .....	45
Ilustración 42 .....	46
Ilustración 43 .....	46
Ilustración 44 .....	46
Ilustración 45. techos con inclinación norte/sur .....	50
Ilustración 46. techos con inclinación este/oeste.....	50
Ilustración 47. diagrama de instalación de baja presión con colector de tubos evacuados.....	52
Ilustración 48. diagrama de instalación de baja presión con colector plano.....	52
Ilustración 49. conexión a tinaco csa colector de tubos evacuados y colector plano. .....	53
Ilustración 50. equipo de protección.....	55





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ventajas y desventajas de los sistemas pasivos/termosifón y activos/flujo forzado .....	26
Tabla 2. tipología de scsa .....	27
Tabla 3. división de calentadores solares de agua prefabricadas y a medida. ....	28
Tabla 4. definición y función de accesorios de los scsa .....	42
Tabla 5. consumo de agua caliente sanitaria para diseño de instalaciones solares. .....	47
Tabla 6. instalación de scsa de termosifón directo.....	51
Tabla 7. mantenimiento preventivo mínimo.....	54
tabla 8. calor útil del calentador de agua solar (clima templado).....	57
tabla 9. ahorro de gas .....	57
tabla 10. condiciones climáticas de referencia para la prueba de exposición, térmico externo y choque térmico interno .....	58
Tabla11. resistencia de presión hidrostática. ....	65



## **OBJETIVO PRINCIPAL.**

Realizar un estudio de la Normatividad aplicable a los sistemas térmicos solares de concentración para calentamiento de agua de uso residencial en México.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Analizar los fundamentos del funcionamiento de los sistemas de aprovechamiento de energía térmica solar.
2. Evaluar los requerimientos de instalación de los diferentes tipos de sistemas térmicos solares.
3. Realizar un estudio de la Norma 027 Sistemas Térmicos Solares.
4. Analizar el estándar de Competencia “Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable”.
5. Realizar la clasificación de los ventiladores comerciales según los tipos de aplicación y potencia eléctrica para su incorporación en la NOM034.



## **JUSTIFICACIÓN.**

La energía es capaz de producir algún tipo de trabajo o poner algo en movimiento. El calentador solar se basa en utilizar la energía solar, y en especial la energía térmica, la cual consiste en el aprovechamiento de la Energía del Sol para producir calor. Es inagotable ya que se dice que el sol libera más energía en un segundo que toda la energía consumida por la humanidad. Los precios del gas y del petróleo han ido elevando, por lo que es conveniente pensar el otro tipo de energía más accesible.

Los calentadores solares son económicos y disminuye el uso de hidrocarburos, principalmente el Gas LP, el cual contribuye al deterioro de la calidad del aire, de igual manera provoca el efecto invernadero. Cuando se habla de un calentador solar implica necesariamente de los rayos del sol.



## **CAPÍTULO 1. Generalidades de los calentadores solares.**

La Energía solar es la que llega a la Tierra es una forma renovable de energía, obtenida de la radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema fototérmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico).

Dicha energía ha sido aprovechada por la vida naturalmente desde tiempos antiguos, y gracias a la tecnología contemporánea es posible recibirla y almacenarla en células fotovoltaicas o distintos tipos de colectores térmicos, para aprovecharla con fines humanos.

El sol emite constantemente energía al espacio y mucha de ella impacta la Tierra, la mayoría es rechazada por la atmósfera y dispersada al espacio, pero un 30% restante ingresa al planeta y es absorbida por los océanos y continentes. Aproximadamente unos  $1000 \text{ W/m}^2$  de energía ingresan a nuestro mundo por esta vía.

La radiación solar **puede entonces convertirse en energía calórica o eléctrica**, con la que alimentar hogares, industrias y todo tipo de mecanismos; es una fuente constante (pues el sol siempre emite), económica, no contaminante y segura de energía.

### 1.1. Energía Solar Directa.

Es el resultado de un proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el interior del Sol. Toda la energía que se genera en este proceso, nuestro planeta recibe menos de una milmillonésima parte.

La radiación solar que llega a la superficie terrestre se puede transformar en electricidad o calor. Puede ser utilizada directamente como calor o para producir vapor (solar térmica) y para generar electricidad (solar eléctrica).



La forma más sencilla de aprovechar la energía solar es utilizando los calentadores solares de agua, los cuales son eficientes y fáciles de usar. Los calentadores solares son sistemas fototérmicos en los que se puede canalizar la energía irradiada por el sol hacia nuestros hogares, usándola para calentar agua para uso doméstico, para calentar agua en deportivos y albercas

## 1.2 Tipos de Energía Solar.

Existen tres tipos de formas para aprovechar la Energía Solar.

1. Energía Solar Térmica.
2. Energía Solar Fotovoltaica.
3. Energía Solar Pasiva.

## 1.3 Energía Solar Térmica.

Consiste en el aprovechamiento de la energía procedente del Sol para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire. Se trata de una forma de energía renovable, sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Esta forma de generar energía puede aplicarse en viviendas e instalaciones pequeñas, pero también en grandes centrales de energía solar térmicas.

Entre las distintas aplicaciones de esta fuente de energía renovable existe la posibilidad de generar electricidad mediante una central termosolar. La tecnología actual permite calentar agua con la radiación solar hasta producir vapor y posteriormente obtener energía eléctrica. Aunque el rendimiento termodinámico no es muy elevado comparado con otros sistemas, el precio del combustible es nulo.

### 1.3.1 Funcionamiento de una central Termosolar.

Se concentra la radiación solar en un punto para generar vapor, con el vapor se acciona una turbina de vapor conectada a un generador eléctrico. El generador eléctrico es el encargado de transformar la energía mecánica en electricidad.

Los colectores de energía solar térmica son los encargados de captar la energía térmica de la radiación solar. Estos colectores solares se clasifican como colectores de baja, media y alta temperatura dependiendo de su forma de trabajar.



### 1.3.2 Colectores.

- Temperatura Baja: Proveen calor útil a temperaturas menores de 65° C.
- Temperatura Media: Son los dispositivos que concentran la radiación solar para entregar calor útil a mayor temperatura, usualmente ente los 100 y 300° C.
- Temperatura Alta: Trabajan a temperaturas superiores a los 500° C. se usan para la generación de energía eléctrica.

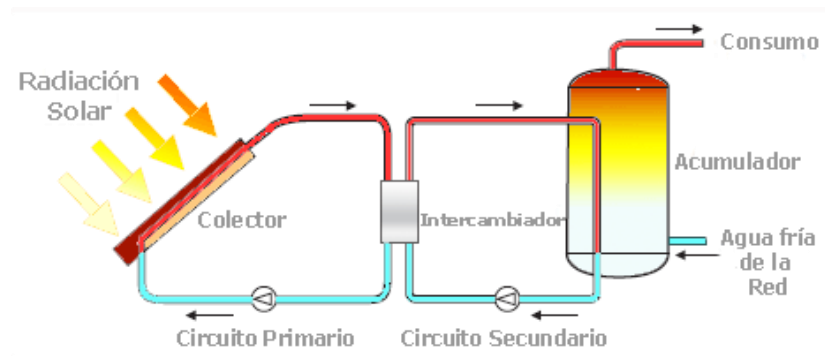


ILUSTRACIÓN 1. INSTALACIÓN TERMOSOLAR

### 1.4 Energía Solar Fotovoltaica.

Consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Este tipo de energía, a menudo se la denomina directamente energía fotovoltaica.

Esta transformación de energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material base para la fabricación de paneles fotovoltaicos suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula solar genera una corriente eléctrica. Esta electricidad generada se puede aprovechar como fuente de energía.



ILUSTRACIÓN 2. PANEL SOLAR

#### 1.4.1 Ventajas de la energía solar fotovoltaica.

- No genera contaminación ni emisiones de gases de efecto invernadero.
- No requiere de combustión de combustibles fósiles.
- Su dimensionamiento es escalable. Es fácil añadir o quitar módulos según la demanda energética.

#### **PRINCIPALES APLICACIONES.**

- Sistemas integrados en tejados y edificios. Son generalmente montados sobre la estructura del techo o la pared ya existentes.
- Colector solar fotovoltaico térmico híbrido: Son sistemas que convierten la radiación solar en energía térmica y eléctrica.
- Concentrador Fotovoltaico: Utilizan lente y espejos curvos para enfocar la luz solar en células solares pequeñas; de esta manera se consigue una potencia fotovoltaica mucho mayor.
- Solar flotante: Se instalan en sitios donde hay poca superficie de tierra disponible. Los paneles solares se encuentran flotando en una superficie acuática como en un lago, pantano, etc.
- Sistemas independientes: un ejemplo más claro de estos sistemas son las calculadoras solares.



### 1.5 Energía Solar Pasiva.

Los sistemas pasivos aprovechan la radiación solar sin la utilización de ningún dispositivo o aparato intermedio. Esto se realiza mediante la adecuada ubicación, diseño y orientación de los edificios.

Aplicando la arquitectura bioclimática se pueden reducir significativamente la necesidad de climatizar los edificios y de iluminarlos.

La energía solar pasiva es un método antiguo de aprovechamiento de la radiación solar.

Están hechos para almacenar y distribuir energía solar en forma de calor en el invierno y rechazar el calor solar en verano. A esto se le llama diseño solar pasivo porque no implica el uso de dispositivos mecánicos y eléctricos.

Las leyes de la termodinámica juegan un papel fundamental en este aspecto ya que las transferencias de calor y temperatura son la base de la energía solar pasiva.



ILUSTRACIÓN 3. EDIFICIO SOLAR PASIVO

#### 1.5.1 Técnicas para el aprovechamiento solar pasivo.

Utiliza componentes tales como paredes, suelos, ventanas, techos; elementos de construcción exteriores y paisajismos para controlar el calor generado por el sol. Los diseños de calefacción solar atrapan y almacenan la energía térmica de la luz solar directa.





Un aspecto muy importante para el aprovechamiento de la energía solar pasiva está en saber gestionar el flujo de corriente de aire dentro del edificio para así poder capturar el calor en invierno y dispararlo en verano.

### 1.5.2 Beneficios de la energía solar pasiva.

- Se caracteriza por su bajo coste para la realización de su trabajo.
- El coste del mantenimiento es muy reducido.
- Durante su funcionamiento no se emiten gases de efecto invernadero.
- El ahorro y consumo de la energía dependen del tamaño de la instalación (sea de energía renovable o convencional).
- Ofrecen ahorros importantes, sobre todo en lo que respecta a la calefacción de espacios.
- Combinado con la tecnología solar activa; como la energía solar fotovoltaica, pueden convertirse en una excelente fuente de ingresos.



## CAPÍTULO 2. Requerimientos técnicos de instalación.

### 2.1. Calentadores solares de agua (csa).

Es un sistema fototérmico para absorber la radiación solar y transferir la energía térmica producida a un fluido de trabajo. El calentador solar de agua es un dispositivo que convierte la energía radiante del sol en calor; este calor obtenido de la energía radiante del sol se transfiere por contacto con un fluido de trabajo, el cual se utiliza para elevar la temperatura del agua sin necesidad de utilizar algún tipo de combustible. Tiene una vida útil de hasta 20 años.

Un sistema típico de CSA consta de básicamente de 3 componentes:

1. **Colector solar:** capta la energía solar y transfiere el agua
2. **Termotanque:** almacena el agua caliente.
3. **Sistema de tuberías y válvulas:** transporta el agua entre el colector, termotanque y sistema sanitario mediante el efecto termosifón.

Dependiendo de las condiciones externas a algunos sistemas de calentamiento se requiere agregarle una bomba, pero estos sistemas funcionan bajo el principio de circulación forzada.

#### 2.1.1. ¿Para qué sirve un calentador solar?

Los calentadores solares sirven para calentar agua, aceite, glicol, salmuera y aire.

Pero principalmente estos calentadores solares son usados con el fin de calentar agua; así mismo se aprovecha el agua caliente para tomar duchas, por lo que se han adaptado para utilizarse en residencias o comercio.

#### 2.1.2. Funcionamiento de un calentador solar.

Los colectores solares domésticos tienen un funcionamiento muy sencillo. La luz solar se convierte en calor al tocar la placa térmica colectora, la cual puede ser metálica, aluminio, cobre, plástico; etc. Deben de ser oscuras para lograr mayor recolección de calor, por debajo de la misma se encuentran los cabezales de alimentación y circulación de agua, donde el líquido entra frío y sale caliente del colector solar.



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. El agua caliente es más ligera que la fría y, en consecuencia, tiende a subir. Esto sucede entre el colector solar y el termotanque, lo cual se establece una circulación natural sin necesidad de utilizar algún 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.

Tiene una capacidad de proporcionar agua a una temperatura de hasta 65°C en un día soleado. La temperatura del agua depende de la aplicación, que se le desee dar y de las condiciones climáticas.

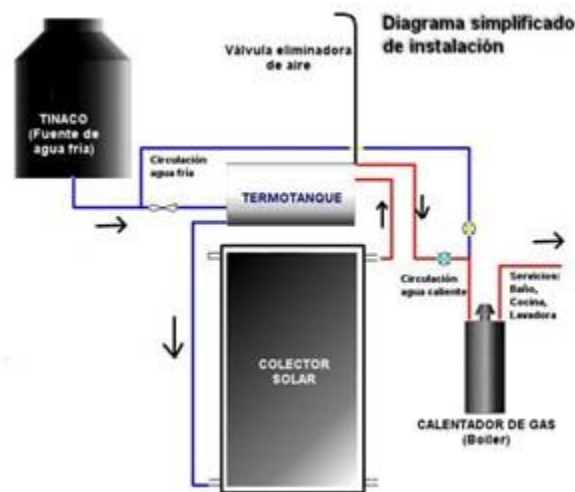


ILUSTRACIÓN 4. INSTALACIÓN DE UN COLECTOR SOLAR

El colector solar se instala en el techo o en un área bien soleado y se orienta de tal manera que logre captar mayor radiación solar. La inclinación que debe mantener la estructura es la que corresponda a la latitud del lugar  $\pm 10^\circ$ . La República Mexicana está situada entre los paralelos  $14^\circ 28'$  y  $32^\circ 43' 35''$  de latitud norte.

Un sistema de calentamiento de agua puede componerse de uno o más colectores solares interconectados. Para el caso de una vivienda con 3 o 4 personas un



sistema tiene una superficie aproximadamente de  $2\text{m}^2$  y una capacidad de termotanque de 150 litros.

Algunos tubos evacuados la estructura incluye unos reflectores por la parte posterior de donde se instalarán los tubos evacuados.

El fluido del trabajo recibe la energía solar directa o indirecta.

- *Forma Directa*: el agua circula dentro del termotanque y el tubo evacuado; a estos sistemas igual se les llama de un solo ciclo.
- *Forma Indirecta*: se transmite el calor del termotanque, por medio de un tubo calórico (heat pipe). Es conveniente en zonas propensas a congelación, para evitar que el agua rompa las tuberías al congelarse; a estos sistemas también se les llama sistemas de dos ciclos.

## ¿QUÉ ES UN TUBO CALÓRICO?

Es una varilla hueca de cobre rellena de acetona. La evaporación y condensación de la acetona dentro del tubo calórico transporta el calor de las paredes de vidrio del tubo evacuado, con ayuda de aletas de aluminio, hasta un bulbo superior que se encuentra en contacto con el termotanque.

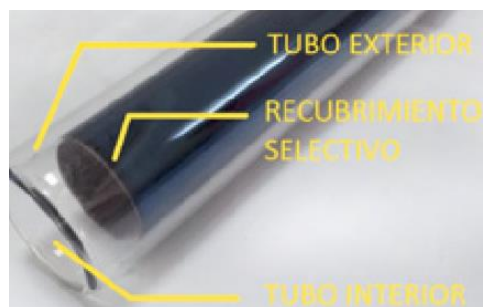


ILUSTRACIÓN 5. TUBO EVACUADO



ILUSTRACIÓN 6. TUBO CALÓRICO

## 2.2. Funciones de los componentes y accesorios del scca.

El funcionamiento de un Sistema de Calentamiento Solar de Agua se describe en lo siguiente:

### 1. *Carga de agua en el Termotanque.*

Al inicio de sus operaciones el calentador se llena completamente con el agua de uso que proviene del tinaco o de la red presurizada; para que pueda llenarse se debe de permitir la purga de aire para que se llene completamente.

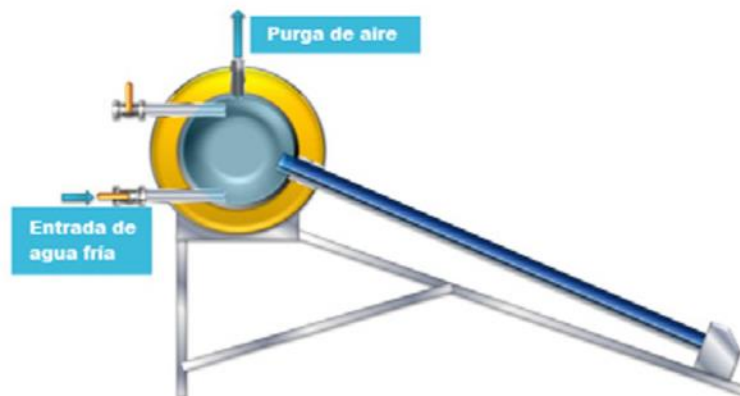


ILUSTRACIÓN 7. CARGA DE AGUA DE UN TERMOTANQUE



## 2. Carga de energía para su funcionamiento.

El equipo se carga de energía mediante el colector solar.

En los sistemas de baja presión el agua fluye hacia el interior del tubo evacuado y está en contacto directo con el tubo de vidrio interno, el cual es el que se calienta con la luz solar. Se le conoce como sistema directo.

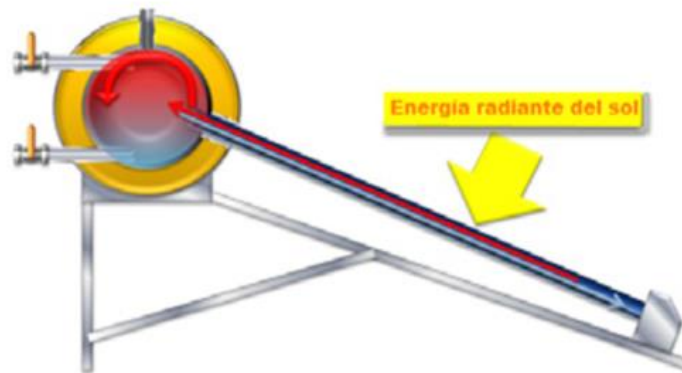


ILUSTRACIÓN 8. CARGA DE ENERGÍA SCSA BAJA PRESIÓN

Los sistemas de alta presión son tubos evacuados, no hay flujo de agua del termotanque al colector solar. Se le conoce como sistema indirecto.

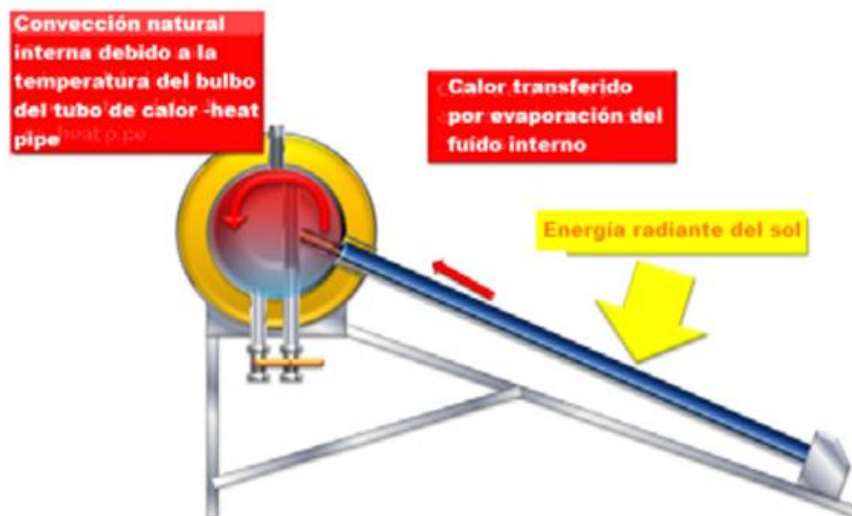


ILUSTRACIÓN 9. CARGA DE ENERGÍA SCSA ALTA PRESIÓN



Los sistemas con colectores solares planos, el agua circula por un circuito externo de mangueras y/o tubos para conectar el colector solar con el termotanque y a través de flujos que regularmente son de cobre en el interior del colector; es un sistema directo.

La energía radiante del sol se convierte en calor, el cual se transfiere al agua circulando entre el colector y el termotanque, por el fenómeno físico de termosifón. El sistema se deja expuesto un día o más, para que almacene la temperatura mínima de operación.

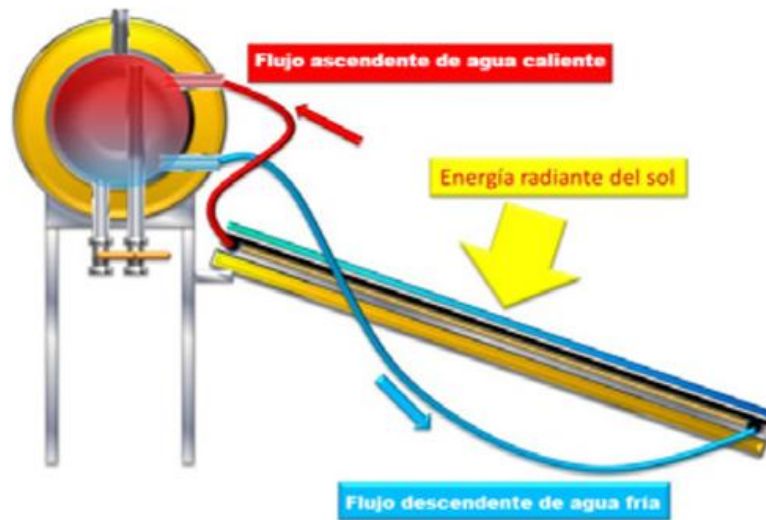


ILUSTRACIÓN 10. CARGA DE ENERGÍA SCSA COLECTOR PLANO

### 3. Consumo de agua caliente

Una vez que el calentador ha recibido suficiente energía solar, se puede consumir el agua caliente.

El agua obtenida es una mezcla del agua caliente del termotanque y del agua fría que entra de la red doméstica.

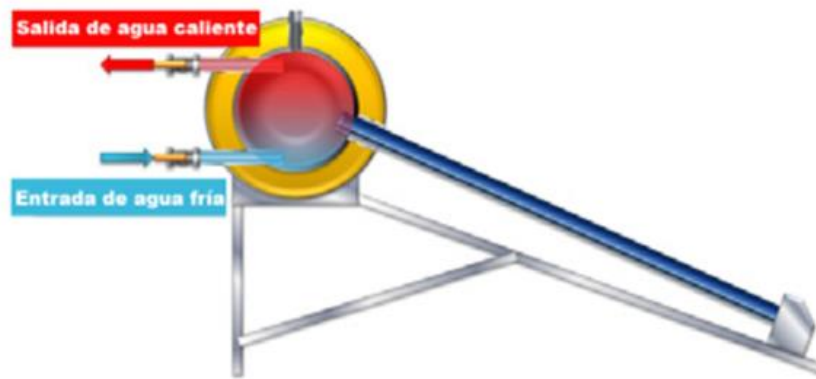


ILUSTRACIÓN 11. CONSUMO DE AGUA CALIENTE

### 2.3. Características de funcionamientos de los diferentes SCSA.

1. **Sistema de Termosifón:** funciona bajo el principio de convección para hacer circular el agua de manera natural y sin necesidad de una bomba entre el captador y el termotanque.

Se debe a la diferencia de densidad (el agua caliente es más ligera que el agua fría por eso tiene a subir), y a su vez, son producto de la diferencia de temperaturas del agua.

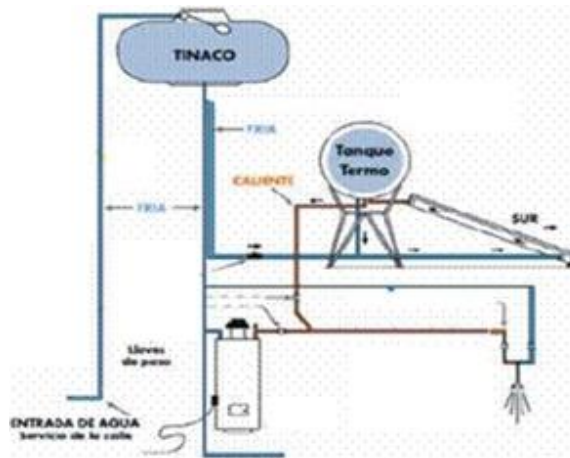


ILUSTRACIÓN 12. EFECTO TERMOSIFÓNICO

2. **Sistema Forzado o Activo:** usan una bomba para mover el líquido de trabajo, es por falta del efecto termosifónico o porque no es suficiente para mover el agua dentro del sistema.





Si requiere de una bomba o no, depende de la cantidad de colectores solares instalados, en serie o paralelo.



TABLA 1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS PASIVOS/TERMOSIFÓN Y ACTIVOS/FLUJO FORZADO

PASIVO O TERMOSIFÓN			
Circuito Abierto/Directo		Circuito Cerrado/Indirecto	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo competitivo</li> <li>• No requiere de uso de bomba</li> <li>• Mantenimiento fácil</li> <li>• No regulada</li> <li>• No hay riesgo durante heladas de colectores de tubos evacuados</li> <li>• Rendimiento energético competitivo</li> <li>• Instalación simplificada</li> <li>• Diseño simplificado</li> <li>• Uso de calentamiento auxiliar o respaldo opcional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca integración arquitectónica</li> <li>• Disposición de incrustaciones en el circuito del colector</li> <li>• Sensible a pérdidas de presión</li> <li>• Sensible a las heladas en algunas zonas-colectores planos</li> <li>• Riesgos de obstrucción por agua dura en accesorios y en colectores solares planos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay riesgo de obstrucción en el circuito del colector</li> <li>• Uso de bomba no necesario</li> <li>• No regulada</li> <li>• No hay riesgo de pérdida de presión</li> <li>• No hay riesgo durante helada</li> <li>• Más adaptado a agua dura</li> <li>• Diseño simplificado</li> <li>• Uso de calentamiento auxiliar o de respaldo opcional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor costo</li> <li>• Poca integración arquitectónica</li> <li>• Es necesario comprobar nivel de líquido anualmente y sustituir según el fabricante</li> <li>• Menor rendimiento energético que el de circuito abierto</li> <li>• Instalación con componentes adicionales</li> </ul>
ACTIVO FLUJO FORZADO			
VENTAJAS		DESVENTAJAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración arquitectónica</li> <li>• Menos probable de obstrucciones en el circuito del colector</li> <li>• Menos pérdida de presión</li> <li>• No hay riesgo durante heladas en colectores de tubos evacuados</li> <li>• Menos probable de obstrucción por agua dura</li> <li>• Uso de calentamiento auxiliar o de respaldo opcional</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo</li> <li>• Uso de bomba</li> <li>• Necesita regulación</li> <li>• Mantenimiento complejo</li> <li>• Es sensible a las heladas en algunas zonas colectores planos</li> <li>• Instalación más compleja</li> <li>• Diseño complejo</li> <li>• El sensor de la válvula de anti congelamiento debe estar completamente purgado para que funcione correctamente</li> <li>• La bomba y el controlador son frágiles y pueden causar fallas en el sistema.</li> </ul>	

## 2.4. Tipología de scsa (pasivo/termosifón, activo/forzado).

Son de dos tipos dependiendo de si su funcionamiento es automático, o si requiere de una bomba eléctrica.

TABLA 2. TIPOLOGÍA DE SCSSA

<b>TERMOFÓN/PASIVO</b>	<b>DIRECTO</b>	<p>Donde el fluido de trabajo es el agua del consumo del termotanque, aprovechando una propiedad física de agua, la cual se expande por calentamiento y por lo tanto hace que la densidad del agua caliente sea menor que la fría.</p> <p>Por lo que el agua caliente subirá naturalmente en el termotanque, mientras que el agua fría bajara al colector.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ILUSTRACIÓN 13. TERMOFÓN DIRECTO</b></p>
	<b>INDIRECTO</b>	<p>Es un dispositivo que incluye un intercambiador de calor para transferir el calor entre el fluido que fluye a través del sensor y el agua caliente sanitaria en el tanque de almacenamiento.</p> <p>El agua se calienta y circula por el colector.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ILUSTRACIÓN 14. TERMOFÓN INDIRECTO</b></p>
<b>FORZADO/ACTIVO</b>		<p>Requiere de la acción de una bomba eléctrica para la circulación del fluido. El colector se coloca en el techo y el termotanque se encuentra en un cuarto de máquinas. El flujo es similar al de los SCSSA de termosifón. La regulación se efectúa por medio de un control de temperatura diferencial en la parte inferior del termotanque y a la salida del colector, para operar la bomba cuando la diferencia de temperatura supera un valor predeterminado.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ILUSTRACIÓN 15. CON FLUJO FORZADO O ACTIVO</b></p>



## 2.5. Clasificación.

### 2.5.1. Sistemas prefabricados y sistemas a medida.

Es una clasificación usada comúnmente se distingue entre dos categorías de agua (CSA): CSA prefabricadas y a medida.

#### 1. *Calentadores de Agua prefabricadas.*

Productos con una marca registrada, vendidos como equipos completos y listos para ser instalados con configuraciones fijas; se consideran como un solo producto y se evalúan como un todo. Su uso es más común en el sector residencial.

#### 2. *Calentadores solares de Agua a medida.*

Son sistemas construidos de forma única, o montados a partir de la elección de sus componentes. Su uso es más común en el sector industrial, comercial y agroindustrial.

TABLA 3. DIVISIÓN DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA PREFABRICADAS Y A MEDIDA.

Sistemas prefabricados	Sistemas a medida
Sistemas con colector y termotanque integrados.	Sistemas de circulación forzada usando componentes y configuraciones descritos en un catálogo de componentes (generalmente sistemas pequeños).
Sistemas por termosifón.	Sistema de circulación forzada usando componentes y configuraciones descritos en un catálogo de componentes (generalmente sistemas pequeños).
Sistemas de circulación forzada con configuración fija.	Sistemas únicos en el diseño y montaje utilizados para calentamiento de agua (generalmente sistemas grandes).



## CAPÍTULO 3. TIPOS DE COLECTOR SOLAR

### 3.1. Colector Solar Plano.

Panel solar térmico cuyo objetivo es transformar la radiación solar en Energía Térmica; es el elemento más importante de los calentadores solares. Tiene una buena relación coste/efectiva en climas moderados y se adapta correctamente a un gran número de aplicaciones de Energía Solar Térmica. Su principal aplicación es el calentamiento de agua.



ILUSTRACIÓN 16, COLECTOR SOLAR PLANO

Un colector de placa plana está constituido básicamente por:

1. Marco de aluminio o Metálico.
2. Cubierta transparente, pero si se trata de vidrio debe de tener bajo contenido de hierro.
3. Placa térmica colectora. Enrejado con aletas de cobre.
4. Cabeza de alimentación y descarga de agua.
5. Aislante térmico (poliéster, lana mineral, fibra de vidrio, etc.).
6. Caja de colector galvanizada.

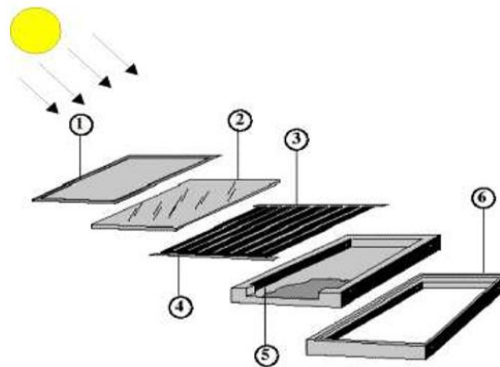


ILUSTRACIÓN 17. COMPONENTES DEL COLECTOR SOLAR PLANO

Consiste en una caja aislada térmicamente por su parte posterior y laterales.

En la parte interior, se coloca una placa metálica de color oscuro o negro en el cual hay un enrejado o serpentín de tubo metálico en contacto, generalmente de cobre.

En la parte frontal se coloca una cubierta transparente que puede ser vidrio templado especial hasta policarbonato celular.

### 3.1.2. Ventajas de los colectores solares planos.

- Soporta una amplia gama de precisión de operaciones.
- Gran vida útil.
- Tiene una mayor resistencia durante su transporte, elevación y maniobras.
- Son más resistentes al vandalismo.
- No necesitan mucho mantenimiento.
- Opera por circulación natural (termosifón)

### 3.1.3. Desventajas de los colectores solares planos.

- Muy pesado.
- Requiere de protección anticongelante en climas templados y fríos durante el invierno.
- Cambio periódico de la cubierta de policarbonato.

Existen dos tipos básicos de Colectores Solares de placa plana.



1. Paralelo “Tipo Parrilla”
2. Vertical, Horizontal y Serie “Tipo Serpentín”

La configuración en Paralelo favorece que se pueda estratificar la temperatura del colector solar con mayor volumen de circulación del agua por las ramificaciones del interior del captador y obtener un salto termodinámico de aproximadamente 10°C con un buen rendimiento.

La configuración en Serie está compuesta por un único circuito continuo con poco volumen de agua de circulación y un salto térmico superior, con un buen rendimiento.

Existe otra forma de clasificar los Colectores Solares Planos es en Vidriados o No Vidriados.

- Colector Solar Plano Vidriado.  
Se usa generalmente en sistemas de calefacción de agua domésticos o en instalaciones. La temperatura de funcionamiento es generalmente entre 30°C y 60°C. Consiste en una caja aislada cubierta por acristalamiento. En el interior, hay un absorbente en el que circula el fluido de transferencia de calor. El acristalamiento bloquea la radiación infrarroja y aísla el espacio de aire por encima del absorbente para mantener el calor.
- Colector Solar Plano No Vidriado.  
Es mucho más económico, pero menos extendido. Dependiendo de la temperatura exterior, generalmente se usa en sistemas de calefacción de agua caliente en países cálidos. En zonas templadas, la temperatura de funcionamiento es generalmente inferior a 30°C. Se compone únicamente de un absorbente en el que circula el refrigerante.

### 3.2. Captadores Solares Térmicos No Vidriados.

Es un tipo de panel solar encargado de capturar la radiación solar y transformarla en energía térmica.



ILUSTRACIÓN 18. CAPTADOR SOLAR PLANO NO VIDRIADO

Existen varios tipos de Colectores Solares Térmicos.

### 3.3. Colectores solares de placa plana.

Este tipo de panel solar capta la radiación solar recibida en una superficie para calentar un fluido. A menudo se utiliza el efecto invernadero para capturar el calor.

Es una verja de tubos metálicos, para simplificar, que conducen el agua fría en paralelo, conectados por abajo, por un tubo horizontal a la toma de agua fría y por arriba por otro similar al regreso.

La parrilla viene encajada en una cubierta, normalmente con doble vidrio para arriba y aislante por atrás.



ILUSTRACIÓN 19. PLACA PLANA

#### 3.3.1. Funcionamiento de colector placa plana.

Un colector solar térmico para el aprovechamiento de la energía solar térmica es muy básico. Cualquier cuerpo expuesto a la radiación solar recibe un flujo





energético que lo calienta y, por lo tanto, hace que aumente la temperatura. Este aumento de la temperatura implica un aumento de la energía interna.

Un cuerpo a una temperatura dada emite energía a su alrededor gracias a sus propiedades termodinámicas, en forma de radiación, y esta depende directamente de la diferencia de temperaturas entre la temperatura del cuerpo y la temperatura ambiente.

Si refrigeramos el captador solar haciéndole pasar un fluido por el interior, se aprovecha este calor, con lo que se consigue que una parte de la energía captada se transmita hacia este fluido como energía útil. El resto de energía se sigue perdiendo en forma de radiación desde el colector solar térmico hacia el ambiente exterior. Este caso, la temperatura de trabajo es siempre inferior a la de equilibrio.

La energía renovable aprovechada se saca del colector solar mediante el fluido caloportador, generalmente formado por una mezcla de agua con anticongelante e inhibidores de la corrosión.

#### 3.4. Colectores solares de tubos de vacío “todo vidrio”.

Captan la radiación recibida en una superficie relativamente grande ya la concentran mediante espejos en una superficie más pequeña.

Es un tipo de panel solar que aprovecha la energía solar térmica. El objetivo de los captadores solares es convertir la radiación solar en energía térmica.

Este sistema de energía solar renovable utiliza un tipo de panel solar que esta formado por colectores lineales alojados de tubos de vidrio al vacío.

El colector solar de tubos de vacío consta de un conjunto de tubos cilíndricos. Los tubos están formados por un absorbedor selectivo, situado sobre un asentamiento reflector y rodeado de un cilindro de vidrio transparente.

Entre el tubo exterior transparente y el absorbedor interior se ha hecho el vacío. Con ellos, se evitan las pérdidas termodinámicas por conducción y por convección desde



la superficie absorbente y este hecho permite alcanzar temperaturas de más de 100° C y aprovechar mucho más la radiación solar.



ILUSTRACIÓN 20. TUBOS DE VACÍO

#### 3.4.1. Funcionamiento de tubos de vacío.

El efecto aislante se logra en los colectores de tubos de vacío mediante un vacío en tubos de vidrio o en el espacio de dos tubos de vidrio dispuestos concéntricamente. Esta técnica reduce en gran medida de transferencia termodinámica de calor al aire ambiente a través de pérdidas conectivas reducidas.

Especialmente en invernadero, los colectores de vacío, debido a su buen aislamiento, obtiene un rendimiento térmico significativamente más alto que los colectores solares de placa plana, pero se descongelan ligeramente en la cubierta de nieve o hielo. La resistencia a temperaturas muy bajas se da como un promedio de -30° Celsius.

El límite de tubos de 70 mm a -50° Celsius. Sin embargo, se debe proporcionar protección contra heladas temperaturas inferiores a -10° Celsius para las líneas. Para realizar esta protección existen varias posibilidades. Las soluciones más



comunes son los aditivos anticongelantes para calentar el medio. Para sistemas que funcionan con agua pura, el controlador solar controlará los límites de temperatura. Si la temperatura en el retorno cae a aproximadamente 4°C, el calor del tanque de almacenamiento o el sistema de calefacción alternativa se bombea al sistema de línea del sistema solar.

### 3.5. Colectores solares de concentración. (Cilindro Parabólico).

Este tipo de panel solar es utilizado en instalaciones de energía solar térmica utiliza cilindros parabólicos para concentrar toda la radiación solar en un punto. En lugar de heliostatos, este tipo de colector emplea espejos de forma cilindro parabólica. Por el foco de la parábola pasa una tubería que recibe los rayos concentrados del sol. Actualmente el fluido alcanza temperaturas próximas a 400° Celsius.

Los captadores están formados por unas conducciones con un revestimiento selectivo que recorren longitudinalmente el captador y que actúan de absorbedor. Estas conducciones reciben la radiación solar reflejada por las paredes curvas que las rodean, logrando así una cantidad de energía superior por unidad de superficie de absorbedor ( $\text{watio}/\text{m}^2$ ).

Este tipo de colectores sirven, tanto para producir agua caliente sanitaria como de apoyo de calefacción o para eliminar equipos de frío por adsorción o absorción.



ILUSTRACIÓN 21. CILINDRO PARABÓLICO



### 3.5.1. Componentes de un colector solar de cilindro parabólico.

- Estructura metálica para dar rigidez al conjunto.
- *El reflector cilindro-parabólico:* Es concentrar la radiación solar sobre el tubo absorbente. Se construye con material reflejante. Los soportes más utilizados son la chapa metálica, el vidrio y el plástico.
- *Tubo absorbedor:* Consta de dos tubos concéntricos separados por una capa de vacío. El interior, por el que circula el fluido que se calienta es metálico y el exterior de cristal.
- *Sistema de seguimiento del Sol:* El sistema más común consiste en un dispositivo que gira los reflectores cilindro-parabólicos del colector alrededor de un eje, de este modo se consigue maximizar la captación de radiación solar y optimizar el ángulo de incidencia.

### 3.6. Calentadores solares evacuados de baja presión.

Consta de un conjunto de tubos de vidrio borosilicato, un tanque horizontal de almacenamiento de agua horizontal y una estructura de soporte metálica.

Un colector evacuado consta de dos tubos de vidrio concéntricos entre los cuales se ha realizado el vacío.

Tiene en un extremo una capa de bario color plata y se torna gris color claro cuando pierde el vacío.

#### 3.6.1. Ventajas de calentadores evacuados de baja presión.

- No requiere de protección anticongelante.
- Son ligeros.
- La conexión de los tubos de vidrio es directa al termotanque mediante empaques son necesidad de tuberías o mangueras.
- Económico.
- Opera por termosifón.



### 3.6.2. Desventajas de calentadores evacuados de baja presión.

- Requiere cambios periódicos de los empaques que sirven de sello entre los tubos y el tanque.
- Tiene menor resistencia al vandalismo.
- Si el espesor del tubo de vidrio exterior es menor a 1.5mm no soportan fuertes granizadas.
- No aprueban la presión requerida para el DIT.
- Riesgo de daño en los tubos de vidrio por choque térmico si se llenan con agua estando expuestos a la radiación solar.

### 3.7. Calentadores solares evacuados de alta presión.

Son similares a los de baja presión, excepto que el termotanque tiene un intercambiador de calor o un tanque extra interior que les permite soportar la presión de tanques elevados, red municipal o equipo hidroneumático.

El agua fría que se calienta circula a través del serpentín de cobre o del tanque interior.

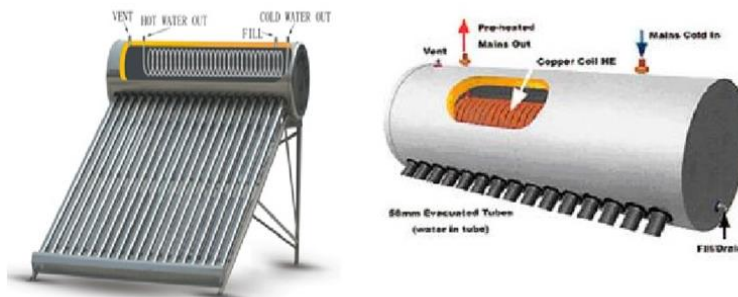


ILUSTRACIÓN 22. ALTA PRESIÓN

#### 3.7.1. Calentador solar evacuado de doble tanque.

Soportan altas presiones y cumplen con los requerimientos del DIT. Tienen las mismas ventajas que los de baja presión.

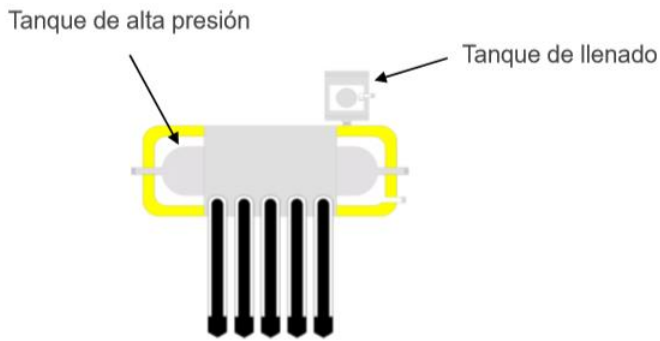


ILUSTRACIÓN 23. CALENTADOR EVACUADO DE DOBLE TANQUE

### 3.8. Calentadores evacuados con tubos de calor (heat pipes).

Consta de una serie de tubos evacuados que en su interior llevan su tubo de cobre con un bulbo en un extremo.

La energía solar calienta el tubo de calor y evapora el fluido que contiene, ascendiendo hacia el bulbo en donde se transfiere el calor de agua fría del termotanque. El fluido se condensa y desciende, llevándose a cabo un proceso continuo de evaporación-condensación durante la incidencia de radiación solar.

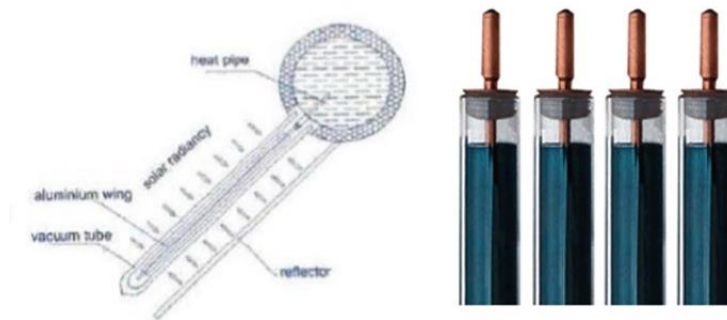


ILUSTRACIÓN 24. TUBOS DE CALOR HEAT PIPES

#### 3.8.1. Ventajas de calentadores evacuados con tubos de calor.

- Puede soportar bajas temperaturas en invierno sin necesidad de protección anticongelante.
- Operan a altas presiones.
- Son ligeros.
- No requieren tuberías para conectar los tubos evacuados en el termotanque.



- Su funcionamiento es por termosifón.

### 3.8.2. Desventajas de calentamiento evacuados con tubos de calor.

- Requieren mantenimiento periódico los sellos entre tubos y termotanque
- Frágiles en su manejo, transporte e instalación.
- Si el tubo es menor de 1.5mm no soporta fuertes granizadas.

### 3.9. Calentadores solares evacuados con tubos de calor operando a circulación forzada.

Constan de un arreglo de tubos de vidrio con su propio soporte metálico y un termotanque separado que puede estar colocado en un nivel inferior. Para la circulación de agua se necesita de una bomba y un control termostático diferencial para su operación automática.

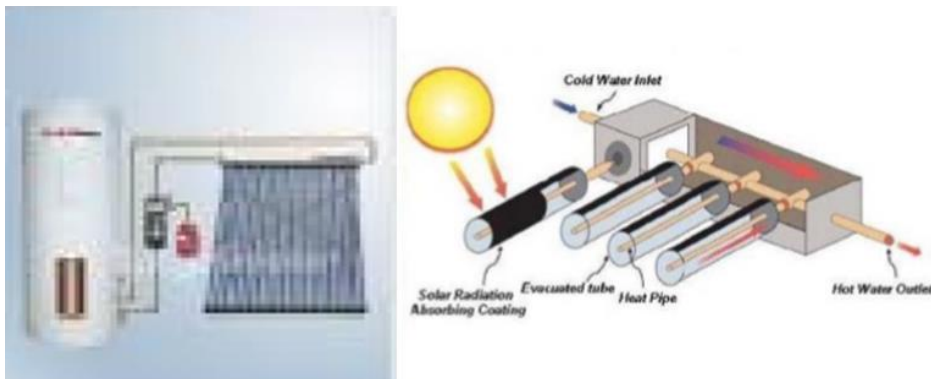


ILUSTRACIÓN 25. TUBOS DE CALOR OPERANDO A CIRCULACIÓN FORZADA

#### 3.9.1. Ventajas de calentadores solares evacuados con tubos de calor operando a circulación forzada.

- Tiene alta eficiencia térmica del sistema solar.
- Buena apariencia.
- El termotanque queda oculto.
- Soporta temperaturas bajas en invierno.
- Ahorro de combustible.



### 3.9.2. Desventajas de calentadores solares evacuados con tubos de calor operando a circulación forzada.

- Consumo de electricidad.
- El costo es elevado.
- Necesita más mantenimiento.
- La instalación es costosa.

### 3.10. Componentes principales de un scsa.

1. **Colector Solar:** Es la parte del sistema o equipo que convierte la energía radiante del sol en calor. El calor se ha manifestado en el aumento de temperatura de una superficie de absorción (superficie color oscuro).

Este calor es obtenido de la energía radiante del sol se transfiere por contacto con un fluido de trabajo, del colector solar al termotanque de forma directa o indirecta.

2. **Termotanque:** Dispositivo aislado térmicamente en el que se acumula el agua de consumo calentada de forma directa o indirecta por el calor proveniente de los colectores solare.

Están contruidos de un tanque interno de acero inoxidable, acero porcelanizado, acero galvanizado e incluso de materiales poliméricos. Un tanque externo de acero inoxidable o con revestimiento y entre ambos tanques se incorpora espuma de poliuretano como aislante.



ILUSTRACIÓN 26. CORTE TRANSVERSAL DE UN TERMOTANQUE





**3. Estructura de soporte:** Estructura metálica de acero inoxidable, de aluminio o acero galvanizado con esmalte, su finalidad es mantener la posición inclinada del colector y la del termotanque en la parte superior.




La inclinación que debe mantenerla estructura es la que corresponde a la latitud del lugar  $\pm 10$ . La República Mexicana está situada entre los paralelos  $14^{\circ} 28'$  y  $32^{\circ} 43' 35''$  de latitud norte.

**4. Accesorios:** Son los elementos del sistema o equipo de calentamiento solar de agua, necesarios para su protección. Los más importantes son:








- Válvula de retención o check.
- Jarro de aire.
- Ánodo de sacrificio.
- Válvula de sobrepresión o seguridad.
- Válvula de purga de aire.
- Válvulas de purga.
- Válvulas de corte o bypass.
- Válvula termostática de sobrecalentamiento.
- Válvula anticongelante.











TABLA 4. DEFINICIÓN Y FUNCIÓN DE ACCESORIOS DE LOS SCSA

ACCESORIOS	SCSA BAJA PRESIÓN TUBOS EVAC.	SCSA BAJA PRESIÓN PLANO	SCSA ALTA PRESIÓN TUBOS EVAC.	SCSA ALTA PRESIÓN PLANO	DEFINICIÓN
<p>Válvula de retención o check.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 27</p>  <p>SÍMBOLO 1</p>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	Evita el retorno del flujo de agua caliente por la entrada de agua fría.
<p>Ánodo de sacrificio.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 28</p>  <p>SÍMBOLO 2</p>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	Barra metálica de magnesio o zinc que produce la corrosión del acero inoxidable del tanque interno del termotanque.
<p>Jarro de aire</p>  <p>ILUSTRACIÓN 29</p>  <p>SÍMBOLO 3</p>	<b>X</b>	<b>X</b>			Elemento de seguridad en los calentadores solares de conexión a tinaco, evita deformaciones por cambios de presión hidráulica, permite el descenso libre del agua caliente.
<p>Válvula de purga de aire.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 30</p>			<b>X</b>	<b>X</b>	Accesorio utilizado en equipos a presión, permite el llenado de agua, elimina las burbujas de aire, y evita la presión negativa dentro del termotanque.





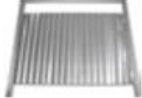


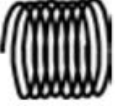


 SÍMBOLO 4					
Válvula de seguridad o sobrepresión.  ILUSTRACIÓN 31  SÍMBOLO 5			<b>X</b>	<b>X</b>	Elemento de seguridad en los calentadores solares de presión, protege al equipo de alguna deformación y roturas por los cambios de presión hidráulica.
Válvula de corte bypass.  ILUSTRACIÓN 32  SÍMBOLO 6	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	Válvula para el corte de flujo.
Válvula de purga.  ILUSTRACIÓN 33  SÍMBOLO 7	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	Es colocada en la parte inferior del termotanque que permite evacuar el agua para su mantenimiento.
Válvula anticongelante.		<b>X</b>		<b>X</b>	Termostáticamente abre para evacuar el agua fría de un colector plano y evita su congelación.





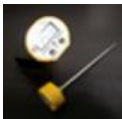



 <b>ILUSTRACIÓN 34</b>  SÍMBOLO 8					
Válvula termostática de sobrecalentamiento.  <b>ILUSTRACIÓN 35</b>  SÍMBOLO 9	<b>X</b>		<b>X</b>		Mezcladora que termostáticamente proporciona agua a una temperatura de confort. Evita accidentes con agua caliente al usuario.
Válvula de compuerta.  <b>ILUSTRACIÓN 36</b>  SÍMBOLO 10	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	Permite el ajuste del caudal del circuito primario de la CESI en una circulación forzada.
Bomba de circulación.  <b>ILUSTRACIÓN 37</b>  SÍMBOLO 11			<b>X</b>	<b>X</b>	Permite el flujo de refrigerante entre el sector y el intercambiador de calor.



<p>Regulador diferencial.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 38</p>  <p>SÍMBOLO 12</p>			<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>	<p>Controla la bomba de acuerdo con una diferencia de temperatura medida por las sondas.</p>
<p>Tubos de vacío.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 39</p>  <p>SÍMBOLO 13</p>	<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>		<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>		<p>Son tubos de vidrio transparente de 5-15cm de diámetro. En cada tubo un absorbedor Actualmente II para capturar la radiación solar y un intercambiador de calor para permitir la transferencia de energía térmica.</p>
<p>Recolectores.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 40</p>  <p>SÍMBOLO 14</p>	<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>		<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>		<p>Aumenta la energía solar recogida por los tubos al vacío.</p>
<p>Intercambiador de calor.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 41</p>  <p>SÍMBOLO 15</p>	<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>		<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>		<p>Transmite el calor desde el colector al termotanque mediante un fluido de transferencia de calor.</p>



<p>Manómetro.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 42</p>  <p>SÍMBOLO 16</p>	X	X	X	X	Control para la presión en diferentes puntos de los circuitos hidráulicos.
<p>Reductor de presión.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 43</p>  <p>SÍMBOLO 17</p>	X		X	X	Reduce la presión de la red pública.
<p>Termómetro.</p>  <p>ILUSTRACIÓN 44</p>  <p>SÍMBOLO 18</p>	X	X	X	X	instalar en varios puntos para facilitar el diagnóstico y el monitoreo de fallos.

### 3.11. Dimensionamiento de los scsa.

Las instalaciones colectivas son más complejas y requieren más cálculos, mediante herramientas informáticas y software específico, sin embargo, las instalaciones individuales a menudo son dimensionadas por los fabricantes e instaladores de conformidad de las normas.

La manera más fácil de dimensionar la capacidad en litros del Sistema de Calentamiento Solar de Agua (SCSA). Requerido en vivienda unifamiliar:



Multiplicar el número de habitantes de la vivienda unifamiliar por 45, para obtener el total de litros requeridos. Considerando la temperatura del agua a 38°C.

La regla varía dependiendo del uso que se le dé al agua, como se observa en la siguiente tabla.

TABLA 5. CONSUMO DE AGUA CALIENTE SANITARIA PARA DISEÑO DE INSTALACIONES SOLARES.

TIPO DE EDIFICIO	LITROS/DÍA A 60°C	
Viviendas Unifamiliares	45*	Por persona
Vivienda Unifamiliares	30	Por persona
Viviendas Multifamiliares	22	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por cama
Hotel 4*	70	Por cama
Hotel 3*	55	Por cama
Hotel/ Hostal 2*	40	Por cama
Hostal/ Pensión 1*	35	Por cama
Camping	40	Por emplazamiento
Residencias (ancianos, estudiantes, etc)	55	Por cama
Vestuarios/ Duchas colectivas	15	Por servicio
Escuela	3	Por alumno
Cuarteles	20	Por persona
Fábricas y Talleres	15	Por persona
Administrativos	3	Por persona
Gimnasios	20 a 25	Por usuario
Lavanderías	3 a 5	Por kg de ropa
Restaurantes	5 a 10	Por comida
Cafeterías	1	Por almuerzo

### 3.12. Clasificación y tipología de las instalaciones.

Se clasifican de la siguiente manera:

#### 1. Por la presión de trabajo del agua de consumo:

##### a. *Presión de Tinaco.*

Diseñado para trabajar entre 0.2 y 0.5 kg/cm<sup>2</sup> o columna de agua entre 2 y 5 metros. Equipo abierto a la atmósfera y con conexión directa de la red hidráulica del tinaco.



**b. Presión de hidroneumático, Municipal o de tanque elevado.**

Diseñado para trabajar a presiones hidráulicas mayores a  $3\text{kg/cm}^2$ , el equipo es más robusto cerrado a la atmosfera con conexión a la red presurizada del hidroneumático.

**2. Por la forma del movimiento del flujo de trabajo.**

**a. Pasivo o Termosifón.**

El fluido del trabajo circula por efecto de la diferencia de densidad consecuencia directa del calentamiento. El fluido caliente sube y el fluido frío baja.

**b. Activo o flujo forzado.**

El fluido de trabajo del colector solar se mantiene en circulación por una bomba recirculadora.

**3. Por la forma de transmitir calor del colector solar al termotanque.**

**a. Directo.**

El fluido del trabajo es el agua de consumo del termotanque.

**b. Indirecto.**

Fluido de trabajo es un líquido diferente al agua de consumo. La transferencia de energía se lleva a cabo solamente por medio de intercambio de calor y no hay contacto entre el fluido de trabajo y el fluido de consumo.

De acuerdo con la NMX-ES-004-NORMEX-2010, se establece la presión mínima de operación de  $1\text{-}5\text{ kg/cm}^2$  para todo calentador solar comercializado en el territorio nacional.

**3.13. Plan de instalación.**

- 1. Selección del espacio:** Verificar el lugar en donde se va a instalar el equipo de calentamiento solar de agua.

Especificaciones.

- Exposición solar por lo menos 6 horas al día durante todo el año.
- Una resistencia estructural que resista un peso mayor de 100 kg por metro cuadrado.





- Posibilidad de instalación de tubería del equipo al tinaco y al calentador de gas.
- Tener una superficie horizontal o en su defecto que se pueda colocar el equipo nivelado.
- Estar lo más cercano posible al servicio de agua caliente o al calentador de gas.
- El equipo debe quedar alejado de obstáculos, las orillas de la azotea o de instalaciones y cables eléctricos.

**2. Orientación:** Debe estar la cara al sur geográfico, pero podemos usar el sur magnético para la orientación.

Declinación magnética en México.

- 1° extremo este.
- 12° extremo noroeste.
- 6° el centro del país.
- Se permite un error de  $\pm 30^\circ$  (este al oeste) en la orientación de nuestro equipo.

**3. Inclinación:** La estructura debe de tener la inclinación correspondiente dependiendo de la latitud del lugar  $\pm 10^\circ$ . La República Mexicana se sitúa entre los paralelos  $14^\circ 28'$  y  $32^\circ 43' 35''$  latitud norte.

- Techos inclinados al sur: Para mantener la inclinación correcta de la estructura se debe aumentar la altura de la base del colector solar, para que quede nivelado, manteniendo la horizontal original.
- Techos inclinados al norte: Para mantener la inclinación correcta de la estructura se debe elevar la base del termotanque, para que quede nivelado.

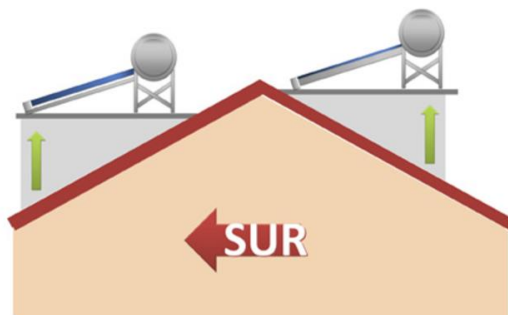


ILUSTRACIÓN 45. TECHOS CON INCLINACIÓN NORTE/SUR

- Techos inclinados este u oeste: Compensar la diferencia de la inclinación con el ajuste necesario a la estructura, debe de quedar orientado al sur, nivelado.



ILUSTRACIÓN 46. TECHOS CON INCLINACIÓN ESTE/OESTE

**4. Exposición a la radiación solar:** El sistema debe tener 8 horas de exposición a la radiación solar. Se deben evitar las sombras producidas por objetos cercanos.

Para conocer el comportamiento de la sombra que proyecta el sol con un objeto, se debe conocer el movimiento del sol durante las horas del día y los días del año.

- La posición del sol en un día depende de: La posición geográfica (latitud y longitud), la hora del día y el día del año.
- Se recomienda que, para muros al sur y laterales, el sistema se debe encontrar 1.5 metros alejado por cada metro de altura del muro (en



dirección de los puntos cardenales), y poder recibir el sol durante 6 a 8 horas del día durante todo el año.

TABLA 6. INSTALACIÓN DE SCSA DE TERMOSIFÓN DIRECTO.

PASOS DE MONTAJE EN EL TERMOSIFÓN DIRECTO	
COLECTOR SOLAR PLANO	COLECTOR SOLAR DETUBOS EVACUADOS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trabajos preliminares.</li> <li>2. Montaje de la estructura y fijación.</li> <li>3. Colocación e instalación del Colector.</li> <li>4. Montaje de Termotanque.</li> <li>5. Comprobación de estabilidad.</li> <li>6. Conexiones hidráulicas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trabajos preliminares.</li> <li>2. Colocación de la estructura.</li> <li>3. Instalación de reflectores y accesorios de fijación.</li> <li>4. Instalación de Termotanque.</li> <li>5. Instalación de tubos evacuados.</li> <li>6. Conexiones hidráulicas.</li> </ol>

- Verificar que la presión d trabajo del calentador solar sea mayor a la que se registra en el manómetro.
- Ya elegido un lugar para la instalación, que soporte el peso del equipo, que se encuentre cerca del boiler y orientado al sur.
  - Desempacar el termotanque y la estructura para ensamblarla.
- Armado de la estructura.
  - Extraer la estructura del empaque y verificar que todas las piezas estén completas.
  - Ensamblar la estructura.
  - Comenzar con las partes laterales y la media luna que sirve como base del termotanque, y unir los dos laterales con las trabes.
- Colocación del termotanque.
  - Extraer el termotanque del empaque y colocarlo horizontalmente sobre las madias lunas. Fijarlo con bien hasta que esté completamente armado.
  - Quitar la protección del plástico azul ya que este instalado.



### 3.14. Requisitos mínimos para la instalación de una vivienda unifamiliar.

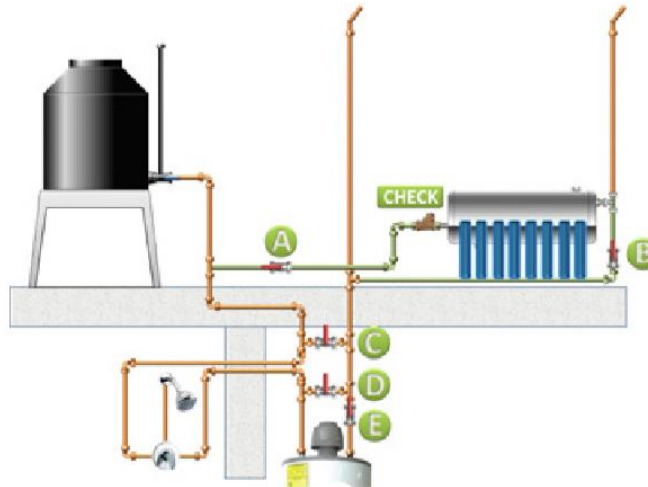


ILUSTRACIÓN 47. DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE BAJA PRESIÓN CON COLECTOR DE TUBOS EVACUADOS.

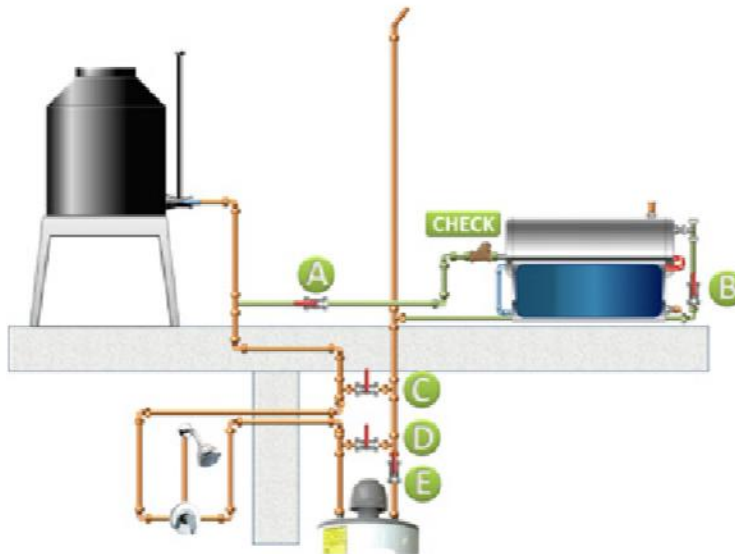


ILUSTRACIÓN 48. DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE BAJA PRESIÓN CON COLECTOR PLANO.

- A. Válvula de corte en entrada de agua fría.
- B. Válvula de corte en salida de agua caliente.
- C. Válvula de corte de tubería en desviación de agua fría hacia el calentador de gas.
- D. Válvula de corte bypass o desviación de agua hacia vacíos.
- E. Válvula de corte bypass o desviación hacia calentador de gas.



### 3.14.1 Conexión de tinaco.

1. Elevar el tinaco a la altura recomendada.
2. Instalar una válvula de corte y crear una derivación de la toma de agua fría.
3. Extender la tubería hasta el termotanque, permitiendo el desplazamiento longitudinal.
4. Colocar una válvula de corte de alimentación de agua fría al CSA.
5. Conectar una válvula check en la tubería de alimentación al termotanque, en la entrada de agua fría.
6. Modificar el jarro de aire para evitar la caída de agua caliente sobre el colector.
7. Fijar y extender los jarros de aire.
8. Checar que estén bien conectadas las válvulas de purga y el ánodo.

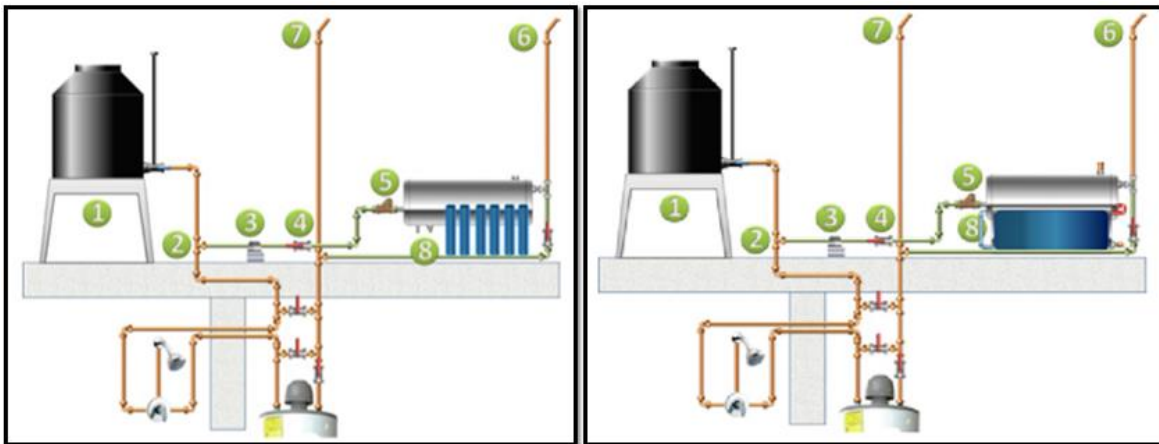


ILUSTRACIÓN 49. CONEXIÓN A TINACO CSA COLECTOR DE TUBOS EVACUADOS Y COLECTOR PLANO.

### 3.15. Cuidado y mantenimiento.

Requisitos que se deben de seguir por el cliente y por el instalador para garantizar un mejor uso del Calentador Solar:

1. Atención de rutina que es proporcionada por el cliente.
2. Mantenimiento preventivo durante las visitas periódicas.
3. Mantenimiento correctivo en caso de fallas.



Son construidos para durar tanto como cualquier sistema de fontanería, son fiables y requieren poco mantenimiento.

Revisiones rutinarias que detectaran a tiempo cualquier problema en el Calentador. Si el mantenimiento se hace a tiempo mejorará su rendimiento y vida útil.

TABLA 7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÍNIMO.

Limpieza	➤ Limpiar el colector periódicamente	1 a 3 meses
Sarro	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Purgar el sistema.</li> <li>➤ Revisar el jarro de aire en sistemas con tinaco.</li> <li>➤ Revisar el funcionamiento de las válvulas check, purgar el aire.</li> <li>➤ Crear una solución acida en el termotanque.</li> </ul>	6 meses a un año
Corrosión	➤ Revisar el ánodo en cada purga y cambiarlo en caso de ser necesario.	6 meses a un año

### 3.16. Equipo de seguridad.

- Calzado de seguridad de punta dura es para proteger el pie de alguna caída de equipo pesado. Antiderrapante para mayor seguridad y confianza.
- Lentes de seguridad para evitar que caiga alguna partícula en el ojo, se recomienda que sean oscuras para proteger el reflejo de la luz solar.
- Guantes antiderrapantes para agarrar y cargar los equipos, de igual manera evitar quemaduras.



ILUSTRACIÓN 50. EQUIPO DE PROTECCIÓN.



## CAPÍTULO 4. Análisis de la NOM 027

### 4.1. Objetivo y campo de aplicación.

Tiene por objetivo establecer las certificaciones de rendimiento térmico, de los calentadores de agua solares para *uso doméstico y comercial*, de tipo termosifón y cuenten con un tanque con la capacidad máxima de 500 L.

Aplica a los calentadores de agua solares y a los calentadores de agua solares con respaldo de un calentador de agua que utiliza gas natural y gas L.P.

### 4.2. Definiciones.

- **Calentador de agua solar:** colector solar para calentar agua y un tanque térmico para almacenar el agua, cuya fuente es la radiación solar.
- **Colector solar (colector solar térmico):** diseñado para absorber la radiación solar incidente, convertir en energía térmica y transferirla a un fluido de trabajo.
- **Colector solar plano:** captador sin concentración, la superficie absorbente es plana.
- **Colector solar de tubos de vacío:** emplea tubos transparentes (vidrio), tienen un espacio al vacío entre la pared del tubo y el absorbedor.
- **Energía solar:** proviene de la radiación emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas. Tiene longitudes de onda que van de  $0.280\mu\text{m}$  a  $4\mu\text{m}$ .
- **Radiación:** energía en forma de ondas electromagnéticas.
- **Radiación solar- Radiación de onda corta:** tiene longitudes de onda que van de  $100\mu\text{m}$  a  $5000\mu\text{m}$ .
- **Radiación solar directa:** incide de un punto dado sobre la superficie terrestre, que propaga dentro de un ángulo sólido.
- **Tanque térmico:** deposito aislado donde se acumula el agua que se calienta con la energía solar.
- **Rendimiento térmico:** cantidad de calor que proporciona el calentador de agua de forma diaria y anual en condiciones de operación y ambientales estándar.





#### 4.3. Clasificación.

- **Calentadores de agua a gas, de respaldo.**
  - *Doméstico:* carga térmica máxima de 35,0 kW.
  - *Comercial:* carga térmica mayor de 35,0 kW, hasta 108,0 kW.
- **Calentadores de agua solares de circulación natural o termosifónicos (presión de trabajo).**
  - *Mínima:* 294.2 kPa (3.0 kgf/cm<sup>2</sup>)
  - *Mínima:* 588.4 kPa (6.0 kgf/cm<sup>2</sup>)

#### 4.4. Especificaciones.

El calentador de agua solar debe proporcionar como mínimo un calentador útil por día y por año en 8h o 24h.

TABLA 8. CALOR ÚTIL DEL CALENTADOR DE AGUA SOLAR (CLIMA TEMPLADO)

Calor útil por día solar de 8h (MJ)	Calor útil por día solar de 24h (MJ)	Calor útil por año en 8h (MJ)	Calor útil por año en 24h (MJ)
>12.5	>8.7	> 4550	>3170

Ahorro de gas del calentador de agua solar con respaldo.

TABLA 9. AHORRO DE GAS

Concepto	Irradiación (MJ/m <sup>2</sup> )				
	17	19	21	23	25
Ahorro de gas L.P. al mes (kg)	>16.5	>17.0	>17.5	>18.0	>18.5

La tabulación fue obtenida con la ecuación:

$$\text{Ahorro de gas L.P. al mes (kg)} > (0.25 \times (\text{irradiación MJ/m}^2)) + 12.25$$



**TABLA 10. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE REFERENCIA PARA LA PRUEBA DE EXPOSICIÓN, TÉRMICO EXTERNO Y CHOQUE TÉRMICO INTERNO**

<b>Parámetro climático</b>	<b>Valores mínimos para todas las condiciones climáticas</b>
Irradiancia solar global mínima promedio en el plano del colector, G en W/m <sup>2</sup>	85
Irradiación global diaria en el plano del colector, H en MJ/m <sup>2</sup>	17
Irradiación global acumulada en el plano del colector, H <sub>t</sub> en MJ/m <sup>2</sup>	255
Temperatura ambiente promedio mínima, en °C	10

Los calentadores de agua solares con o sin respaldo de un calentador de agua a gas, no deben presentar ningún daño como roturas, deformaciones, corrosiones, pérdidas de vacío en tubos evacuado.

#### 4.4.1. Resistencia de sobrecalentamiento.

Debe resistir una irradiación mínima de 18 MJ/m<sup>2</sup>, durante cuatro días consecutivos, sin que se presenten deformaciones y asegurando en su caso que funcionen correctamente los dispositivos de seguridad que pueda tener.

#### 4.4.2. Resistencia a heladas.

Debe resistir una temperatura de -10 °C con una tolerancia de ±2 °C sin presentar ningún daño como roturas, deformaciones, corrosión, pérdida de vacío en tubos evacuados.

#### 4.4.3. Resistencia al impacto.

Debe resistir 10 impactos sin romperse, con una esfera de acero con una masa de 150g y una tolerancia de ±5g, desde una altura de 1.40m con una tolerancia de ±0.01m.

#### 4.4.4. Capacidad del tanque térmico.

Debe comprobar la capacidad del tanque térmico especificada por el fabricante, comercializador o importador, considerando una tolerancia de



$\pm 2\%$  respecto a la capacidad reportada; pero no debe ser menor de 150L con una tolerancia de 2% ni mayor a 150L con una tolerancia de 2%.

#### 4.4.5. Desarmado e inspección final.

Al finalizar las pruebas, el calentador de agua solar se debe desarmar, inspeccionar visualmente y reportar.

#### 4.4.6. Componentes mínimos obligatorios.

Deben equiparse como mínimo con los componentes siguientes:

- 4.4.6.1. **Válvula de drenado:** en el tanque térmico para eliminar los lodos que se acumulan y en el colector solar para el caso donde el agua circule por el colector.
- 4.4.6.2. **Válvula de sobrepresión o seguridad:** opera a 30% por arriba de la presión de trabajo marcada.
- 4.4.6.3. **Ánodo de sacrificio:** componente principal del sistema de protección catódica para proteger contra la corrosión. Debe ser como mínimo de 250g por metro cuadrado de superficie interior.
- 4.4.6.4. **Válvula de corte a la entrada:** debe de contar con esta válvula de corte en la entrada del calentador de agua entre la línea de alimentación y la entrada de agua fría al calentador de agua solar.

#### 4.7. Método de prueba.

##### 4.7.1. Rendimiento térmico del calentador de agua solar.

La prueba del rendimiento térmico del calentador de agua solar debe realizarse de acuerdo con la norma mexicana NMX-ES-004-NORMEX-2010 en el capítulo 7.

➤ Fundamento del método.

Consiste en medir el consumo del gas L.P. del calentador de agua solar acoplado o integrado a un calentador de agua a gas como respaldo, se desea evaluar y compararlo con el consumo de gas L.P. del calentador de agua a gas de referencia, ambos operados simultáneamente, bajo las mismas condiciones ambientales y de trabajo.



➤ Instrumentos de medición, materiales y equipo.

- ✓ Medidores de flujo de gas (un intervalo de medida de 0.05 a 0.35 dm<sup>3</sup>/s e incertidumbre de 1% máximo).
- ✓ Medidores de flujo de agua (intervalo de medida de 0.05 a 0.25 dm<sup>3</sup>/s e incertidumbre de 1% máximo), recipiente de peso conocido como báscula.
- ✓ Sensores de temperatura, termopares o RTD (precisión de ±0.5 °C).
- ✓ Manómetro (intervalo de medida de 0.0 kPa (0.0 kgf/cm<sup>2</sup>) a 500 kPa (5.0 kgf/cm<sup>2</sup>) y una división de 10kPa (0.1 kgf/cm<sup>2</sup>).
- ✓ Calentador de agua a gas de referencia.
- ✓ Piranómetro espectral clase 2 o superior.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Tuberías y conexiones apropiadas.
- ✓ Válvula automática para mezclar el agua caliente y fría.
- ✓ Aislante térmico para las tuberías y adhesivos.
- ✓ Bomba hidráulica de presión.
- ✓ Tanque de almacenamiento de gas L.P.
- ✓ Tinaco para el abastecimiento de agua, certificado bajo la norma NMX-C-374-ONNCCE-2012.
- ✓ Medidor de precipitación pluvial.

➤ Procedimiento

El calentador de agua solar debe llevar su estructura de apoyo para asegurar su colocación adecuada en el laboratorio y debe ubicarse en una zona con incidencia de radiación solar todo el día, el piranómetro se debe instalar junto al colector solar con la misma orientación e inclinación.

Debe colocarse a una distancia de 5.0m del calentador de agua a gas y acoplarse, la tubería se debe aislar térmicamente con el material proporcionado. El tanque térmico debe colocarse como máximo a 3.0m del colector solar.



Las condiciones para la realización de prueba deben ser: el agua que se suministre al calentador de agua solar con respaldo del calentador de agua a gas y al calentador de agua a gas de referencia se encuentre a  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Se conecta al calentador de agua solar al suministro de agua, se abre la válvula de descarga del sistema, se purga y se cierra la válvula de descarga.

Instalado y purgado el calentador de agua solar con respaldo se cierra la válvula de salida y se inicia el periodo de estabilización, 24 horas antes de iniciar las mediciones y extracciones de agua.

Se efectúan 3 extracciones de agua al día, durante el periodo de prueba.

- ✓ Primera extracción de 135 L  $\pm 1\%$  a las 7:00 h.
- ✓ Segunda extracción de 60 L  $\pm 1\%$  a las 13:00 h.
- ✓ Tercera extracción de 90 L  $\pm 1\%$  a las 20:00 h.

Las extracciones se deben realizar utilizando la llave mezcladora automática, un flujo mínimo de agua de 3.8 L/min y una temperatura de agua de  $38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , registrando los valores cada 30 segundos. Los días de prueba deben de ser 4; en caso de presentarse en estos días una radiación menor de  $17\text{ MJ/m}^2$  o una precipitación pluvial mayor a  $10\text{ mm/m}^2$ , la prueba debe suspenderse y reiniciarse hasta que se alcancen los 4 días.

#### 4.7.2. Capacidad del tanque térmico.

##### ➤ Fundamento del método

Se pretende asegurar un volumen mínimo de agua caliente proveniente de los calentadores de agua solares.

##### ➤ Instrumentos de medición, materiales y equipos.

Báscula con exactitud de  $\pm 0.2\text{ kg}$ .

##### ➤ Procedimiento



La medición de la capacidad del tanque térmico determinando su masa sin agua y con agua; o llenando el tanque térmico de agua y extrayendo ésta en un recipiente de masa conocida y determinando su masa. Esta prueba se da por diferencia de masas.

Asegurarse que el tanque térmico se encuentre completamente vacío, sin residuos de líquidos. Cerrar las salidas y entradas, excepción de las localizadas en la parte superior en su sección longitudinal. Pesar en la báscula el tanque térmico vacío con todas las entradas y salidas cerradas.

Determinar la capacidad del tanque térmico por diferencia de peso en kg, entre el peso del tanque térmico lleno menos el peso del tanque térmico vacío. (ecuación)

$$V_L \frac{ma}{\rho a}$$

En donde:

$V_L$ : Volumen del tanque térmico ( $m^3$ ).

$ma$ : Masa de agua contenida en el tanque térmico en kg.

$\rho a$ : Densidad del agua ( $1000 \text{ kg}/m^3$ ).

#### 4.8. Criterios de aceptación.

Los equipos y aparatos comprendidos en el campo de aplicación cumplen con esta Norma Oficial Mexicana, si el resultado de las pruebas de laboratorio descritas, en el capítulo 8, de cada una de las piezas que integran la muestra, cumplen con las especificaciones aplicables del capítulo 6, de acuerdo con cada tipo de equipo o aparato.

#### 4.9. Etiquetado.

Los equipos, objeto de esta Norma Oficial Mexicana que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos deben llevar una etiqueta, que proporcione a los usuarios información relacionada con el rendimiento térmico y ahorro de gas.

- Permanencia: la etiqueta debe de ir impresa, adherida o colocada en el tanque térmico por medio de un engomado.



#### 4.10. Garantía del producto.

Deben de contar con una póliza de garantía con una vigencia mínima de diez años, contados a partir de la fecha de entrega al consumidor final, en términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor.

#### 4.11 Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad.

El Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC) es aplicable a los productos de fabricación nacional o de importación que se comercialicen en el territorio nacional.

Con las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana se realiza por personas acreditadas y aprobadas en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

#### 4.12. Sanciones.

El incumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la LFMN y demás disposiciones legales aplicables.



## **CAPÍTULO 5. Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable**

### **5.1. Propósito.**

Sirve para la evaluación y certificación de las personas que instalan calentadores solares de agua termosifónicos en vivienda sustentable. Incluyen tres funciones elementales:

1. Realizar el levantamiento preventivo y la preparación de materiales en la instalación del calentador solar de agua.
2. Instalar los componentes del sistema de calentamiento solar de agua en la vivienda.
3. Probar el funcionamiento del sistema del calentamiento solar de agua termosifónico.

El Estándar de Competencia (EC) únicamente se refiere a las funciones, para su realización no requiere de disposición legal, la posesión de un título profesional. Para certificarse en EC no es un requisito poseer dicho documento.

Para alcanzar la competencia en este Estándar, se recomienda, 1 año de experiencia en trabajos de plomería con 21 horas de capacitación en la instalación de calentadores solares.

### **5.2. Descripción General.**

Describe y cita las funciones críticas que realiza el instalador, especialmente en viviendas sustentables:

- Utilizar el equipo de seguridad.
- Identificar las conexiones de agua fría y caliente.
- Verificar el rango de presión de la red hidráulica.
- Identificar los elementos de riesgo del lugar de instalación.
- Verificar la orientación e insolación del sistema.
- Verificar los materiales y complementos.
- Verificar las entradas y las salidas de la tubería.





- Ensamblar la base del equipo.
- Fijar la base al lugar designado.
- Colocar el colector y el termotanque.
- Armar el sistema de tubos evacuados o el sistema plano.
- Conectar los componentes del sistema.
- Ensamblar la base del equipo y fijarla en el lugar designado.

Elaboración de las tablas comparativas con la clasificación de los calentadores solares y sus características de la NOM 027.

TABLA11. RESISTENCIA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA.

Presión de trabajo	Presión de prueba	Uso
294.2 kPa (3 kgf/cm <sup>2</sup> )	>441.3 kPa (>4.5 kgf/cm <sup>2</sup> )	Esta Apto para operar con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinacos.</li> <li>• Tanques elevados de 30m de altura.</li> <li>• Redes municipales o sistemas hidroneumáticos que operen a una presión de 294.2 kPa (3 kgf/cm<sup>2</sup>) o mayores.</li> </ul>
588.4 kPa (6 kgf/cm <sup>2</sup> )	>882.6 kPa (>9.0 kgf/cm <sup>2</sup> )	Esta apto para operar con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinacos.</li> <li>• Tanques elevados de 60m de altura.</li> <li>• Redes municipales o sistemas hidroneumáticos que operen a una presión de 588.4 kPa (6 kgf/cm<sup>2</sup>) o mayores.</li> </ul>



## CONCLUSIONES.

### REFERENCIAS.

*Instalación de calentador de agua a gas L.P. y gas natural para uso doméstico.* (25 de septiembre de 2018). Obtenido de Instalación de calentador de agua a gas L.P. y gas natural para uso doméstico: [https://www.conocer.gob.mx/contenido/publicaciones\\_dof/2018/EC1076.pdf](https://www.conocer.gob.mx/contenido/publicaciones_dof/2018/EC1076.pdf)

Acciona. (07 de septiembre de 2016). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.* Obtenido de ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>

*AQUA Calentadores Solares de Alto Rendimiento.* (06 de noviembre de 2015). Obtenido de AQUA Calentadores Solares de Alto Rendimiento: <https://calentador.mx/blog/que-es-y-como-funciona-un-calentador-solar--n2>

Barros, V., & Juan, G. A. (2011). *Calentador solar de agua: Manual del usuario. Tecnología sencilla.* Obtenido de Calentador solar de agua: Manual del usuario. Tecnología sencilla: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/590>

Bulnes, C. A., Best, R., & Brown. (abril-junio de 2010). *ENERGÍA del SOL.* Obtenido de ENERGÍA del SOL: [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61\\_2/PDF/EnergiaSol.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf)

*Calentador solar. ¿Para que sirve? ¿Cómo funciona? Tipos de calentadores solares.* (10 de junio de 2018). Obtenido de Calentador solar. ¿Para que sirve? ¿Cómo funciona? Tipos de calentadores solares.: <https://www.lbaindustrial.com.mx/calentador-solar/>

Campaña de Energía y Cambio Climático. (s.f.). *CALENTADORES SOLARES: ENERGÍA RENOVABLE EN TU HOGAR.* Obtenido de CALENTADORES



SOLARES: ENERGÍA RENOVABLE EN TU HOGAR:  
<https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/calentadores-solares-energ-a.pdf>

Comisión Nacional . (s.f.).

COMISIÓN NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGÍA. (2009). *Calentadores solares para uso en vivienda de interés social*. Obtenido de *Calentadores solares para uso en vivienda de interés social*.: [https://www.cmic.org.mx/comisiones/sectoriales/vivienda/2009/INFONAVIT/Tallerdeenvolvente/Documentos\\_pagina/calentadores\\_solar.pdf](https://www.cmic.org.mx/comisiones/sectoriales/vivienda/2009/INFONAVIT/Tallerdeenvolvente/Documentos_pagina/calentadores_solar.pdf)

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (20 de marzo de 2014). *Tecnología solar -¿Qué es un Calentador Solar de Agua?-*. Obtenido de *Tecnología solar -¿Qué es un Calentador Solar de Agua?-*: <https://www.gob.mx/conueee/acciones-y-programas/tecnologia-solar-que-es-un-calentador-solar-de-agua?state=published>

ENERGÍA SOLAR. (s.f.). Obtenido de ENERGÍA SOLAR: <https://solar-energia.net/>

*La importancia de las energías renovables*. (30 de enero de 2016). Obtenido de *La importancia de las energías renovables*: <https://www.accion.com/es/energias-renovables/>

NORMA Oficial Mexicana NOM-027-ENER/SCFI-2018, *Rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de*. (28 de agosto de 2018). Obtenido de NORMA Oficial Mexicana NOM-027-ENER/SCFI-2018, *Rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de*: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/386123/nom-027-enerscfi.pdf>

Raffino, M. E. (13 de junio de 2020). *Concepto de ENERGÍA SOLAR*. Obtenido de *Concepto de ENERGÍA SOLAR*: <https://concepto.de/energia-solar/>



Reyes, E. T. (30 de septiembre de 2014). *Guía de instalación de sistemas de calentamiento solar de agua para vivienda unifamiliar*. Obtenido de Guía de instalación de sistemas de calentamiento solar de agua para vivienda unifamiliar:

[https://energypedia.info/images/1/1a/Guia\\_CalentadoresSolares\\_03.pdf](https://energypedia.info/images/1/1a/Guia_CalentadoresSolares_03.pdf)

TEECOSOL . (s.f.). *Manual de Armado Calentador Solar de Agua*. Obtenido de Manual de Armado Calentador Solar de Agua:  
[http://teecsol.com/teecsol\\_manual\\_de\\_armado\\_calentadores\\_solares.pdf](http://teecsol.com/teecsol_manual_de_armado_calentadores_solares.pdf)

Valladares, O. G., & Figueroa, e. I. (09 de abril de 2017). *Aplicaciones térmicas de la energía solar en los sectores residenciales, servicios e industrial*. Obtenido de DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CALENTADOR SOLAR:  
[https://www.anes.org/cms/contenido/docs/libros/Aplicaciones\\_Termicas\\_De\\_La\\_Energia\\_Solar\\_En\\_Los\\_Sectores\\_Residencial\\_Servicios\\_e\\_Industrial.pdf](https://www.anes.org/cms/contenido/docs/libros/Aplicaciones_Termicas_De_La_Energia_Solar_En_Los_Sectores_Residencial_Servicios_e_Industrial.pdf)