



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO.**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN.**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN CALENTADOR SOLAR  
PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA  
RENOVABLE”.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTAN:**

**IVÁN MÉNDEZ JAIMES.**

**NESTOR PAULINO REYES.**

**ASESOR.**

**ALEJANDRO RODRÍGUEZ LORENZANA.**



NEZAHUALCOYOTL EDO. DE MÉXICO 2011.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

<b>PRESIDENTE</b>	<b>ING. EVERARDO ESQUIVEL SÁNCHEZ</b>
<b>VOCAL</b>	<b>ING. JOSÉ MARIANO SANTANA COLÍN</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>ING. ALEJANDRO RODRÍGUEZ LORENZANA</b>
<b>SUPLENTE</b>	<b>ING. JORGE ANTONIO RODRÍGUEZ LUNA</b>
<b>SUPLENTE</b>	<b>ING. RAÚL CRUZ ARRIETA</b>

## **AGRADECIMIENTOS:**

**IVAN MENDEZ JAIMES.**

**A MIS PADRES:**

**NOÉ MÉNDEZ G. Y HERLINDA JAIMES J.**

Por el apoyo brindado en todo mi desarrollo académico para llegar a esta meta y agradeciendo el ejemplo de vida para mi desarrollo personal. Muchas gracias por estar conmigo y ayudarme cuando mas los necesito.

**A MI HERMANO: ARTURO MÉNDEZ J.**

Por alegría compartidas en familia.

**A MI NOVIA: GETSEMANÍ PÉREZ MONDRAGÓN.**

Por el apoyo brindado y paciencia para el término de este proyecto ya que fue una larga travesía para terminar este objetivo. Gracias por estar a mi lado.

**A TODOS MIS TÍOS.**

Por el apoyo brindado a mi familia y la sangre que nos une.

**A TODOS MIS PRIMOS.**

Por amistad y travesuras hechas en nuestra infancia y compartir este lazo de sangre.

**AL ING. ALEJANDRO RODRÍGUEZ LORENZANA (ASESOR DE TESIS Y AMIGO).**

Por el apoyo brindado a este proyecto para mi titulación y asesoramiento para la finalización del mismo.

**A TODOS MIS AMIGOS.**

De esta gran institución Universidad Nacional Autónoma de México tanto de la Escuela Nacional Preparatoria 9 "Pedro de Alba" Como de la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Y por las porras echadas y el apoyo para el término de esta tesis también contando con amigos que están afuera de esta misma.

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **NESTOR PAULINO REYES**

#### **PABLO PAULINO MARTÍNEZ:**

Por siempre enseñarnos valores y hacer de mí una persona honesta y trabajadora, por apoyarme en mis decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, y esforzarse siempre para cumplirnos y no dejar sus obligaciones.

#### **FRANCISCA REYES GARCÍA:**

Por estar pendiente de mis calificaciones y de mis estudios a lo largo de mi escuela, porque siempre nos inculco la idea de estudiar y ser profesionistas por apoyarme en ser Ingeniero, y brindarme su confianza.

Gracias padres por permitirme cerrar un ciclo más en vida y por ser pacientes y no desesperarse.

#### **AMIS HERMANOS:**

**ELSA  
LIDIA  
SILVIA  
ROSA  
PABLO  
CAROLINA**

Agradezco a Dios por permitirme tener a mis hermanos a mi lado y poder convivir con ellos, y tener recuerdos de nuestra niñez, ahora me toca a mí rendir cuentas de los esfuerzos de nuestros padres tarde pero aquí está mi trabajo.

#### **ING. ALEJANDRO RODRÍGUEZ LORENZANA (ASESOR DE TESIS).**

Por su apoyo en la carrera, por ser un buen maestro y amigo y porque siempre estuvo para apoyarnos y explicarnos, en la decisión del tema, lo cual fue un trabajo de una materia de clase.

#### **A MIS AMIGOS:**

**IVAN MENDEZ, LUIS TIRADO, OSCAR GALINDO, ADRIAN RUIZ, ADOLFO CORIA, MENANDRO DUARTE, JAVIER CORTEZ, ANGEL LOPEZ ALBA, GERARDO AVILA, ISAIAS PARRA, PEDRO RIOS PAULINO.** Y a todos aquellos que no alcance a mencionar y que de igual manera no se me olvidan, agradezco su amistad y confianza y el apoyo para lograr este objetivo.

**PARA MONTSERRAT TAPIA ARAGÓN.** Gracias Por estar a mi lado y apoyarme y comprenderme en este ciclo de mi vida.

	<b>PAGINA</b>
<b><u>INTRODUCCIÓN.</u></b>	<b>3</b>
<b><u>CAPÍTULO 1.</u></b>	
<b>PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA.</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Primera ley de la termodinámica.</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Segunda ley de la termodinámica.</b>	<b>14</b>
<b><u>CAPÍTULO 2.</u></b>	
<b>USO DEL AGUA.</b>	<b>22</b>
<b>2.1 ¿Qué es el agua?</b>	<b>23</b>
<b>2.2 ¿Quienes viven del agua?</b>	<b>24</b>
<b>2.3 El agua en México.</b>	<b>27</b>
<b>2.4 ¿Cuánta agua caliente se consume en una casa?</b>	<b>29</b>
<b><u>CAPÍTULO 3.</u></b>	
<b>EL USO COMBUSTIBLES FÓSILES.</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Diferencias entre gas LP y gas natural.</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Características de los gases.</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Aparatos.</b>	<b>36</b>
<b>3.4 Gas natural.</b>	<b>39</b>
<b>3.5 Pros y contras.</b>	<b>39</b>
<b>3.6 Gas natural y sus emisiones contaminantes.</b>	<b>41</b>
<b>3.7 Gas licuado.</b>	<b>41</b>
<b>3.8 Productos sustitutos.</b>	<b>43</b>

**CAPÍTULO 4.**

<b>CONSTRUCCION DEL PANEL SOLAR .</b>	<b>45</b>
<b>4.1 Principios básicos de la física de un calentador solar.</b>	<b>46</b>
<b>4.2 Beneficios del Calentador Solar.</b>	<b>49</b>
<b>4.3 ¿Qué tipos de calentadores de agua existen?</b>	<b>50</b>
<b>4.4 Costo aproximado de la construcción.</b>	<b>55</b>
<b>4.5 Tiempo aproximado requerido para construcción.</b>	<b>61</b>
<b>4.6 Construcción de calentador solar plano.</b>	<b>62</b>
<b>4.7 Fabricación del radiador.</b>	<b>62</b>
<b>4.8 Lamina.</b>	<b>68</b>
<b>4.9 Construcción del cajón.</b>	<b>70</b>
<b>4.10 Aislante.</b>	<b>73</b>
<b>4.11 Instalación del vidrio.</b>	<b>75</b>
<b>4.12 Construcción de la estructura del colector.</b>	<b>77</b>
<b>4.13 Construcción del depósito aislante para agua.</b>	<b>80</b>
<b>4.14 Acumulador de circuito abierto.</b>	<b>82</b>
<b>4.15 Instalación de tubería.</b>	<b>88</b>

**CAPÍTULO 5.**

<b>BALANCE DE ENERGÍA.</b>	<b>96</b>
<b>EXPERIENCIA CON EL CALENTADOR SOLAR CASERO.</b>	<b>101</b>
<b><u>CONCLUSIONES.</u></b>	<b>103</b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA.</u></b>	<b>107</b>
<b>Bibliografía electrónica.</b>	<b>107</b>
<b>Bibliografía escrita.</b>	<b>108</b>

# INTRODUCCIÓN.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto es creado para las personas que pudieran leer esta tesis y tuvieran el interés y la posibilidad de construir su propio calentador solar si así lo desean.

Como podemos ver estamos en una época en la que todos queremos consumir necesidades creadas por nosotros mismos y dentro de ellas tenemos el consumo de los combustibles fósiles, y la única manera de no seguir contribuyendo con el calentamiento global es concientizarnos y tener en cuenta que muchas de nuestras acciones tarde que temprano nos tendrán que pasar una cuenta bastante cara por el hecho de no haber prevenido a tiempo, lo mas triste es que en nuestra actualidad sabemos y no ponemos atención al deterioro de bosques en donde también estamos exterminando a la fauna animal y especies vegetales, hoy podemos decir que hay especies que no conocimos y en un futuro no lejano las especies de nuestra actualidad las tendrán que ver solo en videos o fotografías.

Las energías alternas o limpias no son nada nuevo ya que en décadas anteriores se les había relegado por la falta de difusión o por la falta de inversión para la investigación de las mismas, y como podemos ver en la actualidad las empresas trasnacionales que invierten en investigación son las que se han desarrollado equipos muy sofisticados y eficientes pero también son inaccesibles para la población ya que quienes capitalizan estos recursos son las grandes empresas y los usuarios difícilmente pueden adquirirlos y dentro de estos tenemos la energía eólica, solar, geotérmica ,etc.

Acerca de este proyecto cabe mencionar que no se construyo en un año a la fecha actual sino que fue un trabajo de investigación para al materia de termodinámica dentro de la ENEP ARAGON en el año del 2002, hoy facultad de estudios superiores Aragón.

En aquellos años éramos un equipo de 5 compañeros que nos integramos en la materia de termodinámica con el ingeniero Alejandro Rodríguez Lorenzana , el trabajo fue un proyecto libre a desarrollar dentro de la materia, dándonos opciones en proyectos.

En ese año, como en la actualidad el costo de los combustibles era demasiado alto y fue lo que nos integro a formalizar la investigación del calentador solar.

Entre los compañeros nos dedicamos a investigar los distintos tipos de calentadores que se fabricaban en Europa y Asia y a pesar de que la información era muy escasa e inaccesible para esa época la energía solar era algo del futuro y no se daba tanta difusión a este tipo de energías alternas, aparte eran exageradamente costosas las pocas que llegaban a entrar al país.

Y así logramos al paso de unos meses desarrollar nuestro colector solar, el cual tiene características propias para nuestro país, en general en el centro de la republica, al estar investigando encontramos equipos de diversas capacidades y del mismo modo equipos para otros tipos de climas que se vuelven demasiado costosos y poco eficientes, encontraremos automatización para los equipos pero según las muestras estadísticas del clima dentro de nuestro país y del lugar donde se instalo el calentador solar creemos que no son tan necesarias, por que la eficiencia no subiría mucho y al final un equipo con automatización cuenta de un calentador de gas donde entra el agua precalentada por el calentador solar para así ahorrar algo de gas, o dependen de la energía eléctrica para el control y al final lo que pretendemos nosotros es ya no vivir a cuenta del combustible fósil, por lo que optamos en el desarrollo de este prototipo.

Podemos decir que en nuestra experiencia, el equipo que desarrollamos nos llevo a una infinidad de caminos, y fue necesaria la selección, investigación de materiales, costos, proceso para el desarrollo del prototipo y a veces lo mas difícil dentro de un equipo la organización, y el presupuesto con el que contábamos como estudiantes.

Pero al final pudimos decir que valió la pena ya que el equipo termino funcionando, el día de la entrega a pesar de ser un día nublado pensamos que no se calentaríamos el agua y no habíamos hecho cálculos ni pruebas en días nublados y nos sorprendió que el agua de entrada era menor en temperatura al agua de salida del calentador, un promedio de 40° C en un tiempo de 10min.

Al acabar la carrera todos los del equipo nos dispersamos y el calentador solar se quedo olvidado; todo este tiempo en la sala de exhibición de proyectos en el laboratorio 1 de termodinámica.

Este proyecto se retomo hace un año por decisión a titularnos y al darnos cuenta que la difusión y venta de calentadores en diversos lugares de la ciudad de México eran muy parecidos a lo que hicimos hacia varios años atrás, pero la calidad de los materiales es muy baja.

Regresamos al laboratorio y nos encontramos que el equipo estaba en malas condiciones y abandonado, por lo que decidimos construir uno nuevo y actualizar los materiales y costos aun así hicimos un estudio mas profundo de las temperaturas que tenemos en la zona de Ecatepec.

La investigación fue esencial de nuevo y a la fecha nos encontramos con una infinidad de equipos que se comercializan en México, se nos hace extraordinario el costo de venta y aun mas la calidad de los materiales con que se fabrican.

El equipo de los tubos de vidrio al vacío que es de los mas eficientes, pero en nuestra ciudad hay que tener mucho cuidado ya que el suministro irregular de agua les afecta, por que los tubos de vidrio al vacío no soportan los choques térmicos y en el interior tenemos temperaturas de 95°C o mas, y si se deja vaciar el deposito de agua, tendremos vapor lo cual al llenarse el deposito con agua fría nos ocasiona la ruptura por choque térmico.

Podemos decir que la construcción de nuestro calentador solar se basa en que siempre quisimos un equipo que fuera de bajo mantenimiento y que el costo también fuera bajo, sin sacrificar la calidad de los materiales y lo mas eficiente posible por lo que a través de pruebas y muestreos obtuvimos una eficiencia de 14% y en comparación de los demás equipos estamos dentro del rango en cuanto a valores de eficiencia.

Este calentador solar esta hecho con materiales de primera calidad como aluminio, cobre, madera, vidrio, etc., que si comparamos con equipos que hay en el mercado nos ofrecen materiales de los cuales muchos son de plástico y tienen un tiempo de vida determinado y sin embargo el costo es demasiado alto; pero el de nosotros por la calidad de los materiales el periodo de vida es mucho mayor, no requiere mantenimiento caro, y eso lo hace atractivo, se puede quedar sin agua y no le afectara el choque térmico y al igual que todos los calentadores en su tipo requiere que cada dos o tres días dependiendo del lugar y la zona donde se instale sea limpiado el vidrio.

Podemos decir que se construyo un depósito de 204L. Y esta hecho de un material anti hongos y que no permite el crecimiento de bacterias, y con regularidad este deposito trabaja casi siempre al 75% de su capacidad, por lo que siempre contaremos con agua caliente para al menos 24 horas y la temperatura de agua del deposito depende del clima, y la temperatura promedio se encuentra de 45° C a 60° C lo cual es una buena temperatura, ya que el baño normal tiene una temperatura de 45° C y es ya muy caliente para la sensibilidad de la piel.

Para la instalación tenemos materiales de ultima generación como son los termoplásticos y han funcionado muy bien, su costo es muy accesible, también su manipulación o flexibilidad para hacer ensambles.

Actualmente el equipo lleva 9 meses de trabajo por lo cual podemos decir que también el consumo de gas natural en la casa donde se instalo ha disminuido, esto hace ver que el tiempo invertido y el dinero no fue el vano, ya que sí se

redujo el consumo de gas el equipo comienza a pagarse, cabe mencionar al respecto que la familia que actualmente lo usa, también se concientizo de cuidar el agua ya su vez tratar de usar el boiler lo menos posible y en los días nublados usarlo.

La mayoría de las partes de este equipo solar son de fácil acceso y se podrá encontrar en las tlapalerías o ferreterías cercanas a tu casa realmente se necesitan pocos conocimientos para la elaboración y si no los tienes tendrás que investigar un poco, pero en realidad vale la pena ya que el equipo terminado te dará satisfacción, podrás decir que no contaminas y que ahorraras dinero al no quemar combustible, el equipo se planea para ser pagado en su totalidad en un corto plazo.

# **CAPÍTULO 1. PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA**

## **CAPITULO 1. PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA**

### **1.1 Primera ley de la termodinámica**

También conocida como principio de conservación de la energía para la termodinámica «en realidad el primer principio dice más que una ley de conservación», establece que si se realiza trabajo sobre un sistema o bien éste intercambia calor con otro, la energía interna del sistema cambiará. Visto de

otra forma, esta ley permite definir el calor como la energía necesaria que debe intercambiar el sistema para compensar las diferencias entre trabajo y energía interna. Fue propuesta por Nicolás Léonard Sadi Carnot en 1824, en su obra *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar esta potencia*, en la que expuso los dos primeros principios de la termodinámica. Esta obra fue incomprendida por los científicos de su época, y más tarde fue utilizada por Rudolf Loreto Clausius y Lord Kelvin para formular, de una manera matemática, las bases de la termodinámica.

### Ley de la energía.

#### Formulación simplificada de leyes termodinámicas para sistemas puramente térmicos

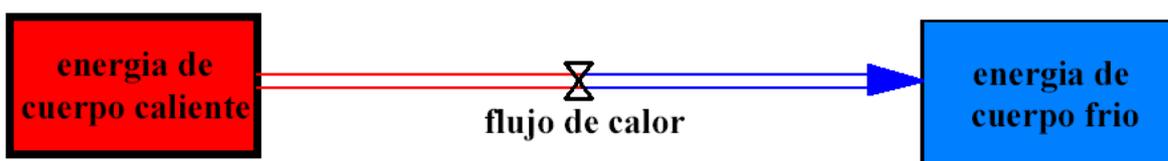


Fig. 1.1 Ley de la conservación de la energía.

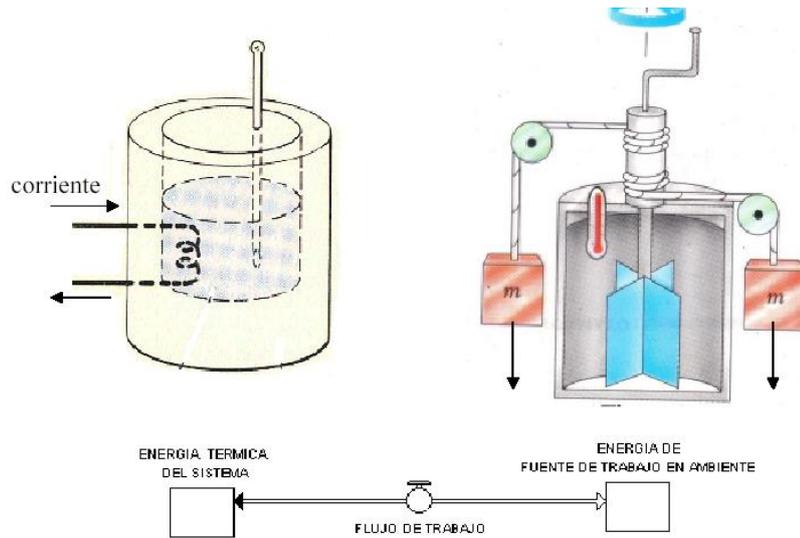
#### Ley de conservación de energía

El flujo de calor aumenta la energía del cuerpo que lo absorbe, en la misma medida que disminuye la energía del cuerpo que libera el calor Fig.1.1

### Ley de tendencia al equilibrio.

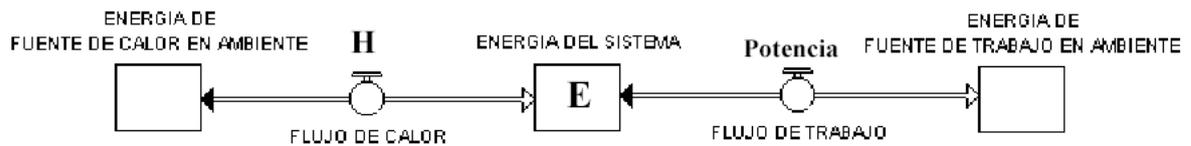
El calor siempre fluye naturalmente del cuerpo caliente al cuerpo frío hasta alcanzar un equilibrio.

Necesidad de ampliar formulación de primera ley para incluir sistemas termomecánicos.



UN SISTEMA PUEDE ADQUIRIR ENERGIA TERMICA Y SUBIR SU TEMPERATURA MEDIANTE TRABAJO, SIN NECESITAR ABSORBER CALOR

Formulación más general de primera ley para sistemas cerrados



La energía de un sistema cerrado solo cambia mediante flujos de calor y trabajo que no alteran la energía total del universo (sistema más ambiente)

$$\Delta E = Q - W$$

Cambio de energía del sistema = calor (Q) que absorbe - trabajo (W) que hace sobre ambiente

$$W = \int \text{Potencia} * dt \quad Q = \int H * dt$$

**Ejemplo:**



**Sistema = gas dentro de un cilindro sellado durante 10 segundos**

**H = 3 joules / seg. (Volts), Potencia = 2 joules /seg. (Volts)**

**Suponemos que la energía inicial del sistema =100joules  
y que la energía inicial de fuente de calor = fuente de trabajo = 200 joules**

Hallar  $W, Q, \Delta E$ , Energías finales del sistema y de las fuentes y la energía del universo al inicio y al final del proceso.

Determinación del trabajo ( $w$ ) y del calor ( $q$ ) para un sistema gaseoso mediante la primera ley

$$W = \int \text{Potencia} * dt = \int F * v * dt = \int P * (A * v * dt) = \int P * dV$$



**F = Fuerza contra el pistón.**

**v = Velocidad de expansión del pistón.**

**P = Presión del gas.**

**A = Área del pistón.**

**dV = Cambio infinitesimal de volumen del gas.**

Para un fluido (gas o líquido) podemos interpretar trabajo como la integración de la presión a través de un cambio en volumen

Ejemplo: expansión isotérmica de aire a temperatura de 27 °C:

$$V_1 = 1, V_2 = 2, T = 300K, n = 40 \text{ moles}, R = 8.2J/K$$

Determinación de  $W$  y de  $q$  con la primera ley.

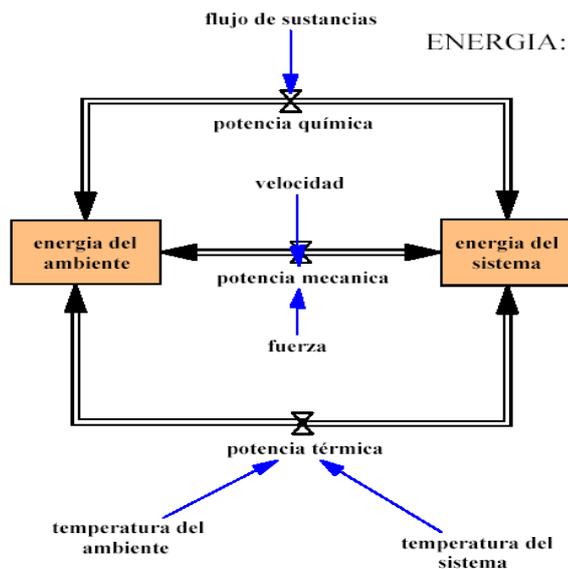
$$W = \int_{V_1}^{V_2} P * dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} * dV = nRT * \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 7E4J$$

$$\Delta E = Q - W$$

$$\Delta E = 0$$

$$Q = W = 7E4J$$

**PRIMERA LEY: Ley de conservación de energía:**



### Propiedades de sistemas abiertos.

- Propiedad acumulativa de un sistema que expresa su capacidad para generar cambios físicos
- Propiedad que se conserva: lo que gana el sistema lo pierde el ambiente y viceversa
- Propiedad intercambiable con el ambiente por tres procesos o flujos: flujo de sustancias químicas (potencia química), flujo de trabajo (potencia mecánica) y flujo de calor (potencia térmica)
- Propiedad escalar que asume diversas formas que son mutuamente transformables
- Propiedad acumulativa que se conserva, pero que puede transformarse y / o pasar de un cuerpo a otro mediante trabajo, calor o un flujo de sustancias.

## 1.2 Formulación general de segunda ley de la termodinámica

### Ley de crecimiento de la entropía.

#### Segunda ley de la termodinámica

Es un axioma que indica que todo proceso es “degenerativo”, esto es, el resultado del proceso es una degradación de la energía en cuanto a su capacidad de hacer trabajo, el proceso ocurrirá.

Así, por ejemplo, el trabajo puede convertirse fácilmente en calor, pero la experiencia indica que este último no puede convertirse total y de forma continua en trabajo. Es decir, el trabajo es una forma de energía más valiosa que el calor.

#### Axioma de Clausius

Es imposible que el calor pase, por sí solo, desde una región de menor temperatura hasta otra de mayor temperatura.

Es imposible la existencia de un sistema que pueda funcionar de modo que su único efecto sea una transferencia de energía mediante calor de un cuerpo frío a otro más caliente.

Con esto nos indica que el calor siempre fluye de mayor a menor temperatura y que no puede existir dispositivo o máquina cuyo único efecto sea la transferencia de calor de una región fría a otra caliente. Se indica que la energía se degrada de manera gradual al realizarse un proceso de transferencia de calor, por lo que su capacidad de hacer trabajo disminuye.

Por lo tanto un refrigerador o una bomba térmica no violan la segunda ley, ya que en ambos sistemas se requiere un trabajo para realizar la transferencia de calor de una región fría a otra caliente y con esto se elimina la posibilidad de alcanzar un coeficiente de funcionamiento infinito.

#### Axioma de Kelvin Planck

Es imposible para cualquier dispositivo operar de forma cíclica, producir trabajo e intercambiar calor solo a con una región de temperatura constante.

Es imposible construir un sistema que operando según un ciclo termodinámico ceda una cantidad neta de trabajo a su entorno mientras recibe energía procedente de un único reservorio térmico.

Esto es que el axioma no niega la posibilidad de que un sistema produzca una cantidad neta de trabajo a partir de una transferencia de calor procedente de un solo foco. Solo niega la posibilidad de que este sistema funcione según un ciclo termodinámico.

Un reservorio térmico o foco es un sistema cerrado que mantiene siempre a una temperatura constante aun cuando se le ceda o quite energía por transferencia de calor. Un reservorio es una idealización.

Las propiedades extensivas de un reservorio térmico, como la energía interna, pueden cambiar con su interacción con otros sistemas aun cuando la temperatura del reservorio se mantiene constante.

En consecuencia, toda máquina que opere en forma cíclica debe de tomar calor de una región de alta temperatura y también debe disipar una fracción de él hacia una región de menor temperatura. Dado este axioma, se descarta la existencia de máquinas que puedan convertir en trabajo la totalidad del calor proveniente de cualquier fuente de energía.

Esto llevaría a la creación de máquinas con una eficiencia térmica de 100%. Estas máquinas imposibles han recibido el nombre máquinas de movimiento perpetuo de segunda clase.

Si se considera una planta generadora de vapor se observa que solo una fracción de la energía liberada por el combustible se aprovecha en trabajo, o un motor de combustión interna, solo una fracción de calor suministrado a través del combustible en el proceso de combustión se utiliza como trabajo.

Tanto el axioma de Clausius como el axioma de Kelvin-Planck son solamente dos de las distintas formas en que puede expresarse la segunda ley, ambos

axiomas son equivalentes en sus consecuencias, y si se viola uno de ellos, se viola el otro también.

Un proceso es irreversible si, una vez que el proceso ha tenido lugar, resulta imposible devolver al sistema y a todas las partes del entorno a sus respectivos estados iniciales. Un proceso es irreversible si ambos, sistema y entorno, pueden devolverse a sus estados iniciales.

Aun sistema que ha sufrido un proceso irreversible no le es necesariamente imposible volver a su estado inicial; si lo hiciera sería imposible devolver al entorno al estado en que se encontraba inicialmente.

Cualquier proceso que implique una transferencia espontánea de calor desde un cuerpo caliente a otro frío es irreversible. En caso contrario sería posible devolver esta energía del cuerpo frío al caliente sin producir otro efecto en los cuerpos implicados o en su entorno, los procesos irreversible incluyen uno o más de los siguientes efectos:

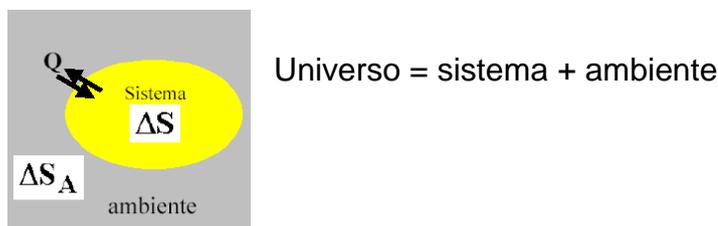
- Transferencia de calor a través de una diferencia finita de temperatura
- expansión libre de un gas o líquido hasta una presión más baja
- reacción química espontánea
- mezcla espontánea de sustancias con diferente composición o estado
- rozamiento (tanto el de deslizamiento cuanto la viscosidad en el seno de un fluido)
- flujo de corriente eléctrica a través de una resistencia
- magnetización o polarización con histéresis
- deformación inelástica

El segundo principio puede emplearse para demostrar que un proceso que involucre cualquiera de estos efectos es, efectivamente, irreversible.

Los ingenieros deben ser capaces de reconocer las irreversibilidades, evaluar su influencia y desarrollar medios prácticos para reducirlas. Sistemas como los frenos, basan su funcionamiento en el efecto de la fricción, u otras irreversibilidades para su operación.

Las irreversibilidades se toleran hasta cierto punto en todos los sistemas porque los cambios de diseño y operación requeridos para reducirlas llegarían a ser demasiado costosos.

Siempre que en cualquier irreversibilidad este presente en un proceso, este será necesariamente irreversible.



Todo sistema macroscópico tiene una propiedad, la entropía, tal que en todo proceso natural su valor para el universo crece (proceso irreversible) o permanece igual (proceso reversible)

$$S_U = S + S_A$$

$$\Delta S_U = \Delta S + \Delta S_A \geq 0$$

La entropía, igual que la energía se define por su cambio en un proceso del siguiente modo:

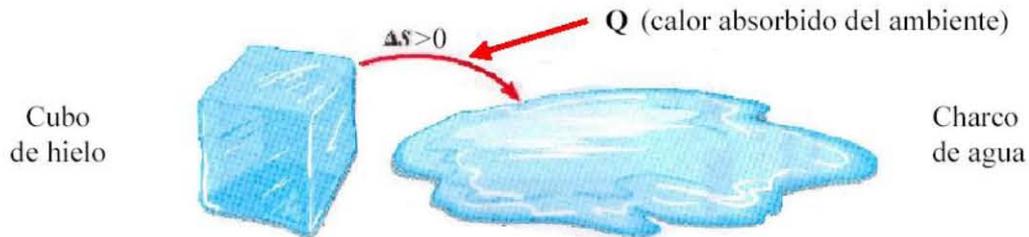
$$\Delta S = \frac{Q}{T} \frac{\text{Calor intercambiado por sistema con ambiente}}{\text{Temperatura absoluta del sistema}}$$

Unidades de  $S = \text{cal} / \text{K}$

$Q > 0$  si sistema absorbe calor y  $Q < 0$  si sistema libera calor.

Calculo de cambio de entropía del universo en proceso irreversible a temperatura ambiental de 27 °C.

SISTEMA: 10 gm de hielo a 0°C      AMBIENTE: aire a 27°C  
 PROCESO: FUSION DEL HIELO



$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{\text{calor latente}}{\text{temperatura hielo}} = \frac{10\text{g} * 80\text{cal/g}}{273^\circ \text{K}} = 2.93\text{cal/K}$$

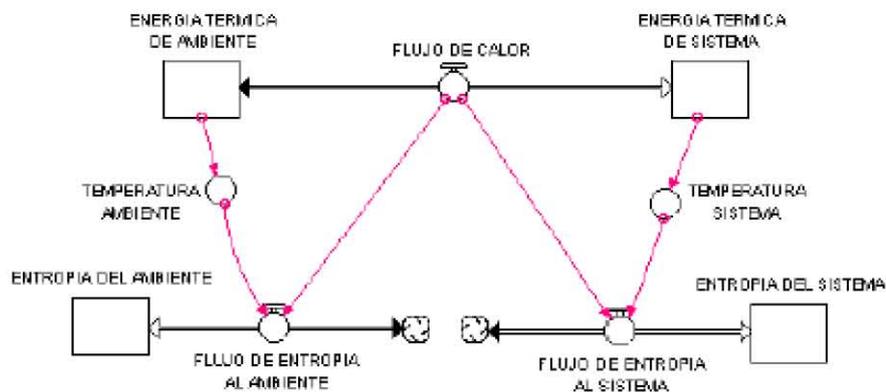
El cambio de entropía del ambiente (aire a 27°C) es

$$\Delta S_A = \frac{Q_A}{T_A} = \frac{-800\text{cal}}{300\text{K}} = -2.67\text{cal/K}$$

El aumento de entropía del universo es:

$$\Delta S_U = \Delta S + \Delta S_A = 2.93 + (-2.67) = 0.26\text{cal/K} > 0$$

#### FORMULACION DINAMICA DE SEGUNDA LEY

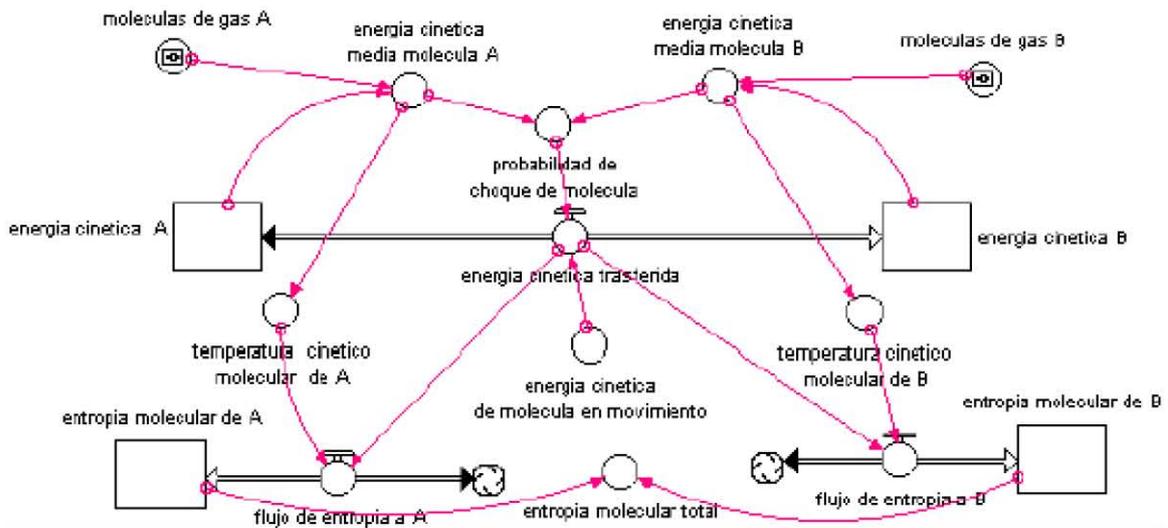


$$\text{Flujo de entropía al sistema} = \frac{\text{flujo de calor}}{\text{Temperatura sistema}}$$

$$\text{Flujo de entropía al ambiente} = \frac{- \text{flujo de calor}}{\text{Temperatura ambiente}}$$

Ejercicio Stella

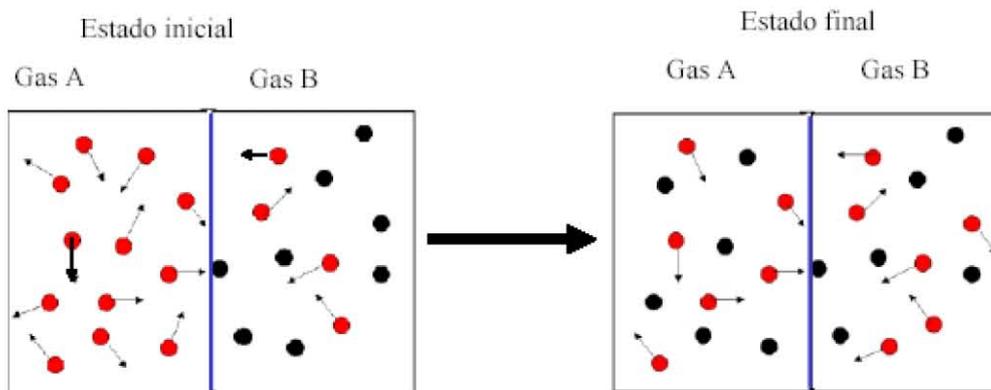
MAPA CONCEPTUAL DEL MODELO CINETICO MOLECULAR DE EHERENFEST DEL INTERCAMBIO DE CALOR ENTRE GASES



SUPUESTOS

1. En cada gas hay dos clases de moleculas las activas( con energía cinetica) y las inactivas(carentes de energía cinetica)
2. En un tiempo suficientemente pequeño una molecula activa de un gas choca al azar contra la pared y transmite toda su energía a otra molecula en reposo en el otro gas pegada a la pared.
3. La probabilidad de un choque es proporcional a la fracción de moleculas activas en cada gas o a lo que es igual: a la energía cinetica promedio de una molecula en cada gas.

EVOLUCION MAS PROBABLE DEL SISTEMA



$$T_A = 3T_B$$

ENTROPIA DE A+B INICIAL  
DESORDEN INICIAL

$$T_A = T_B$$

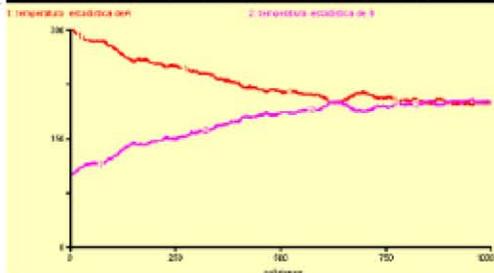
ENTROPIA DE A+B FINAL  
DESORDEN FINAL

<  
<

A NIVEL MOLECULAR LA ENTROPIA PUEDE INTERPRETARSE COMO UN INDICADOR DE DESORDEN

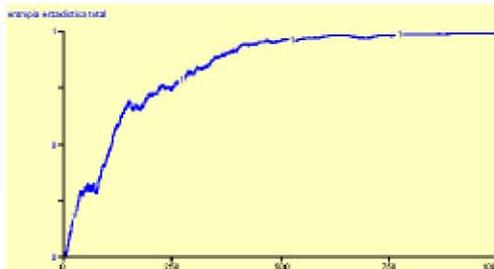
**SIMULACION DEL MODELO PARA 1000 MOLECULAS EN CADA GAS**

**EQUILIBRAMIENTO DE TEMPERATURAS**



**CRECIMIENTO DE LA ENTROPIA TOTAL**

EL EQUILIBRIO TERMICO COINCIDE CON EL ESTADO DE ENTROPIA MAXIMO

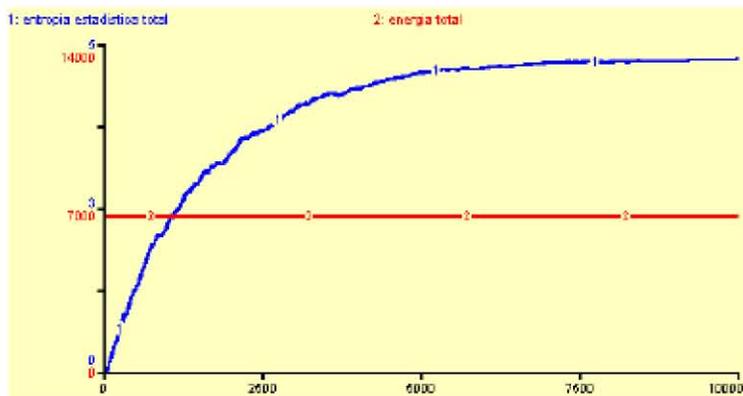


LA LEY DE ENTROPIA ES UNA LEY PROBABILISTA (CONDICIONADA POR EL AZAR)

EL CRECIMIENTO DE LA ENTROPIA NO ES MONOTONICO Y REGISTRA EN OCASIONES FLUCTUACIONES QUE REDUCEN POR TIEMPOS CORTOS LA ENTROPIA.

**SIMULACION DEL MODELO PARA 10000 MOLECULAS**

**CARACTER PROBABILISTICO DE LA SEGUNDA LEY EN CONTRASTE CON LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA**



LA PRIMERA LEY ES DETERMINISTA (NO ESTA SUJETA A FLUCTUACIONES DEBIDO AL AZAR) MIENTRAS QUE LA SEGUNDA LEY ES PROBABILISTA. SEGUN CRECE EL NUMERO DE MOLECULAS DISMINUYE LA IMPORTANCIA DE LAS FLUCTUACIONES (LEY DE LOS GRANDES NUMEROS) Y LA SEGUNDA LEY LUCE CADA VEZ MAS COMO SI FUERA UNA LEY DETERMINISTA.

### **Crecimiento de Entropía Y Flecha del Tiempo**

El aumento universal y continuo en la entropía del universo es probablemente la razón que explica el carácter irreversible del tiempo: su flujo inexorable del pasado al futuro.

A nivel molecular no podemos distinguir entre pasado y futuro porque las leyes de las colisiones entre las moléculas son reversibles. Puede pensarse entonces que el flujo unidireccional del tiempo es una propiedad emergente del nivel microscópico de la realidad

### **Compatibilidad de la ley de entropía con la evolución**

El surgimiento de una nueva especie por un proceso de selección natural supone una reducción de la entropía del sistema que evoluciona como los sistemas biológicos no son aislados y están en continua interacción con su ambiente, la evolución de una nueva especie va siempre acompañada de un aumento en la entropía del ambiente. Basta que el aumento de entropía del ambiente sea mayor que la disminución de la entropía del sistema para asegurar que la entropía del universo (sistema + ambiente) crece y que por tanto la evolución de una nueva especie y la segunda ley de la termodinámica son compatibles.

## **CAPÍTULO 2. EL USO DEL AGUA.**

## 2.1 ¿Que es el agua?

El agua, es una sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, sus propiedades físicas son: líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos que aparece en la naturaleza.

Con el agua también se puede producir energía; es necesaria para regar las cosechas de los agricultores, también se crean diferentes productos que hoy en día son indispensables para los seres humanos, los animales, las plantas y en general para la supervivencia de cualquier tipo de vida.

Un problema que se presenta referente al agua dulce, es la escasez que existe y es que año tras año se requiere de más agua debido a la sobrepoblación que se presenta en México. Hay que agregar a esto la escasez de lluvias.

### Agua

El planeta esta conformado por el 75% de agua pero no toda es para el consumo humano ya que el 97% es salada y solo el 3 % es dulce la cual se distribuye en ríos, lagos y mantos acuíferos.

Sobre este 3% hay una gran demanda debido al crecimiento demográfico, avance del proceso de urbanización y uso industrial.

El agua es un recurso escaso y necesario, por lo tanto los gobiernos y estados se han unido para hacer un gran esfuerzo y evitar el desperdicio, sequías prolongadas ó problemas en los suministros y sus fuentes hidráulicas causados por la contaminación de aguas superficiales, sobre explotación de mantos acuíferos y el calentamiento global.

En el caso de la ciudad de México donde la distribución es irregular en la red domiciliaria se complementa con el abasto de pipas o tandeo.

Para completar el abasto de agua, existe el suministro mediante pipas particulares, y hay quienes compran el líquido a un costo de \$28 pesos el metro cúbico y lo revenden a la ciudadanía a \$90 pesos el metro cúbico existiendo una diferencia de 221% al valor original.

De acuerdo con el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (S.A.C.M), en el Distrito Federal el metro cúbico de agua , servicio normal, cuesta \$1.78 pesos los primeros 20 metros cúbicos y en los 10 metros cúbicos siguientes \$3.59 pesos. A si mismo se estima que en D.F. el precio promedio del agua cuesta \$3.50 pesos el metro cúbico.

## 2.2 ¿Quiénes viven del agua?

A muchos sectores beneficia el agua, entre ellos al sector, industrial, empresarial, agropecuario, agrícola, etc. Y es que el vital líquido es fundamental para desarrollar sus actividades productivas.

Por ejemplo, en el sector empresarial el agua es el principal insumo para producir su producto. Algunas empresas que utilizan el agua son las siguientes:

- EMPRESAS REFRESQUERAS
- EMPRESAS DE DETERGENTES
- EMPRESAS DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA
- EMPRESAS DE PERFUMERÍA
- EMPRESAS DE AGUA ELECTRO-PURIFICADAS
- PASTELERÍA Y RESPOSTERÍA
- OTRAS.

Las empresas obtienen muchos beneficios ya que el agua es un insumo económico, que no debería costar, pero cada año se sufre por la escasez y para evitar que la ciudadanía la desperdicie, se le tiene que poner un precio.

## ¿Cuanta agua necesita una persona para vivir?

El agua representa aproximadamente el 70% del peso corporal de los seres humanos. Si una persona pierde 10% del agua de su cuerpo su vida está en situación de riesgo. Y si pierde 20%, la condición es tan grave que puede morir. Se sabe que una persona debe ingerir al día una cantidad de agua que represente por lo menos 3% de su peso, lo que significa que el promedio necesario de agua por persona es de aproximadamente 2 litros al día. El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales otorga a todos los seres humanos el derecho a contar con agua suficiente, a precio asequible, físicamente accesible, segura y de calidad aceptable para usos personales y domésticos.

Con esta declaración, en noviembre de 2002 se marcó un hito en la historia de los derechos humanos ya que, por primera vez, contar con agua segura fue reconocido de forma explícita como un derecho humano fundamental. En su Comentario General N.º 15 sobre el cumplimiento de los artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, el Comité hizo notar que "el derecho humano al agua es indispensable para llevar una vida en dignidad humana" y señaló que "es un prerrequisito para la realización de otros derechos humanos". Sin el acceso equitativo a un requerimiento mínimo de agua potable y otros derechos fundamentales serían inalcanzables, como el derecho a un nivel de vida adecuado para la salud y para el bienestar, así como los derechos civiles y políticos. El agua es un derecho universal de mujeres y hombres. Se define mejor como el derecho al agua segura. Generalmente, se define como agua segura y apta para el consumo humano, de buena calidad y que no genera enfermedades. Con frecuencia es agua que ha sido sometida a algún proceso de potabilización o purificación casera. Sin embargo, determinar que un agua es segura solo en función de su calidad no es suficiente. La definición debe incluir otros factores como la cantidad, la cobertura, la continuidad, el costo y la cultura hídrica. Es la conjugación de todos estos aspectos lo que define el acceso al agua segura.

Agua segura = cobertura + cantidad + calidad + continuidad + costo + cultura hídrica. La meta del agua segura es cumplir con las "6 C":

1. Cobertura: El agua debe llegar a todas las personas sin restricciones. Nadie debe quedar excluido del acceso al agua de buena calidad.
2. Cantidad: Las personas deben tener acceso a una dotación de agua suficiente para satisfacer sus necesidades básicas: bebida, cocina, higiene personal, limpieza de la vivienda y lavado de ropa.
3. Calidad: En términos simples, con las palabras "calidad del agua de consumo" nos referimos a que el agua se encuentre libre de elementos que la contaminen y la conviertan en un vehículo de transmisión de enfermedades.
4. Continuidad: El servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente. Lo ideal es disponer de agua durante las 24 horas del día. La no continuidad o el suministro por horas, además de ocasionar inconvenientes debido a que obliga al almacenamiento intradomiciliario, afecta la calidad y puede generar problemas de contaminación en las redes de distribución.
5. Costo: El agua es un bien social pero también económico, cuya obtención y distribución implica un costo. Este costo ha de incluir el tratamiento, el mantenimiento y la reparación de las instalaciones, así como los gastos administrativos que un buen servicio exige.
6. Cultura hídrica: Es un conjunto de costumbres, valores, actitudes y hábitos que un individuo o una sociedad tienen con respecto al agua y su importancia para el desarrollo de todo ser vivo, la disponibilidad del recurso en su entorno y las acciones necesarias para obtenerla, tratarla, distribuirla, cuidarla y reutilizarla.

## 2.3 El agua en México

**En la clasificación mundial, México está considerado como un país con baja disponibilidad de agua.**

En todo el país llueve aproximadamente 1511 kilómetros cúbicos de agua cada año, lo que equivale a una piscina de un kilómetro de profundidad del tamaño de su capital, el Distrito Federal. El 72% (1084 km<sup>3</sup>) de esa agua de lluvia se evapora.

México es un país semiárido (56%). El 67% de las lluvias mexicanas cae en los meses de junio a septiembre. En promedio, el país recibe unos 711 mm de lluvia cada año (1 mm de lluvia = 1 litro por m<sup>2</sup>). No es mucho comparado con otros países. En el norte, México es muy ancho pero con poca lluvia (árida o semiárida); en el sur es angosto, pero llueve más. El 50% de la superficie la tienen los estados norteños, y ahí llueve tan sólo 25% del total. En la parte angosta del país, que ocupa 27.5% del territorio, cae la mayor parte del agua de lluvia (49.6%), esto es en los estados del sur-sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco). Entre los estados más secos está Baja California: tan sólo llueve un promedio de 199 mm por año. En contraste está Tabasco, que recibe 2588 mm de agua cada año. En México llueve cada vez menos. De 1994 a la fecha ha llovido menos del promedio histórico anterior.

Consumo de agua de una familia de cinco miembros			
Actividad	Número de cubetas de 20 litros utilizadas	Consumo no considerado en este ejercicio	Consumo de acuerdo con datos oficiales
Baño en la regadera (20 minutos)	7	Todos se bañan diario <b>700 Litros</b>	Las regaderas economizadoras gastan 10 litros por minuto; una común gasta en promedio 26.
Lavarse los dientes (3 minutos)	1	Todos se lavan los dientes 3 veces al día <b>300 litros</b>	
"Barrer" la calle con la manguera (15 minutos)	5.25		
Lavar los trastes (30 minutos)	10.5		Al lavar los trastes se consumen hasta 25 litros por minuto.
Lavar el coche con manguera (15 minutos)	5.25		
<b>Total</b>	<b>29</b>		

Fig. 2.1 Consumo promedio de gasto de agua en una familia con 5 miembros.

Consumo de agua en metros cúbicos por familia y tipo de casa.

Número de habitantes por familia

Tipo de habitación	1	2	3	4	5	6
Departamento o pequeña vivienda	4	8	12	15	20	25
Casa sin Jardín	5	10	15	20	25	30
Casa con Jardín	7	13	20	25	30	35
Residencial con Jardín	10	20	25	30	35	40

Fig. 2.2. Gasto de agua dependiendo del número de personas en una casa.

Es el consumo promedio de agua usada por familia en casa habitación en la cual nos interesa el gasto de agua en el baño Fig. 2.3, al llegar en conclusión una regadera gasta en promedio 700 litros diario aproximadamente y sumando el promedio de agua utilizada en la cocina es de 20 litros aproximadamente. El calentador ayuda al ahorro de combustible, energía eléctrica etc. Al mismo tiempo un precalentado de agua para los alimentos.



Fig. 2.3. Porcentaje de gasto de agua en el baño de un hogar mexicano.

## 2.4 ¿Cuánta agua caliente se consume en una casa?

Para seleccionar (dimensionar) un calentador, el primer paso es definir cuánta agua caliente se requiere, tanto en forma simultánea como a lo largo del día. En el caso de los calentadores de gas, la selección es relativamente simple: estará en función del llamado número de servicios, que no es otra cosa sino el gasto de agua caliente que se requiere en forma simultánea.

Los manuales de los fabricantes ofrecen las siguientes definiciones:

- 1 Servicio = 1 regadera
- ½ Servicio = 1 lavabo = 1 fregadero (lavado de trastos)

En relación con el consumo de agua por servicio, los siguientes ejemplos pueden considerarse como promedios:

- Regadera: 9 litros / minuto (normado)
- Cocina: 4.5 litros minuto (fregadero o tarja)
- Lavabo: 6.4 litros /minuto

En el caso del calentador solar, el dimensionamiento resulta más difícil, pues el usuario debe calcular, con la mayor precisión posible, el número de litros de agua caliente que consumirá en el día.

En este punto siempre existe un «regateo» entre el usuario y la empresa (o persona) que va a instalar el sistema, debido a que el primero quiere comprar el sistema más pequeño, argumentando que consume muy poca agua, mientras que la segunda insiste en que el equipo sea el adecuado para cubrir las necesidades de la vivienda. Según datos de la Comisión Nacional del Agua, el consumo promedio por persona al día en las ciudades de Monterrey y el Distrito Federal, es de 200 y 300 litros, respectivamente. La percepción es que en la capital de Nuevo León las personas tienen más cuidado en el uso del agua por la escasez del vital líquido.

A continuación se mencionan las experiencias de los diseñadores de sistemas de calentador solar, para determinar una buena selección de la capacidad de los mismos:

- Número de personas en la vivienda:
  - Que viven
  - Que se bañan
  - Edades: niños/ jóvenes/ mayores
  - Número de veces que se bañan al día
- Nivel de equipamiento (considerando el tamaño y forma de uso)
  - Lavadora de ropa
  - Lava trastos
  - Hidroneumático

### **Otros equipos que utilicen agua caliente**

- Asimismo, aspectos vitales a considerar son los hábitos de los usuarios, que están en función de su edad y las condiciones climáticas del lugar.
- Algunas encuestas identifican como puntos importantes los siguientes:
  - Las personas mayores se bañan rápido.
  - Los jóvenes:
    - Se bañan hasta acabarse el agua caliente y consumen 2 o 3 veces más que un adulto.
    - Se bañan una o dos veces al día (dependiendo de la época del año y el tipo de actividades que realicen).

- En climas extremosos:

En época de invierno, las personas «toman calor» del baño; y – En el verano, utilizan agua templada.

- En climas templados ocurre algo similar, pero en menor escala.

En cuanto al consumo de agua por usos finales, existen estudios que muestran cómo y cuánta agua caliente se usa en los hogares:

- Características de una ducha. 10 minutos.65% de agua caliente y 35% de agua fría.

Por lo anterior, y con base en la experiencia, una recomendación práctica para el dimensionamiento de un calentador solar, es considerar el consumo de agua caliente para el baño (ducha) en 50 litros por persona / día, y 25 litros de la misma para el uso de la lavadora de ropa o el lavado de trastos. Los requerimientos de agua caliente en otros equipos deben evaluarse con los distribuidores, en función del consumo y la forma de utilización del calentador solar.

# **CAPÍTULO 3. EL USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.**

## COMBUSTIBLE

### 3.1 Diferencias entre gas LP y gas natural

Además de la composición química, la diferencia está en el precio; en el tiempo que tarda cada uno en generar calor, y en la forma en que se distribuyen. También radica en su composición química: el gas natural está compuesto por metano, lo que lo hace más ligero que el aire; mientras que el gas LP (conocido como gas licuado) es una mezcla de gases más pesados.

#### **Producto principal y subproductos.**

Gas en el sentido físico es uno de los tres estados de la materia, y de manera similar al estado líquido carece de una forma determinada. Existen dos tipos de gas: gas natural y gas licuado de petróleo, cuyas características veremos a continuación.

“El gas natural es un energético primario, mezcla natural de hidrocarburos gaseosos, cuyo

principal componente es el metano el cual puede representar el 99% en algunos tipos de gas natural, mientras que en otros puede ser de 80% o menos. Contiene además otros componentes de hidrocarburos como etano, propano y butano, presentes en concentraciones decrecientes. Pueden encontrarse también otros gases no hidrocarburos como dióxido de carbono, helio, sulfuro de hidrógeno y nitrógeno

“Como subproducto del gas natural hay cuatro derivados básicos (cuatro gases diferentes):

- 1) Gas natural que contiene compuestos de azufre y óxido de carbono (CO), se le denomina: gas amargo.
- 2) Gas natural que no contiene dichos compuestos, se le denomina: gas dulce.
- 3) Gas natural que contiene cantidades apreciables de hidrocarburos, fácilmente condensables (tales como: etano, propano y butano), se le llama: gas húmedo.

- 4) Gas natural que contiene cantidades pequeñas de hidrocarburos, fácilmente condensables, se le llama: gas seco.

### 3.2 Características de los gases.

En la Tabla 3.1 se indican las características principales de los gases licuados de petróleo, propano y butano así como del gas natural.

Para efectos de cálculo, en las instalaciones de gas licuado de petróleo (L.P.), se considera la densidad relativa del gas butano (2.0) y los poderes caloríficos del propano (22244 k cal/m<sup>3</sup> y 6006 k cal/l), ya que nunca se puede saber cuales son los valores reales de la mezcla.

Características de los gases licuados de petróleo.

Características	Gases Licuados del Petróleo		
	Propano	Butano	Natural
Densidad relativa del gas con respecto al aire (aire = 1).	1.522	2.006	0.61
Densidad del líquido con respecto al agua (agua = 1)	0.508	0.584	
Temperatura de ebullición al nivel del mar, en °C.	-42.1	-0.5	
Relación de expansión de líquido de vapor.	270	234	
Poder calorífico promedio del gas a 15.6°C y a una atmósfera de presión absoluta, en Kcal/metro cúbico.	22244	28800	8460
Poder calorífico promedio del líquido a 15.6°C y a una atmósfera de presión absoluta, en Kcal/litro.	6006	6739	

TABLA 3.1 Características de los gases

### **Baja presión regulada.**

Se debe considerar "baja presión regulada" a la presión que debe salir el gas del regulador de baja presión, o regulador secundario, antes de su distribución a los aparatos domésticos.

En caso del gas LP la presión de salida del regulador de baja presión es de 27.94 gr/cm<sup>2</sup>.

Para el gas natural la presión de salida del regulador de baja presión depende del gasto total por manejar.

- Si el gasto total es de 283 m<sup>3</sup>/hora o menor, la presión del regulador es de 17.78 gr/cm<sup>2</sup>.
- Si el gasto total es mayor de 283 m<sup>3</sup>/hora la presión de salida del regulador es de 22.86 gr/cm<sup>2</sup>

### **Alta presión regulada.**

Se entenderá por "alta presión regulada" cualquier presión controlada por regulador que sea superior a las indicaciones del inciso anterior, dependiendo del gas que se maneja.

Todas las líneas de alta presión regulada se calculan con una presión inicial de 1.5kg/cm<sup>2</sup> que es la presión máxima de salida de los reguladores de primera etapa o primarios.

Cuando el almacenamiento o punto de origen de la red, esté relativamente lejos del lugar de utilización se debe considerar llevar el gas a alta presión regulada e instalar un regulador de baja presión o de segunda etapa, en un lugar conveniente y cercano al de utilización para hacer la distribución en baja presión regulada.

- Presiones de trabajo de los aparatos de consumo.
- Aparatos domésticos.

La presión máxima en los orificios de salida de las espreas de los aparatos domésticos, debe ser la de salida del regulador de baja presión, y la presión mínima de trabajo será del 95% de la presión de salida del regulador, siendo éstas las siguientes:

Clase de gas	Presión de trabajo ( gr/cm <sup>2</sup> )	
	Máxima	Mínima
Gas LP	27.94	26.543
Gas natural	-----	-----
Gasto menor de 283 m3/hora	17.78	16.891
Gasto mayor de 283 m3/hora	22.86	21.717

TABLA. 3.2 Presión de los aparatos domésticos.

Aparatos comerciales o industriales.

La presión del gas en los orificios de salida de las espreas de los aparatos comerciales o industriales será la adecuada, según las especificaciones de diseño y de fabricación de los quemadores, autorizados por la Secretaría de Energía.

Consumo por considerar

### 3.3 Aparatos

El consumo del aparato se considera, siempre que sea posible, directamente de las especificaciones señaladas por el fabricante, o bien basándose en el calibre de la esprea. En las Tablas 3.3 y 3.4 se indican consumos de gas LP o de gas natural en aparatos domésticos y en aparatos de cocinas industriales.

Tabla 3.3 de consumos de gas LP o gas natural en aparatos domésticos.

Aparato	Kcal./hora	Gas LPm <sup>3</sup> /hora	Gas naturalm <sup>3</sup> /hora
<b>Estufas</b>			
Comal	1384	0.062	0.164
Cada quemador	1384	0.062	0.164
Horno, asador o rosticero	3805	0.17	0.45
<b>Estufas domésticas</b>			
4 quemadores + horno	9341	0.42	1.104
4 quemadores + horno + comal	10725	0.482	1.268
4 quemadores + horno + comal + rosticero	14530	0.653	1.717
4 quemadores + horno + comal + asador	14530	0.653	1.717
<b>Calentador de agua tipo almacenamiento (quemador chico)</b>			
De 38 litros	6800	0.306	0.804
De 57 litros	7300	0.328	0.863
De 76 litros	7300	0.328	0.863
De 114 litros	7300	0.328	0.863
De 151 litros	8900	0.4	1.052
De 227 litros	10600	0.477	1.253
<b>Calentador de agua tipo de paso</b>			
Sencillo	20687	0.93	2.445
Doble	33366	1.5	3.944
Triple	46712	2.1	5.522
<b>Calentado de agua tipo almacenamiento (quemador grande)</b>			
De 57 litros	8900	0.4	1.052
De 76 litros	10600	0.477	1.253
De 114 litros	10600	0.477	1.253
De 151 litros	11200	0.504	1.324
Secadora de Ropa	10677	0.48	1.262

Los consumos en metros cúbicos por hora están dados al nivel del mar. Se consideró un poder calorífico de 22244 k cal/m<sup>3</sup> para el gas LP (propano) de 8460 k cal/m<sup>3</sup> para el gas natural.

Tabla 3.4 Consumos de gas LP o gas natural en aparatos de cocinas industriales.

APARATO	Kcal/hora	Gas L.P.	Gas natural
<b>ESTUFAS O PARRILLAS</b>			
2 Quemadores	7560	0.34	0.894
4 Quemadores	15120	0.68	1.787
4 quemadores + horno	26460	1.19	3.128
6 quemadores + horno	33264	1.495	3.932
<b>PLANCHAS FREIDORAS</b>			
2 quemadores	12222	0.55	1.445
2 quemadores + horno	23058	1.037	2.726
<b>PLANCHAS RADIALES</b>			
Sin horno	13608	0.612	1.609
Con horno	24444	1.099	2.889
<b>HORNOS DE REPOSTERIA O CARNES</b>			
Por sección	17640	0.793	2.085
FOGÓN (por quemador)	17640	0.793	2.085
<b>CAFETERAS</b>			
Modelo 6	2520	0.113	0.298
Modelo 12	3780	0.17	0.447
Modelo 20	5040	0.227	0.596
Modelo 6-6	3780	0.17	0.447
Modelo 12-12	6300	0.283	0.745
Modelo 20-20	10080	0.453	1.192
FREIDOR	16900	0.76	1.998

Notas:

1. Los consumos en metros cúbicos por hora están dados al nivel del mar.
2. Se consideró un poder calorífico de 22244 k cal/m<sup>3</sup> para el gas LP (propano) de 8460 k cal/m<sup>3</sup> para el gas natural.

Consumos de gas LP o gas natural en aparatos de cocinas industriales.

### **3.4 Gas natural**

Dependiendo de la ciudad que se trate, el precio del gas natural puede ser hasta 12% más barato y un promedio de 8.20 pesos, esto luego de pagar el costo de la instalación, que fluctúa entre mil 429 pesos y mil 839 pesos, en promedio, aunque esto depende mucho de la localidad y de la empresa con la que se contrate.

Actualmente en el país existen más de 20 distribuidores de gas natural, aunque en el área metropolitana de la Ciudad de México sólo operan dos empresas, por lo que se hace menos difícil el pago de la instalación.

Mientras que aquellos que tienen cilindro de gas pagan 10.55 pesos por cada kilo de gas, esto se traduce en 211 pesos por un tanque de 20 kilos y 316.5 pesos para un tanque de 30 kilos.

Cabe recordar que los precios se incrementan cada mes.

### **3.5 Pros y contras**

Ante una posible fuga, el gas natural se dispersa con más facilidad que el gas LP porque es más ligero que el aire, lo cual hace pensar que tiene un índice más bajo de siniestralidad, mientras que el gas LP es altamente flamable. Sin embargo, en un espacio cerrado y ante una posible concentración, ambos combustibles tiene la

misma posibilidad de explotar, la ventaja del gas natural consiste en que se dispersa más rápido.

En México tener cilindros de gas en el patio o la azotea de nuestra casa, o tanque de gas estacionario, es lo más usual, esto a pesar de que en muchas ciudades del país ya existe una importante oferta de gas natural que se transporta mediante tuberías.

## **Costo de instalación**

Si se opta por contratar el servicio de gas natural antes tendrás que contratar la instalación. Por lo general el costo incluye la tubería hasta tu domicilio así como la instalación de extensiones en dos aparatos domésticos: la estufa y el calentador.

El precio varía mucho, dependiendo de la localidad. Por ejemplo, una empresa cobra mil 839 pesos por la instalación en el Estado de México y Puebla, mientras que en Matamoros y Reynosa el costo por instalación es de mil 429 pesos, más 50 pesos de enganche ambos casos.

Además, contar con servicio de gas natural implica un costo de mantenimiento, esté cobro se hace en la factura.

## **Análisis del mercado (aspectos mercadológicos del proyecto)**

El estudio de mercado tiene por objetivo suministrar información valiosa para la decisión final de invertir o no, en un proyecto dado. Asimismo consiste esencialmente en estimar la cantidad de producto que es posible vender, las especificaciones que éste debe exhibir y el precio que los consumidores potenciales están dispuestos a pagar.

El contenido de un análisis de estudio de mercado puede dividirse en seis temáticas:

- 1) La caracterización del bien o servicio a producir.
- 2) La delimitación del área del mercado.
- 3) El diagnóstico de la demanda y la oferta.
- 4) El pronóstico de la demanda y la oferta.
- 5) El balance demanda – oferta.
- 6) El análisis de precios.

### 3.6 Gas natural y sus emisiones contaminantes

La quema de combustibles fósiles produce impactos ambientales de diferente tipo vinculados a la emisión de gases que sucede a la combustión. Básicamente los más importantes son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ). Si la combustión es incompleta, bien sea por defectos en sus quemadores o por un mal o inadecuado suministro de aire requerido para la combustión, se puede formar CO que es un gas sumamente tóxico aun en pequeñas concentraciones provocando incluso la muerte de acuerdo con el grado de exposición; este gas también puede crear una atmósfera explosiva. Entre los impactos más destacados de estos gases, el  $\text{CO}_2$  aunque no es dañino para la salud es de los principales causantes del efecto invernadero y del calentamiento global, el dióxido de azufre produce lluvia ácida y los óxidos de nitrógeno tienen efectos muy importantes en la salud además de también provocar lluvias ácidas.

### 3.7 Gas licuado

El gas licuado de petróleo (Gas L.P.), es un combustible en cuya composición predominan los hidrocarburos butano, propano o sus mezclas. Por lo tanto, sus subproductos o derivados son el butano y el propano.

El gas licuado de petróleo es definitivamente un bien de primera necesidad para la supervivencia humana, en el sentido de su consumo doméstico, así como lo son también bienes de primera necesidad el agua y la electricidad.

#### **Composición.**

El gas licuado de petróleo se maneja en forma líquida y para tal objeto es necesario someter el gas a cierta presión. En estas condiciones, se transforma en un líquido incoloro, con un peso específico de 0.508 para el propano y de 0.584 para el butano tomando como referencia el del agua, que es de 1.000 y con temperaturas de ebullición de  $-42$  grados centígrados y de  $0.5$  grados centígrados respectivamente. Los límites de explosividad del propano son de

2.2% a 9.5% y el butano de 1.9% a 8.5% en volumen (esto es, en estado gaseoso y mezclados con el aire).

El gas licuado es inodoro o sea que carece de olor propio, por tal motivo y siendo importante detectar cualquier fuga durante su transporte, almacenamiento o uso, por el peligro que representa su inflamabilidad, se le somete a un tratamiento de odorización, que consiste en la adición de “mercaptanos”, sustancias orgánicas azufradas, las cuales producen ese olor penetrante y desagradable con el que se identifica fácilmente.

Debido a que el gas licuado de petróleo, tiene que manejarse, almacenarse y transportarse bajo presión, esta característica aumenta su peligrosidad si no se utilizan los procedimientos y equipos necesarios y apropiados. Su vida útil se caracteriza por su rapidez de extinción al acercarse al fuego. Otra de sus propiedades del Gas L.P., son que las mezclas del butano y del propano que contienen propileno o butileno son impurezas principales en las propiedades químicas del gas licuado.

### **Usos.**

Actualmente en todas y cada una de las construcciones unifamiliares o multifamiliares, se considera una instalación de aprovechamiento de Gas L.P. Por otra parte, su consumo de tipo comercial esta fundamentalmente orientado hacia establecimientos como son los hoteles, restaurantes, baños, sauna, pequeñas fábricas; y en el caso para el consumo industrial este petrolífero, es aprovechado en el suministro de calderas para la operación de maquinaria y equipo de procesos industriales para la elaboración de productos que sirvan como materia prima para otros procesos.

Actualmente el Gas LP, además de tener usos industriales y de tipo comercial como se ha mencionado, es utilizado como sustituto de la gasolina en todo tipo de vehículos (automóviles, camiones, etc.) esto es, como un energético ecológico para disminuir los efectos de contaminación. Este tipo de usos del Gas L.P. constituyen hoy en día, uno de los procesos de innovación que lleva a cabo la industria petrolera del país para la utilización de ciertos

petrolíferos como fuentes alternas de energía, lo cual es uno de los ejes centrales de políticas y objetivos de los programas sectoriales de energéticos del Gobierno del Distrito Federal en por lo menos las últimas cuatro administraciones sexenales.

### **3.8 Productos sustitutos.**

Los productos sustitutos del gas licuado de petróleo para consumo doméstico, son el carbón y la leña (para fines de generar fuego para uso doméstico) y por el uso de energía eléctrica (para fines de generar energía calorífica). La intensidad de la influencia del carbón y la leña sobre el gas licuado para uso doméstico es muy baja, sobre todo en las zonas urbanas debido a que el carbón y la leña resultan muy caros hoy en día, además de que en la actualidad en las zonas urbanas hay muy pocos establecimientos comerciales donde venden el carbón al por menor (menudeo) como las petrolierías, etc. Y muchísimo menos lugares donde venden leña; sin embargo, en nuestro país existen todavía muchas zonas rurales y marginadas donde siguen usando el carbón para los braseros y la leña para los anafres para el consumo doméstico, en lugar del gas licuado de petróleo que aún no alcanza a comercializarse en dichas zonas; por el contrario, los últimos censos de población y vivienda registran que, hay zonas rurales –mas no marginadas- que si consumen el Gas L.P. para su uso doméstico. La intensidad de la influencia de la energía eléctrica sobre el gas para el uso doméstico es también muy baja, por que en los hogares el gas licuado es utilizado principalmente y de forma única en las estufas y en los calentadores de agua para el cuarto de baño, éstos un su mayoría funcionan con gas licuado de petróleo; ya que prácticamente hoy en día, hay escasos calentadores de agua que funcionan con combustible en forma de aserrín; en el caso de las estufas, también hoy en día son escasas las que funcionan con petróleo y sólo funcionan con energía eléctrica las parrillas y cafeteras portátiles, que son éstas bienes sustitutos de las estufas; para generar energía calorífica el gas es sustituido por la energía eléctrica en los casos de las calefacciones.

Por todo lo anterior, la influencia del carbón y la leña como sustitutos del gas para uso doméstico es muy baja, más bien nula al menos en zonas urbanas,

aunque no lo es así en zonas rurales y marginadas; y la influencia de la energía eléctrica como sustituto del gas es relativamente baja.

Sin embargo en las zonas urbanas, desde mediados de la década de los noventa se comenzó a comercializar el gas natural para su consumo doméstico, debido a la política de apertura para el derecho de almacenamiento, transporte y distribución de este hidrocarburo hacia los particulares; por lo que, la influencia del gas natural en el mercado de consumo doméstico, puede ser tan importante como sustituto del Gas L.P. porque en su uso doméstico es más barato e incluso menos contaminante y peligroso que el L.P. Por lo que, la forma más viable de ofrecer un mejor servicio al usuario final de Gas L.P. es el de comercializarlo en sólo tanques estacionarios a precios muy accesibles.

Para el caso específico del presente proyecto, la zona de mercado será el Distrito Federal, el cual representa hasta el año 2000 el 10% de la población consumidora de gas natural para uso doméstico. Esto demuestra que la gran mayoría aún consume Gas L.P. (el 90%), de tal suerte que en los próximos años la demanda será creciente y es por ahí donde se puede hacer frente a la competencia del gas natural.

### **Productos complementarios.**

Son aquellos que condicionan el consumo del producto principal; y en este caso, para el gas licuado de uso doméstico, es el consumo de productos que contienen fósforo, como los cerillos. Mediante este producto (cerillos) se cumple cabalmente la función del gas para su uso doméstico; por lo tanto para que el gas se pueda usar es sumamente necesario consumir el cerillo, para poder así, provocar energía calorífica y hacerla funcionar a través de gas; en tal sentido, el cerillo tiene una influencia muy grande para el consumo del gas, ya que sin este bien no se puede hacer funcionar el gas.

Otro producto complementario que es de vital importancia para el consumo doméstico de Gas L.P., es el mismo tanque estacionario

# **CAPÍTULO 4.**

## **CONSTRUCCIÓN DEL PANEL SOLAR.**

## CAPÍTULO 4. CONSTRUCCIÓN DEL PANEL SOLAR

### 4.1 Principios básicos de la física de un calentador solar:

El aire y el agua son malos conductores del calor, sin embargo absorben fácilmente; esto es: cuando están en contacto con una superficie más caliente o más fría sólo cambia de temperatura la superficie cercana a donde esta varía, por ejemplo: los refrigeradores comerciales que tienen dos vidrios en planos paralelos, dejando un espacio de aire entre ellos evitando que el frío salga. O aquellos que están en los supermercados abiertos en la parte superior aprovechando que el aire frío siempre está en las superficies más bajas.

#### Principio de convección:

Tanto el aire como el agua absorben el calor por contacto pero cualquiera de ellos debe estar en movimiento para transmitir la temperatura, como en el caso de los intercambiadores de calor, o los refrigeradores actuales que cuentan con un ventilador para mantener el frío. Utilizando la convección en un calentador solar la temperatura máxima que he obtenido a la salida del colector es de 95°C.



FIGURA 4.1 PROCESO DE CONVECCION

## Efecto invernadero

El efecto invernadero es tan fácil como que el calor solar que entra a un lugar cerrado, se mantiene porque al no circular el aire, este no se disipa: Ej. el automóvil cerrado al rayo del sol tiene una temperatura superior a la del medio ambiente.

El panel del calentador solar está cubierto con un vidrio que permite la entrada de la luz solar Fig. 4.2, pero evita que el aire, por lo que la temperatura al interior de la caja del calentador solar es mayor que la del medio ambiente.

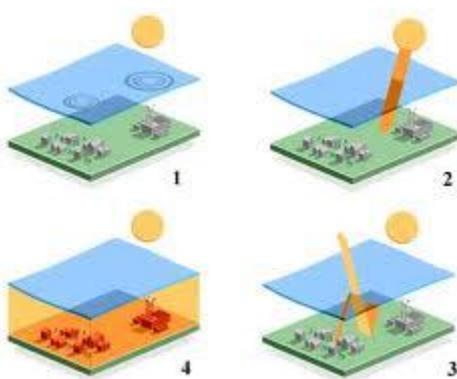


Fig. 4.2 Un vidrio que permite la entrada de la luz solar

## Vasos comunicantes

El líquido alcanza la misma altura en los diversos recipientes que se comunican entre sí sin importar la forma o el volumen que estos tengan, siempre y cuando todos estén llenos y no contengan en su interior aire o un líquido con distinta densidad dentro de ellos.

Para este caso, debo decir que el agua al calentarse aumenta su volumen y por lo tanto su densidad disminuye por lo que si colocamos una manguera transparente para medir al altura del agua en un tanque alimentador del colector y otro a la salida del colector cuando este esta frío veremos que los dos se encuentran al mismo nivel pero si el colector recibe los rayos solares, el

agua se calienta y puede llegar a una temperatura entre 80 y 85 grados centígrados y si el colector tiene una capacidad de 208 lts. la diferencia entre los niveles es de 2 cm. aproximadamente, por lo que es necesario que el termo-tanque esté cerrado para que esa diferencia de volúmenes haga que el agua circule y se realice la convección.

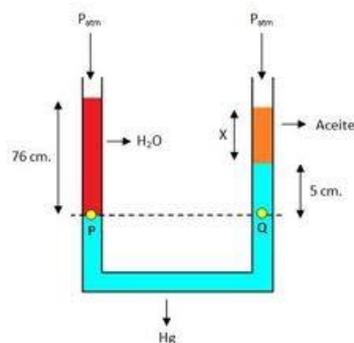


Fig.4.3 Vasos comunicantes

### Principio de densidad

Densidad = peso / volumen.

Tenemos que a mayor volumen menor densidad a mayor temperatura mayor volumen y por lo tanto a mayor temperatura menos densidad entonces el agua caliente al ser un líquido tiende a flotar. En un termo tanque que tiene agua más fría y agua más caliente, el agua más fría está en una capa hasta abajo y el agua más caliente está otra capa hasta arriba y en medio hay capas de agua que cambian de temperatura dependiendo de que tan arriba y que tan abajo están en el tinaco. Esta diferencia es la que propicia la convección en un calentador solar.

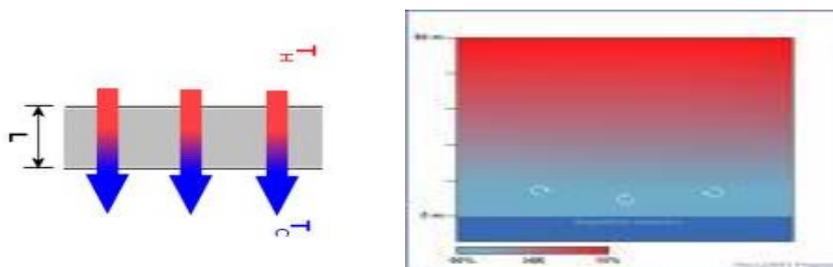


Fig. 4.4 Principio de densidad por diferencia de temperatura.

## Inclinación solar en el paralelo de la CD. De México.

El colector hay que orientarlo al sur ligeramente al oriente es decir, al sur-sur oriente, y con una inclinación de  $30^\circ$  para que los rayos solares lleguen en forma perpendicular en la CD. de México , o lo que es lo mismo la altura vertical debe ser la mitad del largo del colector (esto es porque el seno de  $30^\circ$  es  $1/2$ ), para otras ciudades, la inclinación dependerán del paralelo en que se encuentren, sin embargo siempre debe tener por lo menos una pequeña inclinación.

## Inclinación de un colector solar

Dependiendo del lugar donde se encuentre el colector solar la inclinación estará entre mínimo  $15^\circ$  y máximo  $45^\circ$ .

La orientación es aquella que le permita "mirar" al Ecuador, es decir si está en el norte que esté orientado al sur y si está en el sur que esté orientado al norte

Fig. 4.4.



Fig. 4.4 Inclinación de un colector solar

## 4.2 Beneficios del Calentador Solar

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) realiza acciones tendientes a la transformación del mercado para la utilización masiva de **calentadores solares** de agua (CSA) en el sector doméstico. El objetivo es doble: por un lado, ahorrar y hacer uso eficiente de la energía –en este caso, el

gas para calentar agua, y por el otro, promover el aprovechamiento de las energías renovables, utilizando mayormente la radiación emitida por el sol, en lugar del gas LP (GLP) o gas natural (GN). Estudios realizados en los últimos años indican que los principales problemas para el uso masivo de calentadores solares de agua en México son: el alto costo de la inversión inicial, lo cual se traduce en la necesidad de esquemas adecuados de comercialización y financiamiento; la falta de normas y procedimientos para garantizar la calidad en su instalación y funcionamiento; así como la ausencia de estrategias de difusión, promoción y divulgación de la tecnología.

#### **4.3 ¿Qué tipos de calentadores de agua existen?**

En función del tipo de energía que utilizan, los calentadores de agua para viviendas se pueden clasificar en los que consumen gas exclusivamente, los que utilizan electricidad y los que aprovechan la energía solar. En el caso de los calentadores de gas, existen tres modelos: de almacenamiento, instantáneos y de rápida recuperación.

##### **Los calentadores de agua de almacenamiento**

También conocidos como de depósito, calientan el agua contenida en un tanque para ser utilizada cuando se requiera. Cada vez que ésta se extrae, es reemplazada por agua a temperatura ambiente, que vuelve a ser calentada.

##### **Los calentadores de agua instantáneos**

También conocidos como de paso, cuentan con un serpentín a través del cual se calienta el agua a una temperatura uniforme cuando el usuario abre la llave correspondiente.

## Los calentadores de agua de rápida recuperación

Son una combinación de los dos anteriores: mediante un pequeño depósito mantienen el agua a una temperatura uniforme, y cuando se encienden, la calientan de manera continua, a través de uno o más intercambiadores de calor.

Respecto de los calentadores eléctricos, su diferencia con los calentadores de gas estriba en que utilizan una resistencia eléctrica para calentar el agua y pueden llegar a ser peligrosos.

En este caso, existen dos modelos: el de almacenamiento y el instantáneo.

El *calentador solar* de agua (CSA) es un sistema dotado con un elemento captador de los rayos del sol para calentar el líquido y un depósito para almacenar el agua caliente.

Existen dos tipos de Calentador Solar, en función del material captador empleado: los colectores solares planos y los de tubos evacuados.

Los colectores solares planos tienen como elemento captador una placa de cobre. Por sus características, se les llama también de baja temperatura, sólo alcanzan entre 30 y 90 °C.



Fig. 4.5 Los calentadores de agua de rápida recuperación

Los colectores de tubos evacuados utilizan como colector solar un arreglo de dos tubos concéntricos de cristal, con vacío entre ambos, donde el ubicado en el interior está provisto de una capa que absorbe el calor. Estos equipos, también llamados de alta temperatura, pueden alcanzar hasta de 90 °C. Por otro lado, desde el punto de vista operacional, los calentadores solares se clasifican en: termosifónicos, con intercambiador de calor y de respaldo integrado. El sistema termosifónico es el más comúnmente usado en el sector residencial, y debe su nombre al fenómeno que hace que fluya el agua entre el elemento captador y el depósito, llamado también termotanque.

Los sistemas con intercambiador de calor, conocidos también como de circulación forzada, no almacenan propiamente el agua caliente en el llamado termotanque, sino que toman el calor de un fluido (que puede ser agua u otro líquido) que circula en el colector solar y lo llevan a un tanque, el cual, a su vez, transfiere el calor al agua sanitaria. En algunos casos este termotanque cuenta con una resistencia eléctrica, la cual calienta el agua cuando la temperatura desciende a un nivel predeterminado. El llamado sistema de respaldo integrado es idéntico al termosifónico, excepto que en el termotanque se encuentra una resistencia eléctrica que calienta el agua bajo un sistema de control o cuando el usuario lo solicita.

### **¿Qué calentador de agua seleccionar?**

En México utilizamos por lo general calentadores de gas. La selección del equipo adecuado depende, principalmente, del lugar de instalación. Los calentadores de almacenamiento y de rápida recuperación están diseñados para funcionar a la intemperie, mientras que los «de paso» deben instalarse en interiores, muy cerca del lugar donde se utiliza el agua caliente. Asimismo, estos últimos son más eficientes (convierten en calor entre 85 y 90% del combustible) y consumen menos gas, pues sólo encienden cuando se les demanda agua. Sin embargo, debe señalarse que la tecnología de los calentadores de gas está cambiando: la eficiencia de los de almacenamiento

ha pasado de valores de 74% hasta 80%, además de que actualmente se emplean en su fabricación mejores materiales aislantes, lo que permite mantener el agua caliente por más tiempo y, a la vez, reducir el número de veces que encienden cuando no se están utilizando.

En el caso de los calentadores «de paso», los modelos más recientes ya no utilizan «piloto», sino encendido electrónico, lo cual representa un ahorro muy importante en el consumo de gas, pues el «piloto» consume unos 0.57 litros de gas LP por día.

Respecto de la selección de un buen Calentador Solar, el usuario debe tener presente: el volumen requerido en litros, la temperatura deseada (por ejemplo 60°C). Más adelante se indican las consideraciones para definir el tamaño del equipo, en función de los usos finales.

También es preciso considerar que está cambiando el concepto de utilizar exclusivamente un calentador de gas de uso doméstico.

La tendencia es disponer de un sistema híbrido, el cual consiste en instalar un calentador de gas y un calentador solar en serie combinados.

La razón de lo anterior es simple: usar únicamente gas equivale a desperdiciar un recurso no renovable que, al final de cuentas, resulta más caro; pero atenerse sólo al calentador solar no nos asegura contar con agua caliente cuando utilizamos más de la requerida en días normales. Además, las cambiantes condiciones del tiempo suelen limitar el recurso solar y sería demasiado costoso contar con un sistema para situaciones extremas.

¿Que puedo esperar de un calentador solar?

Disminuir notoriamente el uso de gas.

La solución que más nos conviene es conectar el calentador solar a la línea de salida de agua caliente del calentador de gas y de esta manera suministrar la casa, de este modo el calentador de gas se aísla temporalmente por medio de llaves de paso mientras el clima lo permita y el calentador de gas se debe

calibrar de 30°C a 50°C ya que es una temperatura ideal para ducharse o alternarlo en caso de que se termine el agua caliente proporcionada por el calentador solar mientras el clima lo permita.

Otra opción para conectar el calentador solar es al suministro de entrada de agua del boiler, usando de esta manera el boiler para precalentar el agua que suministra el calentador solar y si el agua no está lo suficientemente caliente, se aumenten los grados que falten con el calentador de gas, al igual en la cocina sirve para precalentar agua en la comida por que es una gran ayuda, ya que calentarla reduce el gasto de combustible.

Si el área geográfica tiene temperaturas de 0°C o menores, es necesario tenerlo presente ya que el agua congelada puede romper el colector. Hay dos alternativas principalmente, utilizar un colector con un serpentín por el que circule un líquido anticongelante dentro del termo tanque y la otra es vaciar el calentador solar cuando la temperatura puede llegar a 0°C.

Si es un calentador solar para una alberca no es necesario el termo-tanque y sólo se requiere tener un tanque alimentador para regular las presiones y poner tubos que permitan la salida de aire y vapor a la atmósfera.

### **¿Que implica hacer mi calentador solar?**

Elaborar un calentador solar requiere compromiso, inversión, dedicación al proyecto, este es un manual para que tomes una decisión informada respecto a construir tu calentador solar y reducir la contaminación atmosférica.

Construyendo un colector de tubo de cobre, en caja de madera cubierto de vidrio 90 x 190 cm., un termo tanque de 200 litros de poliuretano forrado de lana de vidrio, neopreno esponjado o poliuretano necesitaras el material que mas adelante se te sugiere.

Nota: El forro de neopreno esponjado dura entre 2 y 3 años, después hay que reemplazarlo.

### **Para cuántas personas alcanza un calentador**

Depende de cuanto tiempo se tarden en bañar y a que hora se bañan y para que se utilice el agua caliente. Si se bañan antes de las 10:00 AM alcanza para que se bañe una persona (y si estuvo muy fría la noche, quizá se necesite levantar un poco la temperatura con un calentador de gas dependiendo del habito de cada persona), si se bañan entre las 12 y 5 PM y usan el agua muy caliente hay que esperar 30 min. Entre cada baño, y cabe resaltar que es el horario en el que se obtiene la mayor eficiencia del calentador solar, si se bañan entre las 6:00 PM y las 10:00 AM se pueden bañar 2 personas con el agua que se acumulo en el termo tanque (pero no se obtiene agua caliente para un baño en la mañana).

Lo que se ha analizado es que el agua del termo tanque se calienta entre 50°C y 65°C (un baño muy caliente es a 40°C, la temperatura media es aproximadamente de 30°C-32°C) por lo que hay que mezclar con agua fría y por eso no se consume toda el agua almacenada en el termotanque.

En términos generales un calentador, con su termotanque de 200 lts, alcanza para 4 personas, pero varía dependiendo de cada familia y sus costumbres. De cualquier manera se tiene un ahorro de gas, porque los grados que aumenta el calentador solar de agua, hacen que el calentador de gas se prenda menos, debe calibrarse entre 35°C y 50°C para que se prenda al menos que sea realmente necesario.

#### **4.4 Costo aproximado de la construcción** (en junio de 2011.)

Con tramos de tubo de cobre de 6 m, o 6.10 m de largo casi no se tiene desperdicio, a un costo actualmente de \$900.00 en cobre, aluminio (lámina 90 X 1.90 calibre 32 \$45 Kg., 1 ángulo de 1"X1/78", otro de 3/4"X1/8" ) \$140,

mano de obra del herrero \$ 600.00, 2 vidrios de 3 mm. \$ 500, espuma de poliuretano \$380, soldadura de estaño, pasta para soldar, gas butano y silicón \$ 200, conectores de cobre \$ 200, cajon de madera \$600, termotanque \$360, aun redondeando da un total aproximado a \$5500.00 por colector con 1.8 m2

Este es el costo de instalación en una casa de tres niveles donde se incluye la tubería y adaptaciones al sistema de agua caliente. El costo de las conexiones depende mucho de como esté la instalación de la casa.

*(Los costos de las piezas se mencionan en las siguientes tablas 4.1 Y 4.2)*

## PRECIOS COMPARADOS ENTRE ECATEPEC CON EL CENTRO DEL DISTRITO FEDERAL.

NOMBRE DE LA PIEZA	COSTO DE PIEZA EN D.F. \$ (PESOS)	PRECIO DE LA PIEZA EN ECATEPEC \$ (PESOS)	NUMERO DE PIEZAS UTILIZADAS	COSTO TOTAL EN D.F. \$ (PESOS)	COSTO TOTAL ECATEPEC \$ (PESOS)	COSTO REAL DEL CALENTADOR	COSTO NETO
T de cobre	\$ 5.90	\$ 14.00	14	\$ 82.60	\$ 196.00	\$ 14.00	\$ 196.00
Codo ½"	\$ 3.65	\$ 8.00	5	\$ 18.25	\$ 40.00	\$ 8.00	\$ 40.00
Y de cobre ½"	\$ 76.00	\$ 140.00	0	\$ -	\$ -		\$ -
Y de cobre ¾"	\$ 78.00	\$ 165.00	0	\$ -	\$ -		\$ -
Tuerca unión ½" cobre	\$ 22.50	\$ 95.00	1	\$ 22.50	\$ 95.00	\$ 22.50	\$ 22.50
Tuerca unión ¾" cobre	\$ 30.00	\$ 130.00	0	\$ -	\$ -		\$ -
Rollo de estaño	\$ 70.00	\$ 168.00	1	\$ 70.00	\$ 168.00	\$ 168.00	\$ 168.00
Gas butano	\$ 23.00	\$ 35.00	2	\$ 46.00	\$ 70.00	\$ 35.00	\$ 70.00
Soplete para gas.	\$ 92.00	\$ 115.00	1	\$ 92.00	\$ 115.00	\$ 115.00	\$ 115.00
Conector de cobre macho ½"	\$ 5.90	\$ 16.00	4	\$ 23.60	\$ 64.00	\$ 16.00	\$ 64.00
Conector de cobre hembra ½"	\$ 7.50	\$ 18.00	2	\$ 15.00	\$ 36.00	\$ 18.00	\$ 36.00
Cople de cobre ½"	\$ 2.90	\$ 5.50	2	\$ 5.80	\$ 11.00	\$ 5.50	\$ 11.00
Cople de cobre ¾"	\$ 3.90	\$ 8.00	1	\$ 3.90	\$ 8.00		\$ -
Brida ¾" plástico	\$ 7.50	\$ 45.00	2	\$ 15.00	\$ 90.00	\$ 45.00	\$ 90.00
Llave esfera ¾" cobre			2				\$ -
Llave esfera ½" cobre	\$ 70.00	\$ 95.00	2	\$ 140.00	\$ 190.00		\$ -
Manguera para lavabo	\$ 24.60	\$ 45.00	1	\$ 24.60	\$ 45.00	\$ 45.00	\$ 45.00
Tramo de tubo de cobre de ½"	\$ 269.00	\$ 295.00	3	\$ 777.00	\$ 885.00	\$ 295.00	\$ 885.00
Llave de paso cromo	\$ 22.40	\$ 45.00	1	\$ 22.40	\$ 45.00	\$ 45.00	\$ 45.00
Niple galvanizado	\$ 2.25	\$ 6.00	1	\$ 2.25	\$ 6.00	\$ 6.00	\$ 6.00
Cinta teflón	\$ 1.20	\$ 5.00	3	\$ 3.60	\$ 15.00	\$ 5.00	\$ 15.00
Reducción Bushing	\$ 7.10	\$ 12.00	2	\$ 14.20	\$ 24.00	\$ 12.00	\$ 24.00
Reducción de plástico de 1" a ¾"	\$ 3.50	\$ 10.00	1	\$ 3.50	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Cinta gris para ductos	\$ 43.00	\$ 125.00	1	\$ 43.00	\$ 125.00	\$ 125.00	\$ 125.00
Tubo de Silicon	\$ 22.80	\$ 70.00	1	\$ 22.80	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 70.00
Kit Espuma de poliuretano	\$ 190.00	\$ 190.00	2	\$ 380.00	\$ 380.00	\$ 190.00	\$ 380.00
Manguera para lavadora	\$ 15.00	\$ 35.00	1	\$ 15.00	\$ 35.00	\$ 35.00	\$ 35.00
Y de PVC	\$ 22.00	\$ 65.00	1	\$ 22.00	\$ 65.00	\$ 65.00	\$ 65.00
Abrazaderas ½"	\$ 2.50	\$ 5.00	2	\$ 5.00	\$ 10.00	\$ 9.00	\$ 18.00
Codo CPVC ½"	\$ 1.15	\$ 6.00	5	\$ 5.75	\$ 30.00	\$ 6.00	\$ 30.00
Codo CPVC ¾"	\$ 2.51	\$ 12.00	3	\$ 7.53	\$ 36.00	\$ 12.00	\$ 36.00
Codo 45° CPVC ½"	\$ 1.80	\$ 7.00	1	\$ 1.80	\$ 7.00	\$ 7.00	\$ 7.00
Codo 45° CPVC ¾"	\$ 2.80	\$ 9.00	2	\$ 5.60	\$ 18.00	\$ 9.00	\$ 18.00
Tuerca unión CPVC ½"	\$ 19.80	\$ 60.00	2	\$ 39.60	\$ 120.00	\$ 60.00	\$ 120.00
Tuerca unión CPVC ¾"	\$ 27.90	\$ 85.00	1	\$ 27.90	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00
TCPVC ½"	\$ 1.50	\$ 9.00	2	\$ 3.00	\$ 18.00	\$ 9.00	\$ 18.00
TCPVC ¾"	\$ 3.29	\$ 12.00	0	\$ -	\$ -		\$ -
Conecto de CPVC ½" macho	\$ 2.35	\$ 8.00	6	\$ 14.10	\$ 48.00	\$ 8.00	\$ 48.00
Conecto de CPVC ½" hembra	\$ 2.80	\$ 9.00	6	\$ 16.80	\$ 54.00	\$ 9.00	\$ 54.00
Pegamento de CPVC	\$ 11.10	\$ 25.00	2	\$ 22.20	\$ 50.00	\$ 25.00	\$ 50.00
Tramo de tubo de CPVC ½" 6 metros	\$ 48.00	\$ 70.00	2	\$ 96.00	\$ 140.00	\$ 70.00	\$ 140.00
Tramo de tubo de CPVC ¾" 6 metros	\$ 92.00	\$ 120.00	1	\$ 92.00	\$ 120.00	\$ 120.00	\$ 120.00
Lija para plomero	\$ 6.00	\$ 12.00	1	\$ 6.00	\$ 12.00	\$ 12.00	\$ 12.00
Válvula check	\$ 32.00	\$ 90.00	1	\$ 32.00	\$ 90.00	\$ 90.00	\$ 90.00
Válvula check de gravedad	\$ 70.00	\$ 105.00	1	\$ 70.00	\$ 105.00	\$ 105.00	\$ 105.00
Tramo de ángulo de 1 pulgada	\$ 78.00	\$ 80.00	2	\$ 156.00	\$ 160.00	\$ 80.00	\$ 160.00
Soldadura para planta eléctrica por kilo	\$ 60.00	\$ 88.00	0.25	\$ 15.00	\$ 22.00	\$ 88.00	\$ 22.00
Cajón de madera.	\$ 600.00	\$ 600.00	1	\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 600.00
Vidrio de 3mm espesor 1900 x 900 mm	\$ 500.00	\$ 500.00	1	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00
Deposito de plástico 208 litros	\$ 200.00	\$ 200.00	1	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00
aislante de poliuretano	\$ 100.00	\$ 100.00	1	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
Pegamento de contacto 600ml.	\$ 70.00	\$ 70.00	1	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 70.00
Primer alquidaco rojo	\$ 60.00	\$ 60.00	0	\$ -	\$ -		\$ -
Apocil base solvente	\$ 60.00	\$ 60.00	1	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 60.00
Pintura negra	\$ 60.00	\$ 60.00	1	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 60.00
Brochas 2 pulgadas	\$ 8.00	\$ 12.00	2	\$ 16.00	\$ 24.00	\$ 12.00	\$ 24.00
Lamina de aluminio calibre 32 por kilo	\$ 48.00	\$ 45.00	3	\$ 144.00	\$ 135.00	\$ 45.00	\$ 135.00
Total de piezas	\$3,283.10	\$4,457.50	VALOR TOTAL	\$4,231.28	\$ 5,662.00	\$3801.00	\$ 5,399.50

TABLA 4.1

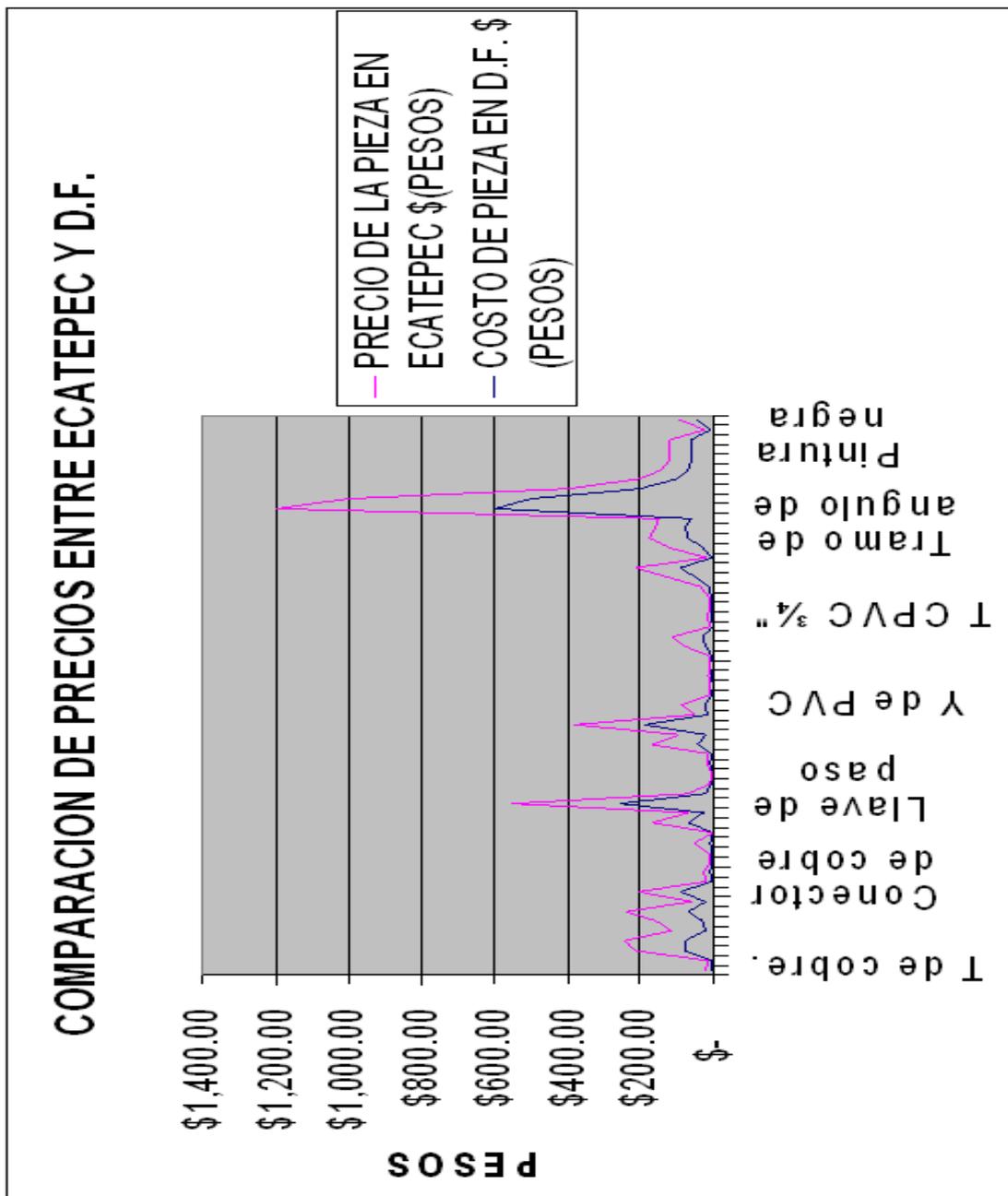


TABLA 4.2

## CONSUMO DE GAS CON EL CALENTADOR SOLAR A PARTIR DE ENERO 2011. TABLA 4.3 Y 4.4

CONSUMO DE GAS NATURAL							
AÑO	PERIODO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO EN m CUBICOS	PRECIO	CONSUMO DE GAS NATURAL MENSUAL	CILINDRO DE GAS LP MENSUAL
2010	28/oct/2010-29/nov/2010	526	567	41	\$ 111.88	304	185
					\$ 114.62		
2010	30/nov/2010-29/dic/2010	567	607	40	\$ 114.62	297	185
2010	29/dic/2010-27/ene/2011	607	659	52	\$ 114.62	374	185
					\$ 114.86		
2011	28/ene/2011-28/feb/2011	659	697	38	\$ 114.86	285	185
					\$ 114.87		
2011	01/mar/2011-29/mar/2011	697	726	29	\$ 115.05	230	185
2011	30/mar/2011-29/abr/2011	726	751	25	\$ 115.05	205	185
					\$ 114.63		
2011	30/abr/2011-27/may/2011	751	776	25	\$ 114.63	202	185
					\$ 112.22		
2011	28/may/2011-27/jun/2015	776	805	29	\$ 112.22	227	185
					\$ 112.31		
2011	28/jun/2011-27/jul/2016	805	839	34	\$ 112.31	261	185
					\$ 113.66		

TABLA 4.3

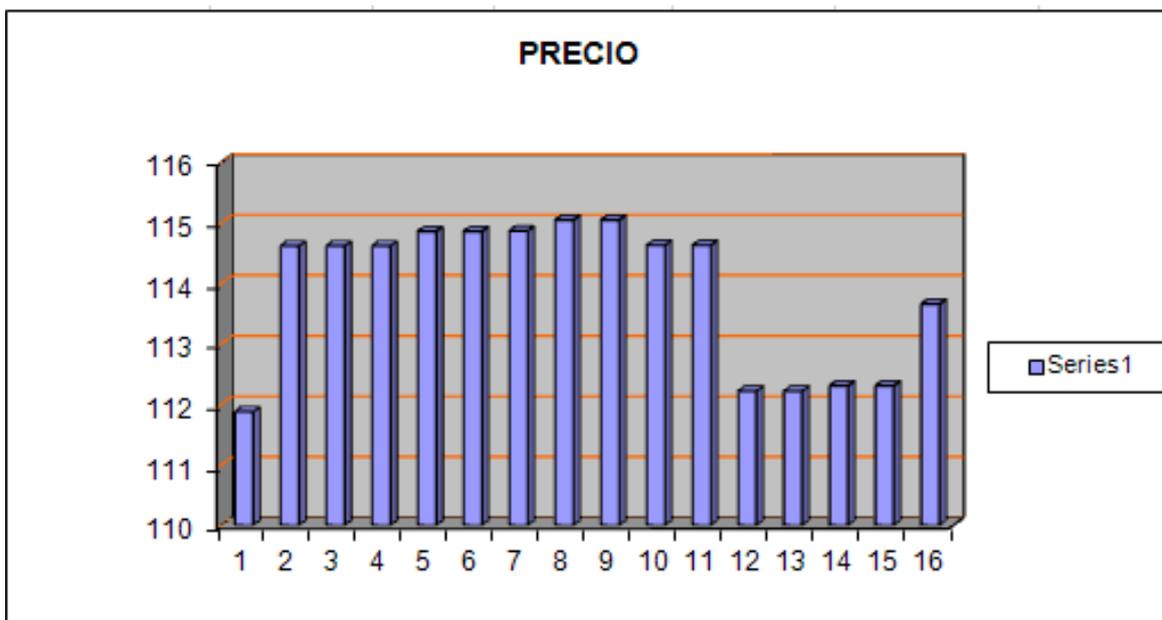


TABLA 4.4

**COSTO DE CONSUMO DE GAS TABLA 4.5 Y 4.6**

GAS NATURAL	GAS LP	AHORRO EN UN AÑO	COSTO PROMEDIO DEL EQUIPO INSTALADO EN CASA
GASTO EN UN AÑO CON CALENTADOR Y ESTUFA DE CUATRO QUEMADORES	GASTO EN UN AÑO CON CALENTADOR Y ESTUFA DE 4 QUEMADORES		
\$ 2,385.00	\$ 1,342.56	\$ 1,042.44	\$ 6,500.00
AMORTIZACION DEL EQUIPO EN AÑOS	6.235 AÑOS	6 AÑOS 2 MESES	

TABLA 4.5

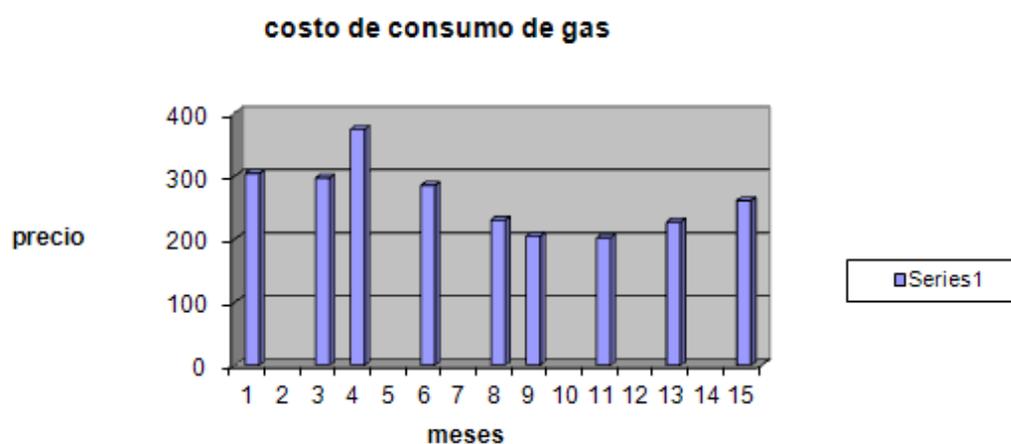


TABLA 4.6

#### 4.5 Tiempo aproximado requerido para construcción:

- Para hacer el colector 8 hrs.
- Para el termo tanque 6 hrs.
- Para las conexiones 4 hrs.
- Para el tanque de alimentación depende del lugar para su instalación
- Para la caja depende del tiempo que se tarde el carpintero.
- Se debe incluir el tiempo que se necesita para comprar los materiales y depende del recurso disponible.

Las horas que se inviertan en la construcción es por que se tiene todo el material y los conocimientos necesarios. Si aún no tienes los conocimientos requerirás dedicarle más tiempo para aprenderlos.

Conocimientos necesarios:

- Saber soldar cobre por medio de soldadura plomo estaño 50/50 o 95/5.
- Pintar con brocha, pistola o spray.
- Soldar con planta eléctrica la estructura o contratar un herrero (a menos
- Si el tanque de alimentación no está por lo menos a 20 centímetros arriba del termotanque, (aprox. 1.20 m. de altura mínima y máximo 3 metros), Pedir ayuda a un albañil para ajustar la altura que puede ser mayor o menor dependiendo de tu configuración final o solicitar a un herrero que realice una estructura donde se coloque su tinaco.

## 4.6 Construcción de calentador solar plano.

Componentes de la instalación.

Se utilizan materiales de larga duración y poco mantenimiento en la construcción de este calentador, los materiales utilizados son de buena calidad y la inversión se recupera a mediano plazo.

La construcción del panel se divide en 5 aspectos:

- Radiador cobre
- Gabinete
- Herrería
- Depósito aislante
- Tubería de cpvc

Todos los materiales son accesibles y comerciales por lo tanto son fáciles de adquirir en tlapalerías o ferreterías, también las herramientas de trabajo son accesibles y de fácil manejo al igual que los materiales a usar.

## 4.7 Fabricación del radiador

Son conductos que transfieren la energía térmica por medio de la placa expuesta a la radiación solar, adopta una configuración de radiador Fig. 4.6.



Fig. 4.6 El radiador

- Un serpentín son los conductos por los que circula el agua del denominado circuito esta adherido a la parte posterior de la placa para absorber la energía y con ello dar mayor rendimiento del colector solar.

Material para la construcción del radiador.

Cabe mencionar que en este capítulo trabajaremos todo lo que se refiere a tubería de cobre, así como corte y ensamble por soldadura de estaño.

#### Herramientas

- Soplete de gas o soplete de gasolina.
- Pasta para soldar
- Soldadura para plomero.
- Un encendedor o cerillos
- Cortador de tubo cobre
- Lija para plomero.



Fig. 4.7 Material y herramientas.

Material de tubería y accesorios de cobre Fig. 4.8:

- 20 tramos de tubo de 1.27 cm. (1/2 in) de cobre de 5 cm de largo.
- 5 codos de cobre de 1.27 cm. (1/2 in).
- 3 ½ tubos de cobre de 6 m. c/u 1.27 cm. (1/2 in). diámetro, donde obtendremos 10 piezas de 180 cm.
- 1 conexión macho
- 1 conexión hembra
- Lamina de aluminio calibre 32 o igual se puede utilizar una lámina acanalada delgada.

Como se muestra en la fotografía se debe de cortar los tubos en tramos de 1.80m, obteniendo 3 piezas por tramo y de los sobrantes se pueden cortar los 20 tramos de 5 cm.



Fig. 4.8 Material de tubería y accesorios de cobre

Posteriormente nos dedicaremos a ensamblar el serpentín en base a la ilustración

Se recomienda para un buen soldado lijar los extremos del tubo y el interior de las T y codos Fig. 4.9.



Fig. 4.9 Lijado de los tubos.

Se presentan las piezas cortadas para saber como va a ir armado el radiador de nuestro calentador Fig.4.10.



Fig. 4.10. Presentación de las piezas.

Observamos que los dos primeros tubos están conectados y así sucesivamente hasta formar el radiador Fig. 4.11

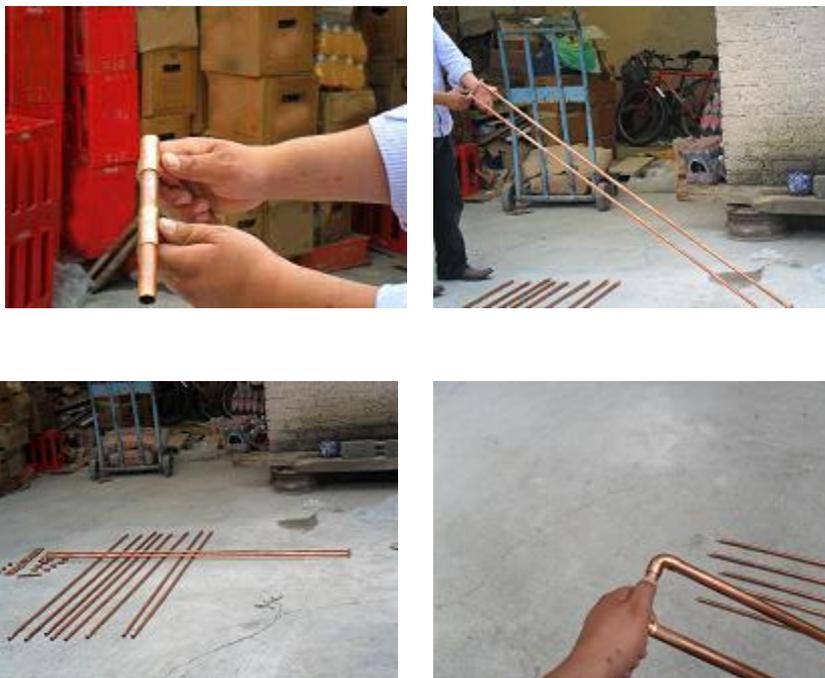


Fig. 4.11 Formación del radiador.

La primera parte del radiador observamos que esta formada por 5 tubos, la cual es el precalentado y pasa al sexto tubo donde se concentra para calentar y distribuir en los siguientes cuatro tubos.



Fig. 4.12 primera parte del radiador.

Se inicia el proceso de soldado del serpentín Fig.4.13 y hay que tener cuidado con la maniobra del tubo por que puede quedar movida y no va a ajustarse en la lamina acanalada.



Fig. 4.13 Soldado del serpentín

Ya armado el radiador Fig. 4.14 se verifica que no contenga fugas de agua ya que puede ser perjudicial para el calentador ya sea por que se fugue el agua dentro del cajón o llegue a empañarse en el interior del calentador.



Fig. 4.14 Radiador armado.

Se presenta el radiador con la lámina acanalada Fig. 4.15 para verificar las medidas y que coincidan los canales con el tubo.



Fig. 4.15 Presentación del radiador con la lamina acanalada.

Posteriormente en cada extremo del radiador soldaremos una conexión macho y una hembra Fig. 4.16 que servirán para la conexión de la entrada y salida del agua dentro del cajón de madera, esto facilitara el montaje y colocación y se puede utilizara a futuro para un mantenimiento al serpentín.



Fig. 4.16 Soldado de las conexiones macho y hembra.

Como observamos en la ilustración 4.17 el serpentín quedo ensamblado y terminado.



Fig. 4.17 Serpentín completo.

A continuación se pinta el radiador de negro mate Fig. 4.18 ya que este color de pintura no refleja la luz y absorbe la energía solar, de esta manera transferiremos el calor por conducción al agua incrementando su temperatura notablemente.



Fig. 4.18 Pintado del radiador.

#### 4.8 Lamina

La placa adsorbente es el componente de captación o adsorción de la energía solar incidente sobre su superficie para elevar la temperatura del fluido que circula por los conductos dispuestos en su cara superior. Esta placa puede estar formada por cobre, aluminio o acero. Se le incorpora una capa de pintura negra mate.

En el caso de este calentador se utilizó una lámina de calibre 32 de aluminio Fig. 4.19, porque el aluminio es un material económico, maleable y su transferencia de calor es muy alta y difiere poco en comparación al cobre, ya que el costo se eleva demasiado y es difícil conseguir por sus medidas.



Fig. 4.19 Lámina de aluminio

También se muestra la lámina galvanizada acanalada calibre delgado Fig. 4.20, como otra opción la cual es de fabricación comercial y es económica, pero su conductividad térmica es menor.



Fig. 4.20 Lámina acanalada.

Se forja la lámina de aluminio Fig. 4.21 para adaptar las canaletas a la medida del radiador. Esto se hace por medio de una varilla y como sabemos, el

aluminio es un material muy maleable y por el proceso de repujado sobre un tablero, martillamos una varilla sobre la lamina de aluminio y esta a su vez sobre el canal del tablero dándonos el canal deseado en la lamina de aluminio y se repite este proceso en los siguientes nueve canales dejando una separación entre canal de 8 cm.



Fig. 4.21 Forjado de lámina de aluminio.

Al igual que el radiador la lámina se pinta Fig. 4.22 ya que es la principal fuente para absorber energía calorífica y lo transmite al tubo de cobre y este al fluido que corre en su interior.



Fig. 4.22 Pintado de la lamina y el radiador.

Ya pintada la lámina acanalada el último paso es fijar el radiador y la lámina Fig. 4.23 uniendo con alambre y tener la precaución de que tengan el mayor contacto posible entre tubo y lámina para que haya mayor transferencia de energía.



Fig. 4.23 Unión del radiador y la lámina de aluminio.

Como podemos apreciar este paso quedo concluido para poder continuar con el gabinete de madera

#### 4.9 Construcción del cajón

Se refiere a la estructura que soporta todos los componentes citados.

El cajón puede estar formado en madera, aluminio, acero o diversos perfiles, con ranuras para fijación en cubiertas, suelo u otros lugares.

El cajon esta completamente sellado para asegurar la estanqueidad, lo que es una condición imprescindible en un componente que se sitúa siempre a la intemperie.

En este caso el cajón se mando a fabricar en madera, pero si alguien desea fabricarlo necesita la siguiente herramienta:

##### Herramientas

- Serrucho o cortadora eléctrica para madera.
- Martillo.
- Taladro.
- Broca para madera de 5/8.
- Punta para taladro de estrella.
- Escuadra.
- Rauter, para ranurar con cortador de 4 mm.

Y el siguiente material:

- 30 clavos de 1" .
- 250ml.resistol blanco.
- 10 pijas para madera cabeza de estrella.
- ½ hoja de triplay largo  $78 \frac{3}{4}$  inch y  $38 \frac{3}{16}$ .
- 2 tablones de espesor  $1 \frac{1}{2}$  , altura  $4 \frac{1}{2}$  , largo  $78 \frac{3}{4}$  inch.
- 2 tablones de espesor  $1 \frac{1}{2}$  , altura  $4 \frac{1}{2}$  , largo 35 inch.

Como se observa en las fotos el siguiente Fig. 4.24 paso es armar el gabinete como se muestra en la imagen.



Fig. 4.24 Gabinete armado.

El cajón tiene las paredes de una pulgada y media de espesor, con una base de triplay de 3 mm de espesor y lo suficientemente resistente para alojar la lámina y el radiador a una altura de 13 centímetros.

Si se observa en las paredes del cajón hay unas ranuras de 4 mm de ancho con una separación de 2.5 centímetros Fig. 4.25 para poder colocar el vidrio de espesor de 3 mm y una separación de medio centímetro de la parte superior del cajón.



Fig. 4.25 Ranuras para el paso de los vidrios.

Presentamos la lámina acanalada de aluminio y el radiador de cobre en el cajón Fig. 4.26 y comprobamos que las medidas requeridas son las correctas.



Fig. 4.26 Presentación del cajón y el radiador.

El siguiente paso es recubrir con primario alquidálico (primer) Fig.4.27 el cajón para proteger la madera y así darle resistencia al calor y al medio ambiente, también esto sirve para aislante de calor.



Fig. 4.27 Pintado de primario alquidálico.

Lo siguiente es recubrir el cajón del radiador con sellador apoccil (este material es impermeable soluble a gasolina) Fig. 4.28 y al mismo tiempo sella las aberturas de la madera



Fig. 4.28 Recubrimiento de sellador apoccil.

Ya recubierto el cajón Fig. 4.29 se deja secar por 24 horas; que es el tiempo que tarda el material usado en secar por lo grueso y espeso.



Fig. 4.29 Cajón recubierto.

#### 4.10 Aislante

La finalidad del aislante introducido en el colector solar, es reducir las pérdidas de calor a través de los laterales y el fondo del cajón. Es un elemento muy importante dentro de estos componentes.

Para tal finalidad se dispone de una moldura de espuma de poliuretano, resina, melamina o similar debajo de los laterales de la placa absorbente, con un pequeño espacio de separación entre esa placa y el aislante para reducir las pérdidas térmicas.

La capacidad y densidad de temperatura de trabajo determinan las características de este material aislante.

Se puede adherir al sistema de aislamiento una lámina de aluminio para que refleje la radiación emitida por la placa adsorbente y con ello reducir aun más las pérdidas de calor por la parte posterior del colector.

Ya seco el recubrimiento se recomienda usar material aislante Fig. 4.30 del que les sea mas cómodo y económico en nuestro caso vamos a utilizar aislante de poliuretano compuesto ya que es resistente al calor y aísla al mismo tiempo, es un material catalizable.

Estos dos químicos reaccionan tan rápido que hay que tener cuidado al hacer el vaciado ya que al combinarlos hay que calcular la cantidad y la distribución por que llega el momento de que no da tiempo de acomodar este material y hay que procurar que no quede tan grueso para respetar el espacio de la

lamina con el radiador de cobre, ya que el espesor a rellenar debe de ser de 5 cm.

Este material también viene en presentación de spray pero es más caro y rinde menos.

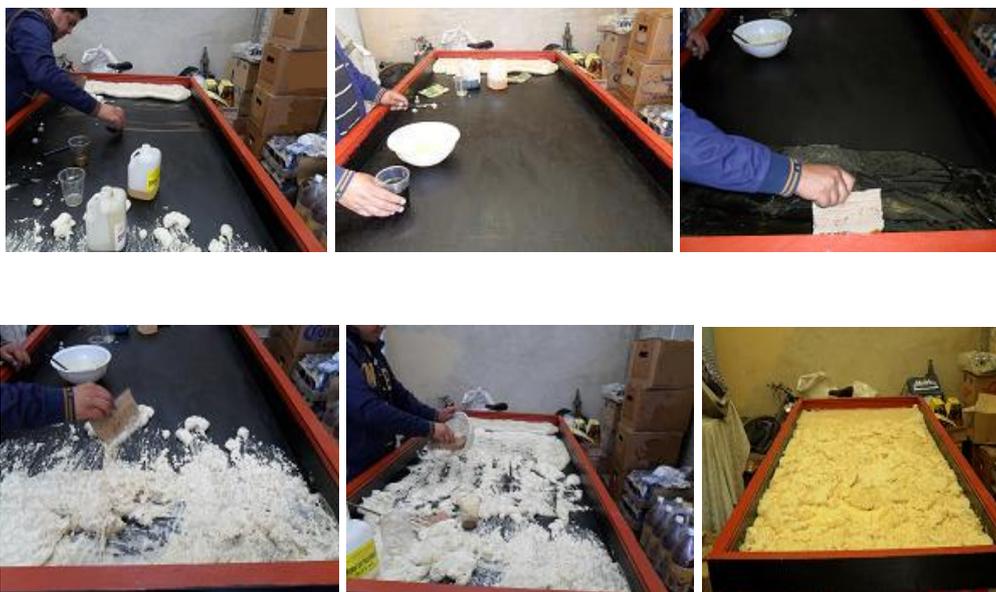


Fig. 4.30 Colocación del material aislante

### Instalación del colector al cajón.

El paso siguiente para la preparación del calentador es taladrar con una broca para madera de 5/8 Fig. 4.31, para que el tubo de media pulgada entre justo y a si evitar fugas de energía.



Fig. 4.31 perforación del colector.

Se introducen los tubos de cobre de media pulgada con los conectores ya soldados desde el principio Fig. 4.32. Posteriormente se conectan colocando cinta de teflón en la cuerda de los conectores para evitar fugas y se prepara para retocar con un baño de pintura negro mate.



Fig. 4.32 colocación de los tubos de cobre.

Ya instalado el radiador el cajón con la lamina, se pintan de negro mate y se deja secar Fig. 4.33.

Se hace una minuciosa búsqueda para encontrar fugas y también se limpian los canales donde se va a deslizar el cristal para que tenga libre paso y no haya problemas al momento de colocarlo.



Fig. 4.33 Calentador pintado de negro.

#### 4.11 Instalación del vidrio.

##### Vidrio

Es la superficie frontal o de incidencia de la luz solar del colector, cuya composición es vidrio templado o similar con las necesarias condiciones de transparencia óptica a la radiación externa y de opacidad a las ondas largas

que emite la placa absorbente interna. Obteniendo el efecto invernadero, su transmisibilidad es superior al 90% y su espesor máximo es de 3mm, por lo que constituye una característica que diferencia los distintos colectores solares del mercado.

Un efecto complementario que presenta la cubierta es la protección de la placa adsorbente frente a las inclemencias atmosféricas, como lluvia, nieve, polvo, etc.

Ya preparado el cajón del calentador se procede a la instalación de los dos cristales de 3 mm de espesor con una separación de dos centímetros entre las hojas de vidrio Fig. 4.34 para los cuales los canales de guía del cristal se deben limpiar con anticipación para que el cristal entre con facilidad.



Fig. 4.34 instalación de los cristales.

Ya colocado el primer cristal se sella con silicón Fig. 4.35 para evitar fuga interna de energía y así seguir con la colocación del segundo cristal.



Fig. 4.35 Colocación del silicón.

Colocado el segundo cristal se debe sellar con silicón y se ajusta para poner la tapa del calentador Fig. 4.36 (Se dejo una tapa movable para poder dar mantenimiento y la cual se ajusta por medio de pijas para poder quitar y poner, esta es un extremo del cajón.) se prepara sellando con silicón para no tener fugas o que el cristal se este moviendo.



Fig. 4.36 sellado de silicón.

Ya colocado el cristal se inicia la construcción de la estructura para soportar y ubicar la posición del mismo Fig. 4.37.



Fig. 4.37 Construcción de la estructura.

#### **4.12 Construcción de la estructura del colector.**

Para la construcción de la estructura, se debe considerar el ángulo de inclinación del panel y obviamente las medidas del colector solar y en contenedor de agua caliente.

La base se construye para poder soportar y ubicar la dirección de captación de los rayos solares con respecto al ángulo, el cual se debe sacar con la orientación de salida y entrada del sol.

La estructura debe soportar el peso del equipo vacío y considerarlo con carga así como estar sujeto al piso por seguridad, considerar los vientos y condiciones climáticas del lugar, para evitar accidentes; cabe mencionar que para este equipo consideramos una carga de aproximadamente 250 kilogramos neto (lleno de agua) y consideramos los vientos que al estar en un tercer piso son más veloces.

Material y herramientas para la estructura de calentador solar Fig. 4.38.

- Dos tramos de ángulo de acero de una pulgada.
- Soldadura para planta eléctrica.
- Equipo de soldadura eléctrica.
- Escuadra universal.
- Martillo y maceta.
- Flexómetro.
- Arco y seguetas



Fig. 4.38 Herramienta para soldar

Es necesario tomar medidas del perímetro del colector solar para poder cortar los ángulos a la medida que se requiere, se construye un marco con la solera, en nuestro caso midió 91cm x 1.91.

Una vez cortado los ángulos hay que soldarlos Fig. 4.39 y queda listo el marco del colector. La función de ángulo servirá para soportar el peso del calentador.



Fig. 4.39 Marcos de la estructura.

Una vez teniendo el marco del colector y en base a la zona geográfica latitud y altitud y posición del azimut Fig. 4.40 (Es la traslación desde la salida hasta la

puesta del sol), se obtuvo el ángulo de inclinación del colector para hacerlo mas optimo con respecto a la captación de los rayos solares y obtener la mayor eficiencia en el calentamiento de agua.

En este caso el ángulo del colector quedo a  $47^\circ$  y estamos situados en Norte  $19^\circ 33' 11.69''$  , Oeste  $99^\circ 01' 16.18''$  , con una elevación de 2236 metros sobre el nivel mar.



Fig. 4.40 Angulo y posición de la estructura.

Se le agrega un soporte para el depósito de agua y al igual Fig. 4.41 se le colocan dos cinturones para sostener el deposito, si se observa también se le colocaron soportes para sostener y distribuir el peso del deposito.



Fig. 4.41 Colocación del soporte del depósito de agua.

Se recubre el soporte del calentador con primer Fig. 4.42 y si se observa en la siguiente figura la altura en comparación con la salida del tinaco debe ser

superior en 10 o más centímetros a la conexión de la entrada del calentador para que el agua caliente trabaje mediante transmisión de calor.



Fig. 4.42 recubrimiento de primer.

#### **4.13 Construcción del depósito aislante para agua acumulador e interacumulador.**

Existen diferentes formas y procedimientos técnicos de almacenamiento de energía de tipo pasivo, por ejemplo, la elección adecuada de los materiales de construcción, y de tipo activo, en el que interviene un fluido en circulación que transporta la energía térmica obtenida mediante el panel o colector solar.

El calentamiento del agua para almacenar su energía calorífica en el acumulador es el procedimiento empleado. Se debe tener en cuenta la capacidad calorífica del agua que es de  $4.186\text{KJ/Kg.}^{\circ}\text{C}$ , lo que le da una capacidad volumétrica térmica de  $4.186\text{KJ}/^{\circ}\text{C m}^3$ .

El acumulador de energía térmica es un componente fundamental de las instalaciones porque es el que permite obtener servicio de agua caliente durante las horas en que el colector solar tiene poco o nulo rendimiento, por ejemplo en las horas nocturnas.

Acumular agua caliente para emplearse en momentos de demanda es la base de este importante equipo, del que se describen dos tipos a continuación:

- **ACUMULADORES DE CIRCUITO ABIERTO**, son un depósito con capacidad para retener energía térmica mediante un grueso envolvente metálico que es nuestro caso.

- El fluido se recibe del colector solar si el sistema de instalación es directo, mediante el intercambiador de calor externo si es de modo indirecto.
- Estos sencillos acumuladores pueden incorporar un calentador eléctrico, de apoyo, para cuando la demanda de agua sobrepase la capacidad del
- colector. Esto se puede hacer por medio de un controlador de temperatura en un punto de la instalación y controlar el calentador en tiempo necesario.
- INTERACUMULADORES. Es la unión de un intercambiador de calor y de un acumulador básico, equipo que se utiliza en las instalaciones de pequeña y mediana capacidad del tipo indirecto. También puede incorporar un calefactor o un segundo intercambiador como medio de apoyo.
- AISLAMIENTO, es una capa de espuma rígida de poliuretano o similar para los depósitos de tamaño pequeño y medio, y poliuretano flexible para los de gran volumen, la cual aísla el depósito interior del equipo. Su espesor es de 30 y 40 mm para los primeros y de 60 y 70 para los segundos.
- CILINDRO, corresponde al depósito portador del agua caliente. se emplea acero inoxidable u otros materiales similares de algunos milímetros de espesor, cuyo interior se puede vitrificar o depositar esmalte con un espesor de 100 a 200  $\mu\text{m}$ .
- El cilindro puede contener un ánodo de magnesio, para proteger el acero de la acción oxidante por micro poros que provoca el paso del tiempo en el recubrimiento.

- Con respecto a la protección se recomienda una válvula de seguridad para limitar la presión de vapor en el depósito para cuando sea necesario.

Las especificaciones del conjunto son:

1. capacidad de agua caliente en litros
2. temperatura máxima del deposito en grados
3. presión máxima del deposito en bares
4. peso en vacío

Si el depósito incorpora una resistencia como medio de apoyo, las características se extienden a:

5. capacidad del circuito de calentamiento
6. temperatura máxima del circuito de calentamiento
7. presión máxima del circuito de calentamiento

#### 4.14 Acumulador de circuito abierto.

Es un dispositivo que almacena energía térmica de tal manera que retenga el calor por mayor tiempo posible y no depende de un intercambiador de calor y se instala en el exterior Fig. 4.43.



Fig. 4.43 Acumulador de circuito abierto.

Herramienta para su construcción Fig. 4.44.

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| • Soplete de gas o soplete de gasolina. | Taladro                           |
| • Un encendedor o cerillos              | Tubo de $\frac{3}{4}$ día externo |
| • Pasta para soldar                     | Cutter                            |

- Cortador de tubo cobre
- Soldadura para plomero.
- Lija para plomero.
- Llave perico
- Remachadora

Llave Inglesa



Fig. 4.44. Herramienta para construcción.

Material de tubería y accesorios de cobre:

- 2m hule espuma bajo alfombra de 5 mm.
- Pegamento de contacto amarillo
- 2 m x .90m de lamina de aluminio cal 30 .
- 15 remaches de  $1/8 \times 1/4$
- Sobrante de tubería de cobre de  $1/2$
- 3 codos de cobre de media pulgada.
- 1 manguera flexible para agua de lavadora.
- 2 conexión hembra cobre.
- 1 conexión macho cobre
- 1 conexión hembra cpvc de  $1/2$ .
- 6 tapones de cpvc de  $1/2$ .
- Pegamento cpvc .
- 1m de cable de cobre.
- 60 cm de tubo cpvc.
- 2 niples de  $3/4$  de galvanizado con tuercas.
- 4 empaques de goma.
- 1 brida de plástico de  $3/4$ .

El siguiente paso de la construcción del calentador se inicia con el recubrimiento del deposito del agua caliente el cual vamos a usar un tambo de plástico de polietileno de alta densidad Fig. 4.45 con un recubrimiento antibacterial (en nuestro caso) el cual le vamos aplicar pegamento de contacto y recubrirlo con hule espuma.



Fig. 4.45 recubrimiento de polietileno.

Le colocamos 4 capas de hule espuma para tener un grado de aislamiento y así poder conservar agua caliente por más tiempo.

Ya de haber colocado las capas de hule espuma se recubrió con lámina de aluminio Fig. 4.46 para dar protección al poliuretano de los rayos ultravioleta.



Fig. 4.46 Recubrimiento de aluminio.

Enseguida se inicia la preparación de los tapones aprovechando los orificios del contenedor en los cuales se colocara la tubería de recirculación y descarga de agua caliente a la casa.

En el primer tapón se construye el tubo de recirculación de agua para el recalentamiento.

Se perfora la tapa con una broca de 5/8 para colocar un niple galvanizado, en su interior y se aprieta en ambas caras de la tapa con una tuerca en cada lado y para evitar fugas se les pone un empaque.

Las medidas del tubo son de 15 cm de largo, con un codo a 90° por 5cm de largo y un codo a 90° para la succión.

Teniendo este paso se instala este tubo, funcionara como el retorno de recirculación y deberá estar soldado como se muestra en la figura, para acoplarlo al niple galvanizado se le pondrá una conexión hembra y se sellara con teflón la cuerda.

Al instalar en el termotanque se debe de tener en cuenta que este sistema se construyo para extraer el agua de menor densidad dentro del tanque, por eso debe el equipo quedar con el tubo se succión hacia la pared inferior del tanque Fig. 4.47.



Fig. 4.47 Tubo de regreso.

Enseguida se construye la salida de agua caliente a la regadera Fig. 4.48, en este caso se le coloca una manguera flexible de lavadora y como se muestra en la imagen este mecanismo se instalara en el segundo tapón del tambo, se diseño pensando en que siempre el agua mas caliente tiende a estar en la superficie mas alta del deposito por la diferencia de temperaturas.

Se construyó asemejando el mecanismo de un flotador de un tanque de gasolina que siempre se alimentara y estará al nivel del liquido, en nuestro caso las pruebas y resultados fueron excelentes ya que solo nos entrega agua caliente siempre.



Fig. 4.48 Salida a la regadera.

También se coloca un contrapeso flotador para mantener sumergida la entrada del agua y por ser esta manguera de un material y diseño flexible siempre estará la altura del nivel de agua caliente Fig. 4.49.



Fig. 4.49 Flotador para la manguera flexible.

El proceso del tapón es el mismo que de la tapa anterior solo con la diferencia que se le adapta la manguera flexible. Estas piezas son de mucha importancia para la salida del agua caliente ya que por la forma del tubo de regreso facilita la circulación de agua menos caliente ( $30^{\circ}\text{C}$ ), para no intervenir en la descarga del agua caliente que va hacia la regadera (agua a  $60^{\circ}\text{C}$ ) Fig. 4.50.



Fig. 4.50 Manguera para la regadera y tubo de cobre para el regreso.

En seguida se coloca una brida en el tambo para la entrada de agua caliente que sale del colector a 90°C hacia el termotanque y se le coloca una llave de paso para dar mantenimiento entre el colector y el termotanque Fig. 4.51

En este punto hay que tener cuidado extremo ya que la temperatura es superior al punto de ebullición y llegamos a tener vapor húmedo el cual nos puede causar quemaduras y accidentes.



Fig. 4.51 Brida para entrada de agua del calentador hacia el tambo colector.

Se colocan a continuación los conectores para la recirculación en la parte baja del tambo y para la salida de agua caliente de la regadera en la parte superior, por medio de dos conectores de cpvc.

El de la salida hacia la regadera de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y el de la salida de recirculación  $\frac{1}{2}$  pulgada Fig. 4.52.



Fig. 4.52 salida hacia la regadera y salida hacia el regreso.

Ya una vez ensamblado y sellado el termotanque se coloca en la estructura del calentador solar y se acomoda teniendo cuidado de no maltratar las entradas y salidas de agua Fig. 4.53.



Fig. 4.53 Colocación del tanque en la estructura.

#### 4.15 Instalación de tubería

El siguiente paso es la instalación de la tubería de cpvc (pvc alta temperatura) para este caso el material a usar es el siguiente Fig. 4.54:

Material para la instalación de la tubería.

- Cortador de tubo
- Rollo de teflón
- Un tramo de tubo de cpvc ½ pulgada
- Dos tramos de tubo de cpvc ¾ pulgada
- Llave de paso para ½ pulgada soldable
- Pegamento para cpvc
- Tubo conector de metal
- Tuerca unión de ¾ pulgada
- Tuerca unión de ½ pulgada
- Codos de ¾ pulgada
- Codos ½ pulgada
- Llave de metal para ½ pulgada
- Cinta gris para ductos
- Hule espuma para aislar
- Brida para salida de agua
- Manguera de hule recubierta de acero para fregadero
- Llave de paso de cpvc

- Un tubo de Y para conectar el regreso y la entrada de agua del tinaco.
- Válvula check

De acuerdo al material utilizado tanto codos como conectores dependerá de la casa.



Fig. 4.55. Material para la tubería.

## CPVC

El Policloruro de vinilo clorado (CPVC) es un termoplástico producido por cloración de la resina de policloruro de vinilo (PVC). Los usos incluyen tuberías de agua fría y caliente, y el manejo de líquidos industriales.

Puede soportar el agua corrosiva a temperaturas mayores que el PVC, por lo general de 40 °C a 50 °C o superior, lo que contribuye a su popularidad como material para los sistemas de tuberías de agua en viviendas, así como la construcción comercial.

### Propiedades mecánicas

Tiene una elevada resistencia a la abrasión, junto con una baja densidad (1,4 g/cm<sup>3</sup>), buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción

La principal diferencia mecánica entre el CPVC y PVC, es que el CPVC es mucho más dúctil, permitiendo una mayor flexión y resistencia a la compresión. Además, la resistencia mecánica del CPVC lo convierte en un candidato viable para reemplazar a muchos tipos de tuberías metálicas en las condiciones en que la susceptibilidad del metal a la corrosión limita su uso.

### Instalación de tubería CPVC.

Como se observa se instaló el tubo de regreso de agua del contenedor hacia el panel para recalentar el agua y hacerla recircular por medio de diferencia de densidades por efecto térmico y así mantener la temperatura del depósito Fig. 4.56. Se instala una válvula check para impedir el paso de agua de alimentación hacia el contenedor y una llave de paso para poder dar mantenimiento.



Fig. 4.56 Tubo de regreso y válvula check.

El siguiente paso es recubrir el tubo de CPVC Fig. 4.57 (Tubo de pvc para alta temperatura) de material hule espuma y después se envuelve con cinta gris para ductos para aislarlo del ambiente.



Fig. 4.57 Recubrimiento del tubo.

Se conectan los tubos de salida hacia la regadera de recirculación de agua en el contenedor y de igual manera la de entrada de agua caliente, para el inicio de pruebas de abastecimiento de agua.

Las salidas de agua caliente a la regadera y la de recirculación de agua en el contenedor se le colocaron tuercas unión para hacer más fácil su manejo e instalación y mantenimiento Fig. 4.58.



Fig. 4.58 Conectando los tubos.

Ya conectados los tubos el resultado es este; al igual hay que verificar las fugas y las conexiones ya que dependiendo como este constituida la casa es como se va a instalar Fig. 4.59.



Fig. 4.59 Tubos conectados.

Se inicia el abastecimiento de agua al calentador para que empiece a llenarse el depósito a una circulación muy baja Fig. 4.60, para que al agua le de tiempo de calentarse (una media vuelta a la llave), así la circulación de agua es

mas lenta y el interior del calentador se llena solo de agua caliente aproximadamente 8 horas; una vez llenado el deposito entrara en función la tubería de recirculación por la diferencia de densidades y la válvula check trabajara para impedir que el agua entre directamente por la línea de recirculación al tinaco, sin embargo el tinaco alimentara al colector cerrando un circuito. Se deberá dejar trabajar el sistema 24 horas antes de utilizarlo por primera vez o cada vez que se vacíe el depósito y una vez lleno el tanque de agua caliente se debe abrir completamente la llave de salida de agua caliente del colector a la entrada del depósito.



Fig. 4.60 Conexión en inicio de la circulación de agua.

Ya lleno el tanque recolector se abre la llave de recirculación y empezara a equilibrar la temperatura de agua y las presiones del sistema en el depósito. Y es ahí el momento en que se empieza a utilizar agua caliente hacia la regadera Fig.4.61.



Fig. 4.61 Líneas de salida de agua.

Si se observa esta imagen muestra la bajada de la tubería aislada Fig. 4.62 que se conecta a la línea de alimentación de agua caliente de la casa esta misma tubería esta conectada a la salida del agua caliente del boiler y permite

alternar el suministro de agua caliente ya sea del calentador solar o del boiler por medio de un juego de llaves de paso independientes, las cuales consiste en aislar el calentador de gas o aislar el calentador dependiendo del clima ya sea con mucho calor o nublado.



Fig. 4.62 Bajada de agua y sistema de llaves.

El siguiente paso es tomar las lecturas de temperatura con un termómetro Fig. 4.63. Pero en este caso utilizaremos un termómetro de multímetro para sacar las lecturas de temperatura de entrada de agua antes de calentador.



Fig. 4.63 Medición de temperaturas.

Encontramos que la temperatura del depósito se mantenía estable en los dos puntos del contenedor por lo que se nos hizo raro que la temperatura no subiera a pesar de un mes de trabajo apenas alcanzo un temperatura estable de 45° C pero queríamos que subiera mas y nuestra pregunta es ¿por qué no sube mas la temperatura?. Analizando el circuito encontramos que al sacar el agua de la línea que abastece, también extraíamos agua por la alimentación de colector por lo que fue necesario poner una válvula check de gravedad.

Con esto resolvimos el incremento de la temperatura en el depósito y así también aislar el sistema una vez lleno y ya no se le permite ser vaciado por su línea de alimentación.

En la imagen se aprecia una válvula check Fig. 4.64 para evitar el regreso de agua ya que cuando se usa el agua del tinaco, esta misma extrae agua del depósito de agua caliente del calentador. Esto evitara que el agua se regrese y mantenga por más tiempo el agua caliente del contenedor.



Fig. 4.64 Valvula check en la conexión para alimentación de agua.

Después de haber observado los detalles faltantes el paso siguiente es aislar y sellar el calentador para evitar perdidas de energía Fig. 4.65.



Fig. 4.65 Aislado y sellado del contenedor de agua.

Se observa se colocó una manguera recubierta con tubo CPVC para usarla como mirilla para revisar el nivel de agua del contenedor.

De igual manera se colocó un tubo con una llave para purgar y regular la presión del contenedor Fig. 4.66.



Fig. 4.66 Llave para purgar la presión del agua caliente.

Este calentador terminado ya con la cinta para ductos y recubrimiento de hule espuma y trabajando en pleno rayo de sol y de igual manera sellado con silicón de poliuretano.

# **CAPÍTULO 5.**

## **BALANCE DE ENERGÍA.**

**BALANCE DE ENERGÍA.****DATOS.**

Valores de temperatura en promedio de una semana tabla 5.1 y 5.2.

HORA	TEMPERATURA ENTRADA COLECTOR (°C)	TEMPERATURA SALIDA COLECTOR(°C)	TEMPERATURA ENTRADA DEPOSITO(°C)	TEMPERATURA SALIDA DEPOSITO(°C)	TEMPERATURA SALIDA REGADERA(°C)
09:20	24	49	32	26	24
11:00	31	55	38	32	31
12:15	36	94	91	42	38
13:49	40	96	91	43	40
15:07	31	91	91	52	45
15:19	32	92	90	50	45
15:53	32	92	89	48	43
16:36	29	75	66	48	44
17:00	29	75	67	49	42
17:56	28	71	66	46	40
18:45	26	66	52	43	38
19:20	23	48	42	39	36
20:30	22	23	23	38	36

TABLA 5.1 PROMEDIO DE TEMPERATURA SEMANAL.

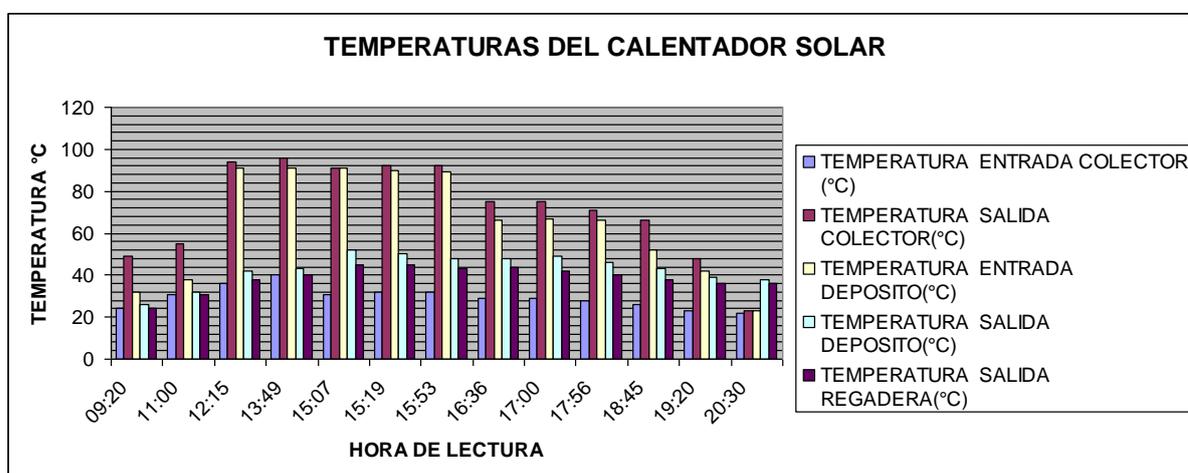


TABLA 5.2 TEMPERATURAS DEL CALENTADOR.

Balance de energía.

Fórmula.

$$H_T + A_e = Q_{util} + Q_{cs}$$

$$H_T = \text{Radiación solar total } 736 \text{ W/m}^2$$

$$A_e = \text{Área efectiva del colector. } 1.71 \text{ m}^2$$

$Q_{util}$  = Calor útil.

$$Q_{util} = m C_p (T_f - T_i)$$

$$Q_{util} = (2000\text{g})(1\text{cal/gm}^\circ\text{C})(95^\circ\text{C}-25^\circ\text{C}) = 1411 \text{ kilocalorias.}$$

$\eta$  = Eficiencia

$$\eta = \frac{Q_{util}}{H_T A_e} = \frac{1411 \text{ Kcal}}{(736 \text{ watts/m}^2)(1.71 \text{ m}^2)} = \frac{1411 \text{ kcal}}{1248.56 \text{ watts}} = 1130.10 \text{ kcal/watts}$$

Balance de energía dentro del calentador solar.

$$H_T A_e \alpha = Q_{cal} + Q_{pe}$$

$$Q_{pe} = U_L A_{cs} (T_p - T_a)$$

$U_L$  = Radiación solar en 2 vidrios es:  $4 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$  valor sacado de

$$A_{cs} = \text{Área del colector solar. } 1.71 \text{ m}^2$$

$T_p$  = temperatura promedio de área de absorción  $70^\circ\text{C}$

$T_a$  = temperatura ambiental  $26^\circ\text{C}$

$Q_{pe}$  = Perdidas de calor.

$$Q_{pe} = (4 \text{ watts/m}^2\text{ }^\circ\text{C})(1.71 \text{ m}^2)(70^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) = 300.96 \text{ watts}$$

Radiación solar sacada del centro meteorológico de ENP 9.

Las condiciones actuales de la estación meteorológica ENP9 México, D.F.	
Temperatura	24.0°C
Humedad	36%
Punto de rocío	8.0°C
Viento	NE , 4.9 m/s
Presión barométrica	778.5 mb
Precipitación de hoy	0.0 mm
Precipitación mensual	0.0 mm
Precipitación anual	59.9 mm
UV	2.0 index
Radiación solar	132 W/m <sup>2</sup>
13/06/11 7:13p	

Las condiciones actuales de la estación meteorológica ENP9 México, D.F.	
Temperatura	24.9°C
Humedad	30%
Punto de rocío	6.1°C
Viento	E , 1.3 m/s
Presión barométrica	779.1 mb
Precipitación de hoy	0.0 mm
Precipitación mensual	0.0 mm
Precipitación anual	59.9 mm
UV	6.3 index
Radiación solar	756 W/m <sup>2</sup>
15/06/11 1:33p	

Las condiciones actuales de la estación meteorológica ENP9 México, D.F.	
Temperatura	26.8°C
Humedad	26%
Punto de rocío	5.7°C
Viento	S , 0.4 m/s
Presión barométrica	777.0 mb
Precipitación de hoy	0.0 mm
Precipitación mensual	0.0 mm
Precipitación anual	59.9 mm
UV	6.6 index
Radiación solar	763 W/m <sup>2</sup>
16/06/11 3:53p	

Las condiciones actuales de la estación meteorológica ENP9 México, D.F.	
Temperatura	28.1°C
Humedad	18%
Punto de rocío	1.5°C
Viento	N , 2.7 m/s
Presión barométrica	777.7 mb
Precipitación de hoy	0.0 mm
Precipitación mensual	0.0 mm
Precipitación anual	59.9 mm
UV	9.9 index
Radiación solar	919 W/m <sup>2</sup>
17/06/11 3:23p	

<b>Las condiciones actuales de la estación meteorológica ENP9 México, D.F.</b>	
Temperatura	26.6°C
Humedad	28%
Punto de rocío	6.5°C
Viento	ENE , 0.0 m/s
Presión barométrica	777.7 mb
Precipitación de hoy	0.0 mm
Precipitación mensual	0.0 mm
Precipitación anual	59.9 mm
UV	6.6 index
Radiación solar	250 W/m <sup>2</sup>
18/06/11 4:03p	

<b>Las condiciones actuales de la estación meteorológica ENP9 México, D.F.</b>	
Temperatura	22.1°C
Humedad	51%
Punto de rocío	11.5°C
Viento	ESE , 6.3 m/s
Presión barométrica	778.3 mb
Precipitación de hoy	1.5 mm
Precipitación mensual	2.5 mm
Precipitación anual	62.5 mm
UV	6.1 index
Radiación solar	329 W/m <sup>2</sup>
21/06/11 2:33p	

## EXPERIENCIA CON EL CALENTADOR SOLAR CASERO.

De antemano la necesidad de buscar nuevas alternativas de energía y en general para el ahorro en el bolsillo fue una decisión un poco tardada por que fue un proyecto que realice en mi época de estudiante y a un no había mucha difusión. Ya que en primera tenia que convencer a mi familia y conocidos del funcionamiento de este tipo de calentador de agua y en segunda pensar en el tipos de materiales que tenia que usar para la construcción del mismo.

En la formación de este manual fue como una bitácora o un registro de mis actividades diarias en la construcción de este tipo de calentadores.

Desde hace varios años ya había construido uno parecido pero no se instalo, ahora con el avance tecnológico y comercial hay mucha información y opciones para la construcción de este tipo de equipos; ahora que lo tengo instalado en mi casa encuentro la manera de ayudar al ambiente y por su puesto ahorro de dinero.

Otro punto para la construcción de este calentador, observe que en el mercado el costo es muy elevado, tomando en cuenta la instalación y el material para su colocación. Hacer un calentador casero es muy sencillo y rápido de hacer y con materiales accesibles para la construcción.

Cuando se finalizo la construcción del calentador se tomaron en cuenta muchas cosas, la orientación, la altura del termotanque en comparación a la altura del tinaco que provee agua a la casa.

Al momento de abrir la llave para iniciar el llenado del depósito se espero 24horas para que alcanzara una temperatura optima para darse el primer baño de agua calentada por el sol. Las temperaturas obtenidas en verdad me sorprendieron ya que alcanzaron 95° C y al alcanzar el golpe de vapor y dentro del depósito de agua obtuvo una temperatura de 58° C y ala salida de la regadera me alcanzo una d temperatura de 38° C. a 45° C. ya que es una temperatura optima para tomar un ducha. ¿En días nublados? Es la pregunta

que todos me hacen. ¡Si calienta!, no al mismo nivel; pero alcanza a calentar a una temperatura de 30° C. aproximadamente pero al igual una persona se puede bañar. Un detalle es el llenado del tinaco por que hay un horario donde mejor tendrá resultado ya si lo llena de noche enfriara el agua que calentó en el día, pero si lo llena al amanecer por ejemplo a las 8:00 A.M. tendrá un mejor resultado el resto del día para calentar el agua.

En el manejo del pago de gas se ha reflejado en mi recibo ya que cada mes que pasa se nota la reducción en el consumo de mi cuenta de combustible.

Un detalle para el uso del calentador solar, es tomar la decisión de dejar el combustible y usar la energía natural ya que al principio cuesta un poco de trabajo para muchas personas y acostumbrarse a la administración del llenado del tinaco o al horario para tomar una ducha.

Por ejemplo mucha gente esta acostumbrada a tomar la ducha matutina o en la madrugada en esta parte hay que ser un poco detallista en el aislamiento del contenedor de agua caliente ya que si se quiere conservar por más tiempo el agua caliente o la otra opción de conectar en serie el calentador solar con el calentador de gas para un recalentado de agua. Pero en mi caso yo lo conecte directamente a la regadera y me ha brindado de buenos resultados para dejar de usar el calentador de gas.

Espero que con este proyecto, hayamos puesto un granito de arena a la conservación del medio ambiente ya que en estos tiempos el ser humano debe tomar conciencia de su destino para cuidar nuestro país y recursos naturales del planeta y de igual manera repercutirá en el ahorro del bolsillo de cada persona.

## CONCLUSIONES.

Este proyecto nos ha cambiado la forma de pensar porque desde que se instaló podemos decir que el equipo se ha estado pagando solo y el servicio que nos ha brindado es bueno y hasta la fecha se ha reducido el consumo de gas natural y se ha visto reflejado en el recibo de pago a la compañía del gas.

También se puede decir que han dejado de quemar varios metros cúbicos de gas con lo cual se ha reducido la producción bióxido de carbono y se esta abandonado el habito o la costumbre de usar el boiler para calentar agua, que en un principio cuesta algo de trabajo.

La necesidad de buscar nuevas alternativas de energía y ahorrar, fue una decisión un poco tardada para la construcción de este proyecto ya que tenia que convencer a mi familia y conocidos del funcionamiento de este tipo de calentador de agua y en segunda pensar en el tipos de materiales que tenia que usar para la construcción del mismo.

La formación de este manual es una bitácora de actividades diarias en la construcción de este tipo de calentador.

Como podemos apreciar en la construcción del calentador sabemos y nos damos cuenta que los costos de los equipos en el mercado son excesivamente elevados y la calidad no va muy de acuerdo con el precio, ya si se construye un calentador propio se apreciara que los materiales que intervienen en la construcción son algo caros pero de una calidad alta, y aun así no se rebasa el presupuesto de un calentador comercial a un instalándolo en la casa y que en verdad no es demasiado complicado si se quiere hacer uno.

Es importante analizar el lugar donde se va a instalar el calentador solar, se tiene que tomar en cuenta la orientación del cenit (la entrada y salida del sol), por que dependiendo de la orientación captaremos nuestra energía y por lo

tanto será la forma de hacer el equipo mas eficiente, por que a mayor captación solar, mayor temperatura almacenada tendremos.

Otro factor importante es la colocación del tinaco de alimentación a la casa, debe tener una altura promedio al deposito contenedor del colector solar, basados en el principio de los vasos comunicantes de Pascal, si el tinaco esta muy abajo nunca se nos llenara el deposito y si esta muy arriba siempre tendremos lleno al 100% el equipo, que tampoco es muy bueno, ya que con la temperatura tendremos una expansión de los gases y necesitamos un espacio para este gas y finalmente el ángulo de inclinación que nos servirá para tener una captación lo mas directa posible de los rayos solares.

Al momento de abrir la llave de suministro al colector se debe esperar 24 horas para llenar el depósito y que alcance y estabilice la temperatura para usar agua calentada por el sol. Las temperaturas obtenidas en verdad sorprenden ya que alcanzan 95° C, podremos escuchar el golpe de ariete dentro de la tubería y la temperatura del deposito alcanza 58° C, la salida de la regadera, en este caso alcanzo un rango de temperatura de 38° C. a 45° C., esta es una temperatura optima para tomar un ducha. ¿En días nublados? Es la pregunta que todos hacen. Aun caliente no al mismo nivel; pero suministra una temperatura de 30° C. aproximadamente y de igual manera es satisfactorio el baño para una persona.

El llenado del tinaco es importante, por que hay un horario donde mejor resultado tendremos, por ejemplo: si se llena de noche templara el agua que calentó en el día, pero si lo llena al amanecer, a las 8:00 A.M. tendrá un mejor resultado, porque durante el resto del día se calentara el agua.

Un detalle para el uso del calentador solar es tomar la decisión de renunciar al combustible fósil y usar la energía natural ya que al principio cuesta un poco de trabajo para muchas personas y acostumbrarse a la administración del llenado del tinaco o al horario para tomar una ducha.

Para tomar la ducha matutina o en la madrugada el equipo cuenta con aislamiento en el contenedor de agua caliente, para conservarla un aproximado de 24 horas, otra opción es conectar en serie el calentador solar con el calentador de gas para un precalentado de agua.

Este caso se conecto al suministro de agua caliente de la casa, alimentando todas las llaves y regaderas, y me ha brindado excelentes resultados para dejar de usar el calentador de gas.

Es importante mencionar que existen dos tipos más de instalación de los calentadores solares y son:

El primero es como apoyo para que el agua entre precalentada al boiler y el segundo es directo a la regadera.

Espero que con este proyecto hayamos puesto un granito de arena a la conservación del medio ambiente ya que en estos tiempos el ser humano debe tomar conciencia de su destino para cuidar nuestro país y planeta, de igual manera al ahorro.

Ahora nos corresponde difundir este proyecto y concienciar a la sociedad en el uso de las energías renovables, retomándolas como principios que se olvidaron por una modernización desenfrenada.

Como podremos ver este es uno de tantos equipos que encontraremos escondidos en libros y que por falta de interés o por la modernización y consumismo en el que vive este país, se han olvidado y las empresas extranjeras los venden a un alto precio y hacen parecer que son tecnologías recién inventadas cuando no es así.

Este equipo así como los demás que se encuentran en el mercado tiene como finalidad contribuir al planeta evitando el cambio climático mundial, el cual esta afectando gravemente a la naturaleza y dentro de esta tenemos a la flora y fauna, ya que habrá ecosistemas que jamás podrán ser recuperados.

Con este tipo de sistemas de calentamiento de agua ya sea casero, comercial o industrial pretendemos ayudar al medio ambiente dejando de quemar grandes toneladas combustibles y bajar los niveles de contaminación ambiental, tratando de ser independientes en lo menor posible de los combustibles fósiles.

El principal objetivo de esta tesis es poner un granito de arena a la preservación del medio ambiente y de igual manera ayudar a la gente de escasos recursos para que fabrique un calentador casero con materiales que están al alcance de todos; al principio es un poco pesado el armado por el material, por ejemplo: el cobre que es caro pero a la larga el dinero invertido es recuperado o reflejado en las cuentas de gas y no rebasara nunca el presupuesto de un calentador comercial.

Esperamos que tanto empresas y personas tomemos en cuenta que hay que voltear a nuestro alrededor para aprovechar los recursos que nos da la naturaleza sin dañarla, por ejemplo: El aire, el sol y el agua que sirven tanto para construir y de igual forma para destruir cuando el planeta se sale de control. Espero Que esto sea un granito de arena para ayudar a nuestro planeta y usar este recurso para construir.

**BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA.**

[http://www.acsmedioambiente.com/hechos\\_de\\_agua3.htm](http://www.acsmedioambiente.com/hechos_de_agua3.htm)

[http://www.agua.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=category&id=22&Itemid=49](http://www.agua.org.mx/index.php?option=com_content&view=category&id=22&Itemid=49)

<http://www.aquapedia.es/>

<http://atinachile.bligoo.com/content/view/132825/PANEL-SOLAR...>

<http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/Articulos%20de%20energia%20renovable/89.pdf>

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cosude/xx.pdf>

<http://www.cespt.gob.mx/cultura/artconsumos.html>

[http://www.citrevistas.cl/termo/doc\\_entropia\\_2.pdf](http://www.citrevistas.cl/termo/doc_entropia_2.pdf)

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2008/01/07/173531.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2008/01/07/173531.php)

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia09/HTML/articulo03.htm>

[http://dale.host22.com/web\\_documents/fcalentadorsol.pdf](http://dale.host22.com/web_documents/fcalentadorsol.pdf)

<http://www.derechoalagua.org/index.html>

<http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/360/02horacio.pdf>

[http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GuerreroMF/cap1\\_18-29.pdf](http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GuerreroMF/cap1_18-29.pdf)

[http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GuerreroMF/cap1\\_29.pdf](http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GuerreroMF/cap1_29.pdf)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Calentador\\_solar](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentador_solar)

[http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/118\\_calentador-solar\\_energiasolar.html](http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/118_calentador-solar_energiasolar.html)

<http://www.jornada.unam.mx/2010/06/01/index.php?section=economia&article=024n1eco>

<http://micalentadorsolar.com.mx/blog/bienvenido/>

<http://www.micalentadorsolar.com.mx/documents/decision.html>

[http://www.obras.unam.mx/normas/proy\\_ing/ing\\_elec/gases/gas\\_lp.html](http://www.obras.unam.mx/normas/proy_ing/ing_elec/gases/gas_lp.html)

<http://pembu.unam.mx/version/index.html>

<http://www.profeco.gob.mx/prensa/prensa05/mzo05/17bol05.pdf>

[http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2009/bol143\\_agua.asp](http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2009/bol143_agua.asp)

<http://www.textoscientificos.com/energia/calentador-solar/construccion-tres-calentadores-solares-agua>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Calentador\\_solar](http://es.wikipedia.org/wiki/Calentador_solar)

<http://www.youtube.com/watch?v=LNJx4eC5ZLw&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=pLQ4EtWVDdM&feature=channel>

[http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id\\_notas=1434&tabla=notas\\_td](http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_notas=1434&tabla=notas_td)

<http://136.145.236.36/isdweb/Curso-fisica-2/Presentaciones/pres-4-3012.pdf>

<http://136.145.236.36/isdweb/Curso-fisica-2/Presentaciones/pres-4-3012.pdf>

<http://132.248.77.3:8991/F/HC92DEUAL8MCPIXUTHQ8XJSJIEHHA2MM9259MKPQR2V2HLJEG6-08541?func=find-b-0>

## BIBLIOGRAFIA ESCRITA.

**Autor** ● Frederick j. bueche ; tr. Enrique Sánchez y Aguilera  
**Título** ● Física general  
**Edición** ● 3  
**Datos de publicac.** ● México : McGraw-Hill, c1991  
**Descr. Física** ● 407 p  
**Notas** ● Traducción de: schaum's outline of college physics  
**Materia** ● Física  
**Sec. Personal** ● Sanchez Y Aguilera, Enrique traductor

**Autor** ● Hughes, William F. (William Frank), 1930-  
**Título** ● Teoría y problemas de dinámica de fluidos  
**Datos de publicac.** ● Panamá : McGraw-Hill, 1970  
**Descr. Física** ● 259 p.  
**Materia** ● Dinámica de fluidos -- Problemas, ejercicios, etc.  
**Sec. Personal** ● Brighton, John A.  
**Tít. analítico** ● Dinámica de fluidos.

- Autor**                    ● Ibáñez Plana, Manuel.
- Título**                    ● Tecnología solar
- Datos de publicac.**       ● Madrid : Mundi-Prensa, 2005
- Descr. Física**           ● 544 p. : il.
- Serie**                     ● ( Energías renovables)
- Materia**                ● Energía solar
- Sec. Personal**         ● Rosell Polo, J. R., coautor  
                              ● Rosell Urrutia, Joan I., coautor
- 
- Autor**                    ● José Ma. de Juana Sardón, coordinador ; Adolfo de Francisco García ... [y otros.]
- Título**                    ● Energías renovables para el desarrollo
- Datos de publicac.**       ● Madrid : Paraninfo, c2001
- Descr. Física**           ● xxiii, 311 p. : il.
- Materia**                ● Recursos energéticos renovables
- Sec. Personal**         ● Juana Sardón, José María de, editor  
                              ● Francisco García, Adolfo de, colaborador
- 
- Autor**                    ● Kreith, Frank.
- Título**                    ● Principios de transferencia de calor
- Edición**                 ● 6a ed.
- Datos de publicac.**       ● México : Thomson Learning, c2001
- Descr. Física**           ● 700 p. : il.
- Notas**                    ● Traducción de: Principles of heat transfer
- Materia**                ● Color -- Transmisión
- Sec. Personal**         ● Bohn, Mark S., coautor  
                              ● Navarro Salas, Rodolfo, traductor

- Autor**                    ■ Munson, Bruce Roy, 1940-
- Título**                    ■ Fundamentos de mecánica de fluidos
- Datos de publicac.**       ■ México, D. F. : Limusa, c1999
- Descr. Física**           ■ 867 p. : il.
- Notas**                    ■ Traducción de: Fundamentals of fluid mechanics
- Materia**                 ■ Mecánica de fluidos
- Sec. Personal**         ■ Young, Donald F., coautor  
                              ■ Okiishi, T. H. (Theodore Hisao), 1939- , coautor  
                              ■ Villagómez Velázquez, Hugo, traductor
- 
- Autor**                    ■ Perales Benito, Tomás.
- Título**                    ■ Instalación de paneles solares térmicos / Tomás Perales Benito
- Datos de publicac.**       ■ [Madrid] : Creaciones Copyright, c2007
- Desc. Física**            ■ xii, 127 p. : il.
- Notas**                    ■ Incluye un extracto del Código técnico de la edificación sobre la instalación de Energía Solar Térmica en las construcciones
- Materia**                 ■ Calefacción solar -- Instalación  
                              ■ Energía solar térmica
- Título**                    ■ Planning and installing solar thermal systems : a guide for installers, architects, and engineers / the German Solar Energy Society (DGS)
- Datos de publicac.**       ■ London : Earthscan, 2005
- Descr. Física**            ■ 298 p.
- Materia**                 ■ Calefacción solar -- Instalación  
                              ■ Calentadores de agua solares -- Instalación

- Sec. Corporativo**
- Energía solar térmica
  - Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie
- Rec. electrónico**
- Tabla de contenido
- Autor**
- Stu Campbell ; versión castellana de Ramón-Albert Duch Martorell ; revisión bibliográfica por Xavier Guell Giux
- Título**
- Construya su propio calentador solar
- Datos de publicac.**
- México : Gustavo Gili, 1983
- Descr. Física**
- 117 p.
- Materia**
- Calefacción solar
  - Calentadores de agua
- Autor**
- Williams King, Horace.
- Título**
- Manual de hidráulica / Horace Williams King ; tr. Rafael García Díaz
- Datos de publicac.**
- México : Limusa : Noriega, c1995
- Descr. Física**
- 525 p
- Notas**
- Traducción de: Handbook of hydraulics
- Materia**
- Hidráulica -- Manuales, etc.
- Sec. Personal**
- García Díaz, Rafael, traductor
  -

