

# **ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **COSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PREFORMADORA DE LÁMINAS PARA LA ELABORACIÓN DE PERFILES ECONÓMICOS DE PANELES SOLARES FOTOTÉRMICOS DE ALTA EFICIENCIA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL**

**MARCELO EFREN CARTUCHE NAGUA**

**DIRECTOR: ING.PEDRO LLUMIQUINGA**

**QUITO, MARZO DE 2010**

marcelo-danza@hotmail.com

mariolumiquinga@yahoo.es

## DECLARACIÓN

YO, CARTUCHE NAGUA MARCELO EFREN, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente

-----  
CARTUCHE NAGUA MARCELO EFREN

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por CARTUCHE NAGUA MARCELO EFREN, bajo mi supervisión.

-----

Ing. Pedro Llumiquinga

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## AGRADECIMIENTO

Deseo mostrar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas sin las cuales, este trabajo no hubiese sido posible su finalización.

En primer lugar, al Ing. Pedro Pablo Llumiquinga, director de esta tesis, para mí es un honor haber realizado este trabajo bajo su dirección y le estaré siempre muy agradecido porque ha dedicado su valioso tiempo a ello. Soy consciente de que empleó en muchas ocasiones su tiempo libre y espero que me perdone por haberle robado esas preciosas horas que podía haber dedicado a su familia en vez de estar supervisando este trabajo.

Al Ing. Mecánico. M. Sc. Miguel Gilberto Montoya, por brindarme su apoyo y colaboración al permitirme realizar este proyecto en su prestigiosa empresa TALLERES DE INGENIERIA TIMEESCI (Centro de Investigaciones y Desarrollo tecnológico de Energías Renovables) quien con su ayuda absoluta me fue posible culminar mi carrera.

A los miembros del tribunal: Ing. Mario Granja, Ing. Wilan Monar por haberme brindado su colaboración en este proyecto.

Agradecer hoy y siempre a mi familia porque a pesar de no estar presentes físicamente, se que procuran mi bienestar.

A mi madre por su determinación, entrega y humildad que me ha enseñado tanto.

A mis compañeros de trabajo quienes me han brindado su experiencia laboral y de ellos he aprendido mucho y estoy muy agradecido.

Quiero agradecer en general a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de este proyecto.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de titulación principalmente a mi madre que me dio la vida y ha estado conmigo en todo momento. Gracias por todo mamá, por darme una carrera para mi futuro y por confiar en mí, siempre has estado apoyándome y brindándome todo tu amor, por todo esto te agradezco de corazón el que estés a mi lado.

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene por objeto construir una máquina preformadora para la elaboración de perfiles.

En el desarrollo se presenta un estudio de los sistemas de transmisión de movimiento, así como se evalúan las alternativas posibles de la elaboración de los perfiles.

Se realiza un estudio sobre las condiciones de preformado de la lámina de aluminio

Se realiza el diseño de los elementos constitutivos de la máquina

Se detallan los diferentes aspectos sobre el proceso de construcción y montaje de la máquina, luego se realiza una descripción de los costos tanto de la fabricación como de la mano de obra.

El trabajo realizado permite llegar a conclusiones particulares y recomendar algunos criterios importantes referentes al tema desarrollado, de esta manera se logra cumplir con el objetivo planteado al inicio.

## ÍNDICE GENERAL

<b>A.-PÁGINAS PRELIMINARES.....</b>	<b>PAG</b>
Portada (Carátula).....	i
Declaración.....	ii
Certificación.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Dedicatoria.....	v
 <b>B.-TEXTO</b>	
Resumen.....	vi
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
 <b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ESTUDIO BÁSICO DE LOS DIFERENTES PERFILES QUE SE UTILIZAN EN LA FABRICACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOTÉRMICOS</b>	
<b>1.1.-Perfiles.....</b>	<b>2</b>
 <b>1.2.- Calor y Temperatura</b>	
1.2.1. Calor.....	3
1.2.2. Calor específico.....	4
1.2.3. Transferencia de calor.....	5
1.2.4. Conducción.....	6
1.2.5. Convección.....	6
1.2.6 Radiación.....	6
1.2.7 Temperatura.....	7

1.2.8 Relación entre temperatura y calor.....	7
---	---

### 1.3 Colector solar

1.3.1 Componentes de los captadores solares.....	8
1.3.2 Funcionamiento.....	9
1.3.3 Tipos de colectores solares.....	12

## CAPÍTULO II

### ESTUDIO DEL TIPO DE MÁQUINA A ESTABLECER Y CONSTRUCCIÓN

2.1 Perfiles estándar.....	13
2.2 Fabricación del perfil solar económico manualmente.....	14
2.3 Fabricación de los perfiles mediante una maquina preformadora	36
2.4 Construcción del sistema.....	37
2.4.1 Definición.....	37
2.4.2 Parámetros de elaboración.....	37
2.5 Engranés.....	37
2.5.1 Análisis de engranes.....	38
2.5.2 Ventajas del uso de engranes.....	38
2.6 Engranés rectos.....	39
2.6.1 Pasos diametrales de uso común.....	41
2.6.2 Trenes de engranes.....	42
2.6.3 Análisis de fuerzas.....	43
2.6.4 Estimación del tamaño del engrane .....	46



2.6.5 Diámetro de los engranes.....	48
2.6.6 Cálculo de la relación de transmisión.....	50
2.6.7 Vida útil de la máquina.....	51
2.6.8 Construcción de los elementos mecánicos.....	51

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO DEL PERFIL A CONSTRUIR**

3.1 Ancho del perfil.....	53
3.2 Condiciones de preformado de la lámina.....	54
3.3 Estudio experimental del tipo de engrane.....	54

## **CAPÍTULO IV**

Planos de construcción y de montaje.....	55
--	----

## **CAPÍTULO V**

Construcción del prototipo.....	56
5.1 Maquinaria y equipo para la construcción .....	56
5.2 Personal necesario.....	56
5.3 Construcción.....	57
5.3.1 Construcción del cilindro con canal para prensado.....	57
5.3.2 Construcción de los cilindros con anillo para prensado.....	59
5.3.3 Construcción del cilindro con canal y dientes para prensado.	62
5.3.4 Construcción de la base como soporte de los elementos mecánicos.....	64
5.3.5 Construcción del eje central de la máquina	

y alojamientos de rodamientos.....	65
5.3.6 Construcción de la base del eje central de la máquina.....	67
5.3.7 Construcción de los soportes verticales.....	68
5.3.8 Construcción de los ejes de transmisión de los cilindros.....	69

## **CAPÍTULO VI**

### **PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO**

6.1 Verificación del montaje.....	74
6.2 Cálculo del motor.....	75
6.3 Justificación del cálculo del motor.....	75
6.4 Cálculo de la constante de elasticidad.....	76
6.5 Cálculo de la potencia del motor.....	77
6.6 Verificación de la alineación.....	78

## **CAPÍTULO VII**

Análisis de Costos.....	79
-------------------------	----

## **CAPÍTULO VIII**

8.1 CONCLUSIONES.....	81
8.2 RECOMENDACIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	84

## INTRODUCCIÓN

La automatización de procesos constituye un factor muy importante en el desarrollo industrial, pues de este factor depende que la producción sea eficiente.

El presente trabajo contempla la construcción de un prototipo de máquina preformadora de láminas para la elaboración de perfiles económicos de colectores solares foto térmicos de alta eficiencia.

Para diseñar este tipo de máquina se estudia y evalúa la alternativa de preformado como lo es: preformado mediante maquina dobladora y ajuste manual.

Este tipo de máquina puede realizar perfiles en un tiempo de producción menor en relación al realizado bajo procesos no automatizados.

El preformado de la lámina se realiza dentro de un juego de cilindros mediante el giro de estos, el giro de los cilindros es proporcionado por engranes.

Es importante que para la construcción de la máquina preformadora se toma muy en cuenta aspectos económicos así como la facilidad de su construcción en un taller medianamente equipado, por lo que se prestan, además, los respectivos planos de taller y de montaje que fueron proporcionados por la empresa así como los materiales para la elaboración del presente proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **ESTUDIO BÁSICO DE LOS DIFERENTES PERFILES QUE SE UTILIZAN EN LA FABRICACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOTÉRMICOS**

En el presente capítulo se trata de cubrir brevemente los aspectos más importantes sobre los diferentes perfiles utilizados en la industria para de esta manera tener una idea sobre el principio de construcción de los paneles solares. Un perfil cumple con normas de fabricación, tanto el espesor como sus dimensiones van de acuerdo a los requerimientos del elemento a construir con los mismos.

#### **1.1 PERFILES**

El material constitutivo de todo perfil es el aluminio debido a las buenas propiedades de retención de energía calórica, la característica común de todo perfil es la captación de energía solar, energía que será transmitida para el calentamiento del agua que circulara a través de la tubería que en estos va insertada.

Las dimensiones de los perfiles solares son: 11cm de ancho por 167cm de largo medidas que se requieren para la elaboración de los paneles solares, todo perfil se diferencia por su superficie irregular que presenta su parte superior, cada perfil esta diseñado en diferentes matrices de elaboración, razón por la cual son diferentes unos de otros pero cumplen con la misma función, almacenar energía y transmitirla

Los diferentes perfiles que se cuenta para su utilización son los perfiles: super premiun, premiun Light, económico, israelí.

En las hojas técnicas que se presenta en el capítulo referente a los colectores solares se muestran los diferentes perfiles, se los muestra en la parte derecha junto al colector, los nombres de los colectores solares van de acuerdo al perfil con que

fueron elaborados, el costo de los sistemas solares depende del perfil con el que están fabricados los colectores solares

Las diferencias entre los diferentes perfiles radica en el acabado de el relieve que presenta su parte superior de la lámina, la eficiencia de los paneles solares esta determinado por el espesor y acabado del relieve que presenta todo perfil con el cual cada panel esta estructurado.

## **1.2 CALOR Y TEMPERATURA**

### **1.2.1 CALOR**

Representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro como consecuencia de una diferencia de temperatura entre ambos. El tipo de energía que se pone en juego en los fenómenos caloríficos se denomina energía térmica. El carácter energético del calor lleva consigo la posibilidad de transformarlo en trabajo mecánico. Sin embargo, la naturaleza impone ciertas limitaciones a este tipo de conversión, lo cual hace que sólo una fracción del calor disponible sea aprovechable en forma de trabajo útil.

Las ideas acerca de la naturaleza del calor han variado apreciablemente en los dos últimos siglos. La teoría del calor o fluido tenue que situado en los poros o intersticios de la materia pasaba de los cuerpos calientes en los que supuestamente se hallaba en mayor cantidad a los cuerpos fríos, había ocupado un lugar destacado en la física desde la época de los filósofos griegos. Sin embargo, y habiendo alcanzado a finales del siglo XVIII su pleno apogeo, fue perdiendo credibilidad al no poder explicar los resultados de los experimentos que científicos tales como Benjamín Thompson (1753-1814) o Humphrey Davy (1778-1829) realizaron.

Una vieja idea tímidamente aceptada por sabios del siglo XVII como Galileo Galilei o Robert Boyle resurgió de nuevo. El propio Thompson (conde de Rumford), según sus propias palabras, aceptó la vuelta a aquellas «viejas doctrinas que sostienen que el calor no es otra cosa que un movimiento vibratorio de las partículas del cuerpo».

Las experiencias de Joule (1818-1889) y Mayer (1814-1878) sobre la conservación de la energía, apuntaban hacia el calor como una forma más de energía. El calor no sólo era capaz de aumentar la temperatura o modificar el estado físico de los cuerpos, sino que además podía moverlos y realizar un trabajo.

Las máquinas de vapor que tan espectacular desarrollo tuvieron a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX eran buenas muestras de ello. Desde entonces las nociones de calor y energía quedaron unidas y el progreso de la física permitió, a mediados del siglo pasado, encontrar una explicación detallada para la naturaleza de esa nueva forma de energía, que se pone de manifiesto en los fenómenos caloríficos.

### **1.2.2 CALOR ESPECÍFICO**

Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado. En el Sistema Internacional de unidades, el calor específico se expresa en julios por kilogramo y kelvin; en ocasiones también se expresa en calorías por gramo y grado centígrado. El calor específico del agua es una caloría por gramo y grado centígrado, es decir, hay que suministrar una caloría a un gramo de agua para elevar su temperatura en un grado centígrado.

De acuerdo con la ley formulada por los químicos franceses Pierre Louis Dulong y Alexis Thérèse Petit, para la mayoría de los elementos sólidos, el producto de su calor específico por su masa atómica es una cantidad aproximadamente constante. Si se expande un gas mientras se le suministra calor, hacen falta más calorías para aumentar su temperatura en un grado, porque parte de la energía suministrada se

consume en el trabajo de expansión. Por eso, el calor específico a presión constante es mayor que el calor específico a volumen constante.

En la tabla 1 se ilustra el calor específico de diferentes sustancias.

SUSTANCIA	Calor específico ce	
	Kcal/Kg.°C	J/Kg.°C
Aluminio	0.22	900
Cobre	0.093	390
Vidrio	0.20	840
Hielo(-5°C)	0.50	2100
Hierro o acero	0.11	450
Plomo	0.31	130
Mármol	0.21	860
Plata	0.056	230
Madera	0.4	1700
Alcohol(etílico)	0.58	2400
Mercurio	0.033	140
Agua(15°C)	1.0	4186
Vapor(110°C)	0.48	2010
Cuerpo humano	0.83	3470

Tabla 1.- Calor específico de diferentes sustancias

### 1.2.3 TRANSFERENCIA DE CALOR

En física, proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción.

Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se transmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta en gran medida por convección, y la Tierra recibe calor del Sol casi exclusivamente por radiación.

#### **1.2.4 CONDUCCIÓN**

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

#### **1.2.5 CONVECCIÓN**

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

#### **1.2.6 RADIACIÓN**

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas



electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica

### **1.2.7 TEMPERATURA**

Mide la concentración de energía y es aquella propiedad física que permite asegurar si dos o más sistemas están o no en equilibrio térmico (cuando dos cuerpos están a la misma temperatura), esto quiere decir que la temperatura es la magnitud física que mide cuán caliente o cuán frío se encuentra un objeto.

La temperatura se mide en unidades llamadas grados, por medio de los termómetros, esto se refiere que para medir la temperatura utilizamos una de las magnitudes que sufre variaciones linealmente a medida que se altera la temperatura.

Temperatura es el promedio de la energía cinética de las moléculas de un cuerpo.

### **1.2.8 RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA Y CALOR**

La relación es que la temperatura mide la concentración de energía o de velocidad promedio de las partículas y el calor energía térmica en tránsito.

La temperatura es independiente de la cantidad de sustancia, el calor en cambio depende de la masa, de la temperatura y del tipo de sustancia.

## **1.3 COLECTOR SOLAR**

Los colectores solares son equipos que me permiten aprovechar la energía proveniente del sol mediante el almacenamiento de esta energía en unos captadores (perfiles) la cual será transferida y utilizada para el calentamiento de agua.

En la figura 1.3.1 se ilustra los colectores solares que son utilizados para el calentamiento del agua.



Fig.1.3.1- Colectores solares

### 1.3.1 COMPONENTES DE LOS CAPTADORES SOLARES

Los captadores solares están compuestos internamente de varios perfiles dispuestos en forma paralela unos con otros y van soldados a otra tubería de cobre en forma horizontal, bajo esta red de tuberías se dispone de un aislante que se lo colocará bajo este tejido de tuberías, el motivo de aislante es para evitar pérdidas de calor

Para el sellado de éste sistema tubería-aislante se utiliza unas tapas laterales que formaran la caja del colector, en la figura 1.3.1.1 se aprecia el sellado del sistema tubería-aislante mediante las tapas laterales que formaran la caja del colector solar, por la parte inferior va sellado mediante una lamina de madera triplex que va insertada en la tapa lateral y por la parte superior va cerrado con lámina de vidrio

En la figura 1.3.1.1 se observa el modo en que un colector solar esta fabricado y el modo de ensamble de sus elementos que lo conforman .

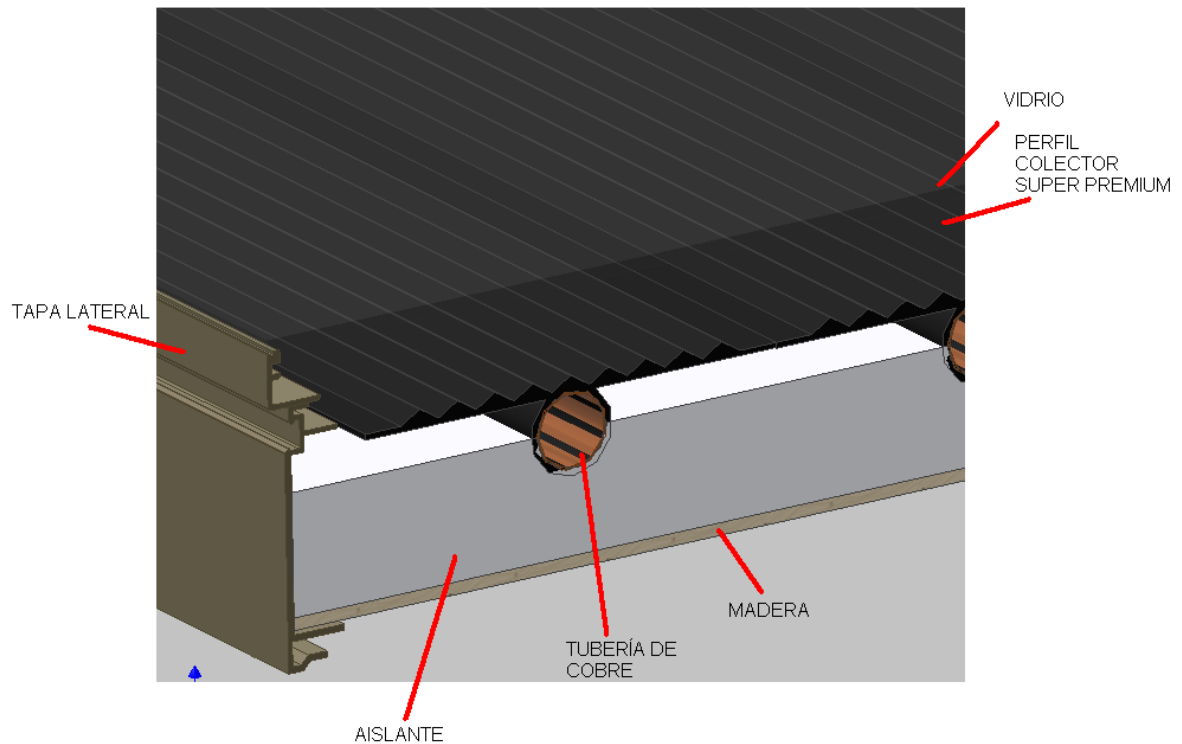


Fig. 1.3.1.1.-Componentes del colector solar

### 1.3.2 FUNCIONAMIENTO

Los paneles o captadores solares para el calentamiento de agua están conformados por una estructura interna de perfiles en paralelo los cuales están acoplados mediante tuberías que se insertan en ellos y se las suelda, esta estructura armada se la coloca en un material aislante para evitar pérdidas de calor, la estructura externa del panel es una caja metálica y está realizada con perfiles de aluminio planos en forma rectangular (tapa lateral) como se indica en la figura a, esta estructura se asocia con la estructura aislada térmicamente, por la parte inferior de esta estructura armada se la recubre con láminas de triplex para la fijación y por su parte superior se la recubre con vidrio para posteriormente hacer uso del panel solar.

Por la parte interior del colector circulará agua fría, el agua fría será suministrada por un tanque colector de agua el cuál se lo llena previamente, este llenado se lo realiza

a través de la tubería de entrada de agua fría al tanque ilustrada en la figura 1.3.1.2, quien ira conectada a una tubería y ésta ira conectada a la red principal de distribución de agua fría.

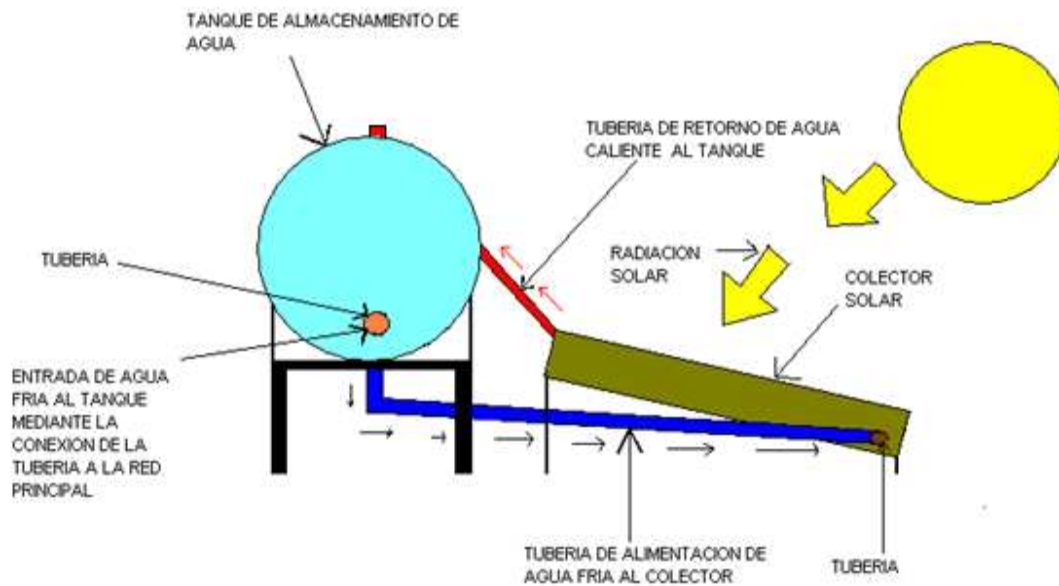


Fig. 1.3.1.2.-Equipo Solar

La tubería por la cual ingresa el agua fría al colector solar se encuentra en la parte inferior del mismo mostrada en la figura b, el agua que circula por los colectores no se escapa de ellos debido a que existen tapones de sellado que evita que el agua desparrame, estos tapones se los retira en el momento de realizar un mantenimiento a todo el sistema para después nuevamente volverlos a ajustar a los colectores.

Los colectores se acoplan entre si mediante universales de unión tanto en su parte superior como inferior como se ilustra en la figura 1.3.1.3.

El agua caliente producida por transferencia de calor saldrá por la tubería que se encuentra en la parte superior(figura 1.3.1.3) del colector y esta retornará al tanque mediante una tubería que esta unida tanto a la tubería del colector mediante una

universal en su parte superior como a la tubería del tanque que se encuentra en su parte central mostrada en la figura 1.3.1.3, por procesos térmicos que se produce en el interior del tanque el agua caliente saldrá por la tubería de distribución como se muestra en la figura 1.3.1.3, la cuál permite abastecer a los elementos consumidores como por ejemplo a la ducha.

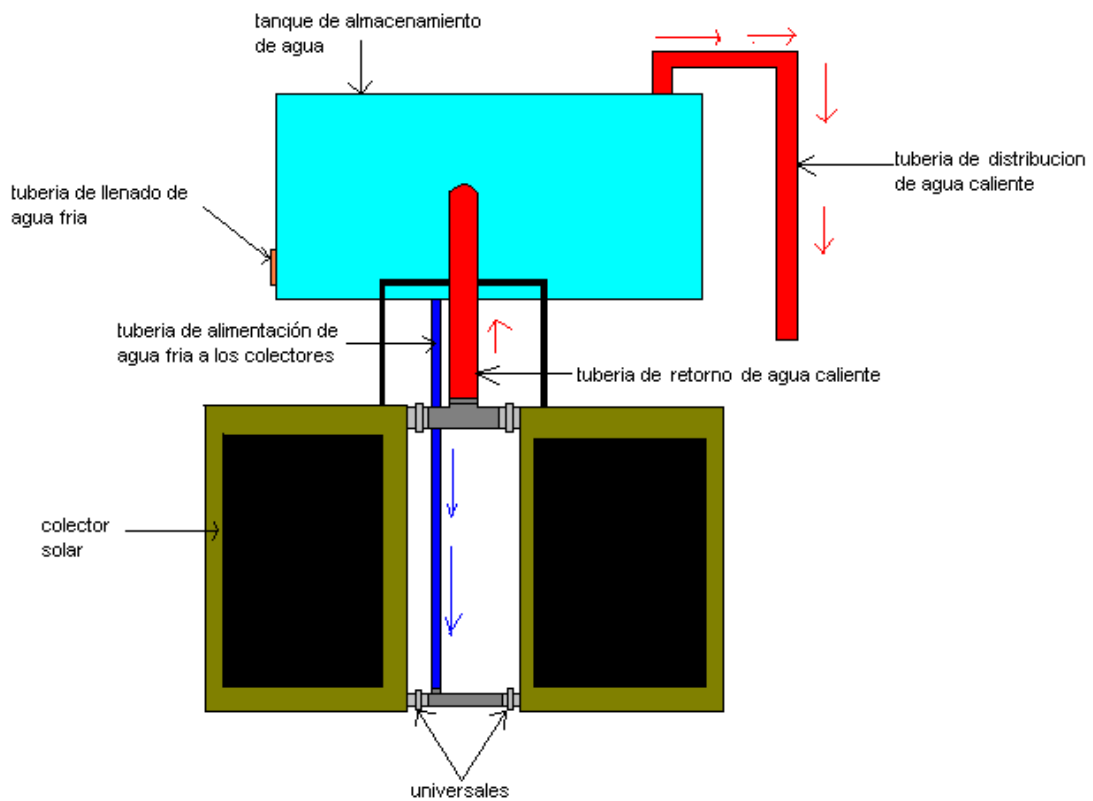


Fig. 1.3.1.3.- colectores solares con sus acoples

En la figura 1.3.1.4 se aprecia el sistema instalado en una vivienda y todos sus componentes del cuál esta conformado este sistema.



Fig. 1.3.1.4.-Componentes de un equipo solar

Elementos componentes de un sistema colector de energía solar para calentamiento de agua.

### 1.3.3 TIPOS DE COLECTORES SOLARES

Existen diferentes tipos de colectores solares que se utilizan para que cumplan la misma función que lo es el de calentar agua, cada colector solar varía uno de otro debido al perfil con el cuál está elaborado, la eficiencia que estos desarrollen dependerá del perfil y del espesor de este.

Los costos y eficiencia de cada sistema realizado con estos colectores depende del perfil con el cuál el colector está elaborado, a causa de que cada perfil está desarrollado con diferentes matrices de construcción el precio del sistema captador de energía se incrementa o se reduce debido exclusivamente a su perfil.

Los diferentes colectores utilizados se muestran en el anexo 1

## CAPÍTULO II

### ESTUDIO DEL TIPO DE MÁQUINA A ESTABLECER Y CONSTRUCCIÓN

En la fabricación de perfiles existen diferentes métodos para producirlos. En la industria los mecanismos mediante los cuales se diseñan perfiles son: perfiles estándar, perfiles laser, laminados en caliente, Las imágenes muestran la forma de producción de perfiles.

#### 2.1 PERFILES ESTANDAR

Los perfiles utilizados en la industria son los perfiles L, U, T, H, los cuales son utilizados para la construcción de estructuras.

La figura 2.1.1 nos muestra la forma del perfil utilizado dentro de la industria para la elaboración de estructuras.

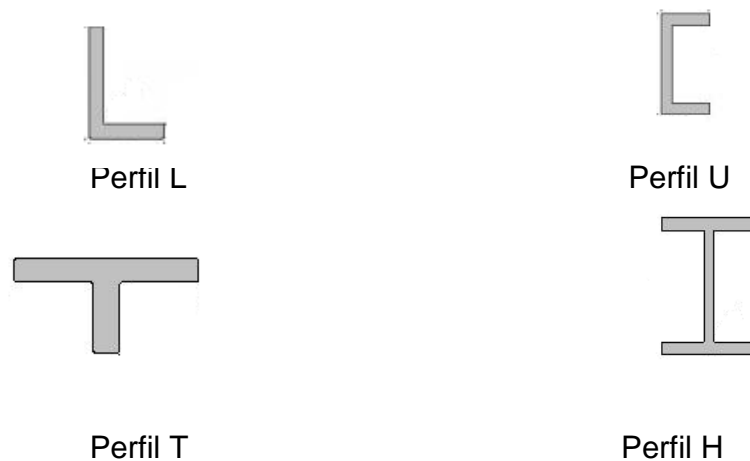


Fig.2.1.1.-Tipos de perfil

## 2.2 FABRICACIÓN DEL PERFIL SOLAR ECONÓMICO MANUALMENTE

Al no existir maquinarias que permitan realizar esta actividad se incurre a utilizar materiales de uso manual para la fabricación del perfil solar económico.

A continuación se describe el método utilizado en la elaboración del perfil solar económico manualmente:

1. En la plancha de aluminio de espesor igual a 0.40mm se procederá a marcar las medidas correspondientes, las medidas de la lámina de aluminio para esta prueba son: 167cm de largo por 12cm de ancho y se procederá a cortar con una tijera adecuada para láminas metálicas

Las figuras 2.1, 2.2 nos indican la plancha de aluminio y el corte de la lámina para la prueba.



Fig.2.1.-Lámina de aluminio



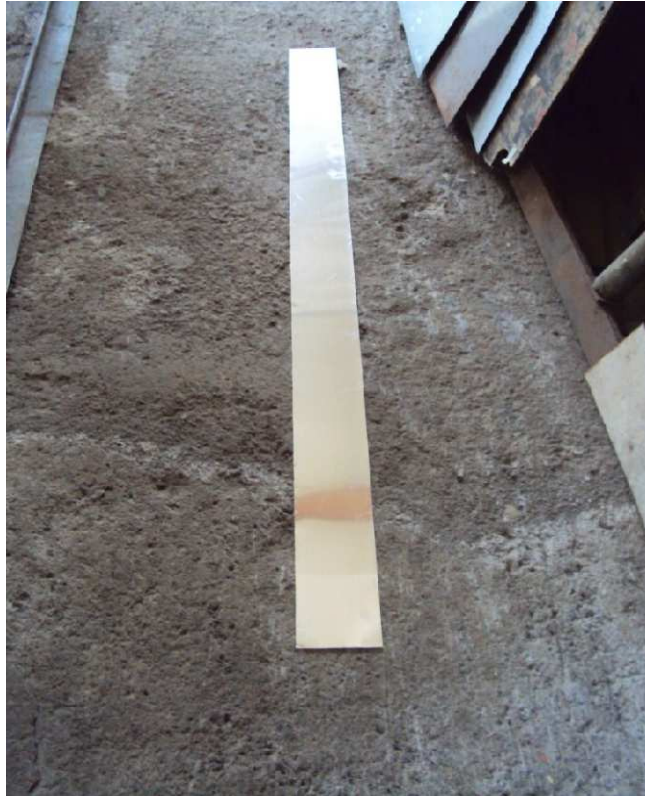


Fig.2.2.- Lámina de aluminio cortada para la prueba

2. en la lámina de aluminio previamente cortada se señala la distancia a la cuál va a ir el canal que se lo formara en la máquina dobladora mediante una herramienta, esta señalización se puede observar en la figura 2.3. La máquina dobladora y la herramienta se indican en las figuras 2.4, 2.5, 2.6.

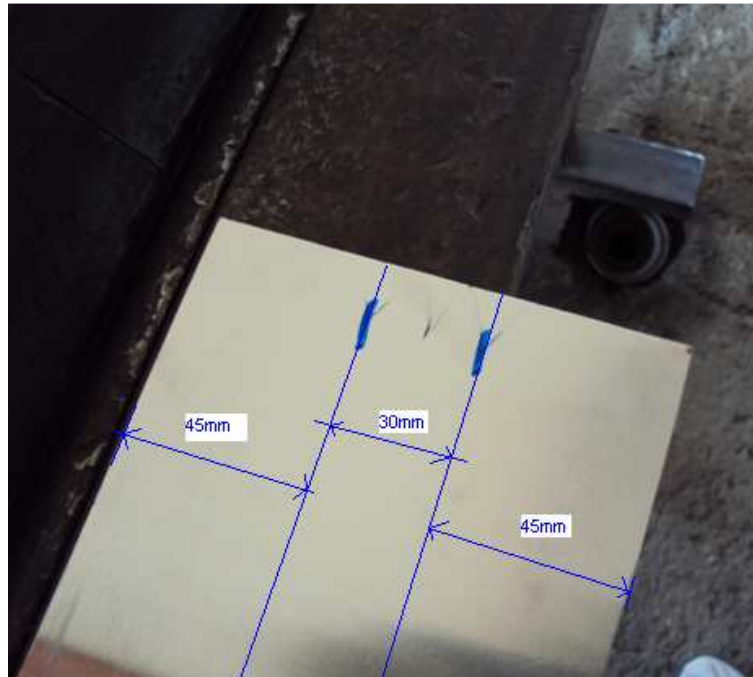


Fig.2.3.- Señalización de la lámina para formación del canal



Fig.2.4.- Máquina dobladora



Fig.2.5.-Máquina dobladora (vista frontal)



Fig.2.6.-Herramienta que permite la realización del canal en la lámina de aluminio

En la figura se muestra una lámina metálica de 3mm de espesor, 2050mm de largo, 93mm de ancho, en cuyo lado derecho va soldada una varilla de 15mm de diámetro, esta varilla permitirá la realización del canal en la lámina de aluminio.

Para mayor visualización se presenta en la figura 2.7 una vista superior y frontal de esta herramienta con sus respectivas dimensiones.

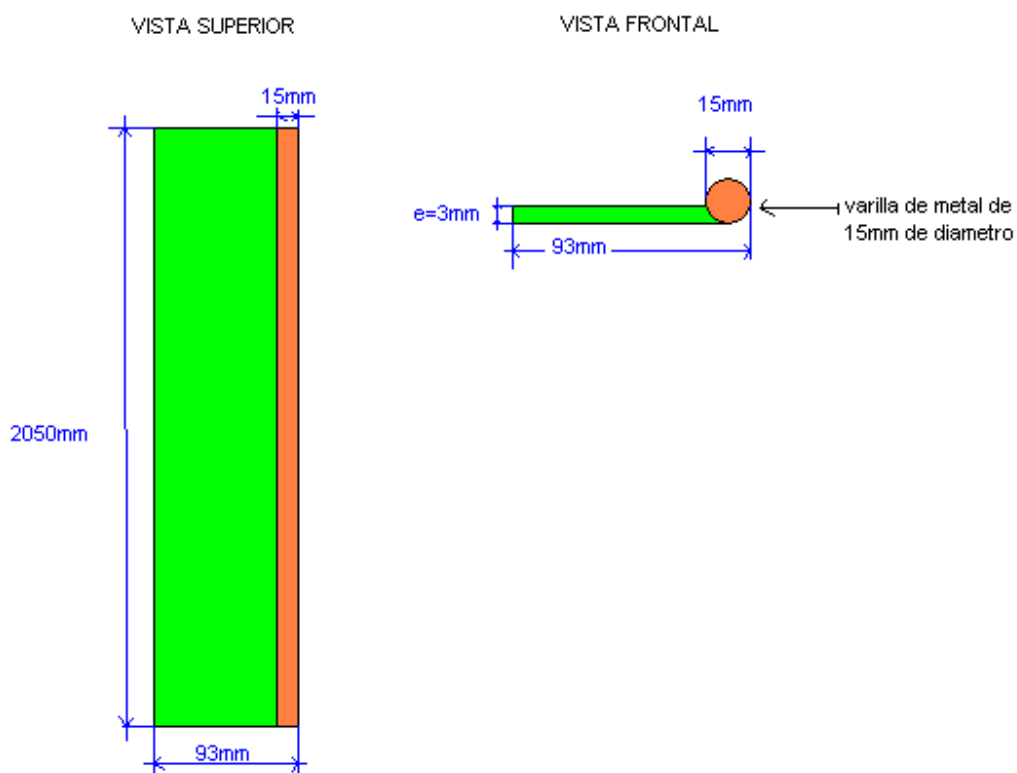


Fig.2.7.-Vistas de la herramienta para el formado del canal

3.- La lámina de aluminio se coloca en la máquina dobladora, y se procederá a doblar en el lugar donde se marco la línea a la cuál va a ir formado el canal, este primer dobles se realiza en la máquina dobladora mostrada en la figura 2.8, 2.9, se ajusta la máquina como se ve en la figura 2.10 y se procede a doblar la lámina de aluminio como se indica en la figura 2.11, 2.12, 2.13.

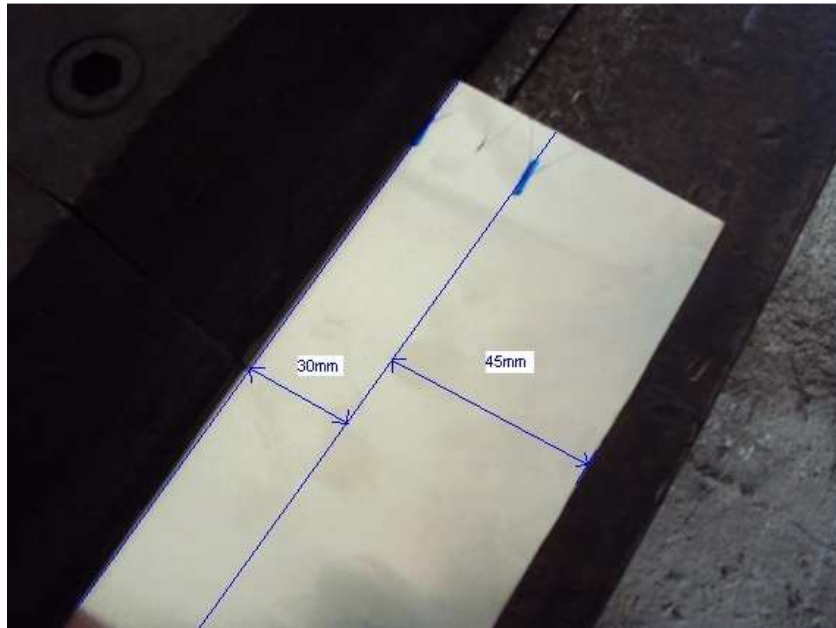


Fig.2.8.- inserción de la lámina en la máquina dobladora para doblado de la misma

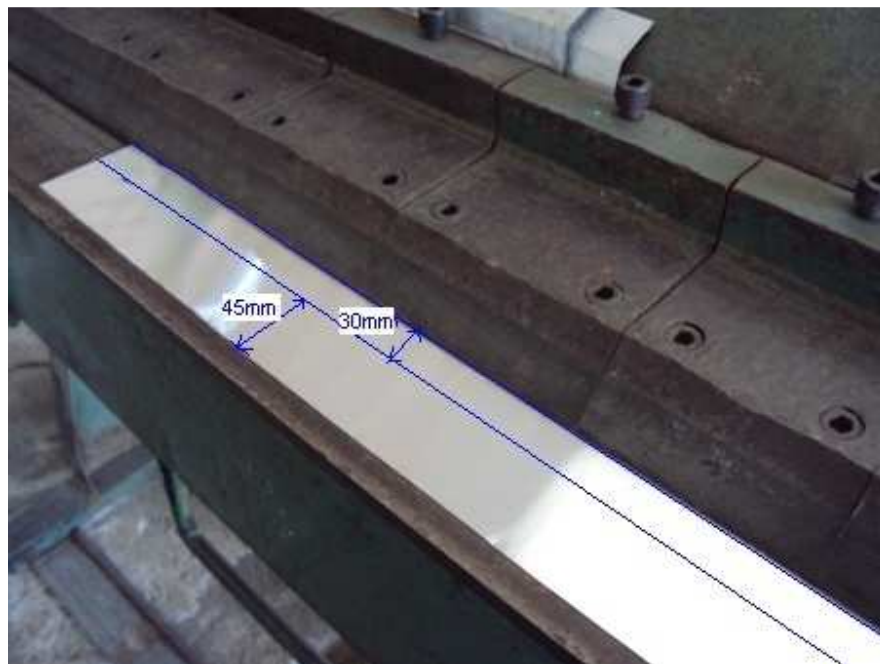


Fig2.9.- Inserción de la lámina para doblado





Fig.2.10.- Ajuste de la máquina dobladora mediante la palanca



Fig.2.11.- dobles de la lámina de aluminio a través del levantamiento de la oreja



Fig.2.12.- Lámina doblada

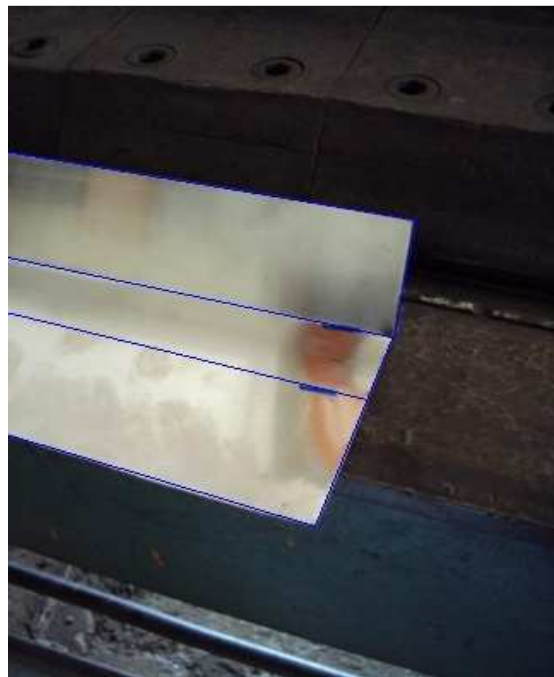


Fig.2.13.-Lámina doblada (vista completa)

Después de realizar el dobles de la lámina de aluminio, se procede a retirar un elemento de la máquina dobladora, se desatornilla los elementos que lo sujetan a este elemento como se muestra en la figura 2.14, el elemento esta representado con un recuadro de color magenta, esta separación de este elemento se indica en la figura 2.15, este elemento se encuentra en el piso.



fig.2.14.- destornillado





Fig.2.15.-Separación de un elemento correspondiente a la máquina dobladora  
su contorno se lo remarca con color magenta en la figura2.15



Fig.2.16.- Inserción de la herramienta en la máquina dobladora

3. Para formar el canal se procederá a coger la herramienta mostrada en la figura 2.6 y se lo inserta en la maquina dobladora como se observa en la figura 2.16, el operador sujeta el elemento con su mano derecha y lo inserta en la maquina dobladora.
4. La herramienta para realizar canales se inserta junto con la lámina en la máquina dobladora como se muestra en la figura 2.17.

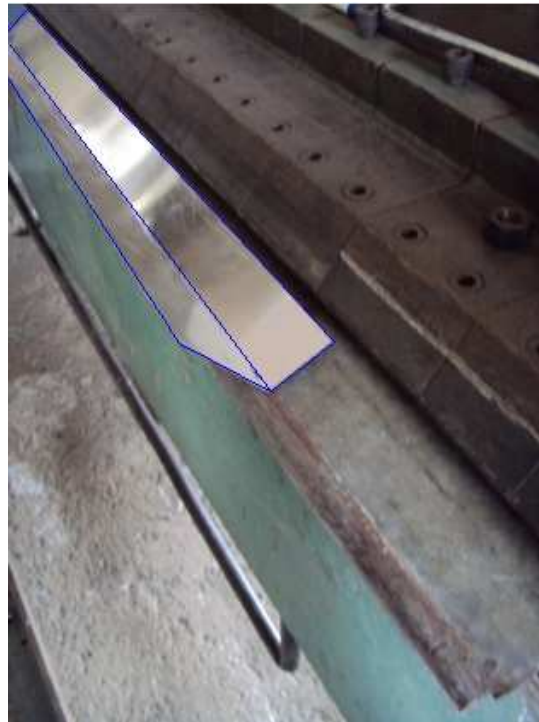


Fig.2.17.-Inserción de la herramienta junto con la lámina de aluminio en la máquina dobladora



Fig.2.18.- Ajuste de la lámina de aluminio con la herramienta para formar el canal

Acto seguido la máquina dobladora se ajusta, el ajuste de la herramienta para realizar canales junto con la lámina de aluminio se muestra en la figura 2.18, en el instante que están la lámina y la herramienta ajustados se procede con una plancha de madera a dar forma el canal del perfil mediante ajustes a través de fuerza manual, este procedimiento se muestra en la figura 2.19 ,2.20 ,2.21, estos ajustes harán que la lámina tome la forma circular de la barrilla que esta soldada a un lado vertical de la lámina metálica.



Fig.2.19.- formación del canal manualmente

En esta figura se muestra al operador realizando ajustes mediante fuerza a través de una plancha de madera para que la lámina de aluminio tome la forma circular de la varilla.



Fig.2.20.-Formación del canal manualmente



Fig.2.21.-Formación del canal del perfil



Fig.2.22.- Prensado del canal

5. De la misma manera se procede a completar el canal del perfil, colocando el otro lado de la lámina sobre el instrumento para formar canales y estos se insertan en la máquina dobladora, los dientes de la máquina prensarán a la lamina en el lugar donde se señalo el lugar al cual el canal va, se prepara la máquina y se realiza el prensado de la lámina, esto se lo puede observar en la figura 2.22.



Fig.2.23.- Canal terminado

La figura2.23, muestra el canal del perfil realizado mediante la máquina dobladora.

- 6.- El relieve del perfil o aleta se lo forma en la maquina de prensa, este relieve se lo realizara mediante elementos de fabricación manual y mediante una base de madera que me permita realizar este prensado.



En las siguientes figuras 2.24, 2.25, 2.26, 2.27 se muestran los elementos con los cuales se procederá a realizar el relieve o aleta del perfil.



Fig.2.24.- herramienta que permite realizar el relieve o aleta del perfil

Las medidas de este elemento son de 600mm de largo, 50mm de ancho, 3mm de espesor, y una distancia de 15 mm entre alambre y alambre cuyo diámetro es de 2 mm.

El alambre se lo envuelve en esta platina a través de toda su longitud

Con más lucidez se aprecia este elemento a través de sus vistas mostrada en la figura2.25.

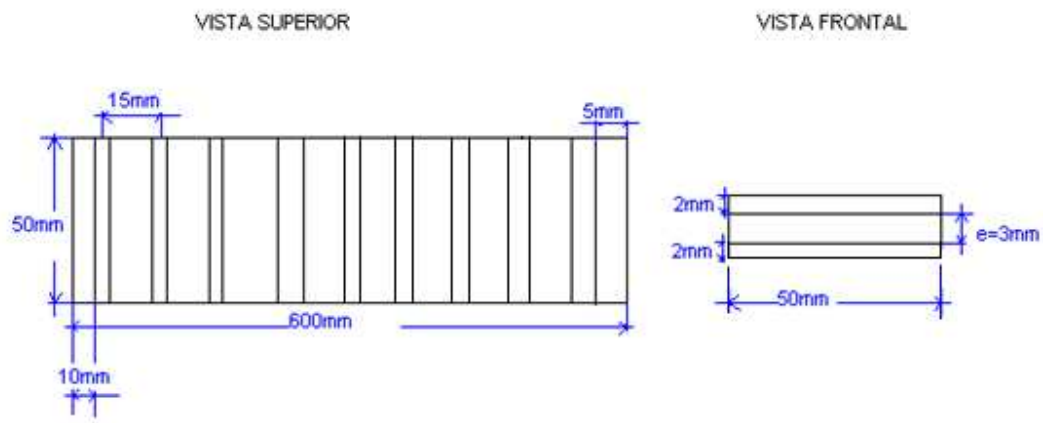


Fig.2.25.-Vistas del elemento para relieve



Fig.2.26.- Soporte de madera





Fig.2.27.-Prensa (2 toneladas de presión)



Fig.2.28.- Conjunto para prensado

7.- Para la formación del relieve se coloca la herramienta que me permite realizar las aletas sobre la lámina de aluminio y estos sobre la base de madera, la figura 2.28 indica este conjunto.

Este conjunto se lo ubica en la base de la máquina de prensa



Fig.2.29.- Conjunto para prensado

8.- Sobre este conjunto se sitúa una estructura de madera sobre la cual se realizara el prensado al encender la maquina.

La figura 2.29 indica este procedimiento.

9.- Al realizar el paso anterior se enciende la máquina de prensa y se realiza el prensado

La figura 2.30, 2.31 muestra este proceso.



Fig.2.30.- Prensado del relieve



Fig.2.31.-Prensado del relieve

10.- La figura 2.32 muestra el formado del relieve una vez terminado el prensado



Fig.2.32.- relieve realizado mediante prensa

11.- Para realizar el relieve en toda la lámina de aluminio se procede a realizar este proceso a través de toda la lámina de aluminio, este proceso se lo muestra en la figura2.33.



Fig.2.33.- Realización del relieve en toda la lámina

12.- Mediante este proceso se completa la realización del relieve a través de toda la lámina de aluminio, la figura 2.34 muestra la culminación del proceso de fabricación del perfil realizado manualmente.



Fig.2.34.- Relieve terminado y finalización del proceso de elaboración de un perfil realizado manualmente

De esta manera se realiza un perfil solar manualmente, el tiempo aproximado que se emplea en esta actividad es alrededor de 20 a 30 minutos lo que implica una pérdida de tiempo de producción de perfiles solares y por ende una producción mínima de paneles solares debido a la demora en la elaboración de los perfiles solares.

### **2.3 FABRICACIÓN DE LOS PERFILES MEDIANTE UNA MÁQUINA PREFORMADORA**

Al automatizar cualquier actividad dentro de una industria, se mejorara los tiempos de fabricación de los productos a comercializar, y con ello aumentara el volumen de producción de los mismos.

Los beneficios que presenta una automatización es la producción en serie del elemento a desarrollarse y por ende una mayor fabricación de equipos, reducción de tiempos de producción de colectores solares, reducción de pérdidas de material.

## **2.4 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA**

### **2.4 .1 DEFINICIÓN:**

El proyecto que se plantea montar es la construcción de una maquina preformadora para la elaboración de perfiles económicos para colectores solares.

Se realizara un sistema de preformado que cumpla con dos actividades por separado pero que en conjunto formen el objetivo planteado, realizar el perfil solar.

Estas actividades consecutivas del sistema serán: la formación del canal y el relieve del perfil.

Las características importantes de la máquina preformadora son:

- 1.-Está formado por un tren de engranes, los cuales serán los responsables de transmitir el movimiento giratorio para el preformado de la lámina.
- 2.-el sistema de engranes va acoplado a 4 ejes paralelos sujetos en un soporte para su estabilidad, en los ejes están montados cilindros macizos para el arrastre de la lámina y su preformación respectivamente, el arrastre de la lámina depende exclusivamente del movimiento del par de cilindros ubicados en la parte frontal de la máquina preformadora, el movimiento del par de cilindros ubicados en la parte frontal de la máquina es proporcionado por el tren de engranajes.

### **2.4.2 PARÁMETROS DE ELABORACIÓN**

Para crear la máquina preformadora de láminas para la elaboración de perfiles económicos de paneles solares fototérmicos de alta eficiencia se deben tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Engranes

-Diámetro de los cilindros para prensado

- Vida útil de la maquina preformadora

## **2.5 ENGRANES**

Los engranes utilizados para el desarrollo de este proyecto son los engranes rectos porque transmiten movimiento rotatorio mediante ejes paralelos.

### **2.5.1 ANÁLISIS DE ENGRANES**

La principal clasificación de los engranajes se efectúa según la disposición de sus ejes de rotación y según los tipos de dentado. Según estos criterios existen los siguientes tipos de engranajes: engranajes helicoidales, engranajes cónicos, engranajes rectos.

El seleccionamiento del tipo de engrane es de acuerdo al beneficio que este presta dentro del campo industrial. Todos los engranajes prestan el mismo servicio, transmitir movimiento, pero esta transmisión se diferencia por la disposición de sus ejes, éste es el análisis que se desarrollara para la elección de que tipo de engranaje es el más apropiado.

### **2.5.2 VENTAJAS DEL USO DE ENGRANES**

Las ventajas que ofrecen el uso de engranes son:

- transmisión de movimiento rotatorio de un eje a otro distinto

-Se emplean como reductores de velocidad

Los diferentes tipos de engranajes que se pueden encontrar son los de tipo, helicoidales, cónicos, rectos.



## 2.6 ENGRANES RECTOS

Los engranes rectos (o de espuela) se emplean para transmitir movimiento de rotación entre ejes paralelos. Su contorno es de forma cilíndrica circular y sus dientes son paralelos al eje de rotación.

La nomenclatura de los engranes se indica en la figura<sup>1</sup> 2.6.1



Fig.2.6.1.-Nomenclatura de los dientes de engranajes

La circunferencia de paso es el elemento geométrico en que generalmente se basan todos los cálculos. Las circunferencias de paso de un par de engranes conectados son tangentes entre sí.

En un par de engranes, al menor se le llama piñón y al mayor, simplemente engrane.

El paso circular  $p$  es la distancia, medida sobre la circunferencia de paso, entre determinado punto de un diente y el correspondiente de uno inmediato. De manera

<sup>1</sup>SHIGKLEY Edward, (1989), "Manual de diseño Mecánico". 4a. edición. Ed. Mc Graw Hill. México, Pag. 603.

que el paso circular es igual a la suma del grueso del diente y el ancho del espacio entre dos consecutivos.

El modulo **m** es la relación del diámetro de paso al número de dientes. En este caso el diámetro generalmente se expresa en milímetros. El módulo es el índice del tamaño de los dientes, cuando se utilizan unidades métricas.

El paso diametral **P** es la relación del número de dientes al diámetro de paso. En consecuencia, es el recíproco del módulo, el paso diametral se emplea cuando se consideran unidades inglesas y, por tanto, se expresa en dientes por pulgada.

El adendo **a** es la distancia entre el tope del diente y la circunferencia de paso. El dedendo **b** es la distancia radial desde la circunferencia de dedendo hasta la circunferencia de paso. La altura total **h**, de un diente es la suma del adendo y el dedendo.

La circunferencia de holgura de un engrane es la circunferencia tangente a la de adendo del engrane conectado. La holgura **c** (o claro) es la diferencia del espacio entre dos dientes consecutivos y el grueso del diente del otro engrane, medidos sobre las circunferencias de paso<sup>2</sup>.

$$P = \frac{N}{d}$$

(1)

Donde P= paso diametral, dientes por pulgada (dte/pulg)

N = número de dientes

d = diámetro de paso, pulg.

$$m = \frac{d}{N}$$

(2)

---

<sup>2</sup>SHIGKLEY Edward,(1989),"Manual de diseño Mecánico".4a.edicion.Ed.Mc Graw Hill.Mexico,Pag.604.

Donde  $m$  = módulo, mm

$d$  = diámetro de paso, mm

$$p = \frac{\pi d}{N} = \pi m$$

(3)

Siendo  $p$  el paso circular

$$pP = \pi$$

(4)

### 2.6.1 PASOS DIAMETRALES DE USO COMÚN

Algunos de los sistemas de dientes que ya están en desuso son los dos sistemas AGMA de  $14\frac{1}{2}^\circ$  el sistema Fellows de  $20^\circ$  de dientes cortos y el sistema Brown and Sharpe. No deben usarse las normas en desuso para los diseños nuevos, es necesario consultarlas cuando se rediseña maquinaria existente en la que se hayan utilizado los sistemas anticuados.

Siempre que sea posible deben utilizarse los pasos diametrales que figuran en la tabla1, para mantener al mínimo el inventario de herramientas de corte para engranes.

**TABLA 1**

paso burdo $2, 2^{1/4}, 2^{1/2}, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16$
paso fino $20, 24, 32, 40, 48, 64, 80, 96, 120, 150, 200$

Tabla1.-Pasos diametrales de uso común

## 2.6.2 TRENES DE ENGRANES

Se considera un piñón 2 como un impulsor de un engrane 3. La velocidad de impulsado es

$$\eta_3 = (N_2 / N_3) \eta_2 = (d_2 / d_3) \eta_2 \quad (5)$$

En el cual n= numero de vueltas o rpm

N= numero de dientes

D= diámetro de paso

En el caso de los engranajes rectos los sentidos de giro corresponden a la regla de la mano derecha y se consideran positivo o negativo, según que el sentido de rotación sea contrario o igual al del reloj. El tren de engranes que se ilustra en la figura<sup>3</sup> 2.6.2.1 está formado por cinco elementos.

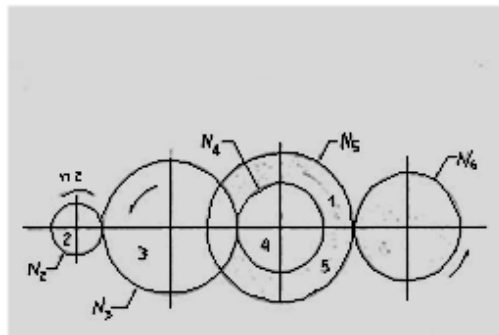


Fig.2.6.2.1.-Trenes de engranes

En este caso se observa que el 3 es un engrane libre o loco, que el número de dientes se cancela en la ecuación y que por lo tanto solo afecta al sentido de rotación del engrane 6. además, se observa que los engranes 2,3 y 5 son

<sup>3</sup>SHIGKLEY Edward,(1989), "Manual de diseño Mecánico". 4a.edicion. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, Pag.623.

conductores o impulsores, mientras que los 3,4 y 6 son conducidos o impulsados. Se define el valor del tren

$$e = \frac{\text{producto de los números de dientes impulsores}}{\text{producto de los números de dientes impulsados}} \quad (6)$$

Obsérvese que también pueden utilizarse los diámetros de paso en la ecuación (5) Cuando se aplica esta ecuación al caso de engranes cilíndricos,  $e$  es positivo si el último engrane gira en el mismo sentido que el primero y negativo si gira en sentido contrario.

### 2.6.3 ANÁLISIS DE FUERZAS

Antes de iniciar el análisis de las fuerzas que actúan en los trenes de engranes se explicará la notación que se usará. Si asigna el número 1 al bastidor o armazón de la máquina, el engrane de entrada se designa por 2 y los engranes sucesivos se designarán con los números 3 y 4 etc. hasta llegar al último del tren. Además, pueden intervenir varios ejes, por lo general habrá uno o dos engranes montados en cada árbol, así como otros elementos. Se designarán los ejes con las letras minúsculas a, b, c etc.

Con esta notación, la fuerza ejercida por el engrane 2 contra el engrane 3 se representa por  $F_{23}$ . La fuerza del engrane 2 contra el eje a será  $F_{2a}$ . Además  $F_{a2}$  representará la fuerza ejercida por el árbol a contra el engrane 2. Desafortunadamente, también será necesario emplear subíndices para indicar direcciones. Las direcciones de los ejes coordenados se indicarán de ordinario por las letras x y y z y las direcciones radial y tangencial por los subíndices r y t. adoptando esta notación  $F_{43}^t$  es la componente tangencial de la fuerza que ejerce el engrane 4 contra el engrane 3.

La figura 3 muestra un piñón montado sobre un eje a que gira en el sentido del reloj, a  $\eta_2$  rpm, y que mueve a otro engrane, montado en el eje b, a  $\eta$  rpm. Las reacciones entre dientes conectados ocurren a lo largo de la línea de presión. En la figura 3b el piñón aparece separado de la rueda y del eje y sus efectos se han sustituido por

fuerzas. Así  $F_{a2}$  y  $T_{a2}$  son la fuerza y el momento de torsión respectivamente, ejercidos por el árbol a contra el piñón 2,  $F_{32}$  es la fuerza ejercida por el engrane 3 contra el piñón. Usando un enfoque similar se obtiene el diagrama de cuerpo libre de la rueda (figura<sup>4</sup>2.6.3.1c).

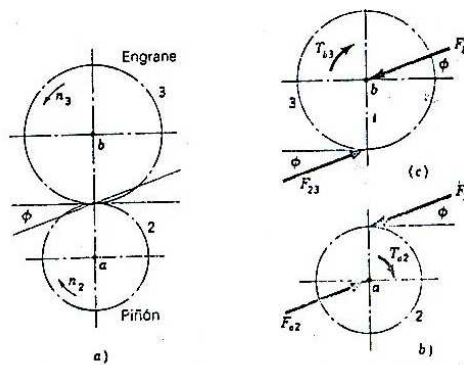


Fig.2.6.3.1.-Diagrama de cuerpo libre

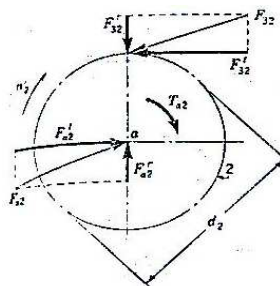


Fig.2.6.3.2.-Descomposición de las fuerzas en un engrane

<sup>4</sup>SHIGKLEY Edward,(1989), "Manual de diseño Mecánico". 4a.edición. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, Pag.627-628.

En la figura 2.6.3.2 se ha trazado de nuevo dicho diagrama para el piñón y se han descompuesto las fuerzas en sus componentes tangenciales y radiales<sup>5</sup> Ahora se definirá.

$$W_t = F_{32}^t \quad (a)$$

Como la carga transmitida. La carga a transmitir es realmente la componente útil porque la componente radial  $F_{32}^r$  no es efectiva. Ya que no transmite potencia. Se ve que el momento de rotación aplicado y la carga transmitida están relacionados por

$$T = \frac{d}{2} W_t \quad (6)$$

Ecuación en la cual se han empleado  $T = T_{a2}$  y  $d = d_2$  para obtener una relación general.

Si ahora se designa la velocidad en la línea de paso por  $V$ , siendo  $V = \frac{\pi d n}{12}$  y estando expresada en pie/min, la carga tangencial puede obtenerse por la ecuación

$$H = \frac{W_t V}{33000} \quad (7)$$

La fórmula correspondiente en el SI es

$$W_t = \frac{60(10)^3 H}{\pi d n} \quad (8)$$

$W_t =$  carga transmitida

$H =$  potencia

---

<sup>5</sup> SHIGLEY Edward, (1989), "Manual de diseño Mecánico". 4ta. Edición. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, pag 628.

$d$  = diámetro del engrane

$n$  = velocidad en rpm

#### **2.6.4 ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DEL ENGRANE**

Para analizar un juego de engranes, con objeto de determinar la fiabilidad correspondiente a una vida especificada o el factor seguridad contra una falla, es necesario conocer su tamaño y los materiales de que están fabricados. En la sección interesará principalmente obtener una estimación preliminar del tamaño de los engranes que se requieren para soportar una carga dada.

El método también puede emplearse en el diseño de sistema de engranes, en los cuales la duración y la confiabilidad no son consideraciones de diseño muy importantes.

El procedimiento de diseño que se presenta aquí está basado en la elección de un valor de anchura de cara del intervalo  $3p > F > 5p$ . Engranes con anchos de cara mayores que cinco veces el paso circular es muy probable que tengan una distribución no uniforme de la carga a través de la cara del diente.

De este modo, una anchura de cara de cinco veces al paso circular es aproximadamente el valor máximo, a menos que se tomen precauciones especiales en lo que respecta a maquinado, montaje y rigidez del ensamble completo.

Cuando la anchura de cara sea menor que tres veces el paso circular se necesitará un engrane más grande para soportar la carga mayor por unidad de anchura de cara. Estos requieren más espacio en el alojamiento y hacen que la máquina terminada sea más grande y de mayor costo. Los engranes de gran tamaño son más costosos en su fabricación debido a que requieren de máquinas mayores para formar los dientes, y tales máquinas, por lo general, tienen un ritmo de producción más lento.



Por estas razones una anchura de cara de tres veces el paso circular en un buen límite inferior para el ancho de la cara. Debe observarse, sin embargo, que surgen muchas otras consideraciones en el diseño y que pueden indicar un ancho de cara fuera del intervalo recomendado.

El tamaño del engrane se obtiene por medio de interacciones, ya que tanto la carga transmitida como la velocidad dependen, directa o indirectamente, del paso  $P$ . La información proporcionada es, por lo general:

- La potencia (en caballos)  $H$
- La velocidad  $n$ (en rpm) del engrane por dimensionar
- El número de dientes  $N$  del engrane por dimensionar
- El factor de forma de Lewis  $Y$  (tabla 13-3) para el engrane a dimensionar

Cuando se ha determinado las dimensiones del engrane conviene utilizar un factor de seguridad de tres o más, dependiendo del material y de la aplicación.

El procedimiento de cálculo consiste en seleccionar un valor de prueba para el paso diametral y luego realizar los siguientes cálculos sucesivos:

1. El diámetro de paso  $d$ (en pulgadas) por la ecuación

$$d = \frac{N}{P} \quad (a)$$

2. La velocidad en línea de paso  $V$  (en pies por minuto) por la ecuación

$$V = \frac{\pi dn}{12} \quad (b)$$

3. La carga transmitida  $W$  (en libras) por la ecuación

$$W_l = \frac{33(10^3)H}{V} \quad (c)$$

4. El factor de velocidad  $K_v$  por la ecuación

$$K_v = \frac{1200}{1200 + V} \quad (d)$$

5. La anchura de cara  $F$  ( en pulgadas) por la ecuación(29)

$$F = \frac{W_l P}{K_v Y \sigma} \quad (e)$$

6. Los valores mínimos y máximos de anchura de cara  $3p$  y  $5p$ , respectivamente

### 2.6.5 DIÁMETRO DE LOS ENGRANES

La relación de transmisión cambia de acuerdo al engrane utilizado, tanto en tamaño como en forma

La relación de transmisión es una relación entre las velocidades de rotación de dos engranajes conectados entre sí. Esta relación se debe a la diferencia de diámetros de las dos ruedas, que implica una diferencia entre las velocidades de rotación de ambos ejes.

Otro punto que se debe considerar es que al cambiar la relación de transmisión se cambia el par de fuerza aplicado, por lo que debe realizarse un análisis para saber si

este nuevo par será capaz de vencer la inercia del engranaje y otras fuerzas externas y comenzar el movimiento o por otro lado si el engranaje será capaz de soportar un par muy grande sin fallar.

Matemáticamente, la relación de transmisión<sup>6</sup> entre dos engranajes circulares con un determinado número de dientes  $Z$  se puede expresar de la siguiente manera:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

Donde,

- $\omega_1$  es la velocidad angular de entrada
- $\omega_2$  es la velocidad angular de salida transmitida
- $Z_1$  es el número de dientes del engranaje de entrada.
- $Z_2$  es el número de dientes del engranaje de salida.
- El signo menos indica que se invierte el sentido del giro.

Según la expresión anterior, la velocidad angular transmitida es inversamente proporcional al número de dientes del engranaje al que se transmite la velocidad. Si no existe disipación de calor en la transmisión del movimiento entonces podemos expresar la relación de velocidades angulares equivalente a la relación inversa de momentos:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{M_2}{M_1}$$

- $M_1$  es el momento transmitido a  $\omega_1$
- $M_2$  es el momento que sale del engranaje 2 a  $\omega_2$ .

---

<sup>6</sup> SHIGKLEY Edward,(1989), "Manual de diseño Mecánico". 4a.edicion. Ed. Mc Graw Hill. Mexico, Pag. 623.

## 2.6.6 CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

La relación de transmisión entre los engranes 1, 2,3 correspondientes a la máquina preformadora es de un valor igual a uno, lo cual significa que los tres engranes girarán a la misma velocidad angular pero en sentido contrario, la relación de transmisión entre el engrane tres y cuatro correspondientes a la máquina preformadora es de un valor igual a un medio, esto significa que un engrane girara mas rápido o mas lento que el otro engrane.

Los cálculos muestran la relación de transmisión que existe entre los engranes 1, 2,3 y los engranes 3,4, la numeración de los engranes se puede observar en la figura2.6.6.1.



Fig.2.6.6.1.-Numeración de engranes

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{z_2}{z_1} = \frac{18}{18} = -1$$

$$\omega_1 = -\omega_2$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_3} = -\frac{z_3}{z_1} = \frac{18}{18} = -1$$

$$\omega_1 = -\omega_3$$

$$\omega_1 = -\omega_2 = -\omega_3$$

$$\frac{\omega_3}{\omega_4} = -\frac{z_4}{z_3} = -\frac{37}{18} = -2.055 \approx -2$$

$$\omega_3 = -2\omega_4$$

Donde

$z_1$ : numero de dientes del engrane 1       $\omega_1$  : velocidad angular del engrane

$z_2$ : numero de dientes del engrane 2       $\omega_2$  : velocidad angular del engrane

$z_3$ : numero de dientes del engrane 3       $\omega_3$  : velocidad angular del engrane

$z_4$ : numero de dientes del engrane 4       $\omega_4$  : velocidad angular del engrane

### 2.6.7 VIDA ÚTIL DE LA MÁQUINA

La durabilidad de la máquina y su funcionamiento va a ser bien amplia debido a que está constituida por materiales de acero de buenas propiedades mecánicas y químicas, los factores que pueden afectar en poca escala son: agentes corrosivos, desgaste de engranes, desgaste de rodamientos por falta de lubricación.

### 2.6.8 CONSTRUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS

El diseño de los elementos va a ser de acuerdo a un estudio previo de la forma en que se desea realizar el canal y el relieve de la lámina de aluminio.

Este proceso será de tal manera que un elemento preense y otro sea de soporte para una mayor fijación en el prensado, este dispositivo será igual para la formación del relieve que llevará el perfil, estos componentes deben ir paralelos uno respecto del otro para el prensamiento y la fijación del prensado, y estos deben ir sujetos a alguna

base, esta base debe ser lo mas rígida para que soporte todo el peso de los componentes de la máquina.

Los elementos mecánicos que conformarán la máquina son: cilindros de tubo galvanizado, engranes rectos, material de acero negro como soporte de la máquina, La forma en que estos se dispondrán será de la siguiente manera:

Se realizará una estructura de acero negro tipo "H" como asiento de los componentes que formaran la máquina preformadora , en la base de la estructural tipo "H" irán soportes verticales a cierta distancia uno de otro y del eje central ,estos servirán de apoyo para los cilindros que irán acoplados a ellos mediante los rodamientos que están alojados en estos soportes verticales, de los cuatro cilindros dos irán como cilindros inferiores y dos como cilindros superiores ,la máquina tendrá dos cilindros(superior-inferior) en la parte delantera o frontal y dos cilindros(superior-inferior) en la parte trasera o posterior mostrados en la figura 2.6.6.1, los cilindros superiores son los encargados de formar el canal que llevará el perfil, la forma en que estos realizarán esta actividad es mediante prensado sobre la lamina a través del anillo localizado en el centro del cilindro , las dimensiones de este anillo tanto el radio como el diámetro serán de las medidas correspondientes al tubo de cobre que se colocara en el canal del perfil, un cilindro inferior será tal que junto con un superior formen el canal mediante un prensado de la lamina de aluminio, este cilindro inferior se lo constituirá de tal manera que en su centro se formará una ranura(canal),cuya anchura y profundidad serán correspondientes a los valores que se detallan en los planos, el otro cilindro inferior ubicado en la parte posterior estará constituido por un canal y dientes de prensado separados unos de otros a una distancia dada(14mm) para la realización del relieve que posee un perfil, los cilindros superiores e inferiores irán acoplados a ejes, estos ejes irán insertados en rodamientos los cuales están alojados en los soportes verticales soldados a la estructura metálica tipo " H" y de esta manera estará conformada la máquina preformadora de láminas, los elementos mecánicos de la máquina preformadora se los puede apreciar en la figura 2.6.6.1.

## CAPÍTULO III

### ESTUDIO DEL PERFIL A CONSTRUIR

El perfil solar económico que se va a elaborar cumple iguales condiciones referentes a sus dimensiones 11cm de ancho por 1,67cm de largo a excepción de su espesor, teniendo en cuenta estas consideraciones, se desea saber que tipo de perfil es el que se va a diseñar se sabe que las dimensiones del perfil económico no variara pero si su espesor, a diferencia de los otros perfiles estos tienen relieves realizados en matrices especiales, cada perfil tiene su propia matriz de fabricación, y los perfiles vienen con canales ya diseñados para la inserción del tubo de cobre y por ellos circule el agua, la pregunta es que tipo de matriz se va a desarrollar para la realización del relieve en el perfil y como se efectuara el canal para la inserción de la tubería de cobre.

La respuesta es sencilla se modificara el proceso de elaboración del perfil solar económico hecho manualmente.

Se sabe la forma del relieve que este perfil ha de llevar y la posición en donde ira el canal para la tubería, con estas pautas se puede sacar una idea de la forma en que se va a producir este tipo de perfil solar.

#### 3.1 ANCHO DEL PERFIL

Al realizar el análisis respectivo de qué dimensiones tiene que cubrir el ancho del perfil se puede resumir que su ancho debe ser el mismo que todos los perfiles solares, es correcto decir esto ,pero bajo pruebas de experimentación se debe tener en cuenta de que al poner un valor igual este se reducirá debido a que a la lámina se la someterá a un preformado y la anchura de lámina se reducirá, para evitar este problema se debe realizar muchas pruebas experimentales para que el error disminuya y de esta manera se consiga el valor real al cual la lamina va ir a ser preformada y este valor sea igual al valor del ancho de los perfiles solares ya conocidos.

### **3.2 CONDICIONES DE PREFORMADO DE LA LÁMINA**

Las condiciones de preformado de la lámina se efectúan bajo la forma del prensado del relieve y la forma del canal en la lámina de aluminio, esto permite visualizar la forma de los elementos de prensa que van a constituir la maquina de preformado.

### **3.3 ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL TIPO DE ENGRANE**

En el estudio de engranes se demostró teóricamente que la elección adecuada del tipo de engrane es el engrane recto, experimentalmente se comprobara que la elección no es incorrecta, la relación de transmisión será constante ante la potencia suministrada al tren de engranes.



## **CAPÍTULO IV**

### **PLANOS DE CONSTRUCCIÓN Y DE MONTAJE**

En el anexo 2 se presenta todos los planos de taller.

Los planos realizados facilitan la elaboración de los elementos mecánicos que constituirán todo el equipo referente a la máquina preformadora.

## **CAPÍTULO V**

### **CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO**

#### **5.1 MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Para la construcción de la máquina preformadora se necesita de un taller mecánico que disponga de las siguientes maquinarias:

- Un equipo de soldadura eléctrica
- Equipo de soldadura oxi-gas
- Torno
- Maquina dobladora

Herramientas secundarias: sierra de arco, entenalla, escuadras, tizas de calor, flexometro, etc.

#### **5.2 PERSONAL NECESARIO**

El personal necesario para la fabricación de la máquina preformadora consiste básicamente de:

Un ingeniero para el diseño, un supervisor con conocimientos sobre maquinaria, procesos constructivos y montaje, este será el encargado de orientar al personal sobre los procesos a realizarse en los diferentes elementos de la máquina a construirse.

Un soldador API experto en conocimientos sobre fabricación y montaje de estructuras metálicas

Un técnico con conocimientos en el manejo básico de un torno

Un electricista con conocimientos indispensables en la instalación de motores

## 5.3 CONSTRUCCIÓN

La construcción de los elementos mecánicos fue de acuerdo a la información dada x la empresa la cual proporciono los planos y los materiales para la elaboración de los constituyentes de la maquina preformadora, al igual que la supervisión del proyecto estuvo a cargo de los ingenieros mecánicos que conforman la empresa.

### 5.3.1 CONSTRUCCIÓN DEL CILINDRO CON CANAL PARA PENSADO

En este proceso de fabricación se va a realizar inserciones de tubos, los cuales irán unos dentro de otros con el objetivo de realizar un cilindro macizo cuyo diámetro y longitud será de 87mm, 167mm respectivamente, los diámetros de la tubería ASTM HG seleccionada van desde media pulgada hasta 4pulgadas.

En la figura 5.3.1.1 se ilustra el cilindro con canal para pensado



Fig. 5.3.1.1.-Cilindro con canal para pensado

### Materiales

Tubos galvanizados ASTM HG desde media pulgada hasta 4pulgadas.

**Proceso a realizarse**

- 1.- Seleccionar un tubo de media pulgada de 227mm de longitud.
- 2.- Sobre este tubo seleccionado insertar un tubo de tres cuartos de pulgada de longitud igual a 227mm
- 3.- Si el acople no es fácil se debe cortar el tubo de mayor diámetro (3/4 de pulgada) por la mitad a través de toda su longitud y “abrirlo” mediante una amoladora con un disco de corte.
- 4.- Al realizar el paso anterior se inserta el tubo de media pulgada de diámetro al tubo de tres cuartos de pulgada “abierto”.
- 5.-Para fijar esta unión, se suelda en la abertura que queda en la inserción del tubo de media al tubo de tres cuartos de pulgada.
- 6.- Seleccionar un tubo de una pulgada de diámetro de 167mm de longitud.
- 7.-Del tubo seleccionado (1pulgada) insertar en la unión del paso número 5 hasta que quede a 30mm a ambos lados de esta unión, Si el acople no es fácil se debe cortar el tubo de mayor diámetro (1 pulgada) por la mitad de toda su longitud con una amoladora con un disco de corte y “abrirlo”.
- 8.- Al realizar el paso anterior se inserta la unión del paso número 5 al tubo de una pulgada “abierto”, para ajustar esta inserción se suelda en la abertura que queda en esta unión.
- 9.-Seleccionar una tubería de una un cuarto de pulgada
- 10.-Del tubo seleccionado cortar dos pedazos de 74.5mm y cada uno se debe acoplar en los extremos al ajuste en el paso numero 8.
- 7.-Si el acople no es fácil se debe cortar los pedazos de mayor diámetro (una un cuarto de pulgada) por la mitad de toda su longitud con una amoladora con un disco

de corte y “abrirlo” con esto se facilita la inserción de los pedazos a la unión del paso numero 8, con estos acoples en los extremos se formará el canal que llevara este cilindro, el ancho del canal corresponde a un valor de 20mm.

Con estos procedimientos se llegara a un valor de diámetro de 87mm y con una longitud de 167mm.

Para dar un buen acabado del cilindro macizo, se procede a soldar las partes laterales del cilindro y acto seguido se procede a alisar este soldado con una amoladora con un disco de desbaste para luego llevar a la maquina de torno y proceder a pulir este alisado con una respectiva cuchilla, de igual manera se da un buen acabado al cordón de suelda realizado en la abertura de unión en la inserción de los pedazos de tubos, este se alisa y después se procede a pulir en el torno.

De manera similar el canal realizado se lo pule en el torno para que este quede bien formado.

### **5.3.2 Construcción de los cilindros con anillo para prensado**

En este proceso de fabricación de igual manera se va a realizar inserciones de tubos, los cuales irán unos dentro de otros con el objetivo de realizar un cilindro macizo cuyo diámetro y longitud del primer cilindro será de 178mm, 96mm respectivamente, las medidas del diámetro y la longitud del segundo cilindro será de 150mm y 105mm respectivamente, este segundo cilindro servirá como una guía en el preformado de la lámina, mientras que el primer cilindro será el encargado de formar el canal en la lámina de aluminio, los diámetros de la tubería ASTM HG seleccionada van desde media pulgada hasta 4pulgadas.

En las figuras 5.3.2.1, 5.3.2.2 se muestran los cilindros con anillo para prensado



Fig.5.3.2.1.-Cilindro con anillo para prensado



Fig.5.3.2.2.-Cilindro con anillo para prensado (guía)

## **Materiales**

Tubos galvanizados ASTM HG de diferente diámetro desde media pulgada hasta 4 pulgadas.

## **Proceso a realizarse**

- 1.- El proceso de construcción de estos cilindros es el mismo proceso realizado en la construcción del cilindro con canal.
- 2.-El cilindro formado se la coloca en una entenalla y se lo ajusta muy bien
- 3.- En el canal formado se fijará una varilla de acero dulce cuya longitud deberá ser de 800mm, el diámetro de esta varilla será de una pulgada.
- 4.- En un punto cualquiera del canal se fijará la varilla al canal mediante suelda.
- 5.- Unas vez soldada la varilla al canal ésta se irá moldeando al cilindro.
- 6.- El moldeado de la varilla se lo realizara mediante dilatación del material a través del calentamiento del material.
- 7.- el calentamiento de la varilla se lo realiza con suelda oxi-gas
- 8.- al calentar la varilla y esta esté al rojo vivo se la dobla para que vaya tomando la forma del cilindro
- 9.- para cerrar el anillo la varilla se la corta a la medida que se requiera para cerrar el mismo
- 10.- Se debe soldar al final de esta unión para tener un anillo perfecto.
- 11.- este anillo se debe torneear para que éste quede con medidas adecuadas para la formación del canal, las dimensiones de estos anillos van de acuerdo a los valores correspondientes a los planos de construcción.

Se construirán 2 cilindros de este tipo, la figura 5.3.2.3 muestra el formado del anillo del cilindro.



Fig.5.3.2.3.-Formado del anillo del cilindro

### **5.3.3 CONSTRUCCIÓN DEL CILINDRO CON CANAL Y DIENTES PARA PRENSADO**

El proceso de fabricación será de igual manera en relación a los anteriores, se va a realizar inserciones de tubos, los cuales irán unos dentro de otros con el objetivo de realizar un cilindro macizo cuyo diámetro y longitud será de 103mm, 138mm respectivamente, este cilindro servirá para preformar el relieve del perfil, los diámetros de la tubería ASTM HG seleccionada van desde media pulgada hasta 4 pulgadas, en la figura 5.3.3.1, se ilustra este cilindro.





Fig.5.3.3.1.-Cilindro con canal y dientes para prensado

### **Materiales**

Tubos galvanizado ASTM HG de diferente diámetro desde media pulgada hasta 4 pulgadas.

### **Proceso a realizarse**

- 1.- el proceso de construcción de este cilindro es el mismo proceso realizado en la construcción del cilindro con canal.
- 2.- se escoge una tubería de 1/2 pulg de 48mm de longitud
- 3.-se requiere de 18 pedazos de 48mm y 5mm de alto
- 4.- los segmentos de tubería de 48mm se las corta por la mitad y se las pule hasta un valor de 5mm
- 5.- la mitad de la tubería cortada y pulida se la suelda en el cilindro por su parte superior en su centro. Estos pedazos soldados deben quedar en forma de "U".
- 6.- la otra mitad de la tubería se la suelda a continuación de la otra ya soldada, de manera que quede en forma de "doble U" o "W", este proceso se repite hasta cerrar todo el cilindro.

7.- de igual manera se lo realiza en la otra mitad del cilindro.

### 5.3.4 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE COMO SOPORTE DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS

Se construirá una estructura en forma de “H” a partir de una plancha metálica de 3 líneas de espesor, la cual será un soporte que sostendrá a los elementos constitutivos de la maquina preformadora.

Las medidas de este soporte serán de 460mm de longitud por 80mm de ancho en su componente horizontal y 180mm de largo por 80mm de ancho en su componente vertical.

En la figura 5.3.4.1 se muestra este soporte.

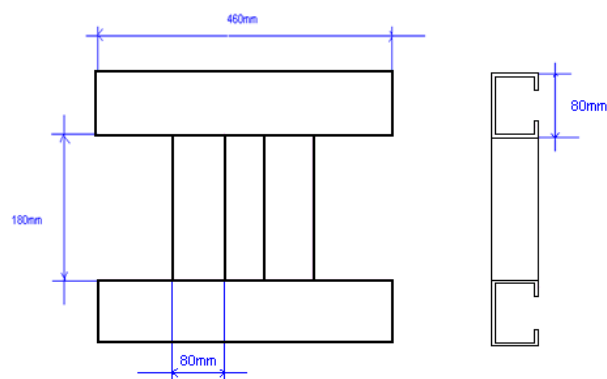


Fig.5.3.4.1.-Base de soporte

#### Materiales

Plancha metálica de acero negro (3 líneas de espesor).

#### Proceso a realizarse

Se debe cortar previamente la plancha metálica en pedazos que constituirán la base para la máquina.

1. Se escogerá una lámina previamente cortada y se la doblará en una máquina, de tal manera que ésta quede en forma de C, las medidas de esta serán de 460mm de largo y 80mm de ancho, se realizara 2 elementos de estas dimensiones.
2. de igual manera se escoge otra lamina previamente cortada de acero y se procede de igual manera como en el caso anterior, las medidas de esta será de 180mm de largo y 80mm de ancho, se realizará 2 elementos de estas dimensiones.
3. los dobleces formados se los soldará para realizar una estructura tipo H y esto constituirá la base de la preformadora.

En la figura 5.3.4.2 se muestra el elemento realizado



Fig.5.3.4.2.-Base como soporte

### 5.3.5 CONSTRUCCIÓN DEL EJE CENTRAL DE LA MÁQUINA Y ALOJAMIENTOS DE RODAMIENTOS

Se realizará el eje central de transmisión de la maquina preformadora, las dimensiones correspondientes a este eje son: 450mm de longitud y su diámetro será de 29.09mm, esta medida de diámetro será realizada en la máquina de torno y como son medidas de precisión esta medida será controlada mediante un calibrador en el proceso de torneado de este elemento, en la figura 5.3.5.1, se aprecia este eje.

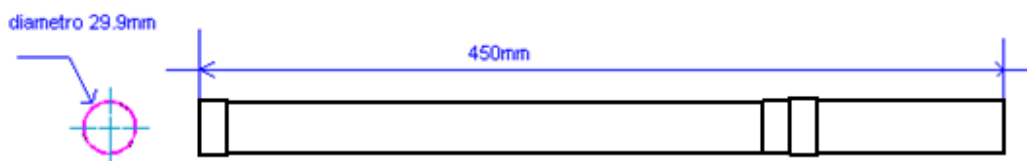


Fig.5.3.5.1.-Eje central de la máquina

### Materiales

Eje de transmisión de  $1\frac{1}{4}$  de pulgada y de 45 cm de longitud, tubo galvanizado de  $1\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro y 3mm de espesor, electrodos ARC 6011.

### Proceso a realizarse

- 1.- El eje central de la máquina se le procederá a torneear hasta los valores correspondientes al diámetro interior del engrane cuyo valor es de 29.07mm y de los rodamientos, el valor del diámetro interno de los rodamientos es 29.09mm, con ello se consigue un ajuste fijo, los rodamientos utilizados son los rodamientos de bolas (HCH6005-ZZ) cuyo diámetro externo es de 64mm.
- 2.- los alojamientos de rodamientos se los realizara mediante abertura de los anillos que se cortaran del tubo galvanizado, estos anillos tendrán la misma medida o mayor a 5mm con relación al espesor del rodamiento y cuyos diámetros tendrán el valor de 70mm.
- 3.-la abertura se la realizará con una sierra o con una máquina amoladora con disco de corte, se abrirá el anillo hasta un valor al cual el rodamiento pueda ingresar, la abertura que queda en la unión rodamiento – anillo abierto se la completará con un retazo extraído de otro segmento de tubería.
- 4.- para cerrar la abrazadera ésta se la soldará con electrodos ARC 6011 y posteriormente se la pulirá en un esmeril.

### 5.3.6 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DEL EJE CENTRAL DE LA MÁQUINA

Se construirá un soporte en el cual irá el eje de transmisión acoplado al rodamiento y estos se ubicarán en el alojamiento mostrado en la figura.

Las dimensiones de este soporte son: 290mm de largo y 100mm de altura, la figura 5.3.6.1 muestra este elemento.

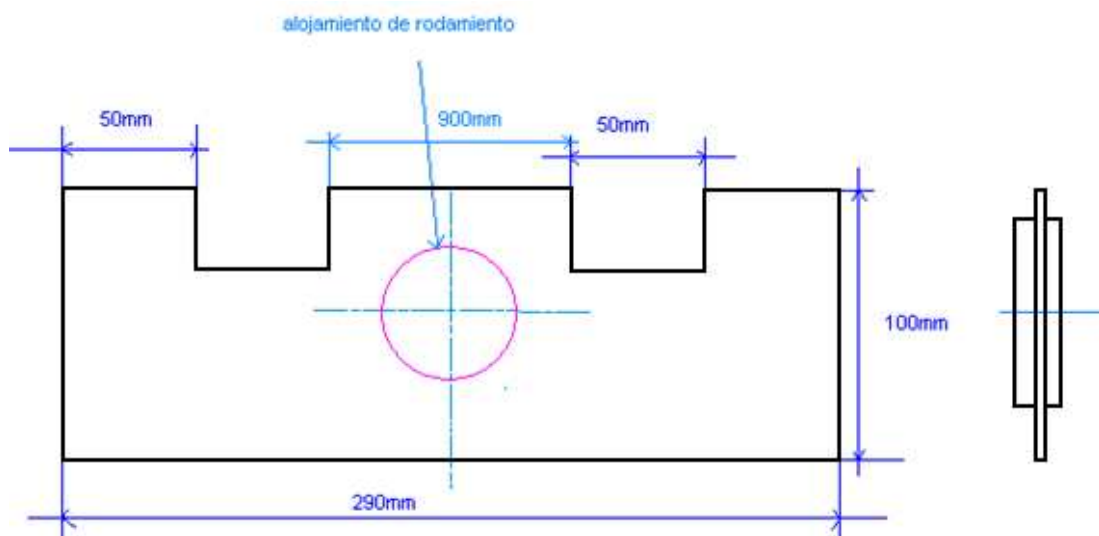


Fig.5.3.6.1.- Base del eje central

#### Materiales

Lámina metálica de 3 líneas de espesor previamente cortada, rodamientos y alojamientos.

#### Proceso a realizarse

Se tomará las medidas correspondientes al tamaño de la lámina que será soldada en la base de la máquina, se medirá el centro de esta lámina y se seleccionara la longitud a la cual el alojamiento irá respecto de la base en su parte central, se señalará el diámetro del alojamiento (55mm) que pasara a través de la medida realizada, este trazado del diámetro servirá para proceder a fisurar la lámina a través

de todo el diámetro trazado mediante suelda oxi-gas, posteriormente el alojamiento se soldará en la fisura realizada.

### 5.3.7 CONSTRUCCIÓN DE LOS SOPORTES VERTICALES

Se realizarán columnas verticales con fisuras circulares las cuales servirán de apoyo de los cilindros que irán acoplados en las fisuras circulares junto con sus rodamientos, la figura 5.3.7.1 ilustra este soporte vertical.

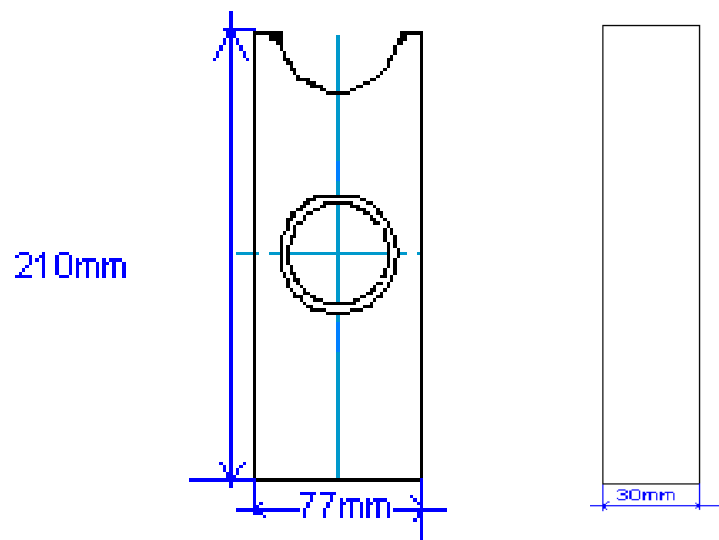


Fig.5.3.7.1.-Soporte vertical

#### Materiales

Lámina metálica de 3 líneas de espesor previamente cortada, rodamientos y alojamientos de rodamientos, electrodos WES ARC 6011

#### Proceso a realizarse

En la lámina de metal previamente cortada con sus correspondientes medidas equivalentes a 137mm de ancho y 210 mm de largo se medirá respecto del centro la distancia al cuál ira el rodamiento con su alojamiento y la medida del arco en su parte

superior, los diámetros medidos y señalados en la lamina metálica de los alojamientos se los cortará con suelda oxi-gas, este corte se lo tratará mediante lima para su pulimentacion; en estos irán soldados los alojamientos de los rodamientos.

Esta lámina será doblada a través de toda su extensión (largo) a unos 30mm a cada lado de la lámina en la máquina dobladora para de esta manera formar el soporte vertical de la máquina preformadora mostrada en la figura.

Se construyen 8 soportes verticales .La figura 5.3.7.2 muestra el soporte vertical realizado



Fig.5.3.7.2.-soporte vertical realizado

### **5.3.8 CONSTRUCCIÓN DE LOS EJES DE TRANSMISIÓN DE LOS CILINDROS**

Se realizarán ejes de transmisión mediante procesos de desbaste en una máquina de torno a ejes de transmisión en acero dulce de diferentes diámetros, estos irán en el diámetro interno de los cilindros. Estos también irán acoplados a los engranes que proporcionarán movimiento giratorio a los cilindros, los diámetros de los diferentes ejes de transmisión, tanto los del diámetro interno de los cilindros como el diámetro interno de los engranes se los visualiza en los planos de construcción.

En la figura 5.3.8.1 se indica el diámetro interno del cilindro.



Fig.5.3.8.1.-Diámetro interno del cilindro

### **Materiales**

Eje de transmisión de acero dulce de 1 pulgada de diámetro

### **Proceso a realizarse**

Se tomará la medida de los diámetros internos de los ejes que posee cada cilindro y del diámetro interno de los engranes, la varilla se colocará en la máquina de torno para su respectivo desbaste, las medidas de separación a las cuáles se torneará los diámetros internos del engrane y del eje del cilindro van de acuerdo a los planos.

Este procedimiento se lo realizará en tres ejes de transmisión.



## CAPÍTULO VI

### PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO

Para realizar las pruebas de funcionamiento se debe considerar los siguientes aspectos:

Verificación del montaje

Verificación de la Alineación de cilindros.

Las fotografías desde la 6.1 hasata la 6.7 muestran el proceso de preformado de la lámina y la realización del perfil Solar económico.



Fig.6.1.-En esta foto el operario inserta la lámina en la máquina preformadora por su parte frontal.



Fig.6.2.- La imagen muestra el preformado del canal en la lámina de aluminio, este preformado se lo realiza mediante la rotación del cilindro que se aprecia en la parte frontal de la máquina, el movimiento de rotación del cilindro es transmitido por los engranes cuyo giro se lo debe al operador, el cual gira de la palanca como se muestra en la foto, el giro de la palanca realizado por el operador es en el sentido contrario al de las manecillas del reloj.



Fig.6.3.-Se observa la realización del canal en la lámina de aluminio la cuál ingresa al otro sistema de rodillos para la realización del relieve.



Fig.6.4.- Realización del relieve en la lámina de aluminio, este relieve se forma en la parte posterior de la máquina preformado.



Fig.6.5.-Preformado que se realiza sobre la lámina de aluminio



Fig.6.6.-Culminación del preformado de la lámina de aluminio que constituirá el perfil solar económico

## 6.1 VERIFICACIÓN DEL MONTAJE

Para realizar las pruebas de prensado se coloca el sistema de preformado sobre una estructura metálica como se muestra en la foto 6.1.1.



Fig.6.1.1.- Sistema de preformado sobre estructura metálica

## 6.2 CÁLCULO DEL MOTOR

El cálculo del motor se lo realizo mediante un mecanismo que me permite determinar la fuerza real que se esta aplicando y de esta manera generar movimiento

En la figura 6.2.1 se indica el mecanismo utilizado (varilla-resorte-varilla).

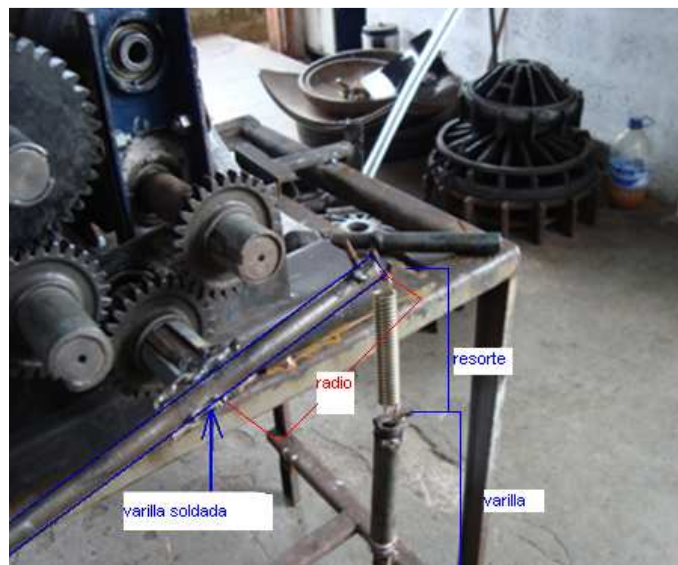


Fig.6.2.1.- Mecanismo para el cálculo de la fuerza manual

## 6.3 JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO DEL MOTOR

Para saber que potencia<sup>1</sup> del motor a utilizar se necesita, se debe conocer el valor de la fuerza que se ejerce en el momento de preformar la lámina, este valor de fuerza se calculo empleando un sistema de resorte.

Mediante la ecuación  $F=K.\Delta X$  se puede determinar la fuerza que se emplea para el preformado.

Para ayudarnos en el cálculo de la fuerza se creo un mecanismo que nos permitirá conocer el valor aproximado de esta fuerza.

La figura 6.2.1 muestra el mecanismo desarrollado para el cálculo de dicha fuerza.

Para el resorte que se adquirió se necesita saber la constante de elasticidad del mismo, valor que se calculará mediante la ecuación  $F=K \Delta X$ .

Para las pruebas de cálculo se empleo una herramienta para medir fuerza (dinamómetro), del cual se sujeto al resorte y al final de este se ato unos pesos.

#### **6.4 CÁLCULO DE LA CONSTANTE DE ELASTICIDAD**

$$F=K \Delta X$$

Longitud inicial=69.9mm

Longitud final = 77.9mm

$$F=11 \text{ lbs}$$

$$K = F/ \Delta X = 11/ (77.9-69.9)$$

$$K = 11/8$$

$$K= 1.3 \text{ (lbs/mm)}$$

Longitud inicial=69.9mm

Longitud final = 78.4 mm

$$F=12 \text{ lbs}$$

$$K = F/ \Delta X = 11/ (78.4-69.9)$$

$$K = 12/8.5$$

$$K= 1.4 \text{ (lbs/mm)}$$

Longitud inicial=69.9mm

Longitud final = 77.3mm

$$F=12.2 \text{ lbs}$$

$$K = F/ \Delta X = 11/ (77.3 -69.9)$$

$$K = 11/ 7.4$$

$$K= 1.6 \text{ (lbs/mm)}$$

$$\mathbf{K \text{ Promedio}}= (1.4 + 1.3+ 1.6)/3$$

$$K \text{ promedio}= 1.43 \text{ (lbs/mm)}$$

$$K \text{ promedio}= 0.65 \text{ (kg/mm)}$$

## 6.5 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR

La máquina preformadora puede trabajar de manera manual o de una forma motorizada, la elección de trabajo queda a consideración de la industria que va a ser uso de la misma, los cálculos de la potencia del motor quedan ya establecidos.

$$P = FxV$$

$$F = K \Delta X$$

$$\text{Longitud inicial} = 69.9\text{mm}$$

$$\text{Longitud final} =176.4\text{mm}$$

$$F = 0.65(\text{kg/mm}) \times (176.4-69.9) \text{ mm}$$

$$F =0.65(106.5) \text{ kg}$$

$$F = 69.225 \text{ kg}$$

$$\omega = 16 \text{ rpm}= 1.67552 \text{ (rad/seg)}$$

El valor de la velocidad angular se calculo al observar cuantas vueltas en un minuto da la varilla soldada al engrane mostrada en la figura 6.2.1, medidas desde un punto de referencia (punto superior del radio medidos desde el centro (fig.6.2.1)).

Estas medidas se tomaron cuando la varilla no estaba unida al resorte.

$r = 134\text{mm}$  (El radio del cual se tomo esta medida se muestra en la figura 1 representada de color rojo)

$$v = \omega \times r$$

$$v = 1.67552(\text{rad/seg}) \times 0.134\text{m}$$

$$v = 0.2245198 \text{ (m/seg)}$$

$$P = F \times V$$

$$P = 69.225 \text{ kg} \times 0.2245198 \text{ (m/seg)}$$

$$P = 15.542383(\text{kg-m/seg})$$

$$P = 152,47078(\text{N-m/seg})$$

$$P = 152,47078 \text{ watt} \times (\text{hp}/746\text{watt})$$

$$P = 0,20\text{hp}$$

$$P \approx 1/4 \text{ hp}$$

## 6.6 VERIFICACIÓN DE LA ALINEACIÓN

La verificación de la alineación de los anillos de la maquina preformadora se podrá determinar mediante las pruebas de funcionamiento al observar el canal preformado en la lámina de aluminio.

Al estar bien alineado los anillos de la máquina el canal preformado estará en línea recta, al no estar la alineación en forma correcta el canal preformado en la lámina de aluminio no saldrá recto debido a que no existe una alineación adecuada de los anillos de la máquina.



## CAPÍTULO VII

### ANÁLISIS DE COSTOS

En este capítulo se realiza una estimación del valor real del capital utilizado para desarrollar el proyecto.

Tabla 7.1 COSTO DEL PROTOTIPO

CAN	DETALLE	VALOR UNIT. (USD)	VALOR TOTAL(USD)
3	fabricación de chaveteros	8	24
1	confección de diente en piñón	26,79	26.79
2	Broca de 3/16 de pulgada de hierro	0.70	1.40
2	Broca de 3/8 de pulgada de hierro	2.20	4.40
10	Rodamientos de bola HCH	1.90	19.0
1	Base metálica 1,22x244x3 acero negro	110	110
18	Pernos de 3/8x1	0.18	3.24
1	Lima redonda #12	5.10	5.10
1	Lija de hierro Lija de hierro# 36	0.45	0.45
1	Lija de agua # 80	0.40	0.40
1	Broca de una un media de pulgada	1.0	1.0
1	Llave mixta doble boca	0.45	0.45
1	Llave de doble corona#15	0.65	0.65
100	Electrodos 6011	68	68
100	Electrodos 7018	75	75
3	Angulo metálicos de 1plgadax1/8de espesor de 6metros	10	30
1	Tarro de pintura negra	11,40	11,40
4	Ejes metálicos	9	36
4	cuchillas de torno 3/8	5	20
		TOTAL1	437.28

El prototipo ha sido construido con materiales que existen en el mercado nacional y se los detallaron en la tabla 7.1

El costo de la mano de obra se lo determina por horas de trabajo de los diferentes procesos realizados. Dentro del valor de las horas de trabajo de cada proceso se asume el costo de energía, maquinaria utilizada por lo tanto se tiene:

TABLA 7.2  
COSTO DE MANO DE OBRA

Personal	N° de horas diario	N° de horas mensual	Costo-hora	Costo mensual(USD)	Costo total (USD)
Soldador	3	72	1,90	136.8	136.8
Técnico mecánico	2	48	1.90	91.2	91.2
tornero	2	48	1.90	91.2	91.2
electricista	2	24	1.90	45.6	45.6
superior	1	24	1.90	45.6	45.6
				Total 2	410,4

El costo total del prototipo será de 847,68 dólares

## **CAPÍTULO VIII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **8.1 CONCLUSIONES**

El proyecto realizado cumple con los objetivos planteados, el construir una máquina preformadora de láminas para la elaboración de paneles solares fototérmicos de alta eficiencia tomando en cuenta factores importantes como lo son el costo y su versatilidad.

La versatilidad de la preformadora lo está en el sistema de prensado del canal y su aleta, ya que reduce el tiempo de formación de los mismos en comparación con la realización de estos de una forma no automatizada, el canal y su aleta, que son realizados con instrumentos fabricados.

La versatilidad de este sistema esta en el prensado de la lámina de aluminio, con esto se evita que los perfiles se realicen de una manera no automatizada (tanto el canal como el formado de las aletas que conforman el mismo.), y que exista una pérdida de producción de paneles solares.

Con el empleo de la maquina preformadora se evitan pérdidas de material que sucederían cuando en el momento de formado del canal-aletas del perfil salga erróneamente debido a un proceso no automatizado.

Al término de la construcción de esta máquina se ha consolidado una gran experiencia que servirá para desarrollo profesional

El mantenimiento de esta máquina se lo realiza de una manera simple.

#### **8.2 RECOMENDACIONES**

1.- Con miras a producir industrialmente este prototipo se recomienda pulir los procesos de construcción y montaje para optimizar costos.

- 2.- Se recomienda realizar un análisis experimental para el preformado de láminas de mayor espesor (tool) para de esta manera encontrar los parámetros influyentes en el preformado de estas láminas.
- 3.- Para que esta máquina sea útil se recomienda procurar un preformado de la lámina de aluminio con tal calidad que al incorporarle el tubo de cobre, para constituirse en un módulo de absorción solar se debe obtener el máximo contacto entre el aluminio y el cobre
- 4.- Para obtener un módulo de absorción solar eficiente se recomienda realizar un buen acople entre la lámina de aluminio y el cobre en el instante de ensamble del modulo solar.
- 5.- Se recomienda realizar un análisis experimental para el preformado del relieve en las láminas de aluminio para de esta manera encontrar los parámetros influyentes en la mayor absorción de energía solar en el perfil solar.
- 6.- Para obtener un módulo de absorción solar eficiente se recomienda revestir los perfiles solares con pintura negra a soplete para de esta manera obtener un cuerpo negro con capacidad de absorción solar máxima.
- 7.- En general el objetivo principal es obtener un módulo de absorción solar con la máxima eficiencia en la recepción y conductividad de energía hacia el tubo de cobre.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- CUSA Juan, (1989), " *Energía solar para viviendas*". Ed. Ceac. España.
- 2.- DUDLY Darle, (1983), " *Manual de Engranés*". Ed. Continental. México.
- 3.- SHIGLEY Edward, (1989), " *Manual de diseño Mecánico*".4a.edición.Ed. Mc Graw Hill. México.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**COTAS 4**  
**HOJAS TÉCNICAS**

## Talleres de Ingeniería TIMEESCI CIA. LTDA.

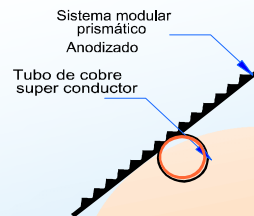
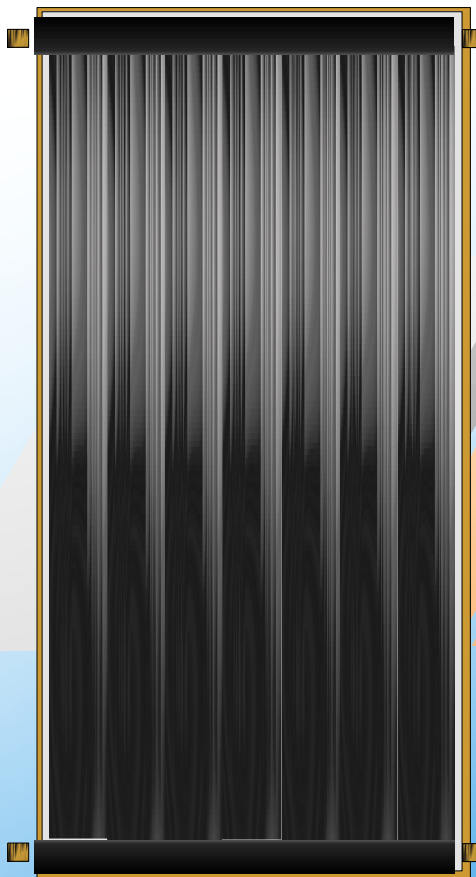
### CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.



#### HOJA TECNICA # 1

#### PANEL SOLAR FOTOTERMICO **SUPER PREMIUM**

MARCA **COTAS-4**, DE INGENIERÍA SOLAR



Está construido con alta tecnología, basandose en el sistema modular **PRISMÁTICO** de tubos impresos obtenidos por extrusión, **CON ALMA DE COBRE superconductor**, **ANODIZADO** electrolítico color NEGRO MATE, en toda la superficie exterior del módulo, con eficiencia d el 82%, **PATENTE INTERNACIONAL** y **VIDA UTIL DE CARÁCTER PERMANENTE.**

POTENCIA NOMINAL	1.25 KW
EFICIENCIA	82 %
GARANTIA	15 AÑOS

Construcción general del panel: Hermética, con terminales de bronce machos, roscados, norma NPT, para acoplamiento mediante uniones normales o universales a ambos lados; largo:182 cm., Ancho: 82 cm., espesor: 6.9cm., Peso: 37 Kg..

Vidrio flotado de alta transparencia, antireflectivo, de 3.2 mm de espesor; empaque de vinil tipo "U" hermético; potencia nominal media: 1.25 Kw., aislante poli-estireno expandido preformado, para óptimo aislamiento térmico de la placa de absorción, con estabilidad para 120 grados centígrados.

El marco de los paneles fototérmicos es de aluminio extruido y ANODIZADO BRONCE patentado y producido para uso exclusivo de los sistemas COTAS-4 de **INGENIERIA SOLAR.**

**CASA SOLAR**

Dir.: Pungalá Oe1-393 y Manglaralto

Telf.: 593(02) 2626-785 / 593(02)2678-410 Fax: 593(02)2626785

E-mail: mmontoya@andinanet.net

QUITO-ECUADOR

Principal en la C.E.: Entenbachstr. 14 81541 München. Tlf.: 089 95412877 Fax: 089 95412878

marco@montoyacad.com

MÜNCHEN - GERMANY



# Talleres de Ingeniería TIMEESCI CIA. LTDA.

## CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.

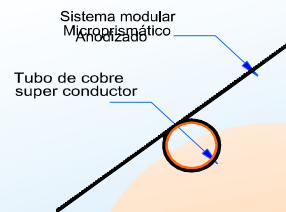
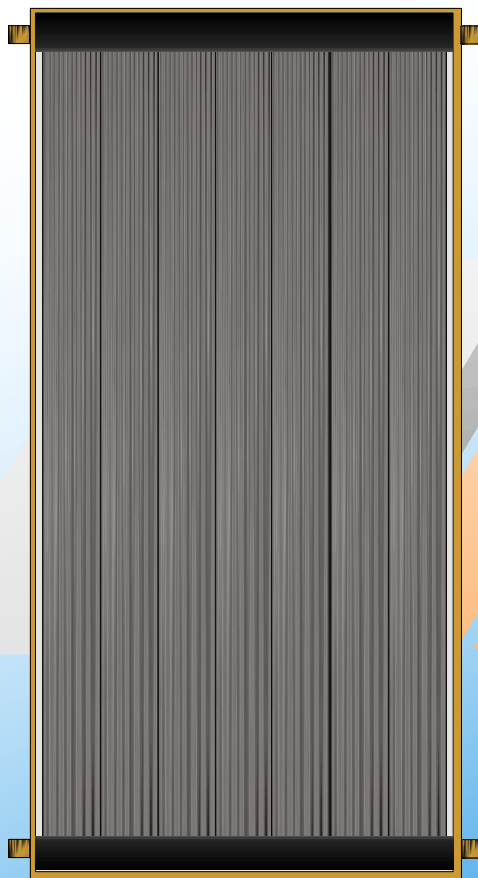


### HOJA TECNICA # 2

#### PANEL SOLAR FOTOTERMICO

### PREMIUM LIGHT

MARCA **COTAS-4**, DE INGENIERÍA SOLAR



Está construido con alta tecnología, basandose en el sistema modular **MICROPRISMÁTICO** de tubos impresos obtenidos por extrusión, **CON ALMA DE COBRE superconductor**, **ANODIZADO** electrolytico color NEGRO MATE, en toda la superficie exterior del módulo, con eficiencia del 78%, **PATENTE INTERNACIONAL** y **VIDA UTIL DE CARÁCTER PERMANENTE**.

POTENCIA NOMINAL	1,25 KW
EFICIENCIA	78 %
GARANTÍA	12 AÑOS

Construcción general del panel: Hermética, con terminales de bronce machos, roscados, norma NPT, para acoplamiento mediante uniones normales o universales a ambos lados; largo: 182 cm., Ancho: 82 cm., espesor: 6.9 cm., Peso: 26 Kg..

Vidrio flotado de alta transparencia, antireflectivo, de 3.2 mm de espesor; empaque de vinil tipo "U" hermético; potencia nominal media: 1.25 Kw., aislante poli-estireno expandido preformado, para óptimo aislamiento térmico de la placa de absorción, con estabilidad para 120 grados centígrados.

El marco de los paneles fototérmicos es de aluminio extruido y ANODIZADO BRONCE patentado y producido para uso exclusivo de los sistemas **COTAS-4** de **INGENIERIA SOLAR**.

**CASA SOLAR**

Dir.: Pungalá Oe1-393 y Manglaralto  
Telf.: 593(02) 2626-785 / 593(02)2678-410 Fax: 593(02)2626785  
E-mail: mmontoya@andinanet.net  
QUITO-ECUADOR

Principal en la C.E.: Entenbachstr. 14 81541 München. Tlf.: 089 95412877 Fax: 089 95412878  
marco@montoyacad.com  
MÜNCHEN - GERMANY

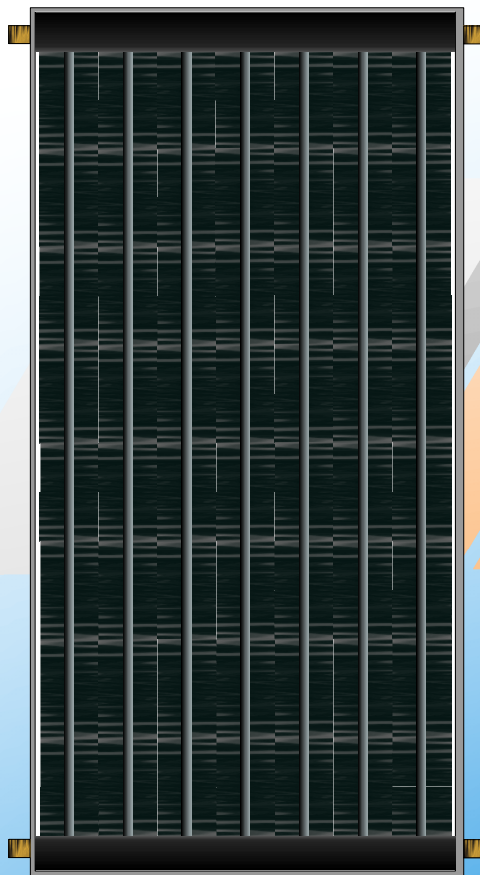
## Talleres de Ingeniería TIMEESCI CIA. LTDA.

### CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.

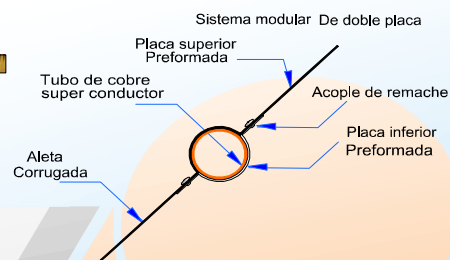


### HOJA TECNICA # 3

#### PANEL SOLAR FOTOTERMICO **ECONOMICO**



MARCA **COTAS-4**, DE INGENIERÍA SOLAR



Construido con doble chapa de aluminio con aletas corrugadas, conteniendo entre si nuestro tubo de cobre superconductor, cuyas características de funcionamiento son **superiores a las placas tipo israelí.**

EFICIENCIA	58 %
GARANTÍA	6 AÑOS

Construcción general del panel: Hermética, con terminales de bronce machos, roscados, norma NPT, para acoplamiento mediante uniones normales o universales a ambos lados; largo:182 cm., Ancho: 82 cm., espesor: 6.9 cm., Peso:23,5 Kg..

Vidrio flotado de alta transparencia, antireflectivo, de 3.2 mm de espesor; empaque de vinil tipo "U" hermético; aislante poli-estireno expandido preformado, para óptimo aislamiento térmico de la placa de absorción, con estabilidad para 120 grados centígrados.

El marco de los paneles fototérmicos es de aluminio extruído y ANODIZADO NATURAL, patentado y producido para uso exclusivo de los sistemas COTAS-4 de **INGENIERÍA SOLAR.**

**CASA SOLAR** Dir.: Pungalá Oe1-393 y Manglaralto  
Telf.: 593(02) 2626-785 / 593(02)2678-410 Fax: 593(02)2626785  
E-mail: mmontoya@andinanet.net  
QUITO-ECUADOR

Principal en la C.E.: Entenbachstr. 14 81541 München. Tlf.: 089 95412877 Fax: 089 95412878  
marco@montoyacad.com  
MÜNCHEN - GERMANY

## Talleres de Ingeniería TIMEESCI CIA. LTDA.

### CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.



INGENIERIA  
MECANICA



ELECTRICA  
ELECTRONICA



INGENIERIA  
SOLAR



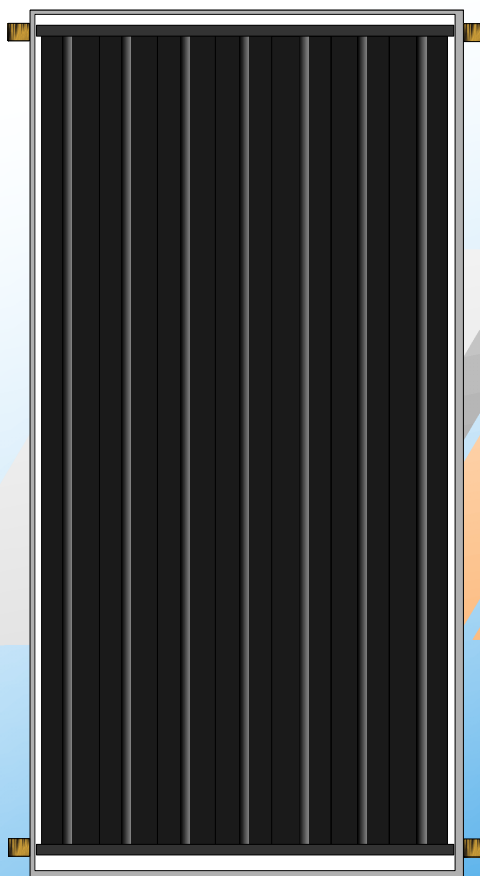
ARQUITECTURA SOLAR  
DISEÑO Y CONSTRUCCION

#### HOJA TECNICA # 4

#### PANEL SOLAR FOTOTERMICO

### CONVENCIONAL (israelí)

MARCA **COTAS-4**, DE INGENIERÍA SOLAR



Tubo de cobre  
super conductor

Lamina  
De aluminio  
Preformada

Acople de remache

Está construido en **lámina de aluminio preformada** y nuestro exclusivo **tubo de cobre superconductor**, con óptimo contacto entre placa y tubo para obtener la más alta eficiencia térmica en su clase.

EFICIENCIA	45 %
GARANTÍA	5 AÑOS

Construcción general del panel: Hermética, con terminales de bronce machos, roscados, norma NPT, para acoplamiento mediante uniones normales o universales a ambos lados; largo: 182 cm., Ancho: 82 cm., espesor: 6.9 cm., Peso: 21 Kg..

Vidrio flotado de alta transparencia, antireflectivo, de 3.2 mm de espesor; empaque de vinil tipo "U" hermético; aislante poli-estireno expandido preformado, para óptimo aislamiento térmico de la placa de absorción, con estabilidad para 120 grados centígrados.

El marco de los paneles fototérmicos es de aluminio extruído y ANODIZADO NATURAL, patentado y producido para uso exclusivo de los sistemas COTAS-4 de **INGENIERÍA SOLAR**.

**CASA SOLAR**

Dir.: Pungalá Oe1-393 y Manglaralto

Telf.: 593(02) 2626-785 / 593(02)2678-410 Fax: 593(02)2626785

E-mail: mmontoya@andinanet.net

QUITO-ECUADOR

Principal en la C.E.: Entenbachstr. 14 81541 München. Tlf.: 089 95412877 Fax: 089 95412878

marco@montoyacad.com

MÜNCHEN - GERMANY

## **ANEXO 2**

### **PLANOS DE CONSTRUCCIÓN Y DE MONTAJE**