

*1 ejemplar (3)*  
*(6)*

# Refrigerador Solar para Leche

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

Edna Luz Romero Barraza

UNIDAD ACADEMICA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

1 9 7 9



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.



## I N D I C E

	<u>Pág.</u>
PROLOGO.....	1-2
INTRODUCCION.....	3-5
I.- DEFINICION DEL PROBLEMA.....	6-7
1.1 Determinación de la necesidad real.....	8
1.2 Requerimientos. Notas bibliográficas....	11
II.- INFORMACION.....	12-13
2.1 Energía solar .....	16
2.1.1 Localización.....	
2.1.2 Temperatura ambiente .....	17-18
2.1.3 Características del suelo .....	20
2.1.4 Precipitación.....	20
2.1.5 Condiciones del cielo.....	20-21
2.1.6 Radiación solar .....	21-26
Notas Bibliográficas.....	27
2.2 Leche.....	28-29
2.2.1 Composición de la leche.....	29-33
2.2.2 Propiedades físicas y químicas de la leche .....	34
2.2.3 Influencia de la temperatura en la conservación de la leche cruda.....	35-37
2.2.4 Producción .....	39-40
Notas Bibliográficas .....	39-44

2.3	Equipo .....	46-47
2.3.1	El principio de funcionamiento .....	47-48
2.3.2	Descripción del ciclo .....	48-49
2.3.3	Ciclo básico de refrigeración absorción .....	49-50
	Notas Bibliográficas .....	51
III.-	MATERIALES .....	52-53
3.1	Equipo lechero .....	53-59
3.2	Captador solar .....	60-65
3.3	Equipo de refrigeración .....	66-67
3.4	Conclusiones .....	68
	Notas Bibliográficas .....	69
IV.-	ANALISIS Y EVALUACION .....	70
4.1	Ponderación de factores .....	71
4.2	Posibles soluciones .....	71-83
V.-	SINTESIS .....	84
5.1	Concepto de diseño .....	85-93
VI.-	MEMORIA DESCRIPTIVA .....	102-123
VII.-	SINTESIS .....	124-126
VIII.-	CONCLUSIONES .....	127-130
IX.-	BIBLIOGRAFIA .....	131-140

## GUIA DE FIGURAS Y PLANOS

Figuras:	Pág.
Plano de localización Martínez de la Torre	14
Fig. No. 1 Distribución Anual de temperaturas °C	19
Fig. No. 2 Distribución Anual del total de precipitación mensual.	22
Fig. No. 3 Distribución Anual de la cubierta de nubes.	24
Fig. No. 4 Cadena de la leche	38
Fig. No. 5 Colector solar plano	60
Fig. No. 6 Distribución de tiempo por d/a.	86
Fig. No. 7 Diagrama de Bloques.	87
Fig. No. 8 Condiciones de Operación.	89
Fig. No. 9 Diagrama de Funcionamiento.	92
Fig. No.10 Detalle conexiones, colectores	104
Fig. No.11 Proposición instalación colectores	106
Fig. No.12 Elementos necesarios armado colectores	107
Fig. No.13 Procesos fabricación colectores	110
Fig. No.14 Procesos fabricación colectores	111
Fig. No.15 Generador.	113
Fig. No.16 Condensador.	115

Fig. No. 17	Absorbedor.	117
Fig. No. 18	Evaporador	119
Fig. No. 19	Acceso al equipo.	123

Planos:

Perspectiva.	94
Perspectiva de despiece, equipo de refrigeración.	95
Colector Solar - vistas.	96
Colector cortes y detalles.	97
Colector Despiece.	98
Colector Despiece modular.	99
Equipo de refrigeración, vistas.	100
Equipo de refrigeración, detalles.	101

## PRÓLOGO

La solución de problemas de Diseño Industrial, requiere ante todo ideas, que no vienen sólo por el hecho de que uno dedique sus horas de ocio, a pensar en ellas. La actividad creadora, debe estar respaldada por conocimientos, que se probarán en la práctica .

El desarrollo del Diseño Industrial en nuestro País, se ve frenado por la poca confianza que la industria tiene en el diseñador Mexicano .

Es posible que esta falta de apoyo se deba al desconocimiento de esta disciplina, o al reducido número de diseñadores que existen en un país con más de cincuenta millones de habitantes. Pero también pienso, que esta desconfianza se debe a que muchas veces el diseñador trabaja solo, olvidándose de que su actividad es interdisciplinaria por naturaleza, y que un trabajo que cuenta con opiniones de distintos profesionistas estará mejor cimentado que una solución limitada a los conocimientos de una sola persona .

"La acción sin conocimientos se anula, igual que el puro conocimiento ayuno de praxis" .

La investigación no consiste en acumular datos inútiles " si no en el desarrollo de una habilidad para enfocar problemas, desde una base de raciocinio, observación y experimentación" .

El presente trabajo tiene como fin abrir para el Diseñador Industrial, el campo de la investigación científica, para aplicar, las teorías que hasta hoy solo han quedado como tales.

El diseñar a la par que avanza la investigación evitará errores posteriores en ambos campos .

Dévido al grado de avance científico y tecnológico de nuestro país, este proyecto se presenta sólo como una base para futuras investigaciones, su optimización sólo será posible através de la experimentación .



# **INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

La producción, conservación y distribución de productos que cubren las necesidades básicas de las poblaciones rurales, es uno de los más importantes problemas de México.

Uno de los principales productos alimenticios es la leche. Su deterioro se ve acelerado bajo ciertas condiciones de temperatura propiciadas por el medio ambiente, por lo que un deficiente control de la temperatura de conservación, da como resultado, la deterioración de su apariencia, gusto y sabor así como de su contenido vitamínico.<sup>1</sup>

Una forma de retardar o evitar la descomposición de la leche debida a la proliferación bacteriana\*, es el enfriamiento rápido, instantes después de su recolección (30 min. aprox.).

La temperatura a la cual debe conservarse la leche durante un lapso de 24 hrs., oscila entre 0°C y 4°C.<sup>2</sup>

El uso de bajas temperaturas, para conservación de la leche, involucra a la refrigeración como medio de preservación de productos perecederos.

Actualmente no existe ningún sistema de refrigeración diseñado para las regiones económicamente desfavorecidas y faltas de servicios, en donde también es necesario un sistema de enfriamiento local para lacteos. Es ahí donde los sistemas de refrigeración solar proporcionan una nueva alternativa a la solución de problemas regionales.

\* Proliferación bacteriana.- División del "bacterium" o célula viva existente en la leche, que alcanza su madurez en 20 ó 30 minutos, en condiciones favorables, a partir de ese tiempo una sola bacteria puede reproducirse en 34,000,000,000,000 en 24 horas.

El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema de refrigeración solar adecuado a las necesidades del Rancho Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. localizado en Martínez de la Torre, Veracruz. Bajo la asesoría del Departamento de Energía Solar del C.I.M. de la U.N.A.M.

## DEFINICION DEL PROBLEMA

## 1.- DEFINICION DEL PROBLEMA

En nuestro país los pequeños y medianos productores, los cuales representan aproximadamente el 80% de la producción total de leche, no disponen de la tecnología apropiada para desarrollar un procesamiento local de sus productos, debido en la mayoría de los casos a las condiciones socio-económicas regionales de producción. Siendo necesario el Transporte del producto a las plantas de conservación y/o transformación, ubicadas en centros urbanos, distantes en la mayoría de los casos de los centros de producción.<sup>3</sup>

En regiones aisladas, el tiempo de transportación puede ser significativo, ocasionando un deterioro importante en el producto y diezmar su producción, siendo necesario la instalación de sistemas de conservación local.

Por otro lado, las condiciones socio-económicas de las zonas de producción se ven afectadas por la falta de servicios tales como electrificación, distribución de hidrocarburos, agua potable y redes de comunicación, agravando aún más los problemas, tanto de producción, transporte y sobre todo el de conservación.

El problema de la conservación de la leche y sus derivados debe revolveerse proponiendo soluciones que estén al alcance de estas comunidades económicamente desfavorecidas

## 1.1.- Determinación de la Necesidad Real.

Existen actualmente un gran número de centros productores de leche, en la República Mexicana que no cuentan con sistemas de energía desarrollada (eléctrica u otros).

Según datos oficiales, del Instituto Nacional de la Leche, la producción total de leche en la República Mexicana, rebasa la capacidad de las plantas enfriadoras o pasteurizadoras existentes en el país, por más de 5 millones de litros.

De estos millones que no son tratados para consumirse como leche fresca, el 50% es transformado en subproductos de la leche, como el queso, la mantequilla, etc., y el 50% restante se consume como leche cruda o se pierde.

En estos lugares, únicamente se conoce el hielo como medio de conservación, pero éste algunas veces es ineficaz debido a las grandes distancias que debe recorrer el producto del centro productor a los lugares de transformación.

Es ahí donde debe buscarse una solución diferente a los problemas de conservación, que en la mayoría de los casos están determinados por la falta de energía eléctrica.



## 1.2.- Requerimientos.

El problema energético de estas regiones puede ser resuelto parcial o totalmente analizando las posibilidades de aprovechamiento local de las energías no convencionales como: la energía eólica, geotérmica, solar, biomasa, etc.

Las energías eólicas y geotérmicas pueden ser aprovechadas siempre y cuando existan las condiciones climatológicas y geológicas, así como la tecnología necesaria para ser aprovechadas.

La energía solar presenta un gran interés sobre todo en nuestro país el cual cuenta con una insolación promedio de  $39.59 \times 10^{14}$  Kwh/año. El aprovechamiento de esta energía está sujeta a una serie de factores que hay que tomar en cuenta como: su intermitencia, (10-12 horas) dependiendo de la latitud, del lugar y la época del año, los problemas asociados a la potencia utilizable y conversión térmica (superficies de captación, rendimientos materiales y disponibilidad de los mismos), problemas tecnológicos de conversión a otras formas de energía (mecánica, eléctrica, etc.) así como todos los factores económicos involucrados como costos de instalación, operación, mantenimiento y rentabilidad de los dispositivos utilizados.<sup>4</sup>

Aprovechando la energía solar es posible operar ciclos termodinámicos de refrigeración, sea por conversión fototérmica o fotoeléctrica. Esta última puede ser obtenida mediante fotoceldas \* o utilizando ciclos termodinámicos híbridos, es decir ciclos térmicos asociados a ciclos mecánicos (compresión). El principio está basado en la utilización de la energía térmica para operar una turbina (generación de vapor), la cual será

\* Fotoceldas.- Transductor empleado para transformar energía solar en energía eléctrica.

Acoplada a un generador que suministraría la energía eléctrica necesaria para hacer funcionar el compresor y de esta manera obtener el ciclo de refrigeración. Sin embargo, su rendimiento es bajo debido a las conversiones energéticas involucradas y sus requerimientos térmicos son elevados (200 a 400°C)<sup>5</sup>.

La conversión fototérmica presenta por el contrario un gran interés, pudiendo resolver los problemas de conservación de productos perecederos con una tecnología simple y apropiada, a los centros de producción de las zonas rurales.

Esto nos conduce a poder diseñar un enfriador de leche, el cual será operado con energía solar y así resolver en parte los problemas planteados por la cadena de la leche en lo referente a su conservación.

El diseño estará basado en las condiciones socio-económicas y climatológicas de un centro productor experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. localizado en Martínez de la Torre, Veracruz.

Este equipo propuesto tendrá carácter de prototipo experimental, es decir, que su integración, instalación y pruebas tendrán por objeto el estudio experimental de su funcionamiento, a fin de analizar el rendimiento termodinámico del ciclo de refrigeración, así como la evaluación de su factibilidad su escalamiento industrial, en base a las necesidades y condiciones, tanto económicas como climatológicas de su localización.

## NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Ramos Córdova Mario  
La leche su producción higiénica y su control sanitario.  
Alpura P. 91-93
  
- (2) Alais Charles  
Ciencia de la Leche.  
Principios de Técnica Lechera  
C.E.C.S.A., 1971, 2a. Edición  
P. 80
  
- (3) Instituto Nacional de la Leche  
Censos 1977
  
- (4) Hernández Everardo, R. Martínez  
La variación anual en México de la Radiación Solar directa sobre planos verticales, orientados hacia los 4 puntos cardinales.  
Centro de Investigación de Materiales  
U.N.A.M. 1977 p.p. 1-2
  
- (5) Pilatowsky Issac.  
Asesoria  
Centro de Investigación de Materiales  
U.N.A.M. 1979

**INFORMACION**

## INFORMACION :

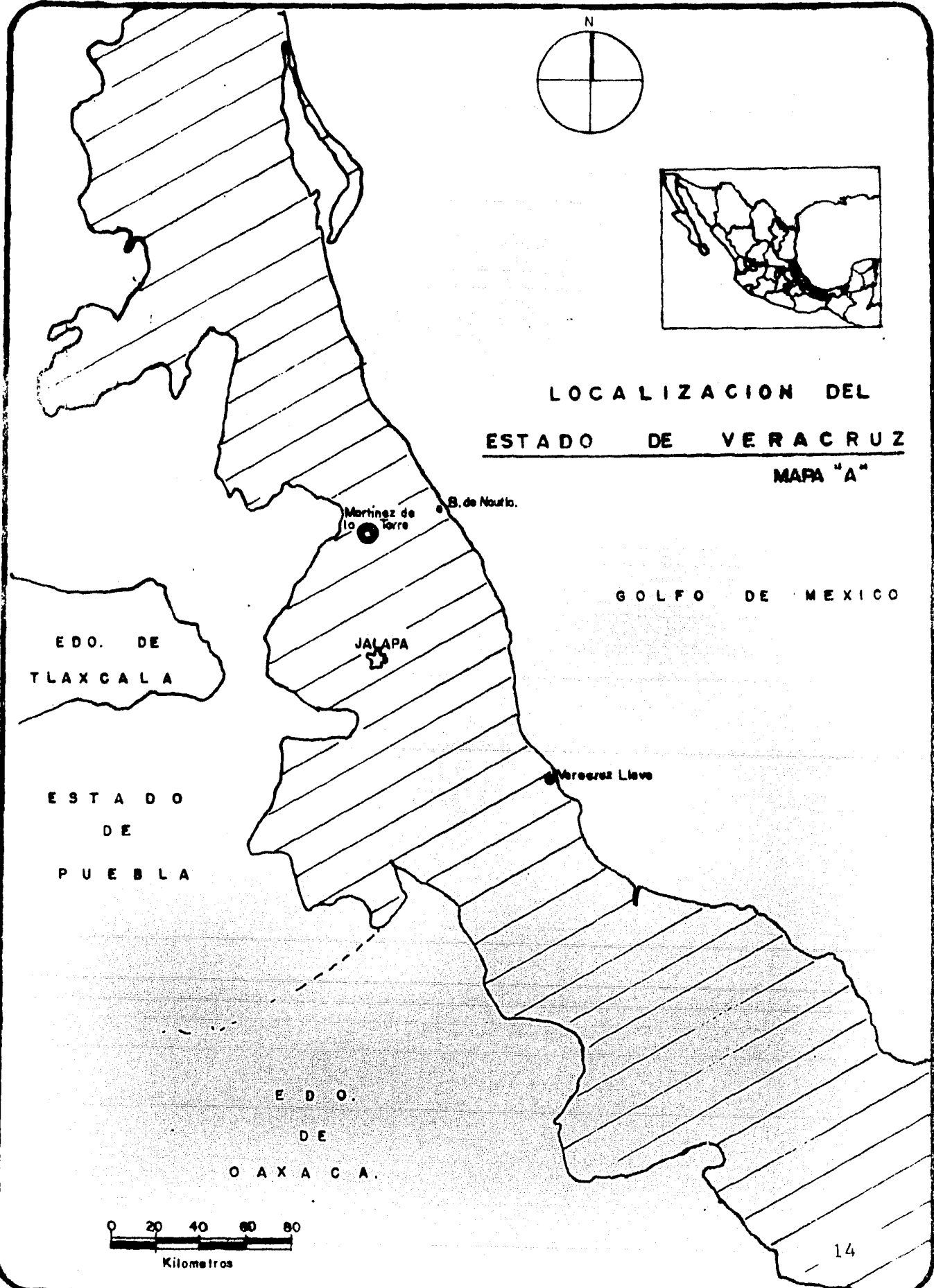
Se ha escogido el Rancho "El Clarín", ubicado en Martínez de la Torre, Veracruz como localidad a estudiar, por ser un ejemplo real, de la necesidad de desarrollar tecnologías adecuadas al medio rural, para la preservación de la leche, esta decisión fué determinada también, por el interés mostrado por la F.M.V. y Z de la U.N.A.M., en cuanto al desarrollo de sistemas de energía solar, que resuelvan algunas de las necesidades del país.

Además del rancho ya mencionado existen en la región 1500 ranchos productores de leche, de los que el 70% carece de servicios (energía eléctrica, agua, comunicaciones, etc.) que les permitan conservar sus productos en óptimas condiciones.

Las propiedades de la leche determinan un tiempo máximo de vida del producto sin sufrir deterioro, en su calidad y contenido vitamínico. Por lo anterior los productores se ven obligados a vender su leche lo más pronto posible, sin importar el precio que por ello obtengan.

En la región existen 3 plantas enfriadoras de leche que acaparan el 50% de la producción total, obtenido el producto a un precio más bajo del que debieran, pero que ofrecen a los productores garantías como son; la de recibir la leche sin tomar en cuenta el estado en que llegue si se encuentra dentro del plazo de entrega establecido con anterioridad.

Este tiempo de espera se determina por las distancias de los centros productores a la planta y varia desde 1 hora mínimo, hasta 6 horas máximo.



LOCALIZACION DEL  
ESTADO DE VERACRUZ  
MAPA "A"

EDO. DE  
TLAXCALA

ESTADO  
DE  
PUEBLA

E D O.  
D E  
O A X A C A.

GOLFO DE MEXICO

JALAPA

Martinez de  
la Torre

S. de Nautlo.

Veracruz Llave

0 20 40 60 80  
Kilometros



El 50% restante de los productores de leche se ven obligados a transformar su producto en otros como son el queso, la mantequilla u otros que tengan mayor tiempo de conservación, los que no cuentan con los medios necesarios para esta transformación, venden la leche en crudo, tal y como la acaban de ordeñar, pero solo para consumo local, lo que acarrea muchas enfermedades.

Para solucionar de una manera radical estos problemas, es necesario contar con un sistema que funcione autónomamente de los servicios establecidos, y que sea económicamente accesible.

Lo primero se puede solucionar utilizando sistemas acoplados de energía solar y refrigeración, pero en lo que se refiere a costos llevará más tiempo, pues únicamente en la experimentación se podrán optimizar materiales y procesos que redunden en un costo menor del equipo.

Sin embargo es importante desde un principio diseñar industrialmente y utilizar programas de simulación en computadora, utilizando los datos locales (meteorológicos, producción, etc.) para tener menos errores que permitirán una ulterior reducción de costos.

La información necesaria para este proyecto se divide en 3 tipos de datos:

- a) Energía Solar
- b) Leche
- c) Equipos

**ENERGIA SOLAR**

## 2.1.- Energía Solar.

Las posibilidades de aprovechar la radiación solar están determinadas por la localización y las condiciones ambientales del lugar, tales como las condiciones del cielo, la precipitación, las características del suelo y la temperatura ambiente:

### 2.1.1.- Localización.

Martínez de la Torre, Veracruz. Esta localidad se encuentra a 60 kilómetros del litoral del Golfo de México, a una latitud de  $20^{\circ} 04' N$ ; longitud  $97^{\circ} 03' W$ ; altitud 152 m.s.n.m. Su clima se clasifica como tropical lluvioso (clima de selva) húmedo cálido (Ver mapa A).

### 2.1.2.- Temperatura Ambiente.

El promedio de temperatura máxima oscila durante el año entre  $23.8^{\circ} C$  en enero y  $33.1^{\circ} C$  en mayo y agosto. Es importante recordar que la temperatura máxima, generalmente ocurre entre las 14:00 y 15:00 hrs., mientras que las temperaturas mínimas, generalmente ocurren al amanecer. Estas últimas oscilan entre  $0.9^{\circ} C$  en enero y  $18.0^{\circ}$  en agosto. La temperatura media diaria oscila entre los  $9.8^{\circ} C$  y  $11.4^{\circ} C$ .

Para los propósitos de diseño, es recomendable basarse en los promedios de máxima y de mínima que observamos en la tabla N° 1.

La temperatura media según podemos observar del histograma de la (Fig. 1) oscila de  $18.6^{\circ} C$  en enero a  $27.7^{\circ} C$  en junio.

TEMPERATURA ° C (1945-1970)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
Máxima Extrema	38.5	37.0	41.0	43.2	43.6	39.6	39.0	40.0	39.8	38.0	34.0	36.5	43.6
Promedio de Máximas	23.8	25.2	27.2	30.9	33.1	33.0	31.9	33.1	31.5	29.6	26.2	29.0	29.1
Media	18.6	19.8	22.0	25.5	27.5	27.7	26.7	27.4	26.4	24.5	21.3	19.0	23.8
Promedio de Mínimas	13.5	14.5	16.8	20.1	22.0	22.4	21.5	21.7	21.4	19.5	16.4	14.1	18.6
Mínima Extrema	0.9	2.0	6.0	8.0	14.5	16.1	16.0	18.0	14.0	11.0	7.0	3.0	0.9
Oscilación	10.3	10.7	10.4	10.8	11.1	10.6	10.4	11.4	10.1	10.1	9.8	9.9	10.5

TABLA N° 1

VALORES DE LAS TEMPERATURAS

FUENTE:

Interpolaciones de datos obtenidos en las Estaciones de Medición solar del Estado de Veracruz: Coatzacoalcos, Coatzintla, Cozamalapa, Ozuluama, Pico de Orizaba.



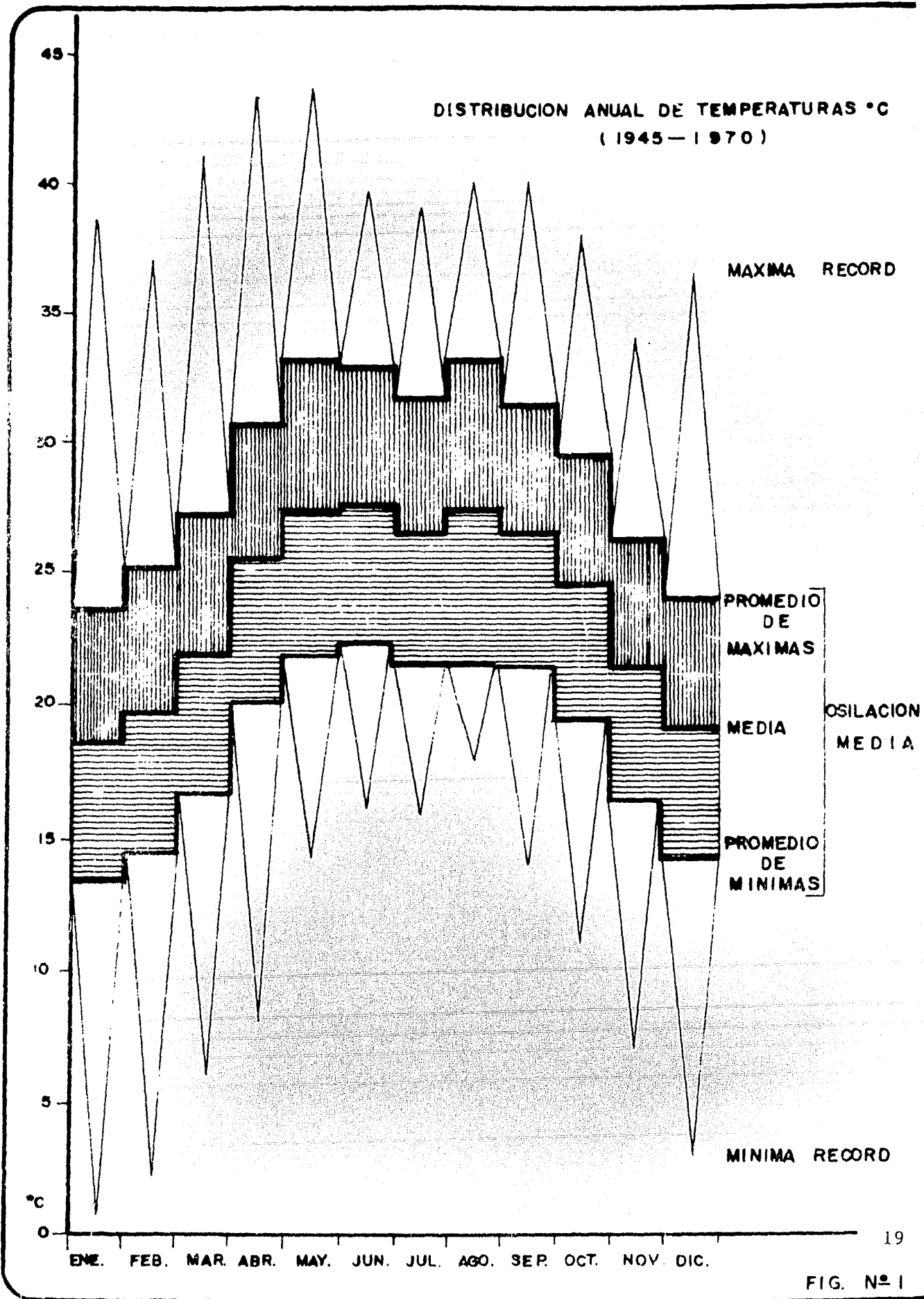


FIG. N.º 1

La oscilación media diaria durante todos los meses permanece casi constante, fluctuando entre los 9.8° y 11.4°C.

Dado que las temperaturas máximas y mínimas extremas (record) han ocurrido solo en una ocasión durante 26 años del registro (1945-1970) es recomendable basarse en los promedios mensuales de máxima y mínima.

### 2.1.3.- Características del Suelo.

Permanece cubierto de vegetación durante todo el año, es debido a esta vegetación que el albedo (\*) es muy pequeño, aún en áreas desforestadas, ya que el suelo, por su elevada humedad, absorbe bastante radiación solar.

En épocas de lluvia, suelen ocurrir inundaciones que producen cambios del albedo.

### 2.1.4.- Precipitación.

Llueve durante todo el año, siendo más intenso en verano, otoño y principios del invierno. (Fig. 2)

### 2.1.5.- Condiciones del Cielo.

El cielo está permanentemente nublado. Casi la mitad del año presenta nublados cerrados en un 50% del mes. La nubosidad porcentual y el tipo de nubes repercute cuantitativamente en la radiación solar.

\* Albedo.- Potencia reflectora de un cuerpo iluminado.



Afortunadamente, las nieblas se discipan durante las primeras horas de la mañana, reduciéndose así, una posible atenuación adicional de la radiación solar (Fig. 3).

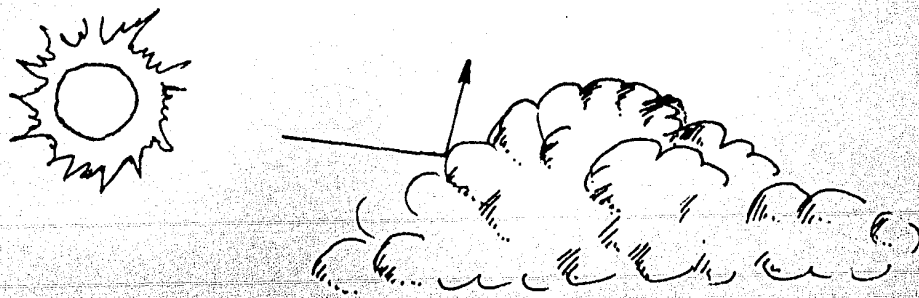
#### 2.1.6 Radiación Solar.

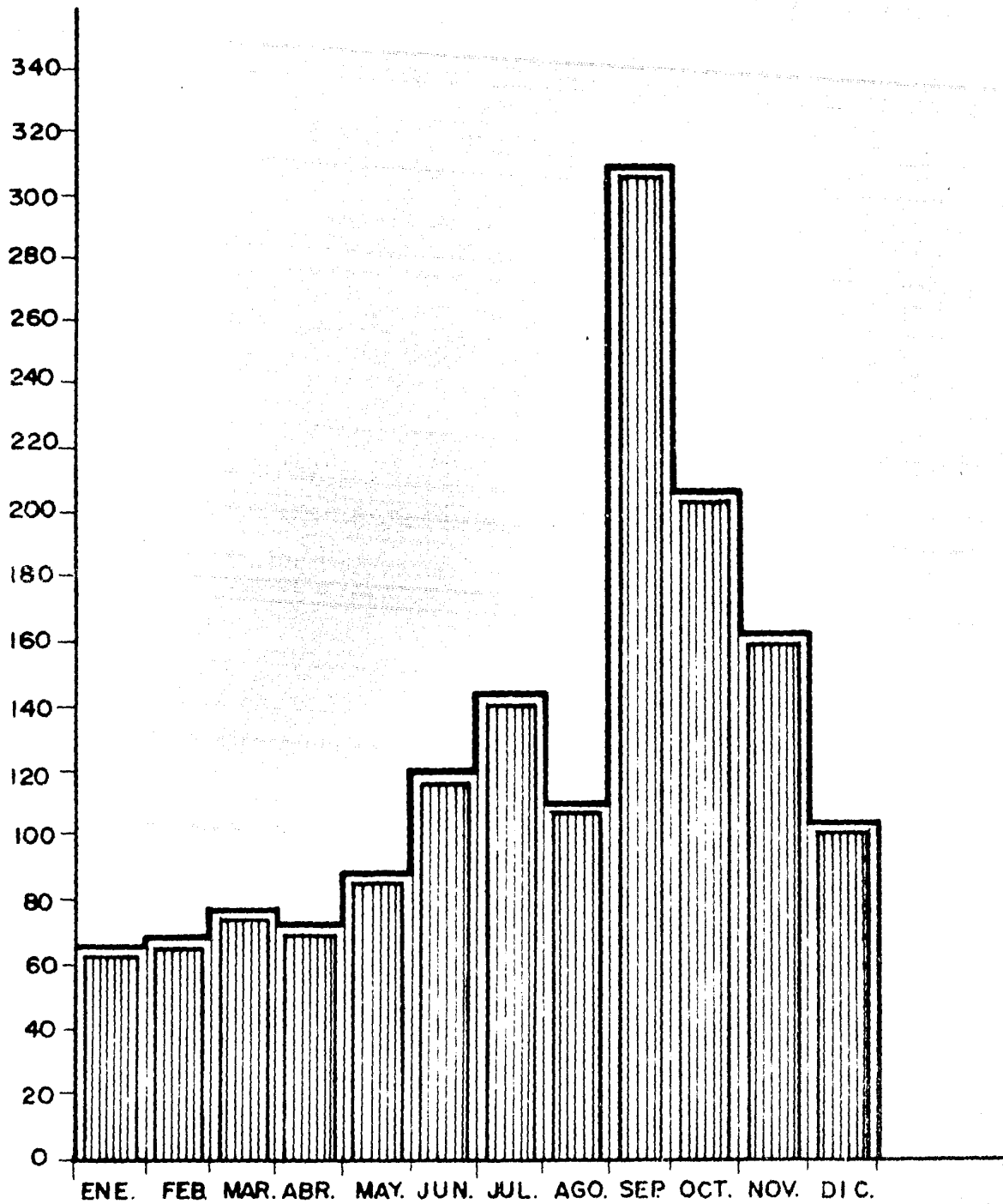
Es sabido que las nubes constituyen el elemento que mayor reducción produce sobre la cantidad y duración de asoleamiento o insolación. Sin embargo, debido a la latitud geográfica en que se encuentra Martínez de la Torre, la radiación solar anual es cuantiosa respecto a latitudes mayores. No obstante, por efecto de las nubes, la radiación global resultante (directa más difusa) es predominantemente difusa.

Hay tres fenómenos que atenúan la radiación solar, y son: reflexión, dispersión y absorción.

##### Reflexión :

Las nubes presentan una alta reflectividad a la radiación solar de onda corta, debido a esto, una gran cantidad de radiación solar es reflejada directamente hacia el espacio exterior.



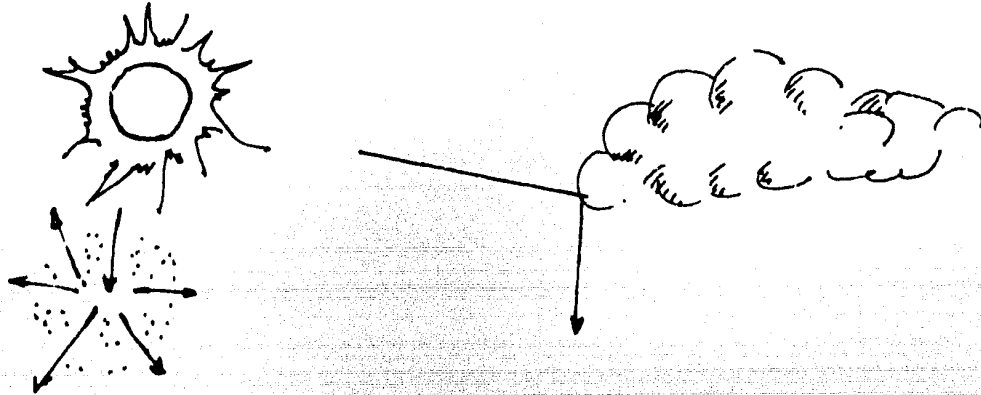


DISTRIBUCION ANUAL DEL TOTAL DE  
PRECIPITACION MENSUAL.

## Dispersión :

O difusión de la radiación solar en las regiones del espectro solar correspondiente al infrarrojo. Este efecto se produce por los gases atmosféricos y las nubes.


La intensidad de la radiación difusa en latitudes subtropicales, es cuantiosa, a menos que existan nublados demasiado cerrados.





## Absorción :

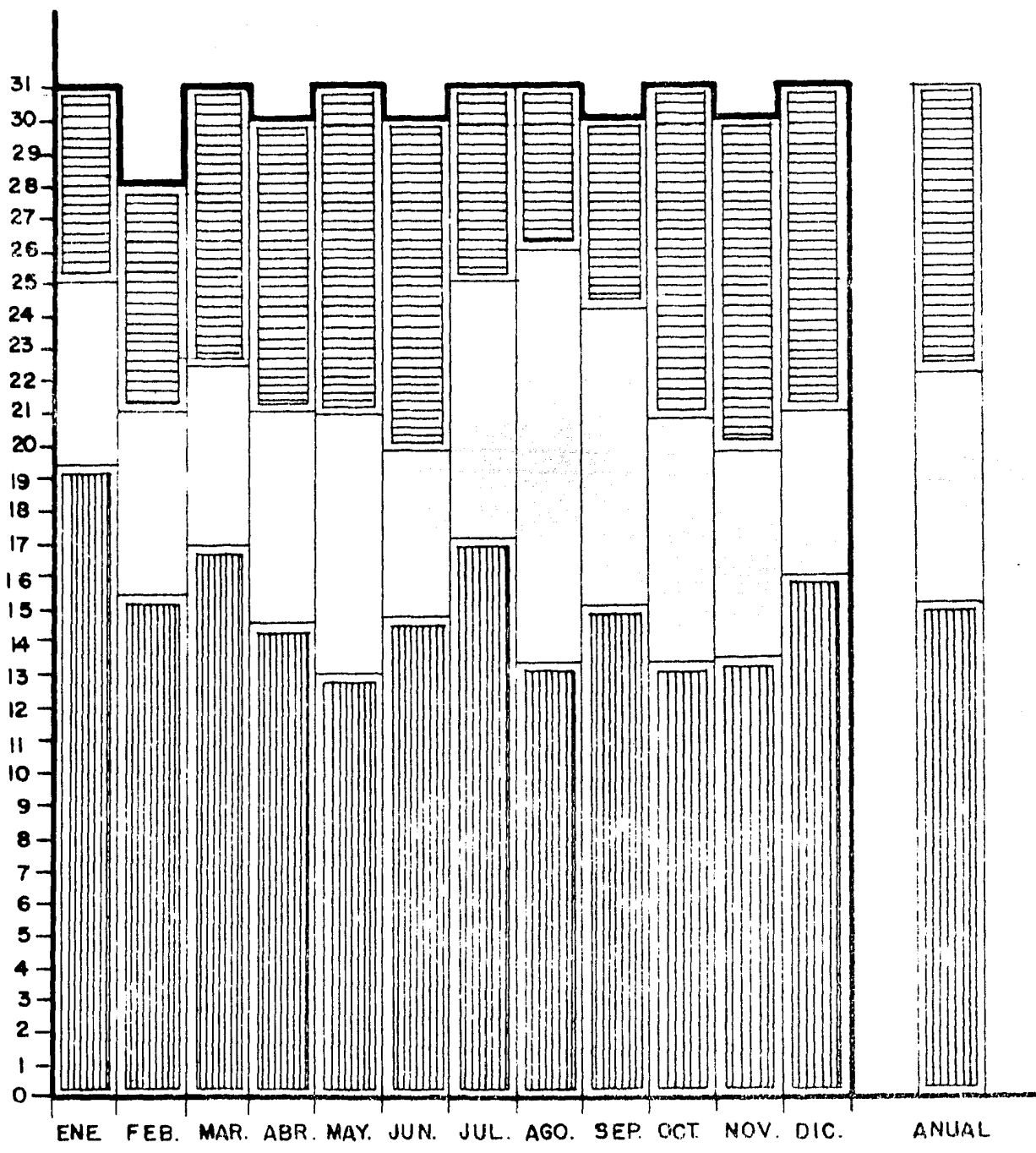
Se refiere a la absorción por los gases de la atmósfera, en especial el vapor de agua y el bióxido de carbono, la presencia de aerosoles (partículas sólidas o líquidas suspendidas) incrementa la absorción de la radiación solar.<sup>6</sup>

La tabla siguiente muestra la distribución anual de la radiación solar en  $\text{Kwh/m}^2$  - día. (TABLA N° 2)

DIAS NUBLADOS / CERRADOS 

DIAS PARCIALMENTE DESPEJADOS 

DIAS DESPEJADOS 



DISTRIBUCION ANUAL DE LA CUBIERTA DE NUBES

DISTRIBUCION ANUAL DE LA RADIACION SOLAR Kwh/m<sup>2</sup> DIA

	Radiación Global (Kwh/m <sup>2</sup> día)	Duración relativa de la insolación. (real/máx. %)	Intensidad relativa de la insolación. (real/máx. %)	Radiación global. (2) máxima (días despejados). (Kwh/m <sup>2</sup> día)	Radiación directa máxima (días despejados). (Kwh/m <sup>2</sup> día)
Enero	3.8	59	56	5.9	4.2
Febrero	4.4	58	56	6.8	5.0
Marzo	4.4	43	47	7.7	5.8
Abril	5.5	56	56	8.4	6.5
Mayo	6.1	68	62	8.7	6.6
Junio	5.5	47	50	8.8	6.7
Julio	5.5	53	53	8.7	6.7
Agosto	4.9	49	50	8.5	6.5
Septiembre	4.4	39	44	7.9	6.2
Octubre	3.8	48	50	7.1	5.3
Noviembre	3.8	54	52	6.2	4.5
Diciembre	3.8	59	56	5.7	4.0

TABLA N° 2

FUENTE:

Interpolaciones de datos obtenidos en las Estaciones de Medición Solar del Estado de Veracruz: Coatzacoalcos, Coatzintla, Cozamalooapa, Ozuluama, Pico de Orizaba.

La Radiación Global (G) definida como la suma de las componentes directa y difusa, para el plano horizontal de captación, llega a veces a ser tan intensa que rebasa el valor de la radiación extraterrestre, esto se debe a que las nubes además de difundir la radiación solar, la reflejan hacia abajo enfocandola a través de los espacios despejados que quodan entre ellas y de esta manera concentran la radiación solar global.

Lo anterior es muy importante en regiones ecuatoriales y subtropicales, donde comunmente se acostumbra subestimar la radiación solar global, arguyendo la presencia continua de nubes.

La duración del día solar en Martínez de la Torre, varia según la época del año, asi tenemos que en enero dura 11 hrs., en abril 12.5 hrs. en agosto 12.7 hrs. y en diciembre 10.8.<sup>7</sup>

Estos datos de insolación nos permiten conocer el tiempo real con que contamos para hacer trabajar nuestro sistema.



NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- (6) "Selecting optimum tilts for solar collectors of cloudiness"

Proceedings for the ises

1976 Sharing the sun

Orlando Florida

p. 35 - 40

- (7) Hernández Everardo, R. Martínez, P. Fuentes y L. Castillo.

"Factibilidad de aprovechamiento en México de la energía solar"

UNAM 1978 p. 15



**LECHE**

## 2.2.- Leche.

Para que un sistema de energía solar sea eficiente es necesario contemplar detalladamente cada uno de los elementos que estarán en relación con él, por lo que es necesario conocer las propiedades físicas y químicas de la leche así como su composición y factores que la modifican:

### 2.2.1.- Composición de la leche.

La leche se presenta como una dispersión acuosa cuyos componentes se presentan en tres formas físicas:

- a) disueltos ----- azúcares y sales
- b) emulsionados ----- grasas o lípidos
- c) coloidales ----- proteínas

Debido a su origen biológico, la leche está expuesta a variaciones por múltiples causas, como pueden ser:

1. Raza del ganado
2. Herencia
3. Salud y edad del animal
4. Tipo de alimentación
5. Período de lactancia y gestación
6. Frecuencia de la ordeña
7. Intervalo entre las ordeñas
8. Condiciones climatológicas
9. Individualidad de la vaca
- Etc.

Así observamos variaciones en la composición química de la leche producida por diferentes razas. (TABLA 3)

Aún en leches procedentes de vacas de la misma raza, e incluso de la misma vaca, observamos diferencia entre la leche de un ordeño y otro, un ejemplo de esto es la cantidad de grasa contenida en la leche durante el verano y otoño, que es mayor que en primavera e invierno. Otros factores que influyen en la cantidad de grasa es la edad y la época de lactancia.

La variación de alguno de los factores que intervienen en la composición química de la leche, se refleja en todos los factores que la componen.



COMPOSICION GRUESA DE LA LECHE DE VACAS DE DIFERENTES RAZAS (LYTHGOE)

Raza	Sólidos totales %	Sólidos no gra- sos %	Proteínas %	Grasas %	Lactosa %	Cenizas %
HOLSTEIN						
Min.	10.20	7.55	2.00	2.45	4.08	0.61
Máx.	13.96	9.61	4.03	4.60	5.20	0.84
Prom.	11.69	8.28	2.93	3.41	4.70	0.72
JERSEY						
Min.	12.43	8.13	2.79	4.20	4.10	0.64
Máx.	17.17	9.80	4.42	7.70	5.80	0.84
Prom.	14.75	9.10	3.46	5.65	4.94	0.72
SUIZA						
Min.	11.26	7.69	2.10	2.90	4.40	0.67
Máx.	16.20	10.25	5.00	5.40	5.30	0.82
Prom.	13.19	9.19	3.56	4.00	4.90	0.73
GUERNSEY						
Min.	12.15	8.00	2.26	3.80	4.46	0.69
Máx.	17.00	10.65	5.01	6.40	5.22	0.84
Prom.	14.60	9.37	3.73	5.23	4.84	0.75

COMPOSICION DETALLADA NORMAL DE LA LECHE (PROMEDIOS APROXIMADOS)  
SEGUN JENNESS DE LA UNIVERSIDAD DE MINNESOTA, EE. UU.

Constituyente	Concentración aproximada en peso, por litro de le- che.	
A. Agua	860.0 - 880.0	g
B. Lípidos (emulsionados)		
a) Grasa de leche	30.0 - 50.0	g
b) Fosfolípidos (lecitinas, cefa- linas, etc.)		0.30 g
c) Esteroles		0.10 g
d) Caratenoides	0.10 -	0.60 mg
e) Vitamina A	0.10 -	0.50 mg
f) Vitamina D		0.40 mg
g) Vitamina E		1.00 mg
h) Vitamina K		huellas
C. Proteínas (en dispersión coloidal)		
a) Caseína (fracciones $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$ )		25.00 g
b) -lactoglobulinas		3.00 g
c) $\alpha$ -lactoalbúmina		0.7 g
d) Albúmina (probablemente igual a seroalbúmina)		0.3 g
e) Euglobulina		0.3 g
f) Seudoglobulina		0.3 g
g) Otras albúminas y globulinas		1.3 g
h) Mucina		?
i) Enzimas		?
1 Catalasa		
2 Peroxidasa		
3 Xantinoxidasa		
4 Fosfatasa (ácida y alcalina)		
5 Aldolasa		
6 Amilasas ( $\alpha$ y $\beta$ )		
7 Lipasas y otras esterasas		
8 Proteasas		
9 Anhidrasa carbónica		
j) Proteínas del glóbulo graso		0.2 g
D. Substancias en solución		
a) Carbohidratos		
1 Lactosa ( $\alpha$ y $\beta$ )	45.0 -	50.0 g
2 Glucosa		50.0 mg
3 Otros azúcares		huellas
b) Sales y iones inorgánicos y orgá- nicos.		
1 Calcio (parcialmente en dispersión coloidal)		1.25 g

Constituyente	Concentración aproximada en peso, por litro de leche.
---------------	---

2	Magnesio (parcialmente en dispersión coloidal)		0.10	g
3	Fosfatos (parcialmente en dispersión coloidal como PO <sub>4</sub> )		2.10	g
4	Citratos (parcialmente en dispersión coloidal como ácido cítrico)		2.00	g
5	Sodio		0.50	g
6	Potasio		1.50	g
7	Cloruros		1.00	g
8	Bicarbonatos		0.20	g
9	Sulfatos		0.10	g
c) Vitaminas acuosolubles				
1	Tiamina		0.4	mg
2	Riboflavina		1.5	mg
3	Niacina	0.2	- 1.2	mg
4	Piridoxina		0.7	mg
5	Acido pantoténico		3.0	mg
6	Biotina		50.0	mg
7	Acido fólico		1.0	mg
8	Colina		150.0	mg
9	Vitamina B12		7.0	mg
10	Inositol		180.0	mg
11	Acido ascórbico		20.0	mg
d) Materiales nitrogenados no proteicos (como N)				
1	Amonio	2.0	- 12.0	mg
2	Urea		100.0	mg
3	Aminoácidos		3.5	mg
4	Creatina y creatinina		15.0	mg
5	Acido úrico		7.0	mg
6	Acido orótico	50.0	- 100.0	mg
7	Acido hipúrico	30.0	- 60.0	mg
8	Indican	0.3	- 2.0	mg
g) Gases				
1	Bióxido de carbono		100.0	mg
2	Oxígeno		7.5	mg
3	Nitrógeno		15.0	mg

E. Huellas de elementos (Ba, Sr, Mn, Al, Cu, Fe, I, etc.)

NOTA: Ramos Córdoba Mario.

" Leche su Producción Higiénica y Control Sanitario "

### 2.2.2.- Propiedades Físicas y Químicas de la Leche.

Aún se desconocen muchas propiedades de la leche debido a su naturaleza compleja, pero es útil conocer algunos datos que influyen en el manejo y conservación del producto, es decir, conocer sus propiedades físicas, como son:

Densidad de la leche completa	1,032
Densidad de la leche descremada	1,036
Densidad de la materia grasa	0,940
Poder calórico (por litro), calorías	700
PH	6,6-6,8
Conductibilidad eléctrica, mhos	45 X 10
Tensión superficial (dinas/cm/15°)	53
Viscosidad absoluta (15°)	0,0212-
	0,0354
Viscosidad relativa (específica)	1,6 - -
	2,15
Indice de refracción	1,35
Punto de congelación	-0,55°
Calor específico	0,93

Las propiedades físicas y químicas de la leche se ven afectadas por muchos factores (8), que repercuten en la calidad de la leche, de entre estos factores, la temperatura es muy importante, ya que afecta considerablemente el contenido natural, permitiendo la proliferación microbiana (9), a temperaturas favorables.

Para evitar esto, es necesario mantener la leche a una temperatura por debajo de los 13° C que es la temperatura crítica de conservación, rebasando ésta; se incrementa la acidéz de origen bacteriano en el producto (Ver TABLA 4).



CUENTAS BACTERIANAS DE LECHE ENFRIADA INMEDIATAMENTE DESPUES DE PRODUCIDAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS, EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO, SEGUN BRYAN.

Cuentas Bacterianas a las	Cuenta bacteriana original en millares/cm <sup>3</sup>								
	5			100			960		
	Temperatura de enfriamiento inmediato <sup>1</sup>								
	4°	10°	16°	4°	10°	16°	4°	10°	16°
5 horas	5	5	5	100	100	100	960	960	3,000
10 horas	5	5	5	100	100	132	1,000	1,000	15,000
15 horas	5	5	10	100	150	200	1,000	1,200	50,000

TABLA N° 4

FUENTE: Ramos Córdova Mario  
 " Leche su producción higiénica y control sanitario "  
 Alpura P. 20

### 2.2.3.- Influencia de la Temperatura en la Conservación de la Leche Cruda.

(Partiendo de una leche con un contenido bacteriano bajo las cifras siguientes, nos demuestran como la temperatura es importante para mejorar la calidad de la leche).

Duración de Conservación de la leche	Temperatura de Conservación		
	4° C	10° C	16° C
Fresca	4,300	4,300	4,300
24 horas	4,200	14,000	1'600,000
48 horas	4,600	128,000	33'000,000
72 horas	8,300	5'720,000	326'000,000

El número de bacterias corresponde a un ml. de leche.

(Partiendo de una leche con un tenor en bacterias importantes, la contaminación es la siguiente).

Duración de Conservación de la leche	Temperatura de Conservación		
	4° C	10° C	16° C
Fresca	137,000	137,000	137,000
24 horas	282,000	1'170,000	24'700,000
48 horas	540,000	13'700,000	640'000,000
72 horas	750,000	25'200,000	2.410'000,000

NOTAS: Se puede entonces concluir que para mantener una leche de buena calidad se requiere:

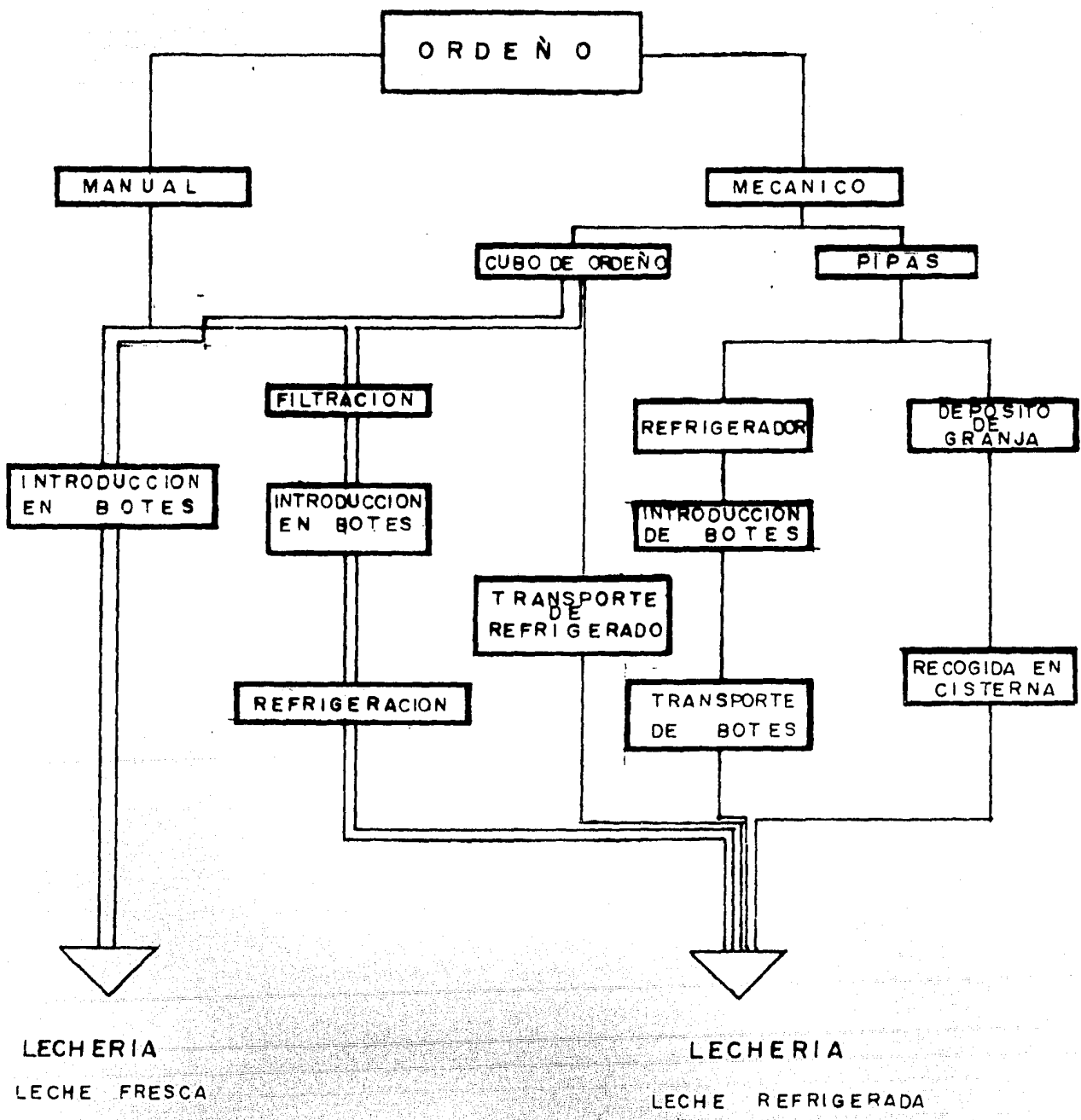
- Producir una leche limpia con un bajo contenido bacteriano.
- Enfriarla y mantenerla fría.

Observando los cuadros anteriores, vemos que, aunque la temperatura crítica de conservación es de 16°C, es conveniente enfriar la leche por debajo de los 4°C. Para un mayor tiempo de conservación, los límites reglamentarios nacionales marcan una temperatura de 10° a 12 °C, sin embargo; es conveniente mantener el producto a una temperatura cercana a los 4°C, a fin de evitar cualquier alteración de la acidez, que repercutiría en la calidad de la leche.

La finalidad de la refrigeración es conservar la calidad inicial de la leche, hasta el momento de su utilización o transformación, nunca será mejorada la calidad de la leche recogida en malas condiciones, pero evitará la proliferación bacteriana.

El equipar a las granjas con aparatos frigoríficos es uno de los objetivos primordiales de la modernización de la agricultura.

La Figura No 4 esquematiza de manera general la cadena de la leche.



CADENA DE LA LECHE

FIG. N° 4

#### 2.2.4.- Producción :

El volumen del enfriador solar estuvo determinado por los litros de producción diaria de leche por lo que debemos tomar en cuenta los siguientes datos:

- 1.- Tipo de ganado - Cebú
- 2.- Población de ganado - 33 cabezas
- 3.- Producción media diaria por vaca - 6 litros <sup>11</sup>

Lo que nos da una producción diaria de 396 litros, considerando 2 ordeñas. Esta cifra es muy baja por lo que creo conveniente conocer la producción de los demás ranchos del estado, y la República Mexicana. Lo que nos dará una visión más amplia.

Según datos oficiales del I.N.L. en 1977 se estimaba una producción total de leche en la República Mexicana de 5.7 millones lt/día. No se conoce el número exacto de vacas en producción, pero podemos tomar datos del censo más reciente 1976 (Ver TABLA 5)

Si se compara la producción anual total de millones de litros (5,907.3) con la producción o capacidad de las plantas enfriadoras y pasteurizadoras del país en el mismo año (TABLA 6), observamos una diferencia de 4,472.4 millones de litros, que no se han enfriado o pasteurizado en este año, tales cifras han aumentado considerablemente de acuerdo al aumento de las cuencas lecheras.

De estos millones de litros que no son tratados para consumirse como leche fresca, el 50% es transformado y el resto se pierde debido a falta de sistema de conservación.

Todos los millones de litros perdidos, representan el mercado potencial para un sistema de refrigeración solar, adaptado a sus necesidades, de localización, medio ambiente y economía.

Es necesario conocer la producción de leche en nuestro país para determinar el tipo de refrigeración adecuado a las necesidades de cada estado o cuenca lechera; entendiéndose por "cuenca lechera" el lugar donde se concentra una cantidad de ganado o donde se agrupan pequeños grupos. Actualmente están localizadas 11 cuencas lecheras. (TABLA 7)

La proyección de producción, nos da una idea de la importancia de incrementar los sistemas de conservación, tanto en número como en eficiencia.

Asi mismo, es también interesante conocer la producción y el rendimiento por sistemas de explotación; así vemos que en el año de 1978, el tipo de explotación con mayor rendimiento fué el de ganado estabulado, con 13,633 litros de producción nacional total de lo que se deduce, que es conveniente incrementar este tipo de explotación, como es en el caso particular de Martínez de la Torre, Veracruz, estado que en el año pasado obtuvo un rendimiento de 3,600 litros en ganado estabulado. (Ver TABLA 5)

CLASIFICACION DE LOS VIENTRES Y SU PRODUCCION POR SISTEMAS DE EXPLOTACION 1976

Vacas	N° de vientres	Producción total anual mls. de litros.	Producción media anual por vaca, - litros.	Porcentaje del total de vien- - tres.	Porcentaje de la pro- ducción -- anual.
Estabuladas	984,650	3,308.3	3,360.0	12.2	56.0
Semiestabuladas	1'601,479	706.6	441.2	20.0	12.0
De libre pastoreo	5'453,487	1,892.4	347.0	67.8	32.0
=====					
T O T A L :	8'039,616	5,907.3	734.8	100.0	100.0

TABLA N° 5

FUENTE: Estimaciones del I.N.L. S.A.G. 1976.



PLANTAS PASTEURIZADORAS EN EL PAÍS (1977)

Entidad Federativa	Número de Plantas	Producción Diaria
Aguascalientes	3	99,000
Baja California Norte	8	260,000
Coahuila	4	83,000
Chihuahua	9	224,500
Distrito Federal	12	586,650
Durango	3	77,000
Guanajuato	3	59,000
Guerrero	1	50,000
Hidalgo	5	67,500
Jalisco	5	347,000
México	37	925,100
Michoacán	1	20,000
Nayarit	1	30,000
Nuevo León	6	250,500
Puebla	6	137,000
Querétaro	5	154,300
San Luis Potosí	4	63,000
Sinaloa	5	142,000
Sonora	10	164,000
Tabasco	1	23,000
Tamaulipas	9	124,000
Tlaxcala	1	12,000
Veracruz	7	61,945
Yucatán	1	9,000
Zacatecas	1	12,000
Estados Unidos Mexicanos	148	3'981,495

TABLA N° 6

FUENTE: Estimaciones I.N.L. S.A.G.  
Distribución de la Leche.

CUENCAS LECHERAS

		Población de Ganado	Producción Anual (Mi- llones lt)
Aguascalientes	Pabellón		
	Rincón de Romos	22,206	64.9
Durango			
Coahuila	Comarca Lagunera	88,200	362.1
Chihuahua	Cuauhtemoc Jiménez Delicias	46,100	159.6
Guerrero			
Guatemala			
Guatemala	Silao León Celaya	50,025	98.5
Hidalgo	Ixmiquilpan Pachuca Tizayuca Tulancingo	27,200	72.6
Jalisco	Ciénega de Chalpa Los Altos	148,700	357.4
Edo. de México	Cuautitlán Chalco Tenango Texcoco	123,980	326.1
Querétaro	Colón San Juan del Río Villa del Marqués	37,740	103.6
Veracruz	Córdoba Jalapa Los Tuxtlá Orizaba	135,300	241.1
Puebla	Atlixco Chípilo Cholula Tehuacán San Martín	53,100	107.8
			43

De los datos anteriores deducimos que la necesidad de un enfriador de leche es muy grande y que debe buscarse una solución que no sirva únicamente para el rancho de Martín de la Torre, sino que sea posible su adaptación a otras explotaciones.

Esto se podrá lograr únicamente con la fabricación de un equipo versátil a base de módulos que pueda crecer o disminuir de acuerdo a las necesidades que se presenten. Pero sin dejar de tomar en cuenta que un sistema de energía solar se calcula individualmente para cada problema específico, por lo que cada instalación resultará completamente distinta en cuanto a cantidad y calidad de sus partes.

## NOTAS ACLARATORIAS

- (8) Factores - Raza, Edad, Época del año, Tipo ordeñas, Temperatura ambiente.
- (9) Proliferación microbiana - División del "bacterium o célula viva existente en la leche"

## NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- (10) Charles Alais  
Ciencia de la Leche  
Compañía Editorial Continental, S.A.  
México España 1971  
pp. 386 - 389
- (11) Datos obtenidos en Martínez de la Torre, promedio actual de producción diaria.

EQUIPO



### 2.3. Equipo.

Existen ciclos de refrigeración que pueden ser operados térmicamente utilizando combustibles (como gas, madera, carbón, petróleo, etc.), por medio de calentamiento eléctrico (resistencias) o simplemente con agua caliente o vapor. <sup>12</sup>

Dentro de los ciclos operados térmicamente se encuentra la refrigeración por absorción.

La utilización de la energía solar como fuente térmica para operar máquinas frigoríficas por absorción es otra posibilidad a considerar, ya que utilizandola podemos calentar agua u otro solvente, que se encuentre dentro de un captador solar y así resolver, total o parcialmente el problema energético que se presenta en varias regiones aisladas del país y en particular el problema de conservación de la leche.

Antes de ahondar en detalles de esta posible solución, mencionare el principio en que se basa la máquina de absorción.

#### 2.3.1

El Principio de Funcionamiento:

Las máquinas frigoríficas a absorción están basadas en la propiedad que poseen ciertas sustancias (ex. agua) de absorber grandes volúmenes de refrigerante (ex. amoníaco) a baja temperatura, y restituir éste bajo efecto del calor. <sup>13</sup>

El ciclo de funcionamiento puede ser continuo si el calentamiento no se interrumpe y "periódico" o "intermitente" cuando el calentamiento y la producción de frío no son simultáneas. Durante el período de calentamiento, no hay refrigeración, es decir que la máquina funcionará según una sucesión alternada de ciclos de calentamiento y de producción frigorífica. <sup>14</sup>



El amoníaco como refrigerante y el agua como absorbente (solvente), utilizado en las máquinas a absorción, no son los únicos que pueden ser usados, pero sin embargo, son los más utilizados, debido a sus propiedades y bajo costo comparativamente a otros sistemas refrigerante-absorbente. <sup>15</sup>

### 2.3.2

#### Descripción del ciclo.-

El agua que contiene el amoníaco se llama solución; su contenido en amoníaco o concentración, se expresa generalmente en por ciento del peso de la solución. Por ejemplo, cuando se dice que una solución tiene una concentración del 45%, quiere decir que 1 kg de esta solución contiene 450 g de amoníaco disuelto.

La cantidad de gas amoníaco absorbida es función directa de la presión y función inversa de la temperatura. La

disminución de la temperatura y la aumentación de la presión favorecen la liberación del amoníaco gaseoso, la concentración o la riqueza en gas de esta solución varía considerablemente según las condiciones de presión y de temperatura localizadas en los diversos puntos del circuito de la máquina, de ahí la denominación de "solución pobre" y "solución rica" que serán constantemente empleadas en el diseño. <sup>16</sup>

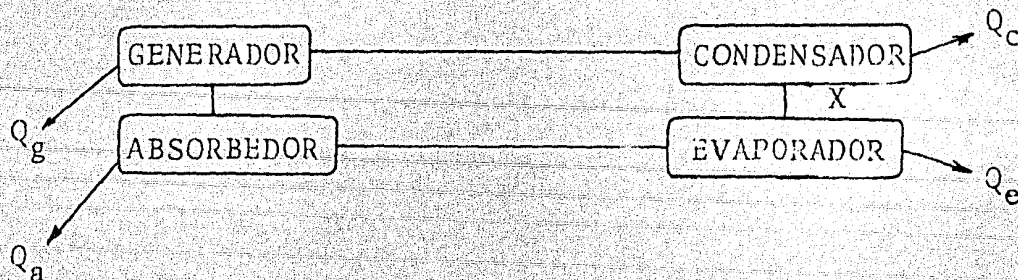
Por ejemplo, a 20° C, la concentración que es del 33.95 % bajo la presión de una atmósfera, pasa a 56.7 % a 4 atmósferas para la misma temperatura.

A 100° C, la concentración que es del 6 % a la presión de 2 kg/cm<sup>2</sup> pasa a 34.50 % bajo la presión de 12 kg/cm<sup>2</sup>.

Como un último ejemplo, la riqueza de la solución en el generador (\*) a 120° C y 12 kg/cm<sup>2</sup> es del 25 %; en el absorbedor a 30° C es con 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, es de 34.3 %.

Sobre estas variaciones de la concentración de la solución amoniacal está basada la máquina frigorífica a absorción. <sup>17</sup>

El ciclo básico de refrigeración a absorción está constituido por cuatro partes fundamentales: un generador, un condensador, un evaporador y un absorbedor.



\* Generador.- Cuerpo donde se calienta la solución. Toda máquina capaz de producir energía o transformarla.

### 2.3.3

#### Ciclo Básico de Refrigeración a Absorción.

La "solución rica" es introducida en el generador en donde es calentada, suministrando una cantidad de calor  $Q_g$ . El refrigerante se selecciona más volátil que el absorbente con el objeto de que vaporice preferencialmente.

Los vapores del refrigerante son licuados (cambio de fase, de gaseosa a líquida), en el condensador por medio de enfriamiento, disipando una cantidad de calor  $Q_c$ . A la salida del condensador, el refrigerante es expandido (cambio de fase líquida a gaseosa) en el evaporador, en donde se evapora, absorbiendo  $Q_e$  unidades térmicas, las cuales son tomadas del medio exterior. Es en este momento que tiene lugar la producción de frío, debido a que la mayoría de los refrigerantes tienen temperaturas de ebullición muy bajas. A la salida del evaporador, los vapores son absorbidos en la solución pobre, contenida en el absorbedor, en donde se disipan  $Q_a$  calorías. En el absorbedor se regenera la solución inicial (solución rica) y de esta manera se <sup>(ó, v. e. l. i. e. n. t. e.)</sup> cierra el ciclo y se continúa otro.<sup>18</sup>

El Balance Térmico queda definido como: calor introducido igual a calor extraído, o bien:

$$Q_a + Q_e = Q_c + Q_g$$

Básicamente las condiciones de funcionamiento de un refrigerador por absorción depende de la relación del sistema refrigerante-absorbente. (\*)

(\*) Se utilizará el sistema amoníaco-agua porque la potencia frigorífica del amoníaco es comparativamente más elevada que la del agua y por su gran capacidad de absorción y - bajo costo. Este sistema tiene un alto rendimiento. Este y otros factores han provocado su gran desarrollo a escaleamiento, tanto doméstico como industrial.

Para utilizar la energía solar debe tomarse en cuenta que la refrigeración solar debe ser tecnológicamente simple, autónoma y de bajo costo; siendo indudablemente compatible con el ciclo diario solar. Estas condiciones nos conducen a utilizar colectores solares planos ordinarios como fuente térmica para las instalaciones frigoríficas. La temperatura máxima alcanzada en estos dispositivos es del orden de 80° C. <sup>19</sup>

En cuanto se refiere al tipo de funcionamiento; el funcionamiento continuo puede asegurarse con un almacenamiento térmico; ya sea adecuado el refrigerante condensado o utilizando una fuente auxiliar de energía.

Para el presente proyecto se ha seleccionado el funcionamiento continuo.

# **MATERIALES**



## Materiales.

Los materiales para fabricar el equipo estarán determinados, en primera instancia por, el tipo de elemento con que estén en contacto (leche, amoníaco, agua, salmuera, etc.) y la forma en que los afecten, y en segundo, por sus procesos de transformación y su economía.

### 3.1 Equipo Lechero.-

El diseño y empleo del equipo lechero influye ampliamente sobre las propiedades físicas y químicas de la leche, por lo que deben tomarse en cuenta factores tales como la agitación, las temperaturas, las presiones y, lo más importante, el contacto con diversos materiales.<sup>20</sup>

La elección de los materiales que han de estar en contacto directo con la leche es de gran importancia, no solamente en cuanto a su durabilidad, sino en cuanto al sabor de los productos lecheros, la leche es tan sensible a cambios de sabor que mínimas cantidades de algún metal, ya disueltas, ocasionan sabores extraños.

Basándose en estudios minuciosos, se ha llegado a saber cuales son los metales más indicados para su uso diario en la industria lechera; teniendo en cuenta sus efectos sobre el sabor, su toxicidad, su durabilidad, su influencia sobre transmisión de calor y su facilidad de manejo y costo.

### Materiales Disponibles.-

Aluminio, acero inoxidable, lámina galvanizada.



## Aluminio:

Es un metal disponible en la industria lechera, debido a su extrema ligereza, ya que se presta a toda clase de formas, muchos utensilios pequeños empleados en la industria lechera, se construyen a base de este material, sin embargo, su uso se limita por el hecho de que se mancha o corroe, con la aplicación de limpiadores y esterilizadores alcalinos, por lo que se debe emplear un limpiador especial en toda la planta donde se use aluminio, lo que es muy caro.

Otra cosa muy importante a considerar, es que la resistencia mecánica del aluminio es pobre, por lo que no puede repararse fácilmente en caso de una fuga. El aluminio no afecta notablemente el sabor de la leche.

La conductividad térmica del aluminio puro es 2.2 watt/cm °C. (21)

## Acero Inoxidable:

Es el más usado en la fabricación de equipos lecheros modernos, ya que es el más satisfactorio desde el punto de vista de protección del sabor.

Existen varios tipos de aleaciones de acero inoxidable, pero las más usadas son las que contienen un 18 % de cromo y 8 % de níquel, los nombres que reciben estas aleaciones son:

- a) Allegheny
- b) Enduro KA 2
- c) Rezital KH 2

Con estas aleaciones se han logrado progresos en la fabricación del equipo lechero, puesto que son menos duros que el metal puro, se estiran bien, forman excelentes juntas, son casi insolubles en la leche, se limpian fácilmente y tienen una presentación inmejorable. Sin embargo, su costo es muy elevado y no son fácilmente adquiribles en nuestro país.

Existen varios tipos de acabado de las láminas de acero inoxidable, pero el acabado número 4 es el más deseado para la industria lechera, principalmente para recubrimientos de tanques de almacenamiento, ya que es muy blando; se limpia fácilmente y es muy resistente a raspaduras.

No se recomienda usar el acero inoxidable en contacto con la salmuera, sin embargo, existen aleaciones (tipo 304 con 0.08 de carbón) que permiten el contacto con la salmuera, sin que se presente la corrosión.

#### Lámina Galvanizada:

El galvanizado es un recubrimiento de Zinc usado para proteger laminado de hierro (lámina negra) o acero de bajo carbón, del deterioro atmosférico.<sup>22</sup>

Este recubrimiento es barato y su aspecto es bueno cuando se le añade estaño y aluminio (efecto de estrellado).

Tiene el inconveniente de que por usar lámina negra no se tiene mucha flexibilidad, ni es tan ductil como el aluminio, sin embargo, es recomendable usar en objetos prácticos (cubetas, botes).

## Plásticos.-

El uso de los plásticos en la industria lechera, se ha visto limitado hasta hoy por los sabores indeseables que transmiten a la leche y por la falta de equipos eficientes para su limpieza. <sup>23</sup>

Es por esto que se usan únicamente en envases de un sólo uso (desechables) o para tapas de botes.

Debido a las propiedades mencionadas anteriormente, y a las tablas 8, 9 y 10, podremos sacar nuestras conclusiones.

Puesto que no tendremos ningún material en contacto con la salmuera; el más recomendado es el acero inoxidable.

COMPOSICION APROXIMADA DE METALES USADOS EN LA INDUSTRIA LECHERA

NOMBRE DEL METAL	P O R C E N T A J E										
	cobre	niquel	zinc	estaño	plomo	hierro	chromo	silicones	manganeso	carbón	varios
Cobre	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Plata alemana	72	18	10	--	--	--	--	--	--	--	--
Monel	28	67	--	--	--	+	--	--	+	--	--
Ambrac	75	20	5	--	--	--	--	--	--	--	--
Bronce	85	--	2	9	4	--	--	--	--	--	--
Waukesha	55	--	28	+	--	+	--	--	+	--	--
Niquel bronce	65	20	5	5	5	--	--	--	--	--	--
Niquel	--	99	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Soldadura	--	--	--	50	50	--	--	--	--	--	--
Ascoloy	--	--	--	--	--	83-87	12-16	0.5	0.5	0.1	+
Endura A	--	0.25	--	--	--	81.5-	16-18	0.5+	0.5	0.1	+
						83.5					
Allegheny	--	8-10	--	--	--	69-74	17-20	0.5-	0.5-	0.1	+
Enduro Nirosta KA2	--	7-10	--	--	--	68-75	16.5-20	Debajo	Debajo	Debajo	+
								0.75	0.5	0.16	

TABLA N° 8

FUENTE: Ingeniería para la Industria Lechera.

PROPIEDADES FISICAS DE PRODUCTOS LECHEROS Y DE MATERIALES  
EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA LECHERA

	Calor Específico	Gravedad Específica
	B.t.u./lb./°F.	
Aire	0.243	0.0012
Aluminio	0.218	2.56
Crema	0.56	0.86-0.87
Quezo (Cheddar)	0.64	
Cobre	0.093	8.93-8.95
Leche evaporada 50° F.	0.92	1.0662
Crema al 40 %	0.58-1.105*	0.995
Gelatina		1.27
Helado mezclado	0.80	1.06-1.09
Hierro	0.119	7.85-7.88
Níquel	0.109	8.60-8.90
Leche condensada	0.94	1.16
Leche descremada	0.95	1.037
Azúcar	0.27	1.61
Agua	1.00	1.00
Vapor a 212° F.	0.47	0.000596
Leche entera	0.93-0.94	1.028-1.035
Madera (encino)	0.42	0.60-0.90

TABLA N° 9

FUENTE: Ingeniería para la Industria Lechera.

p. 1



COMPARACION DE MATERIALES (LECHE)

Materiales	No afecta el sabor de la leche	Facilidad de Fabricación	Resistencia a la corrosión	Facilidad de limpieza	Costo
Cobre Galvanizado	5	6	4	4	1
Niquel	3	4	3	3	4
Aluminio	2	2	5	5	3
Acero Inoxidable	1	3	1	1	5
Lámina Galvanizada	4	5	2	2	2
Plásticos	6	1	6	6	6

TABLA N° 10

- 1.- Excelente
- 2.- Muy Bueno
- 3.- Bueno
- 4.- Regular
- 5.- Malo
- 6.- No Recomendado



### 3.2 Captador Solar.

El objeto mencionado consta de 4 partes fundamentales, con distintas funciones, en las que los materiales son de gran importancia; en la figura siguiente podemos observar la configuración típica de un colector solar de tipo plano.

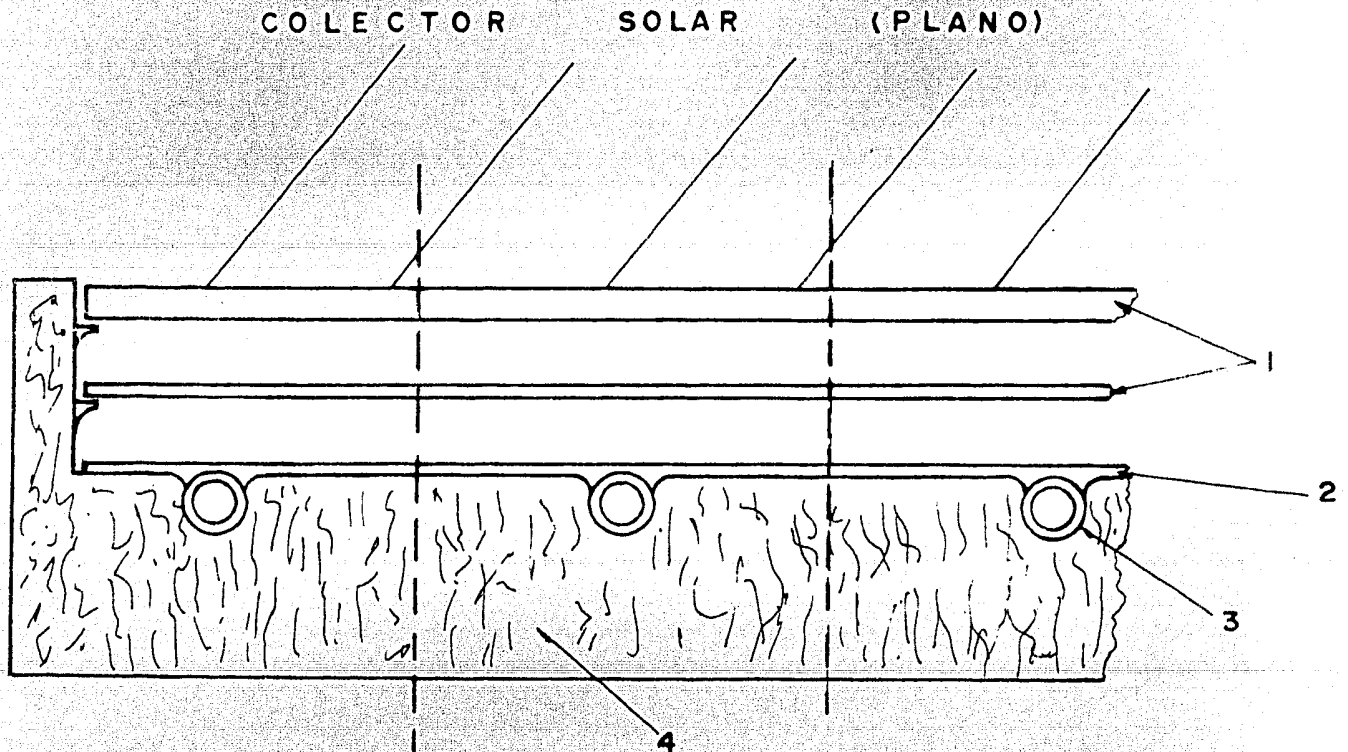


FIG. Nº 4

1.- Cubiertas, 2.- Superficie, 3.- Tubos de circulación fluidos, 4.- Aislante térmico.

#### 1.- Cubiertas.-

Función: Absorber la mayor radiación solar posible (difusa + directa), y tener las menores pérdidas por convección.

Materiales propuestos: A.- Vidrio  
B.- Plástico (acrílico)

## 2.- Superficies absorbentes.-

Función: Captar y absorber la energía solar.

Propiedades deseadas.- Alta conductividad térmica, resistencia a la corrosión, bajo peso, bajo costo, facilidad de transformación.

Materiales propuestos: Cobre  
Fierro galvanizado  
Acero inoxidable  
Aluminio

De la tabla 9 y 11, se puede determinar que el cobre es el más recomendado, pero es importante recordar que su proceso de transformación no es fácil. Por lo que es conveniente tomar en cuenta otros materiales como el Aluminio.

## 3.- Tubos de circulación.-

Función: Conducir líquido de calentamiento (agua) y transmitirle el calor de las placas o superficies absorbentes.

Materiales disponibles: Los mismos que las placas, ver tabla 11.  
Los tubos recomendados a usar serán de cobre.

COMPARACION MATERIALES (CAPTADOR SOLAR)

M A T E R I A L E S	Conductividad Térmica		CUBIERTAS			
	watts/cm	°C	Resistencia Corrosión Líquidos H2O	Facilidad de Trans- formación	Bajo Peso	Bajo Costo
Cobre	3.81	1	1	3	2	3
Fierro galvanizado	0.69	3	3	2	4	2
Acero inoxidable	0.17	4	1	4	3	4
Aluminio	2.07	2	2	1	1	1

TABLA N° 11

FUENTE: Yovanovich M. Michail (Sc D. Mit)  
Advanced Heat Conduction.

- 1.- Excelente
- 2.- Muy Bueno
- 3.- Bueno
- 4.- No Recomendable

#### 4.- Aislantes.-

Función: Impedir pérdidas térmicas por transferencia de calor.

Materiales disponibles: Poliuretano (espumado), Fibra de vidrio, Poliestireno (expandido), Lana Mineral, Fibras naturales, (henequén, bagazo de caña).

En conclusión de las tablas 12 y 13 tenemos que los aislantes más convenientes son el Poliuretano o el henequén.



PROPIEDADES AISLANTES

M A T E R I A L	Conductividad Térmica watts/M °K X 10 <sup>2</sup>	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Temperatura de Operación Máxima	Duración Años
Poliuretano	1.86 - 2.09	0.016-0.030	120° C	2 a 3
Poliestireno	3.35 - 3.72	0.030	60-71° C	+ de 10
Fibra de vidrio	3.55	0.032	232° C	Larga Duración
Lana Mineral (fieltro)	3.84 - 4.19	.151-.316	-----	Larga Duración
Henequén	4.38	.20	100° C	Larga Duración

TABLA N° 12

FUENTE: Mac Adams William H.  
Heat Transmission.  
Mc Graw Hill p. 445-447

TABLA COMPARATIVA AISLANTES

M A T E R I A L E S	Baja Conduc-tividad Térmica.	Resistente a altas Tempe-raturas.	Duración	Bajo Peso	Bajo Costo	Facilidad de Transformación.
Poliuretano	1	2	3	1	2	1
Poliestireno	2	4	2	2	3	3
Fibra de vidrio	3	1	1	3	5	2
Lana Mineral	4	-	1	4	4	4
Henequén	5	3	1	5	1	1

TABLA N° 13

- 1.- Excelente
- 2.- Muy Bueno
- 3.- Bueno
- 4.- Regular
- 5.- No Recomendable



### 3.3 Equipo de Refrigeración.

El equipo de refrigeración está compuesto principalmente de condensadores e intercambiadores de calor, que en la mayoría de los casos trabajan a alta presión, por lo que el material adecuado es el acero, que además de su resistencia a la presión, resiste elementos corrosivos como el gas de amoníaco.

En la tabla 14, podemos observar las dimensiones y datos de tubos para condensadores e intercambiadores de calor.

Dentro del equipo de refrigeración, específicamente en el evaporador, es necesario usar otro material, debido a que en ese lugar tendremos una salmuera.

Los materiales recomendados a usarse en contacto con la salmuera son:

El Acero Inoxidable.

Aleación tipo (40 Ni-21, Cr, 3 Mo, 1.5 Cu, Fe).

El Níquel.

Aleaciones de cobre y níquel con 30% de níquel.

Titanium.

Zirconium.

De los anteriores el más indicado es el Acero Inoxidable debido a su costo y facilidad de obtención, así como de transformación.

DATOS DE TUBOS PARA CONDENSADORES E INTERCAMBIADORES DE CALOR

Tubo DE, plg	Espesor de la pared, BWG	DI, plg	Area de flujo X tubo plg <sup>2</sup>	Superficie por pie lin. pies <sup>2</sup>		Peso por pie lineal, lb, de acero.	
				Exterior	Interior		
1/2	12	0.109	0.282	0.0625	0.1309	0.0748	0.493
	14	0.083	0.334	0.0876		0.0876	0.403
	16	0.065	0.370	0.1076		0.0969	0.329
	18	0.049	0.402	0.127		0.1052	0.258
	20	0.035	0.430	0.145		0.1125	0.190
3/4	10	0.134	0.482	0.182	0.1963	0.1263	0.965
	11	0.120	0.510	0.204		0.1335	0.884
	12	0.109	0.532	0.223		0.1393	0.817
	13	0.095	0.560	0.247		0.1466	0.727
	14	0.083	0.584	0.268		0.1529	0.647
	15	0.072	0.606	0.289		0.1587	0.571
	16	0.065	0.620	0.302		0.1623	0.520
	17	0.058	0.634	0.314		0.1660	0.469
	18	0.049	0.652	0.334		0.1707	0.401
1	8	0.165	0.670	0.355	0.2618	0.1754	1.61
	9	0.148	0.704	0.389		0.1843	1.47
	10	0.134	0.732	0.421		0.1916	1.36
	11	0.120	0.760	0.455		0.1990	1.23
	12	0.109	0.782	0.479		0.2048	1.14
	13	0.095	0.810	0.515		0.2121	1.00
	14	0.083	0.834	0.546		0.2183	0.890
	15	0.072	0.856	0.576		0.2241	0.781
	16	0.065	0.870	0.594		0.2277	0.710
	17	0.058	0.884	0.613		0.2314	0.639
1-1/4	8	0.165	0.920	0.665	0.3271	0.2409	2.09
	9	0.148	0.954	0.714		0.2498	1.91
	10	0.134	0.982	0.757		0.2572	1.75
	11	0.120	1.01	0.800		0.2644	1.58
	12	0.109	1.03	0.836		0.2701	1.45
	13	0.095	1.06	0.884		0.2775	1.28
	14	0.083	1.08	0.923		0.2839	1.13
	15	0.072	1.11	0.960		0.2896	0.991
	16	0.065	1.12	0.985		0.2932	0.900
	17	0.058	1.13	1.01		0.2969	0.808
1-1/2	8	0.165	1.17	1.075	0.3925	0.3063	2.57
	9	0.148	1.20	1.14		0.3152	2.34
	10	0.134	1.23	1.19		0.3225	2.14
	11	0.120	1.26	1.25		0.3299	1.98
	12	0.109	1.28	1.29		0.3356	1.77
	13	0.095	1.31	1.35		0.3430	1.56
	14	0.083	1.33	1.40		0.3492	1.37
	15	0.072	1.36	1.44		0.3555	1.20
	16	0.065	1.37	1.47		0.3587	1.09
	17	0.058	1.38	1.50		0.3623	0.978
18	0.049	1.40	1.54		0.3670	0.831	

Condiciones Materiales:

en contacto  
con

Acero Inoxidable o Aluminio	-----	Leche
Acero-Hierro	-----	Amoniaco
Acero Inoxidable o Niquel	-----	Salmuera
Cobre - Aluminio	-----	Agua
Cobre - Aluminio	-----	Energia Solar

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- (20) A.W. Ferral  
Ingeniería para la Industria Lechera  
Edit. Herrero  
1966 2° Edición  
pp. 1 - 6
- (21) Kern Donald Q  
Procesos de transferencia de calor  
C.E.C.S.A. 1972  
p. 903
- (22) Begeman Myron L.  
Amsteza B. H.  
Procesos de Fabricación  
7° Edic. C.E.C.S.A.  
p. 328
- (23) Simonds Herbert R.  
Church James M.  
Plásticos Formulación y Moldeo  
p. 82
- (24) Fabricantes y distribuidores de Detergentes y  
Bactericidas  
ORSA, S.A. Desinfectantes  
Asesoría Dr. Sánchez de Lara
- (25) R.W. Allen, F.H. Morse and S.L. Sargent  
Optimization study of solar Absorption air  
conditioning sistemas.  
University of Maryland 1974  
P. 21

## ANALISIS Y EVALUACION



## ANALISIS Y EVALUACION

### Ponderación de Factores .

Necesidad - Enfriamiento y conservación de leche durante un período de ocho horas .

Capacidad - 2 ordeñas de 200 lts. c/u.o sea 400 lts.

Temperaturas- Temperatura inicial 40 °C y enfriamiento inmediato a 4 °C. y conservación por 8 hrs. debajo de 13°C .

Localización- Martínez de la Torre, Veracruz

Principios Económicos- Carencia de energía eléctrica y Comunicaciones rápidas .

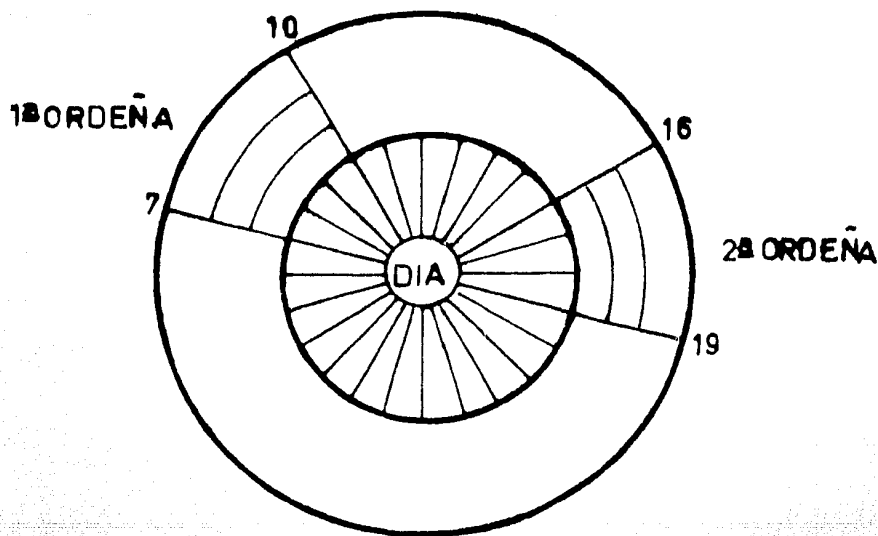
Sistemas Actuales de refrigeración - que pueden operar sin energía eléctrica .

### Soluciones posibles.

Utilización de Energía solar para reemplazar energía eléctrica , acoplándola a un sistema de refrigeración por absorción, para lograr esto hay que considerar datos de insolación y ver si se acoplan a nuestras necesidades de enfriamiento, de acuerdo a la producción de leche, es necesario considerar que las ordeñas son de la siete a las diez de la mañana, la 1a. y de cuatro a siete la 2a. de lo 71



anterior tenemos que nuestra gráfica de tiempo quedaría así



Tomando en cuenta lo anterior debemos buscar un sistema de refrigeración capaz de enfriar la leche de las dos ordeñas, por medio de una fuente que no sea la energía eléctrica, una posible solución es la energía solar acoplada al ciclo de absorción .

Los equipos de refrigeración por absorción no son una novedad, desde 1826 fueron dados a conocer en Francia por su inventor Froncois Carré .

Los aparatos de absorción no son muy utilizados en la pequeña refrigeración automática (Comercial), debido a que la aparente simplicidad de su funcionamiento, ha propiciado que ciertas firmas estudien someramente los principios y obtengan un resultado no satisfactorio . La razón de estos fracasos no es el principio mismo, pero estos casos son los que han desacreditado a todas las máquinas de absorción .

El desarrollo de los refrigeradores de absorción

se ha dado a nivel Industrial, a pesar de los prejuicios existentes; debido a la factibilidad de recuperación gratuita del calor producido por el funcionamiento de una máquina de absorción. Si agregamos a esto que al remplazar el motor eléctrico y el compresor, por un circuito cerrado, se obtiene una simplificación en la fabricación y funcionamiento, que resultan en un costo más bajo de fabricación con un rendimiento igual, no podemos más que esperar muy pronto el advenimiento de este sistema .

Actualmente existen firmas serias que han desarrollado sistemas de refrigeración por absorción a nivel comercial, la más conocida es la máquina electrolux, que es aceptada mundialmente.

El esquema de funcionamiento (Fig.13-A), es muy parecido al esquema del principio general, (Fig.13-B) salvo algunos cambios propios del equipo, esta semejanza se observa en todos los sistemas existentes debido a que el principio es el mismo (Ver pag.35) .

Todas estas máquinas trabajan por medio de una fuente térmica cualesquiera que sea, de ahí la factibilidad de integrarles un colector solar como fuente de poder .

Los intentos de lograr esto, hasta hoy han quedado impreso en papel o en el mejor de los casos en modelos experimentales a nivel de laboratorio, es indispensable tratar de aplicar esta solución a problemas reales, y fabricar prototipos que nos permitan conocer más

tangiblemente los problemas del equipo y posibles soluciones .

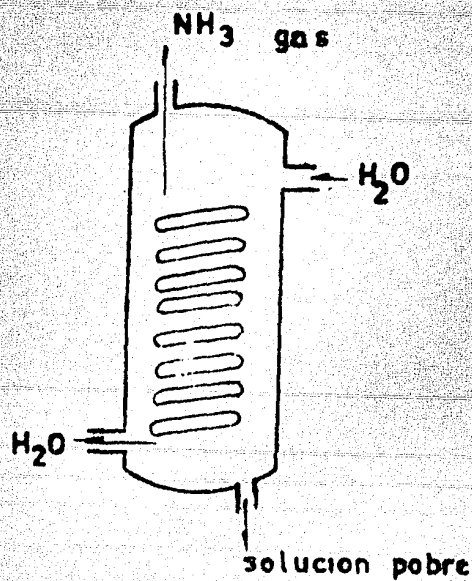
Mi objetivo en este trabajo como diseñador industrial es proponer soluciones que respetando los cálculos y principios de funcionamiento del sistema, resuelvan los problemas de fabricación, distribución, mantenimiento, ergonomía y factibilidad económica de la mejor manera posible.

Para lograr esto, es necesario tomar en cuenta los factores que determinan el buen funcionamiento y la Geometría de cada una de las partes del refrigerador.

## GENERADOR

Definición: Que engendra o da origen .

Descripción : Recipiente cilíndrico, con tapas desmontables en los extremos, con ductos para entradas y salidas laterales superiores e inferiores . Cuenta con un serpentín en su interior .





Uso : Contenedor de solución rica  $\text{NH}_3 + \text{H}_2 \text{O}$  que sirve para calentar y separar sus componentes .

Funcionamiento: Dentro del recipiente cilíndrico se encuentra una solución rica de  $\text{NH}_3$ , al pasar agua caliente por el serpentín interior, la solución se calienta y el amoníaco se libera en estado gaseoso, a medida que esto pasa, la solución se empobrece y aumenta la presión, entonces el generador vuelve a enriquecerse poco a poco hasta llegar al estado inicial .

Objetivo: Separar la solución por calentamiento y ~~evitar~~ pérdidas térmicas .



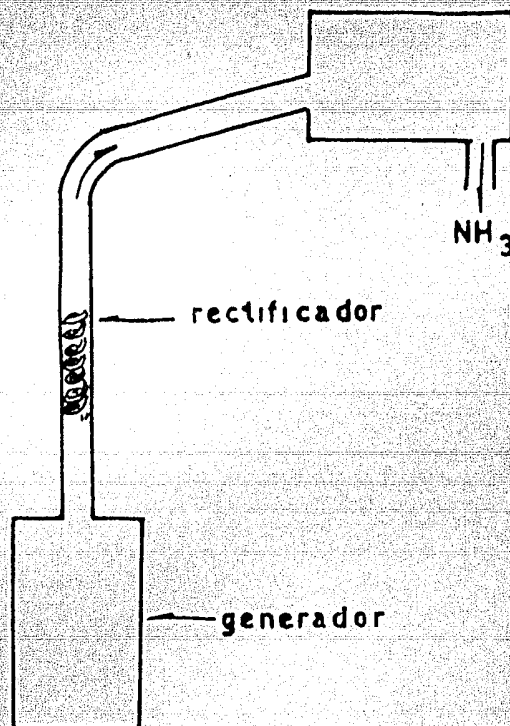
## RECTIFICADOR

Definición: Que corrige

Descripción: Tubo que en su interior presenta un obstáculo al paso de los gases.

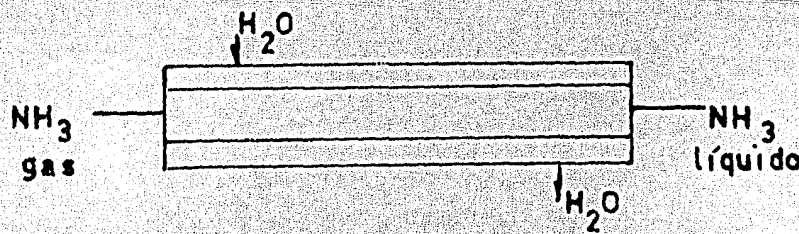
Función: Provocar la condensación de las burbujas de vapor de agua que son arrastrada por el gas de amoniaco .

Objetivo: Separar el vapor de agua del amoniaco gaseoso



## CONDENSADOR

- Definición:** Que provoca el cambio del estado gaseoso al líquido .
- Descripción:** Intercambiador de calor de tubos paralelos en uno circula agua y en otro amoniaco .
- Función:** Lograr la condensación por medio de cesación de calor por parte del gas amoniacal, al aire exterior por una corriente de agua .
- Objetivo:** Cambiar el estado físico del amoniaco de gaseoso al líquido .



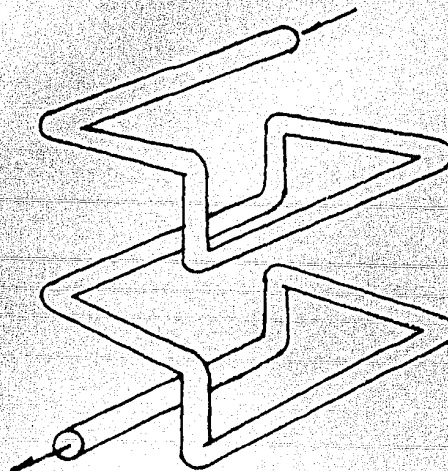
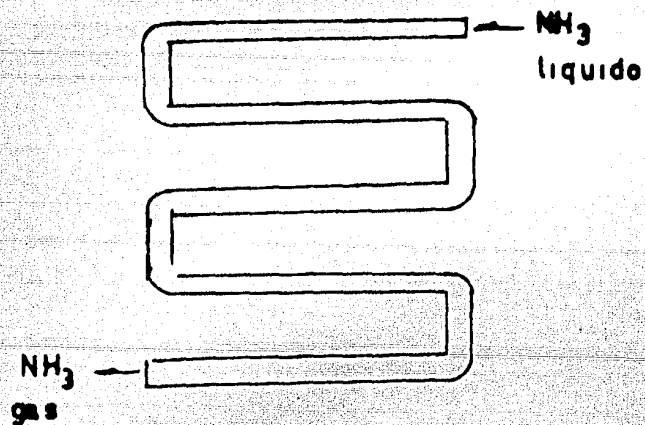
## EVAPORADOR

Definición: Que produce vapor .

Descripción: Serpentin por donde circula el amoniaco liquido

Función: Al circular el amoniaco liquido por un serpentin, absorbe calor del medio que lo rodea, provocando su evaporación y el enfriamiento del medio que lo circunda .

Objetivo: Evaporar el amoniaco por la extracción del calor del medio ambiente produciendo frio .



Serpentin

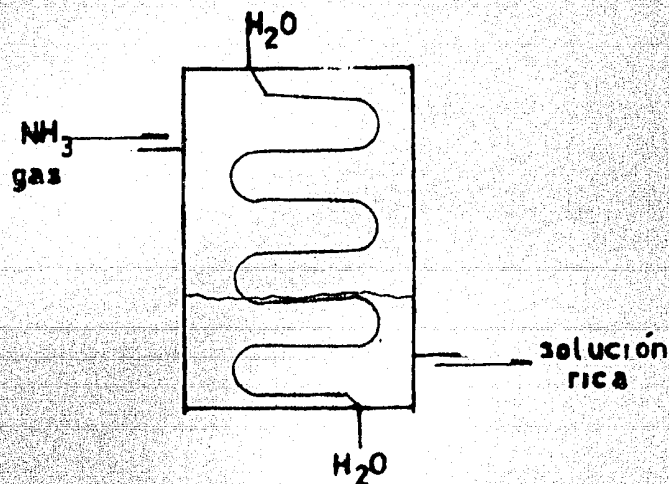
## ABSORBEDOR

**Definición:** Que absorbe .

**Uso:** Recipiente donde el amoniaco gaseoso debe incorporarse o absorberse nuevamente al agua para poder volver a evaporarse .

**Función:** Dicho órgano debe incorporar el amoniaco evaporado al agua, para lo que debe contener una solución pobre, (de amoniaco-agua ) fria que atraiga al amoniaco gaseoso, es necesario mantener fria esta solución para el mejor funcionamiento de la absorción por lo que es necesario eliminar el calor de absorción .

**Objetivo:** Restituir el amoniaco gaseoso al agua .



## INTERCAMBIADORES

Esta parte mecánica insertada entre el absorbedor y la caldera, tiene como fin economizar energía .

**Función:** La solución rica, debe ser calentada, en un generador para poder liberar amoniaca,, por otro lado la solución pobre, debe ser enfriada para estar en condiciones de absorber los vapores de  $\text{NH}_3$  procedentes del evaporador y enriquecerse . Por eso es útil que la solución pobre que sale del generador, y que está caliente ceda su calor a la solución rica que sale del absorbedor y que debe calentarse . Por eso el sistema que usa es el contracorriente .

**Objetivo:** Que la solución rica llega al generador habiendo adquirido calor y la solución pobre llega al absorbedor habiendo perdido calor .



Consta de una cubierta de vidrio, una superficie colectora y tubos de conducción de agua. (Fig. 5, Pág. 60).

Las temperaturas máximas obtenidas con estos colectores varían de ochenta y cinco grados centígrados a cien grados centígrados y son función de las propiedades ópticas de los materiales utilizados.

Función: Dentro de los tubos circula un líquido ( $H_2O$ ) que absorbe calor de las láminas o cuerpos negros que han sido insolados, estas láminas están casi siempre soldadas a los tubos, por efecto de conductividad térmica, encima de estas láminas y separados por una capa de aire, se encuentran las cubiertas que casi siempre son de vidrio.

Principio de invernadero.- El cual utiliza una superficie transparente a los rayos solares y opaca a los rayos,

terrestres, Ejemplo : Vidrio

Como el objetivo del colector es calentar agua u otro liquido, podemos conectar esta salida de agua caliente al generador (Del equipo de refrigeración ya mencionado ).

Es necesario tomar en cuenta todos los factores meteorológicos del lugar donde se pondrá este colector, para poder asegurar su funcionamiento (Ver pag. 12 ) .

Los factores a considerar para el diseño de un colector solar son:

- Materiales adecuados .
- Procesos de fabricación accesibles en México
- Aislamiento efectivo para evitar pérdida de calor .
- Modulación de colectores que permitan cubrir diferentes áreas .
- Formas de conexión (Paralelo o en serie ) para mejor funcionamiento .

## NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- (12) Degoix Piere  
Los Armoires Frigorifiques a absorption  
Girardot - 1950  
p. 14
- (13) Ibid. P. 17
- (14) Ibidem p.p. 29 - 30
- (15) R. K. Swartman  
Comparison of Ammonia and Ammonia - Sodium  
thiocynante in a solar Refrigeration System.  
P.p. 2 - 8 F - 5
- (16) Alvarez Ojea E.  
Refrigeración por Absorción  
Editorial Bell, S. A. p.p. 29 - 30
- (17) Ibid p. 32
- (18) Techniques de L'ingenieur  
Notice B. 555  
Production du Froid  
p.p. 4 - 9
- (19) Solar Heating and Cooling  
p.p. 57 - 79  
C.E.C.S.A.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El equipo de refrigeración está calculado para enfriar 350 Kg. de salmuera la cual será utilizada para enfriar 400 litros de leche entera, repartidos en dos ordeñadas de 200 litros cada una.

El refrigerador enfriará inicialmente la salmuera (almacenaje frigorífico) de 30 a 0°C usando una expansión directa de amoniaco a una temperatura de evaporación de -5°C. El período de enfriamiento, el cual coincide con la incidencia de energía solar mas elevada es de 6 horas (10 a.m. a 16 p.m.)

Una vez enfriada la salmuera, ésta se utilizará aproximadamente la mitad) para enfriar 200 litros de leche (2a. ordeña) de las 16 p.m. a 19:00, la salmuera utilizada será almacenada. La mitad de salmuera inicial no utilizada será conservada a 0°C durante 12 horas (19:00p.m. - 7 a.m.) así como la leche inicialmente enfriada.

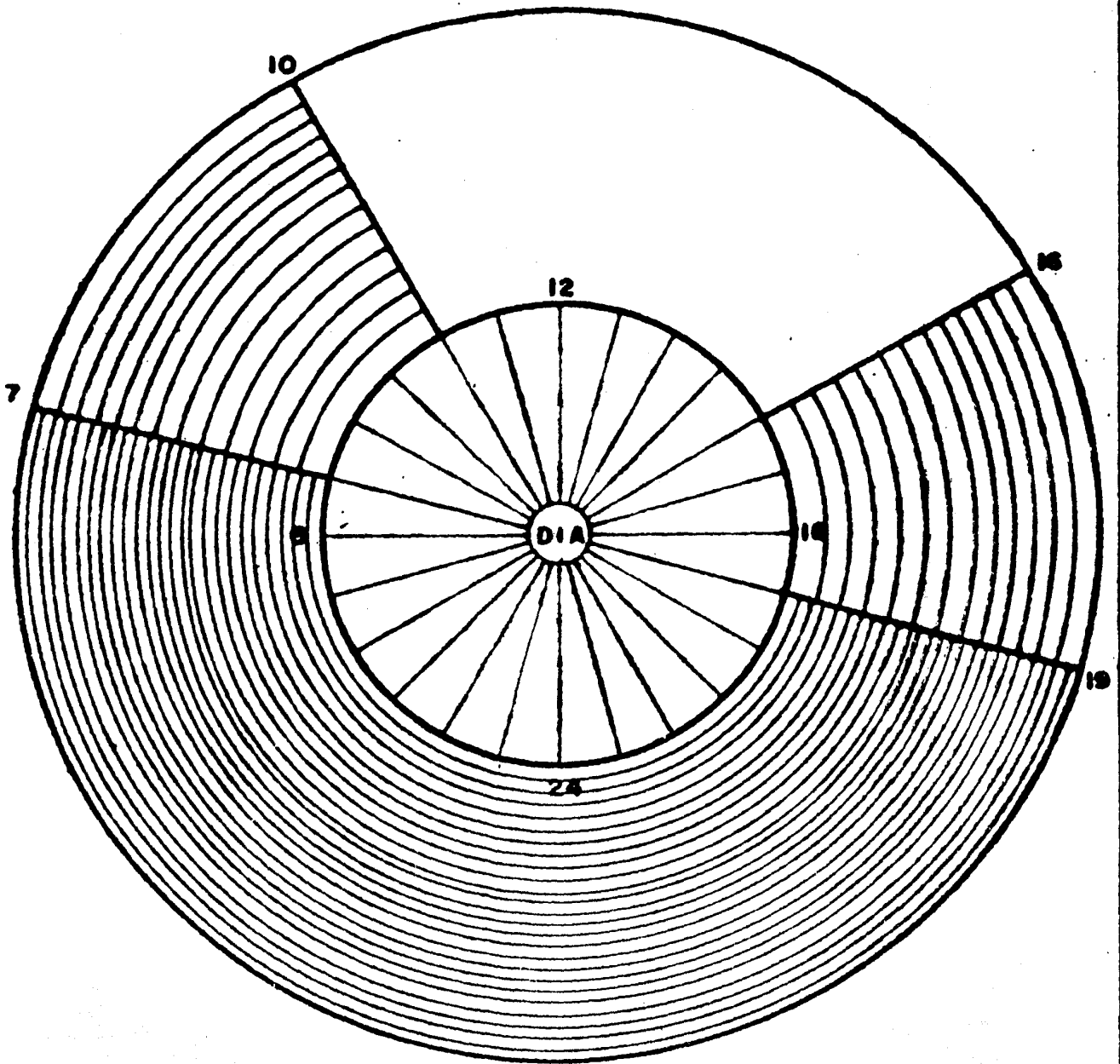
A partir de las 7 a.m. enfriarán los otros 200 litros correspondientes a la 1a. ordeña (7 a.m. - 10 a.m.) utilizando la otra parte de la salmuera previamente almacenada. Iniciando el nuevo ciclo de refrigeración a las 10 a. m. (Fig. 6).

DESCRIPCION DEL EQUIPO

Básicamente el equipo está constituido por tres partes (ver diagrama de bloques, Fig. 7).

- 1) La fuente térmica, la cual está integrada por el colector solar, un sistema auxiliar de calentamiento, un almacenamiento térmico así como de un intercambiador de calor.

DE 7-10 ENFRIAMIENTO \_\_\_\_\_  
 DE 10-16 PRODUCCION DE ENERGIA \_\_\_\_\_  
 DE 16-19 ENFRIAMIENTO \_\_\_\_\_  
 DE 19-7 ALMACENAMIENTO TERMICO.  
 (EN SALMUERA)



DISTRIBUCION DE TIEMPO POR DIA



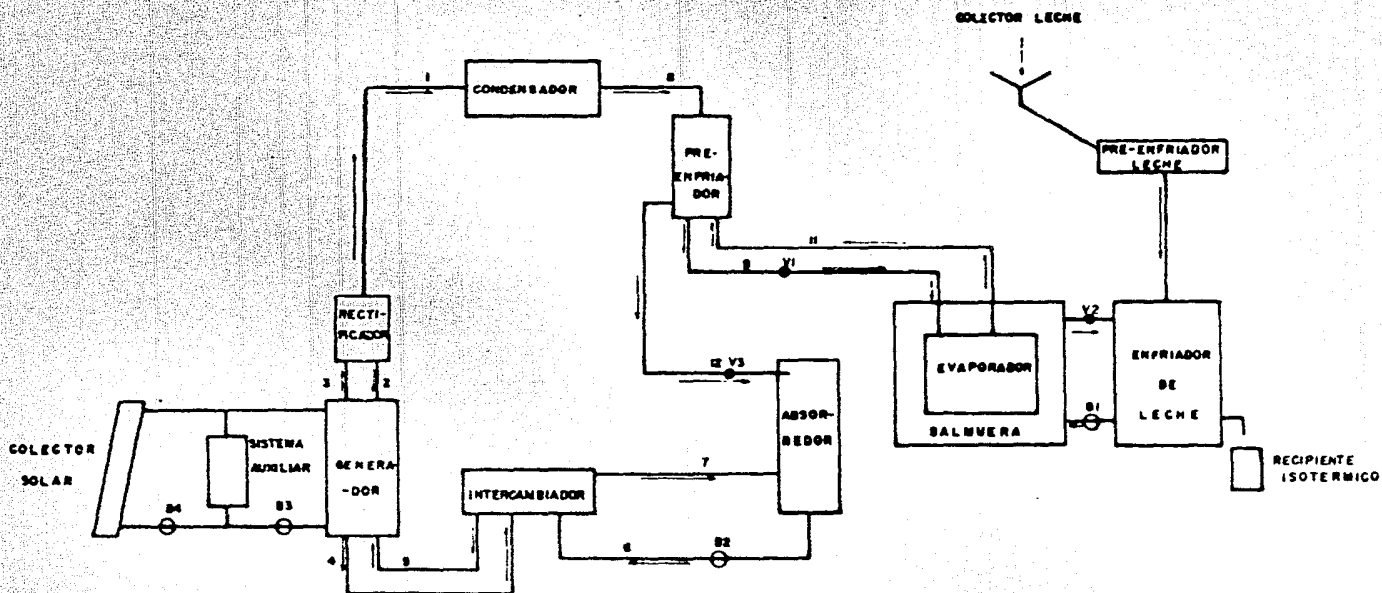


DIAGRAMA DE BLOQUES

FIG. N°7

CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL  
U. N. A. M.

REFRIGERADOR SOLAR

DIAGRAMA I

EDNA LUZ ROMERO BARRAZA

REV. APROB. NOV. 1970

## 2) La máquina frigorífica por absorción.

El refrigerador por absorción utilizará como fluido frigorígeno (refrigerante) amoníaco y como absorbente agua.

Cuenta con un generador (hervidor) en donde se recupera térmicamente el refrigerante de la solución amoniacal, un rectificador en el cual se separa el vapor de agua del vapor del refrigerante por medio de un enfriamiento, un condensador (enfriado por agua) con el objeto de condensar los vapores del refrigerante que salen del rectificador, un pre-enfriador del refrigerante líquido, un evaporador (producción efectiva del frío), un absorbedor donde se regenera la solución amoniacal a la concentración inicial y un intercambiador líquido-líquido para la recuperación de los calores reunibles de las soluciones concentrada y débil, el cual está comunicado al generador para completar e iniciar un nuevo ciclo termodinámico de refrigeración.

El Enfriador de leche.

Para el enfriamiento de leche, se cuenta con un circuito de salmuera (almacenamiento frigorífico) un intercambiador de calor, el recipiente de enfriamiento de leche el cual está provisto de un agitador con el objeto de homogenizar la temperatura y mejorar las condiciones de transferencia de calor.

Con el objeto de disminuir la cantidad de refrigerante en circulación se propone la utilización de un pre-enfriador de leche.

### CONDICIONES DE OPERACION (Fig. 8)

La temperatura prevista de funcionamiento del fluido caloportor (agua, aceite, etc.) es de  $90^{\circ}\text{C}$ , a fin de obtener una temperatura de generación del refrigerante de aproximadamente  $85^{\circ}\text{C}$ . A esta temperatura producimos una solución débil con una concentración del 40.8%.

Fluido caloportador ———  
 Vapores de  $\text{NH}_3$  y agua - - - -  
 Vapores de  $\text{NH}_3$  - - - -  
 $\text{NH}_3$  líquido - - - -  
 Agua de enfriamiento ~~~~~

Salmuera ———  
 Leche - - - -  
 Solución concentrada —●—●—●—  
 Solución diluida \*—\*—\*—\*—  
 Solución salida rectif. - / - / - / -

**CONDICIONES DE OPERACION**

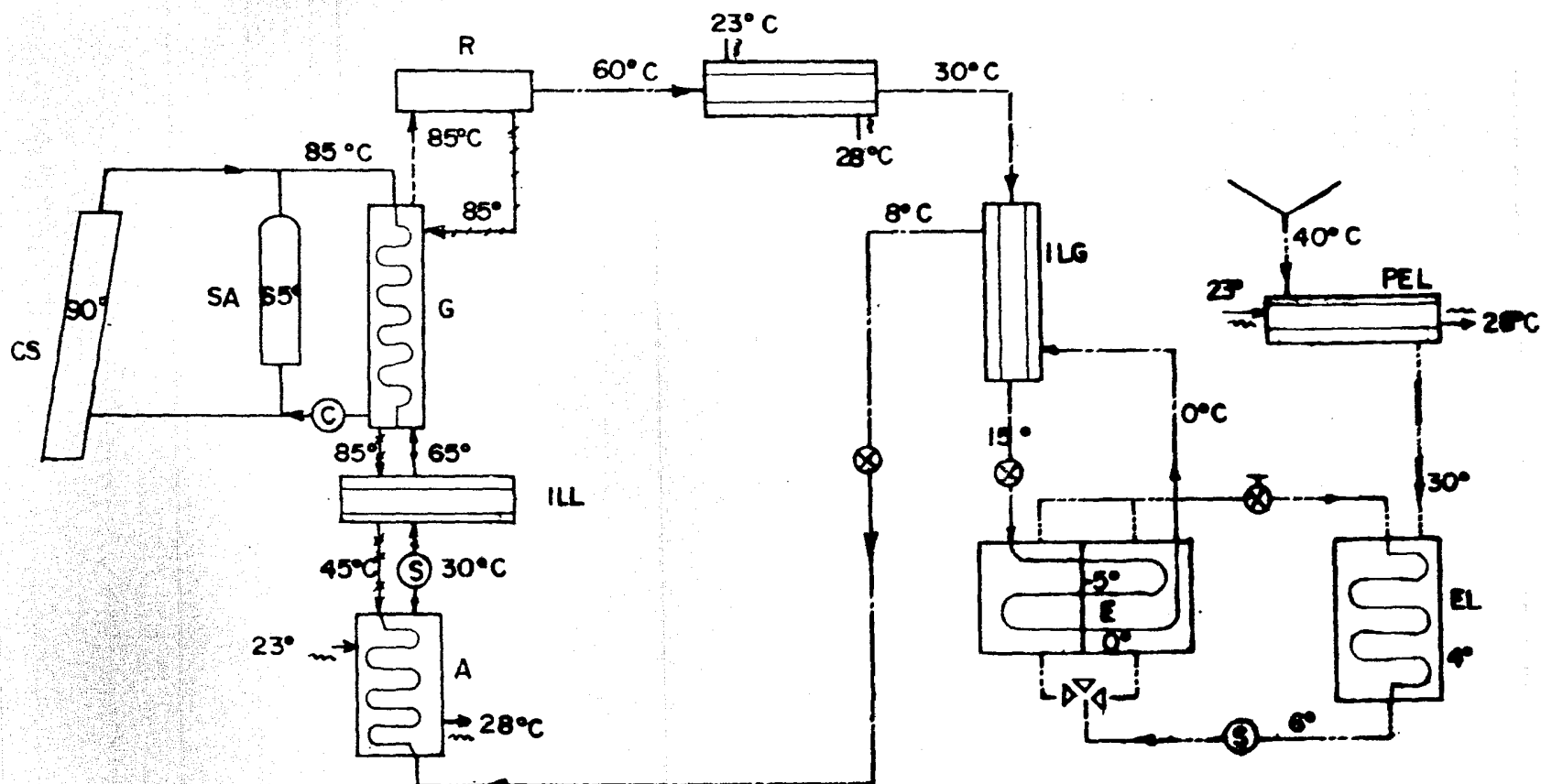


FIG. Nº 8

Su temperatura de absorción es de 30°C y se piensa producir energía frigorífica a -5°C, la concentración inicial es del 48% esto quiere decir que en cada ciclo recuperamos el 7.2% de refrigerante en la solución circulante.

Bajo estas condiciones se enfriarán aproximadamente 400 litros de leche de una temperatura inicial de 40°C a 0°C. El enfriamiento será indirecto, es decir que primeramente se enfriará una salmuera, lo cual permitirá almacenar la energía frigorífica y disponer de ella en cuanto se necesite. La potencia frigorífica necesaria para enfriar este volumen es de aproximadamente 10 000 Kcal por ciclo de refrigeración (potencia equivalente para producir 100 Kg. de hielo).

Con el objeto de economizar el fluido frigorífico horario y en vista de que se dispone localmente de agua de enfriamiento se propone un ciclo continuo de refrigeración.

Es decir, que necesitamos general 5.86 Kg. de amoniaco por hora.

Para esto, necesitamos circular 57.5 Kg. de solución concentrada al 48%.

La superficie de colección de energía solar está calculada para asegurar el calentamiento de la masa de la solución y poder generar el refrigerante. Sin embargo, en el caso de condiciones climatológicas desfavorables, el sistema prevee un sistema auxiliar de calentamiento así como un almacenamiento térmico del fluido caloportor, con el objeto de disminuir la superficie de colección.

El equipo consta de sistemas de recuperación de energía.

Durante la generación del refrigerante, producimos una solución débil a 85°C; este fluido lo podemos utilizar para

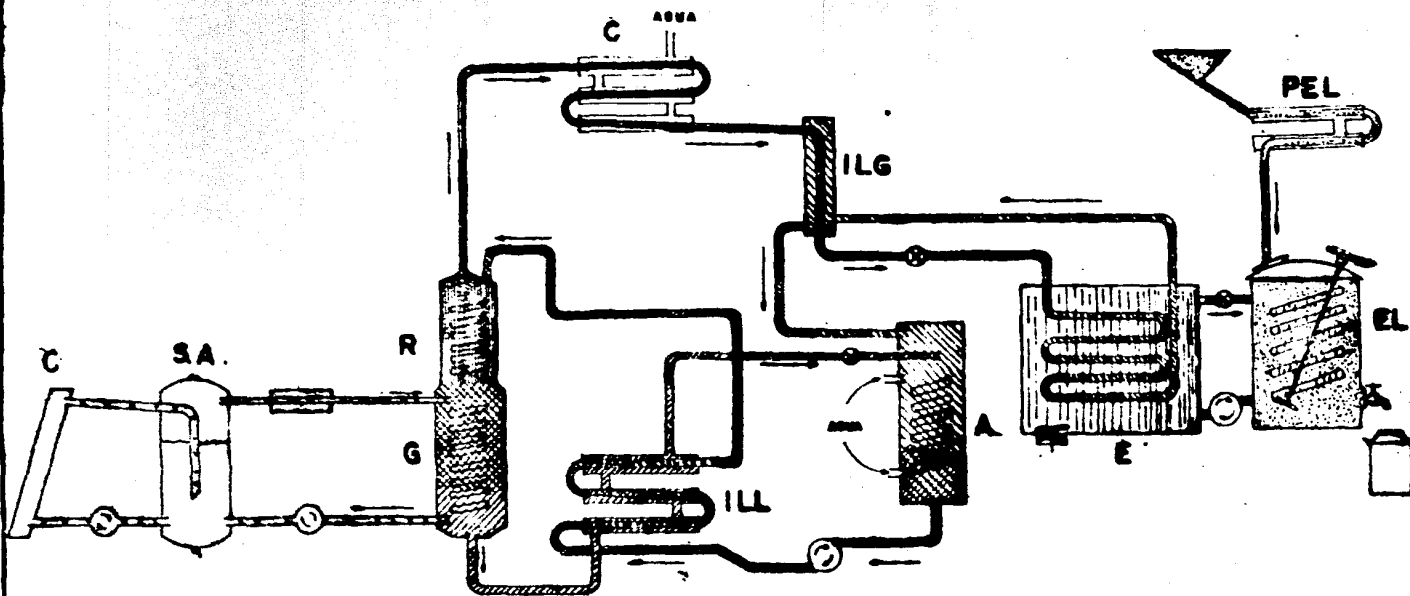
precalentar la solución concentrada por medio de un intercambiador líquido-líquido (ILL). La solución concentrada será calentada de la temperatura inicial de 30°C hasta la temperatura correspondiente a su punto de ebullición (65°C) y por otro lado enfriamos la solución débil de 85 a 45°C. Esto significa que gracias al intercambiador, aumentamos la temperatura de la solución 20°C en lugar de 55°C y al mismo tiempo enfriamos la solución débil 15°C en lugar de 55°C. Como se puede observar, este sistema presenta una gran economía al sistema, y simplemente utilizando un intercambiador líquido-líquido (ILL), el cual nos permite disminuir la superficie de transferencia, tanto en el generador como en el absorbedor.

Una vez generado el vapor del refrigerante a 85°C cuya composición es de 96.5%, se utilizará un rectificador (R) el cual permitirá por medio de condensación la eliminación de vapor de agua, que es extraído junto con el vapor del refrigerante (3.5%). El objeto de este equipo es eliminar lo mas posible la presencia de vapor de agua en el vapor de refrigerante, lo cual puede producir una disminución de la potencia frigorífica de la máquina, ya que parte de ésta será utilizada para enfriar el vapor de agua, pudiéndose producirse su solidificación dentro de los conductos en el evaporador. El vapor a la salida del generador será enfriado de 85 a 60°C. La concentración final del vapor de refrigerante será de 99.2%.

Este vapor será licuado en el condensador (C) a una temperatura de 30°C.

Es sabido que la potencia frigorífica específica del refrigerante es función de las temperaturas de evaporación y de condensación del refrigerante. Durante el proceso de evaporación una parte de la potencia frigorífica es utilizada para enfriar el refrigerante líquido de la temperatura





- SOLUCION RICA.
- SOLUCION POBRE.
- FLUIDO DE CALENTAMIENTO.
- FLUIDO DE ENFRIAMIENTO.
- REFRIGERANTE LIQUIDO.
- REFRIGERANTE GASEOSO (ALTA PRESION).
- LECHE.
- FLUIDO DE ALMACENAMIENTO TERMICO (SALMUERA).
- REFRIGERANTE GASEOSO (BAJA PRESION).

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO.  
(CIRCULACION DE SOLUCIONES)

FIG. Nº 9

CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL  
U. N. A. M.

REFRIGERADOR S. S. L. A. S.

DIAGRAMA Nº 5

EDNA LUZ ROMERO BARRAZA

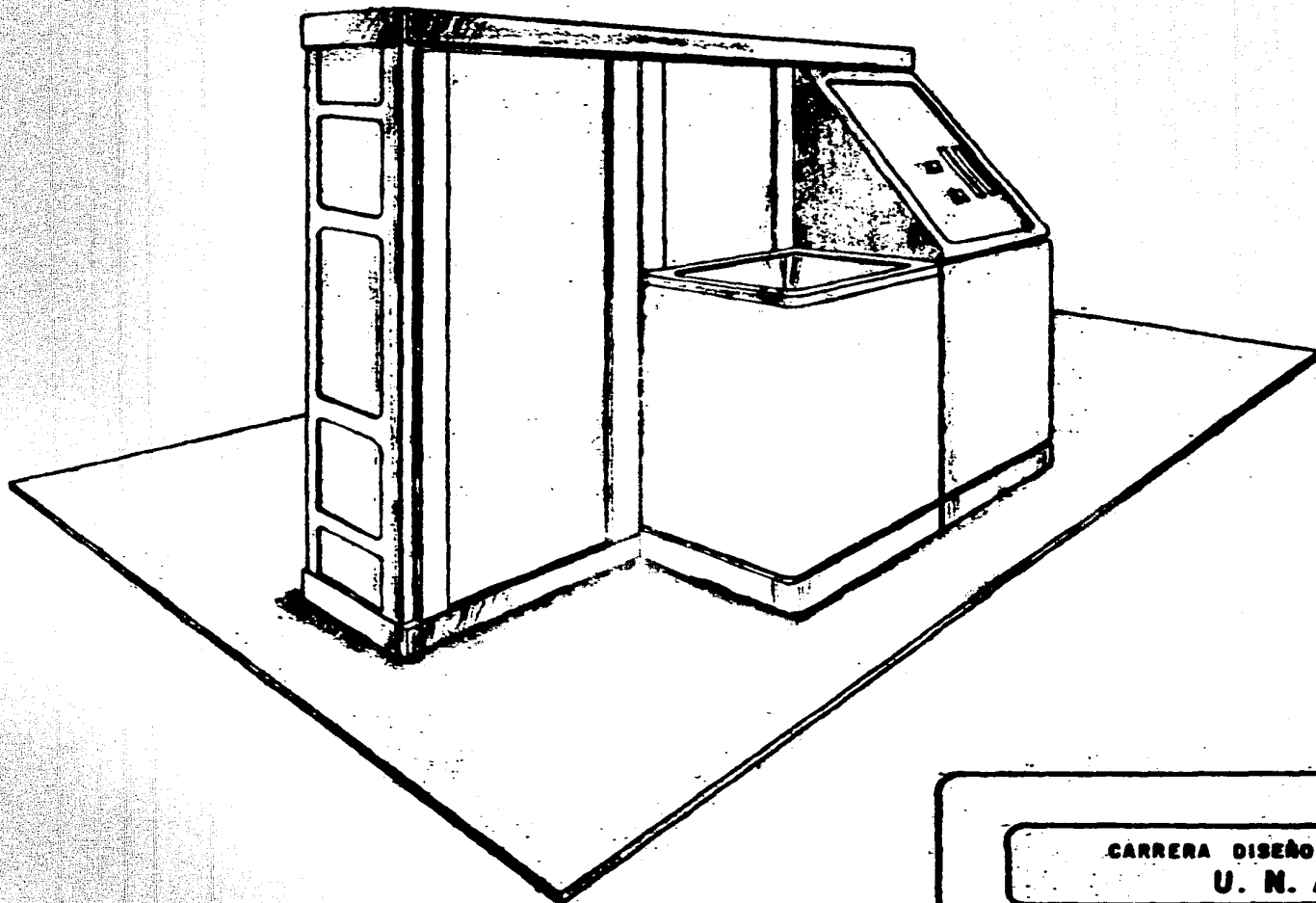
REV. APROBADO FEB. 1979

de condensación a la temperatura de evaporación, lo cual representa una pérdida térmica, ya que la potencia de refrigeración disminuye a medida que la temperatura de condensación aumenta.

Podemos por medio de un intercambiador (ILG) recuperar en algo estas pérdidas térmicas de calor sensible, utilizando el vapor del refrigerante a baja temperatura después de su evaporación ( $0^{\circ}\text{C}$ ) para pre-enfriar el refrigerante líquido de  $30$  a  $15^{\circ}\text{C}$  y poder operar al  $92.7\%$  del calor de evaporación (potencia frigorífica).

Otra economía que presenta el sistema es un pre-enfriador de leche (PEL), el cual permite obtener un enfriamiento rápido de la leche que originalmente se encuentra cerca de los  $40^{\circ}\text{C}$  a  $30^{\circ}\text{C}$ ; economizando potencia frigorífica.

La Figura (9) representa esquemáticamente la circulación de los diferentes fluidos de trabajo.



CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL  
U. N. A. M.

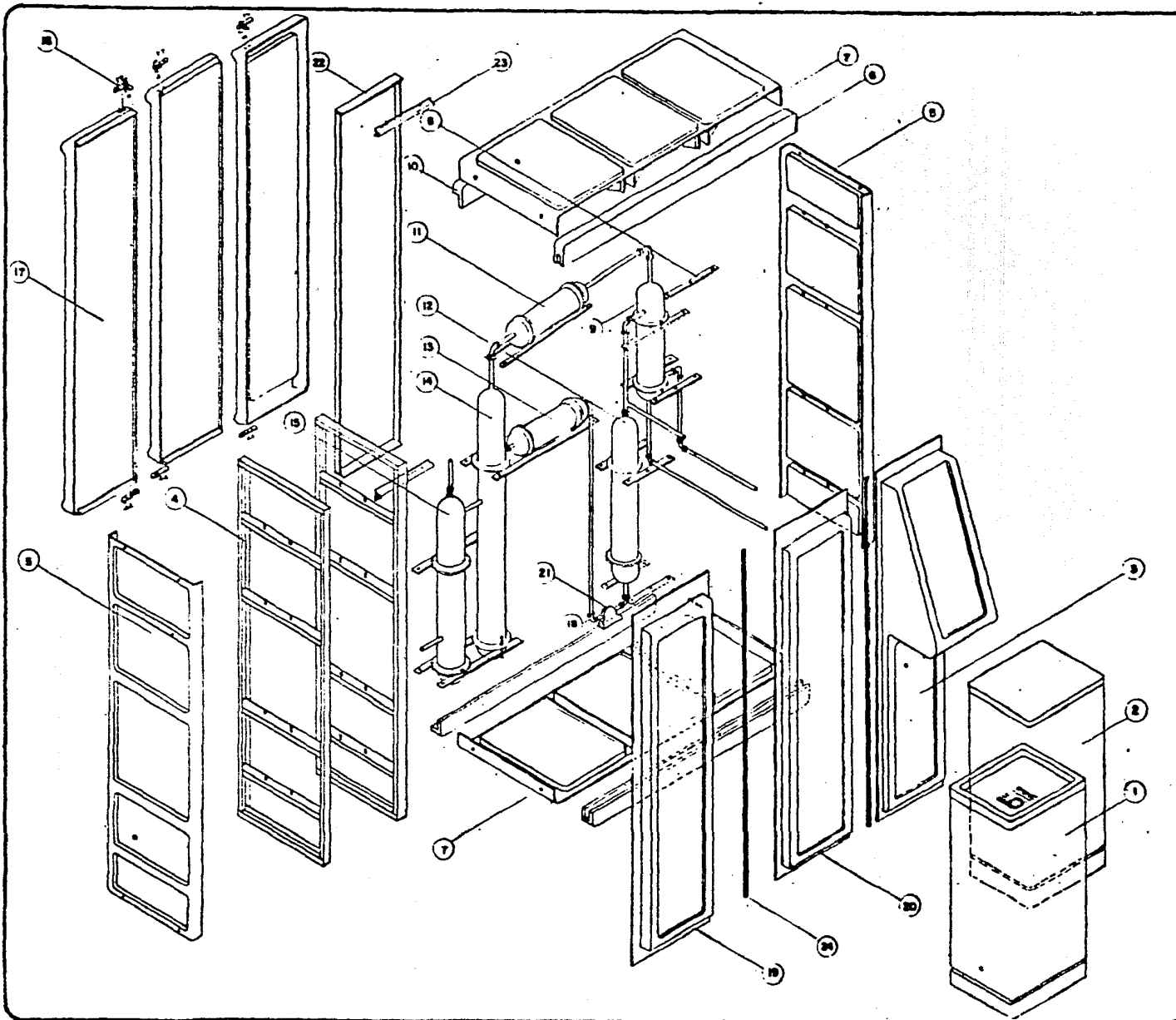
REFRIGERADOR

PERSPECTIVA

EDNA LUZ ROMERO BARRAZA

REVISO APROBADO NOV. 1970

A-2



24	FILTRO		2
23	GRAPA	LAM. NEGRA OIL 22	8
22	CONTRA-PUERTA	" " " "	8
21	BOMBA	GASOLINA 1/2 HP	1
20	CUBIERTA CENTR.	FIBRA VIDRIO	1
19	CUBIERTA LAT.	" " " "	1
18	CODO EN "V"	L $\frac{1}{2}$ " 10#8	60
17	PUERTAS	FIBRA VIDRIO	3
16	BIVEL	" " " "	6
15	TANQUE AGUA	LAM GALV. CAL 20	1
14	GENERADOR	VER FIG. NMS	1
13	INTERCAMBIADOR SOLUCIONES	VER FIG. NMS	1
12	ABSORBEDOR	" " " 17	1
11	CONDENSADOR	" " " 15	1
10	PERFIL EN "L"	ALUM ANODIZADO	2
9	PREENFRIADOR GAS	VER FIG. NMS	1
8	SOPORTES LAMINAS	SOLETA ALUM 3/8"	14
7	CUBIERTA SUP.	FIBRA VIDRIO	2
6	PERFIL EN "U"	ALUM ANODIZADO	2
5	CUBIERTA LATERAL	FIBRA VIDRIO	2
4	SOPORTE MARCOS	ALUMINIO 1/2"	4
3	TABLERO DE CONTROL	FIBRA VIDRIO	1
2	EVAPORADOR	VER FIG. NMS	1
1	CONTENEDOR LECHE	" " " 10	1
PZA	NOMBRE	DESCRIPCION	UN PZAS.

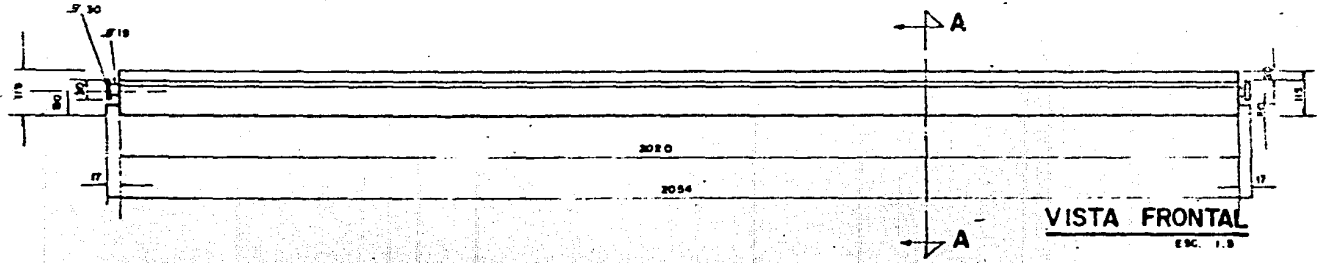
CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL  
U.N.A.M.

PERSPECTIVA DE DESPIECE

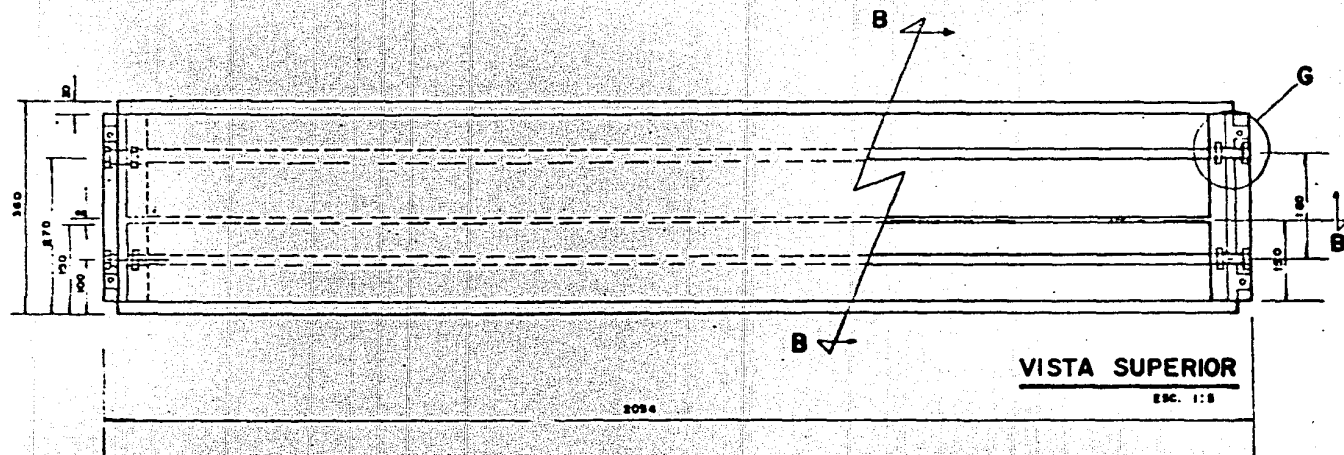
EDNA LUZ ROMERO BARRAZA

REV.00 APROB. NOV 1970

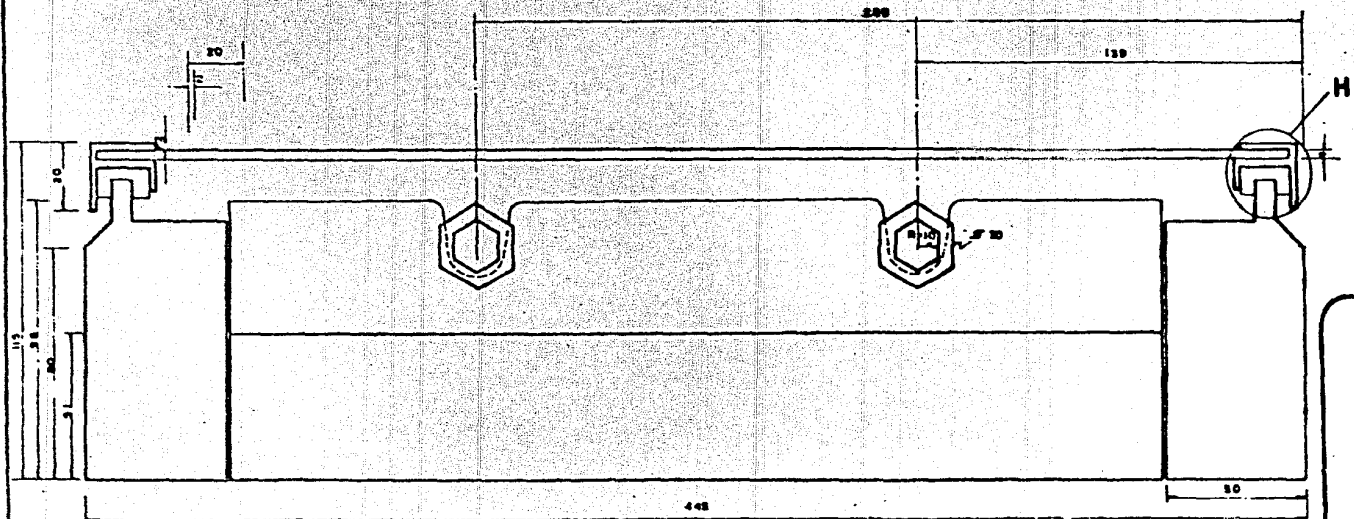
1-7



**VISTA FRONTAL**  
ESC. 1:5



**VISTA SUPERIOR**  
ESC. 1:5



**VISTA LATERAL**  
ESC. 1:1

96

ESC. 1:1, 1:5 CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL  
U. N. A. M.

REFRIGERADOR SOLAR - COLECTOR

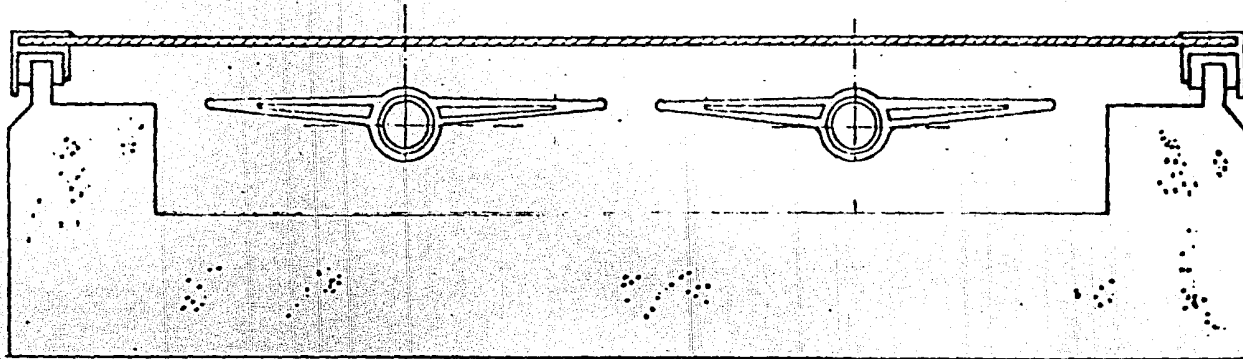
V I S T A S

EDNA LUZ ROMERO BARRAZA

REV. APROB. REV. 1979

2-

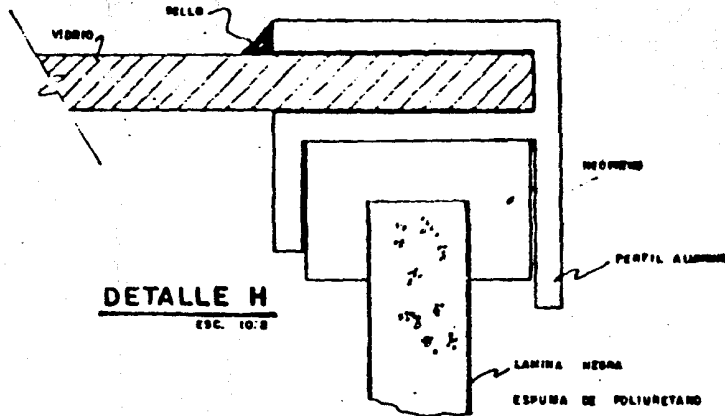
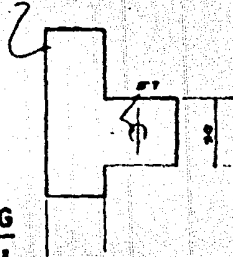




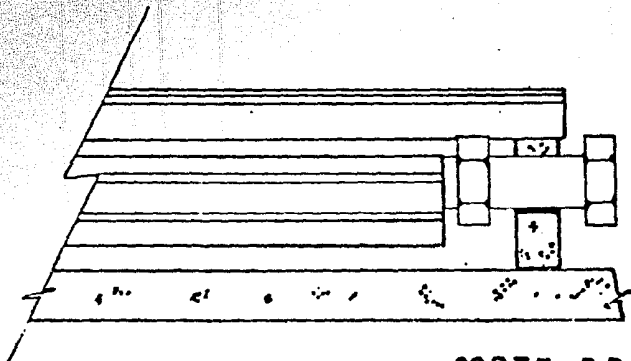
**CORTE A A**  
ESC. 1:2

LAMINA NEGRA CALIBRE # 20

**DETALLE G**  
ESC. 10:8



**DETALLE H**  
ESC. 10:8



**CORTE B B**  
ESC. 1:1

ESC. 1:102 CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL  
U. N. A. M.

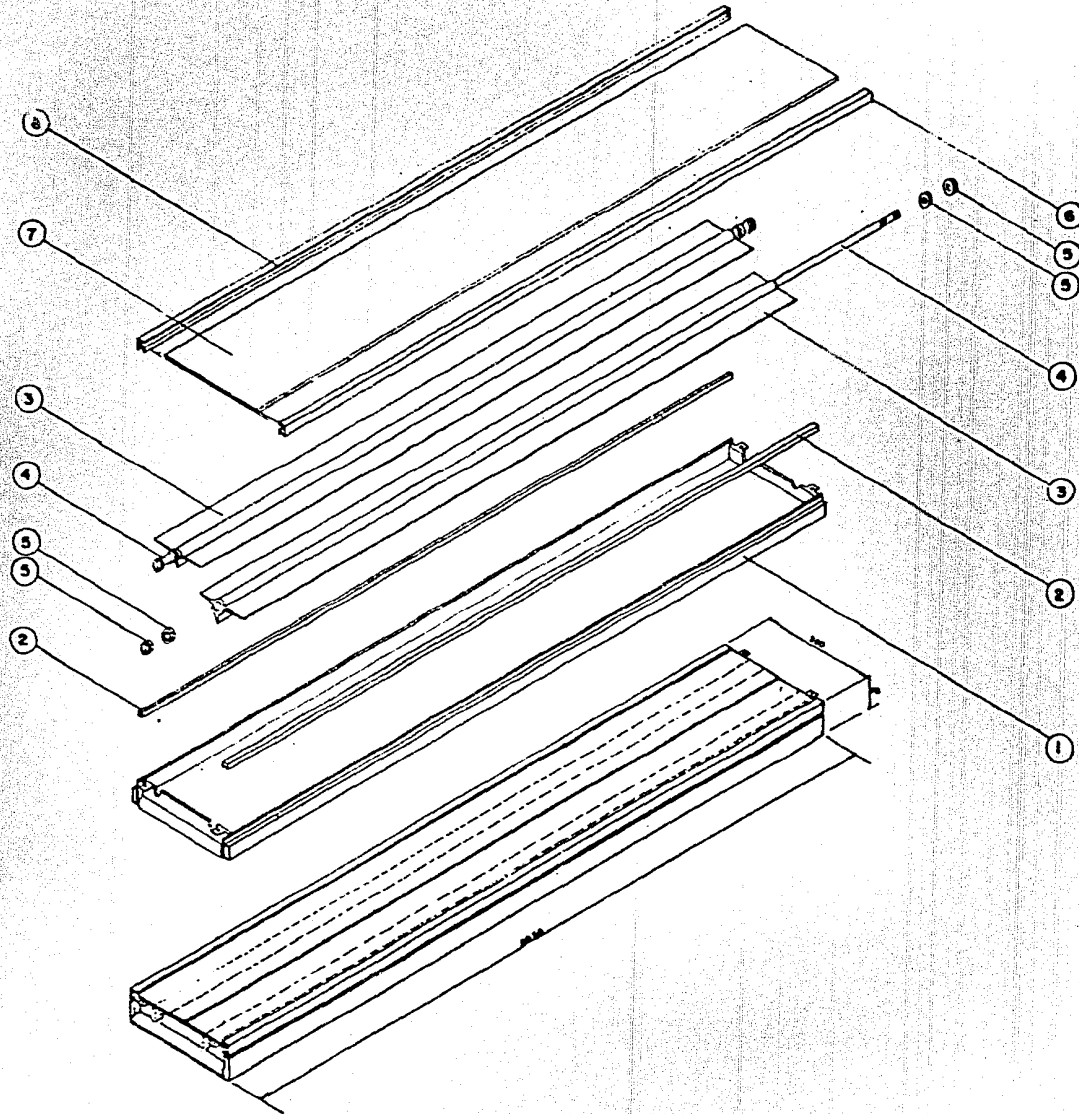
REFRIGERADOR SOLAR - COLECTOR

CORTES Y DETALLES

EDNA LUZ ROMERO BARRAZA

REV. APROBADO NOV. 1970

3-7

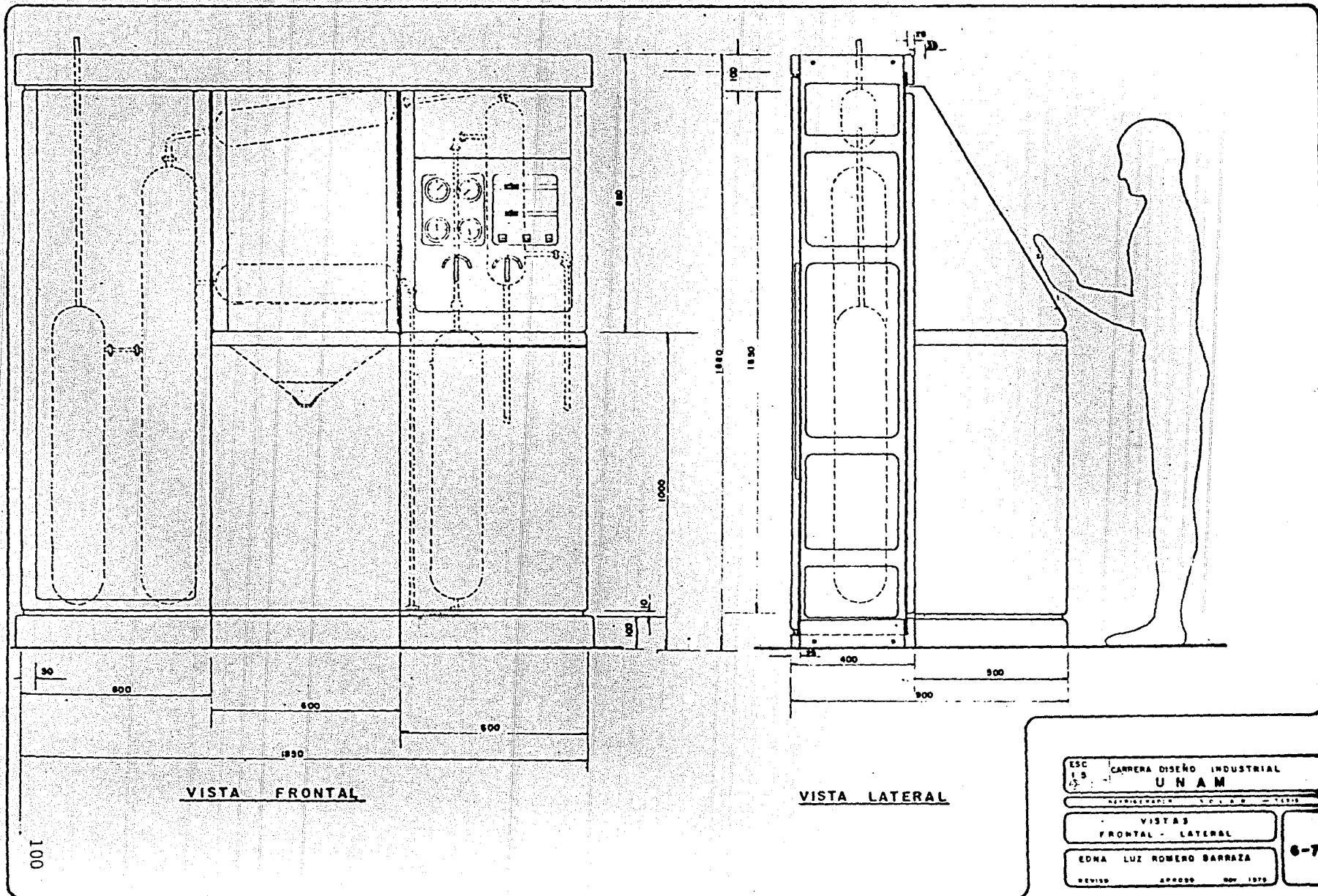


NO	NOMBRE	MATERIAL	ACABADO	PLA
1	SOPORTE	PAQUET LAMINA	WELDED POLYMETAL	LOGA NEGRO
2	SOPORTE	WELDED	NEGRO	WELDED
3	SUPERFICIE SELECTIVA	ALUMINO EXTRUDIDO	CHORO NEGRO	WELDED
4	REFLECTOR	TUBO COPPE 10MM	WELDED	WELDED
5	DIFFUSOR	WELDED	NEGRO	WELDED
6	WELDED	WELDED	ALUMINO	WELDED
7	VIDRIO			
8				
9				
10				
11				
12				

NO NOMBRE MATERIAL ACABADO PLA

ESC 1:8  
 CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL  
 U. N. A. M.  
 TERCERA - 5.º AÑ - CULCAY 28  
 PERSPECTIVAS DE DESPIECE E  
 ISOMETRICA  
 EDNA LUZ ROMERO BARRERA  
 4-7

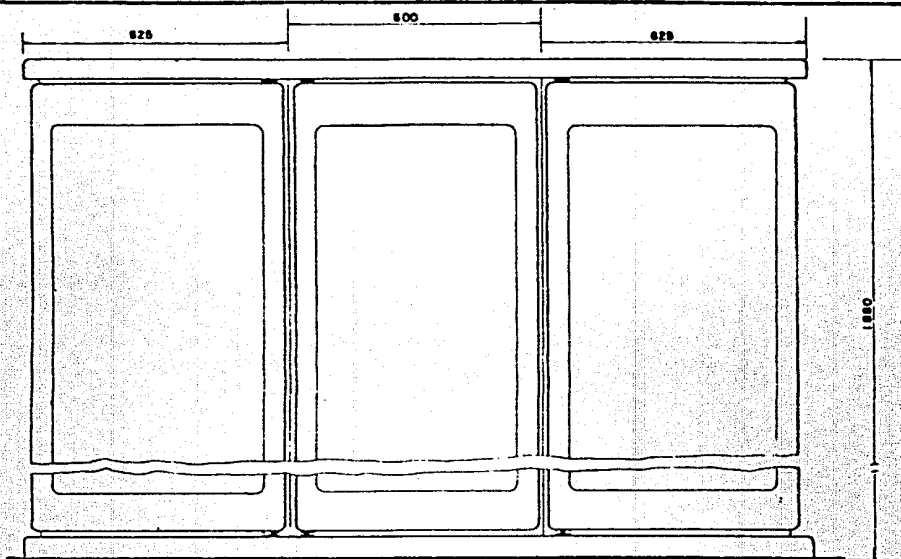




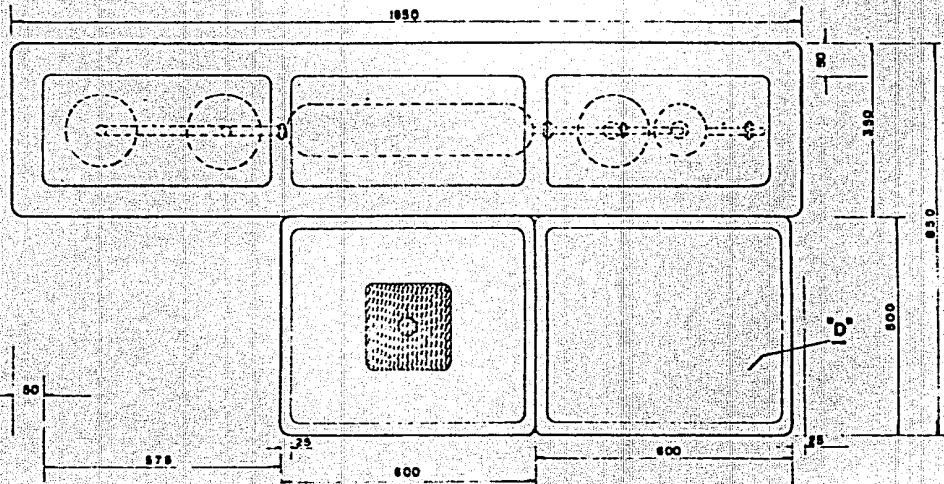
VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

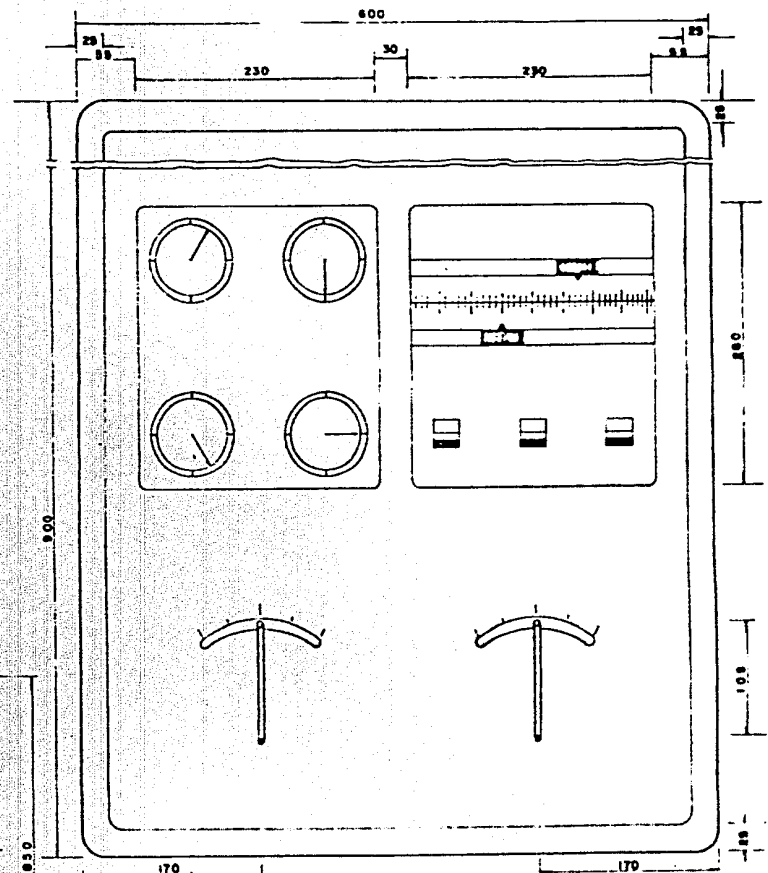
ESC 13	CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL UNAM
REPOSICIÓN 1910 - 1911	
VISTAS FRONTAL - LATERAL	
EDNA LUZ ROMERO BARRAZA	
REVISO	APROBADO NOV 1979



VISTA POSTERIOR  
ESC. 1:8



PLANTA  
ESC. 1:8



DETALLE "D" VISTA AUXILIAR  
ESC. 1:2

15 CARRERA DISEÑO INDUSTRIAL  
U.N.A.M.

VISTA PLANTA DETALLES

EDNA LUZ ROMERO BARRAZA

7-7

## MEMORIA DESCRIPTIVA

El sistema completo se divide en tres partes principales que son:

1a. Colectores

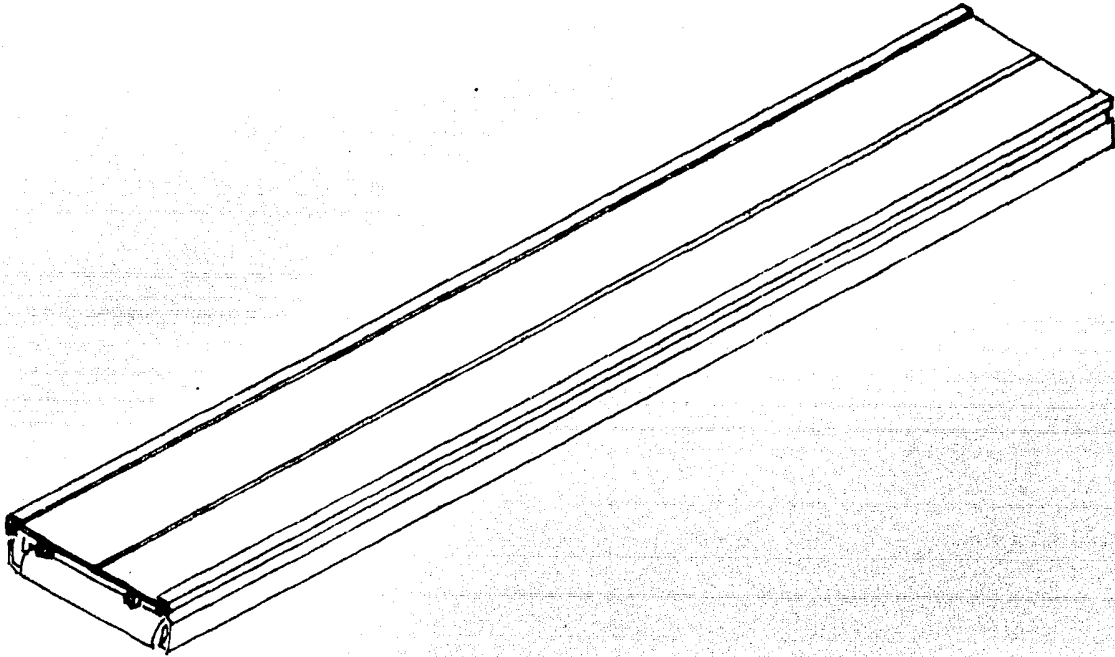
2a. Equipo de refrigeración

3a. Equipo lechero



### 1a. Colector.

La función de esta parte es calentar agua para lo que, dentro de unos perfiles de aluminio, se colocan tubos de cobre, por donde circulará el agua, estos perfiles están colocados dentro de un armazón rectangular de poliuretano aislado en tres de sus caras, y en la cara superior cubierto por uno o dos vidrios.



El agua debe alcanzar una temperatura de  $90^{\circ}\text{C}$ , teniendo una temperatura inicial de  $23^{\circ}\text{C}$ , para lograr estos son necesarios varios colectores, por lo que se ha pensado en un módulo que puede conectarse, en serie, o en paralelo, según los requerimientos locales, y así cubrir el área necesaria.

DETALLE CONEXIONES

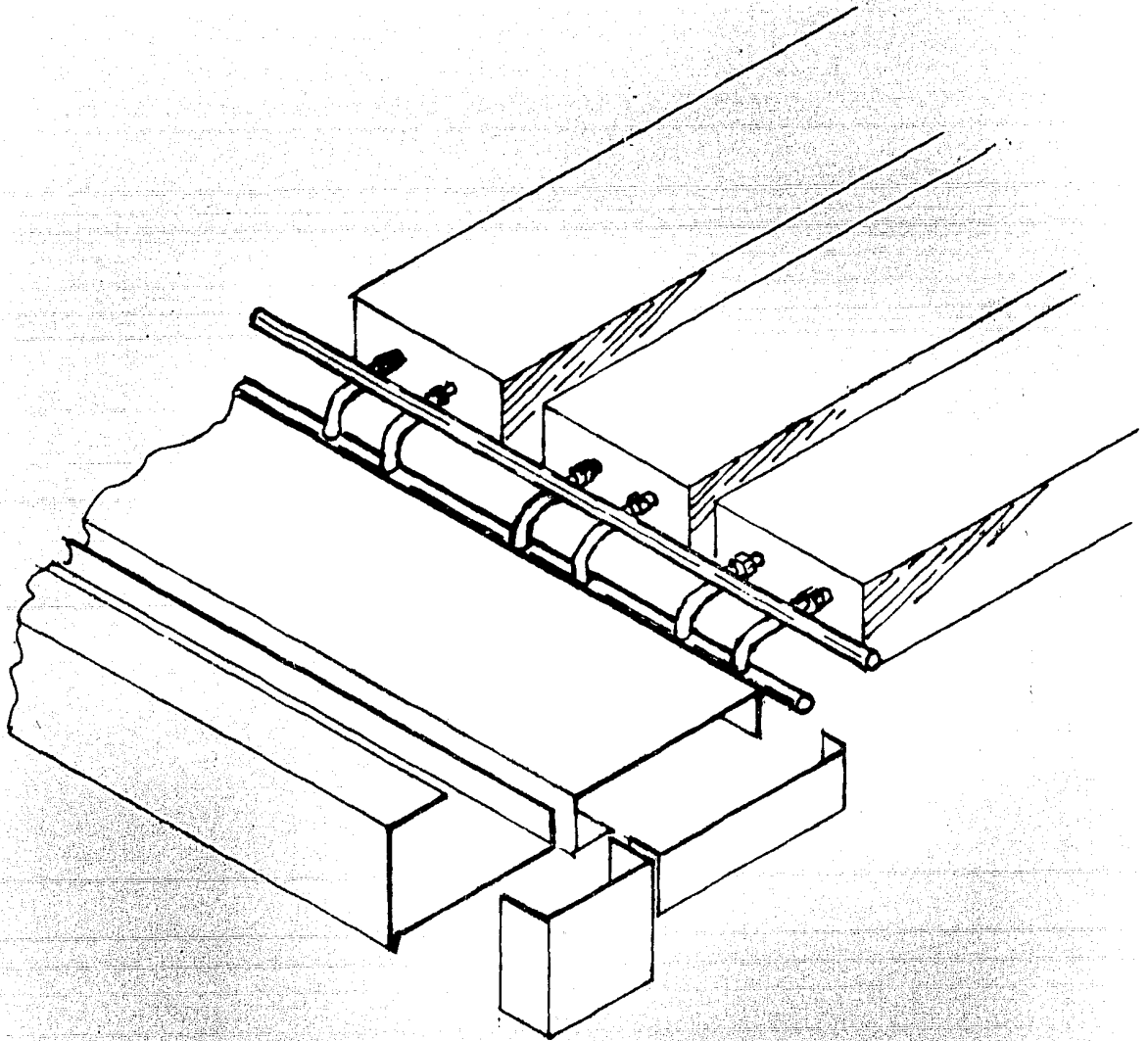


FIG. Nº 10

En las épocas en que debido a una insolación pobre, no alcanzamos la temperatura de 85°C, será necesario tener un sistema auxiliar de calentamiento.

La circulación de agua de los colectores al generador es por gravedad, para lo que es necesario colocar los colectores en un nivel superior.

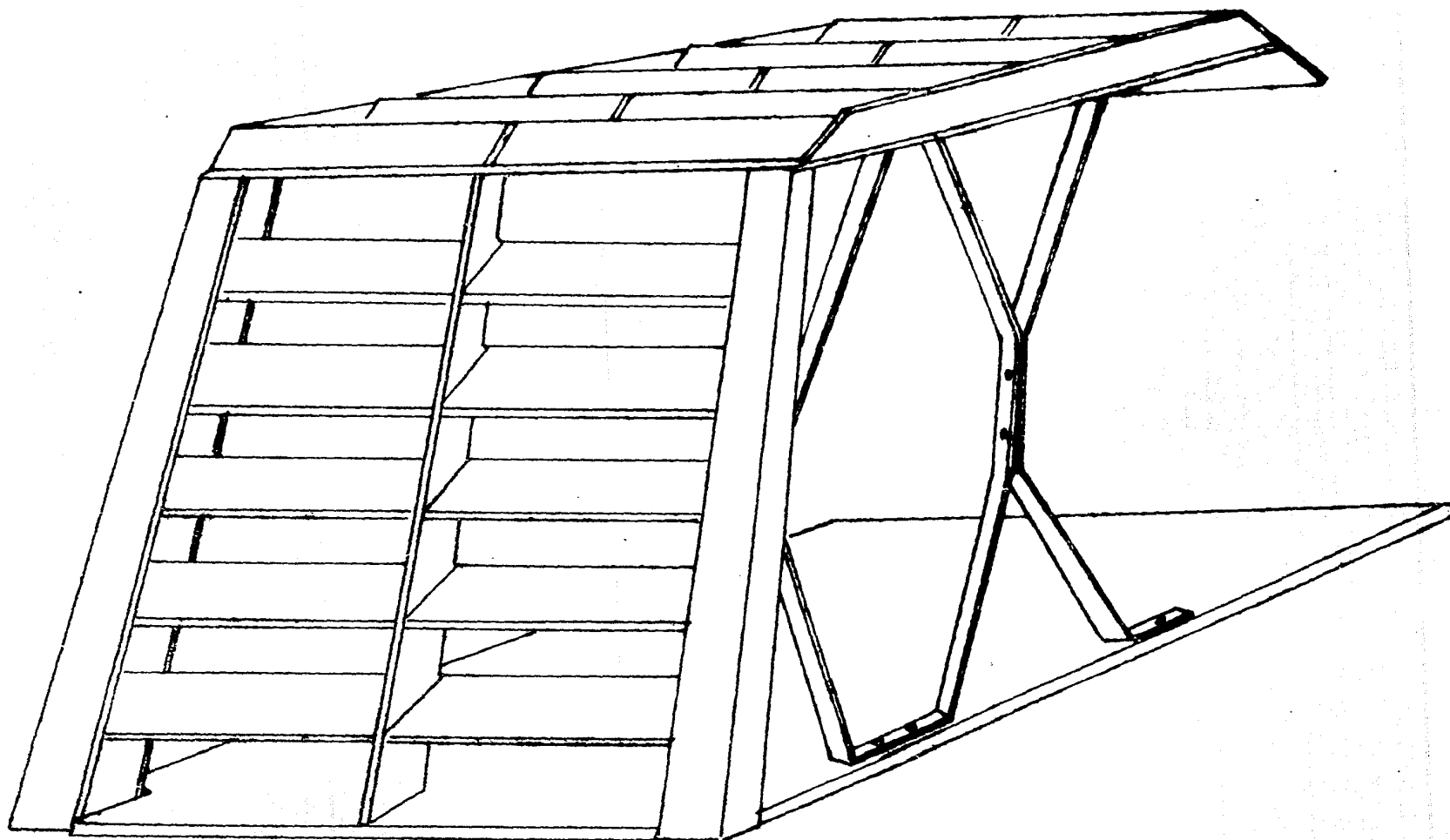
Para colocar estos, con la inclinación adecuada (35° ) y con orientación sur - propongo una estructura que soportará a los colectores ( Ver hoja 106).

El tener los colectores en la parte superior del sistema dará una mayor eficiencia y seguridad.

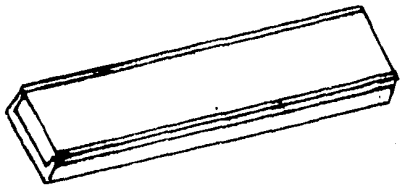
Por cuestiones de mantenimiento, los vidrios del colector, pueden cambiarse fácilmente y las cajas que cubren a las conexiones son desmontables, para tener acceso a las tuberías fácilmente. (Ver Hoja 107).

Una vez que el agua ha pasado por el generador, es bombeada hasta la parte baja del sistema colector; y se repite el ciclo.

Los procesos de fabricación del colector solar son:



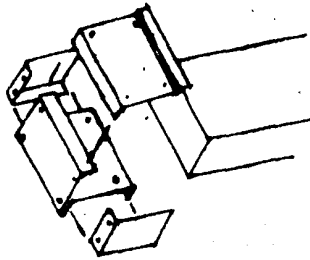
INSTALACION DE COLECTORES



COLECTOR SOLAR

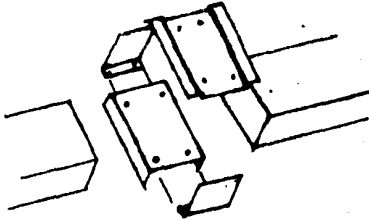
ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL ARMADO

MODULO COMPLETO



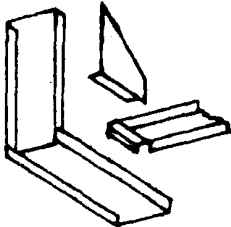
CAJA DE EXTREMOS

MONTAJE 1-2-3-4-5- LINEAS



CAJA DE UNION

MONTAJE 1-2-3-4-5- LINEAS



SOPORTES DEL CAPTADOR

30° 45° 60°

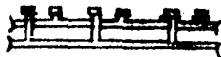
ACCESORIOS HIDRAULICOS



CODO EN "U"



UNION DE CAPTADORES



JUEGO DE CONECTORES 3 LINEAS.

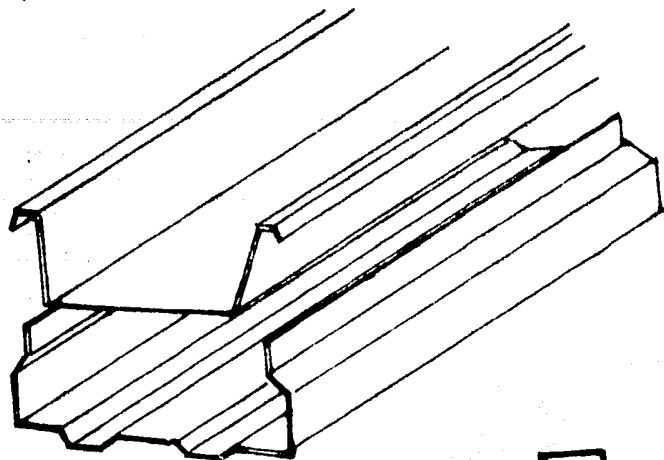


JUEGO DE CONECTORES 2 LINEAS

FIG. Nº 12.



UNION DEL COLECTOR DE 1 LINEA.



El panel de soporte está hecho por dos láminas galvanizadas calibre 22.

Su proceso de transformación es el doblado y el galvanizado.



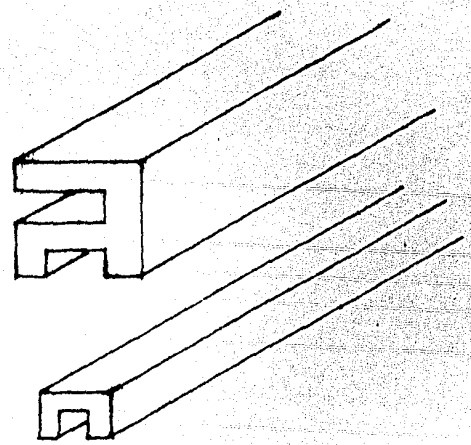
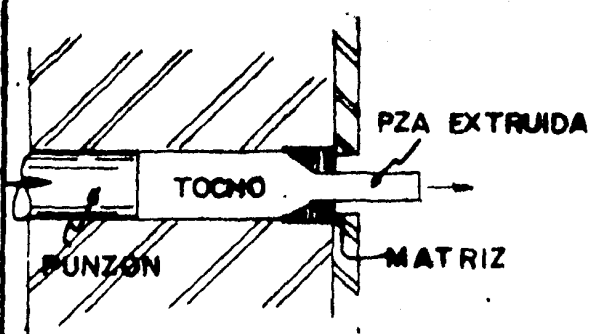
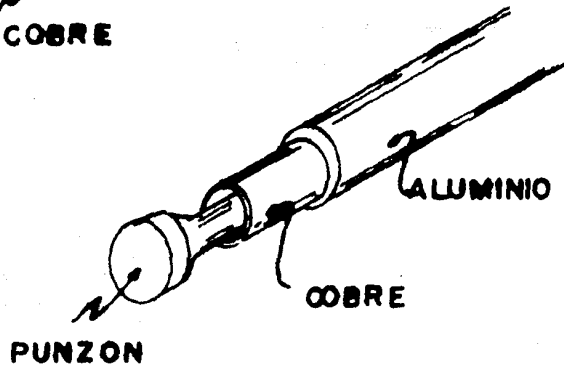
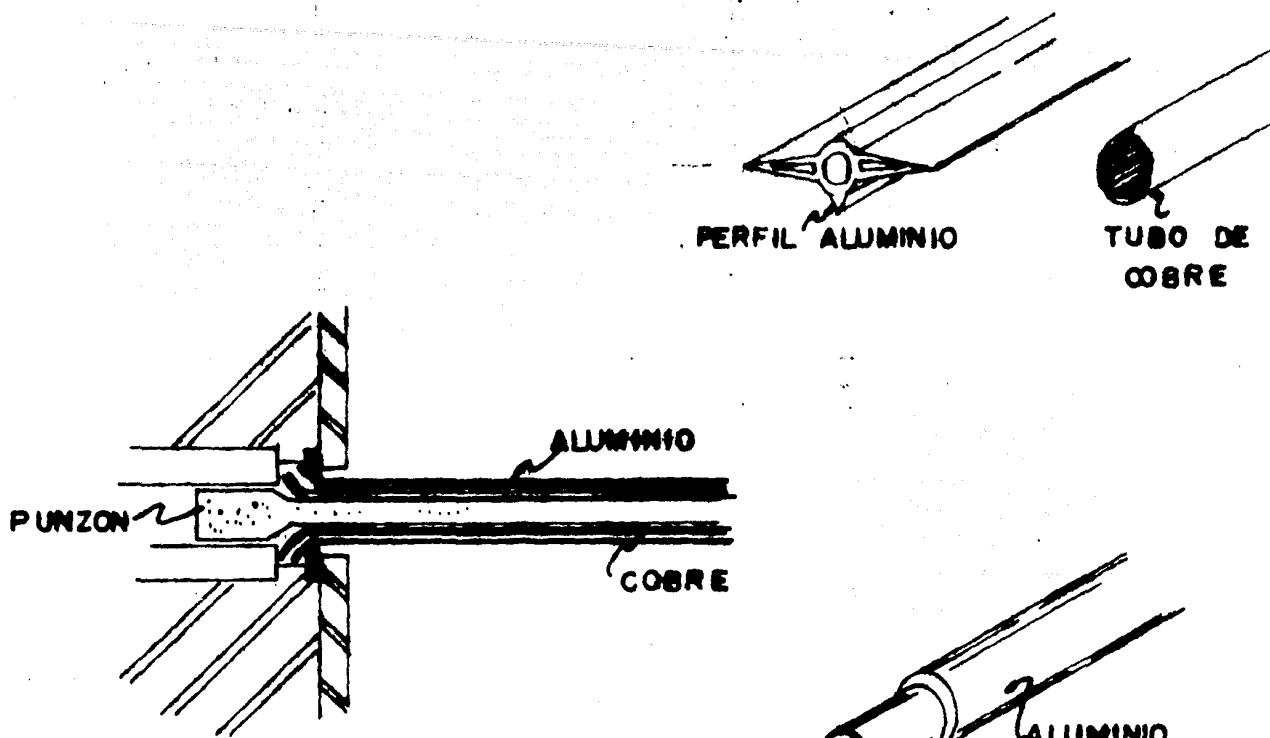
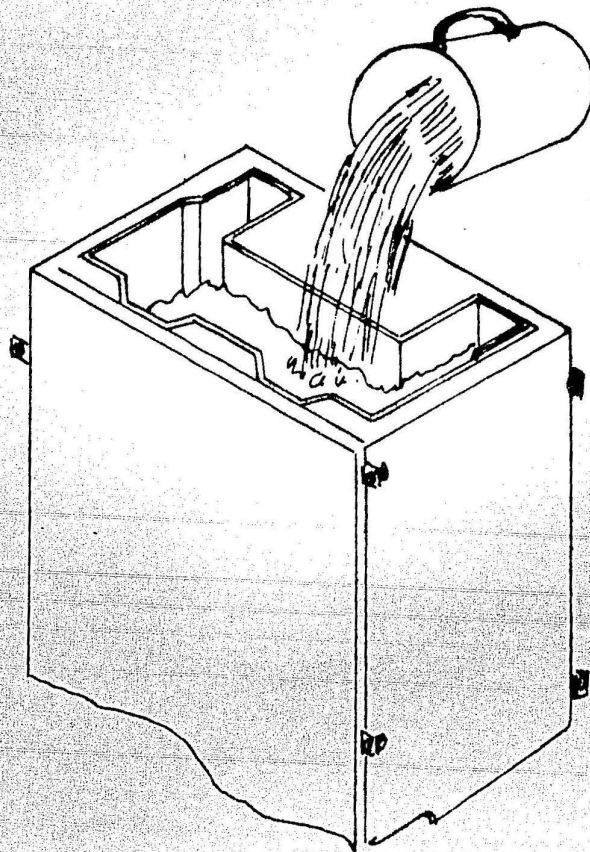
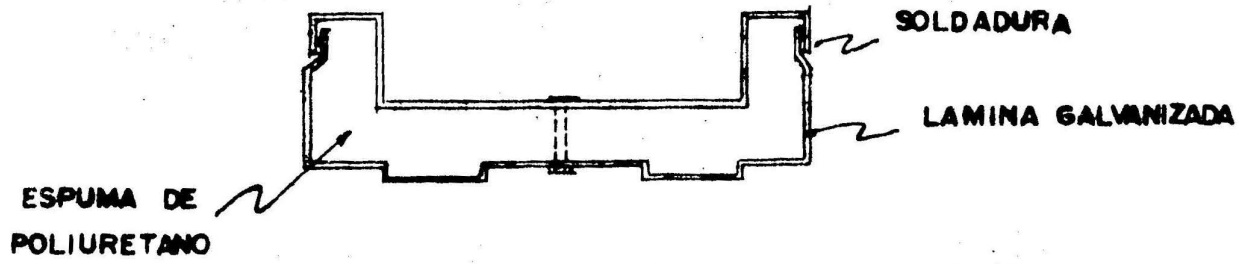


FIG. Nº 13

Los cubos de cobre son extruidos en caliente al igual que los perfiles de aluminio, después se coloca el tubo de cobre dentro del perfil y se estira en frío para lograr el contacto entre las dos superficies (Cobre-aluminio) .

El perfil de aluminio se extruye también, al igual que el neopreno. Luego se solda y se mete en el molde, para vaciar la espuma de poliuretano .



2a.- Equipo de refrigeración.

GENERADOR .- En este aparato, el refrigerante  $\text{NH}_3$  se separa del absorbente  $\text{H}_2\text{O}$ .

Este cuerpo esta formado por un tubo de hierro cédula 40, de 168 mm. de diámetro exterior, dividido en tres secciones; superior e inferior y cuerpo principal .

El cuerpo principal tiene 25 tubos de 12 mm. de diámetro tipo 16 BWG de A.C. con arreglo triangular de 25 mm. por los que circulará el agua de calentamiento, estos tubos estarán separados por baffles que a su vez están espaciados uno del otro por tensores . Por razones de limpieza y mantenimiento la parte inferior del generador se desarma por medio de una brida espejo, en este tapon inferior se encuentra también la solución empobrecida de  $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$  .

La parte superior se separa del cuerpo principal por una brida, en esta sección se han colocado soportes de malla de A.C. que harán las veces de rectificador, logrando así integrar generador y rectificador. En esta parte se localiza también el acceso de agua .

Una vez que el agua de calentamiento, llega a la parte baja del cuerpo principal es bombeada de regreso al sistema colector .

# GENERADOR

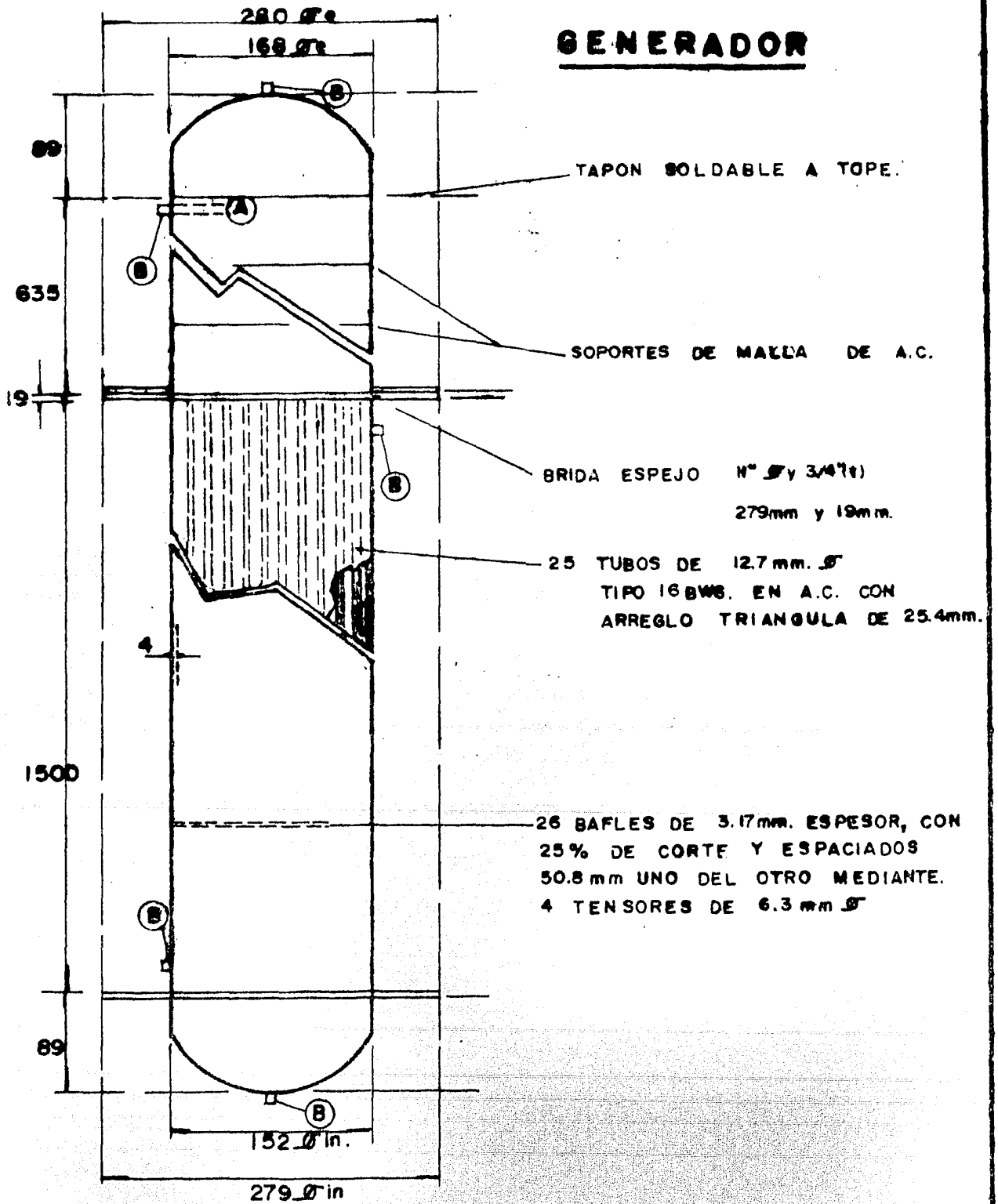


FIG. N°15

## Condensador.

El condensador es un intercambiador de calor, compuesto por tubos paralelos en los cuales circula amoniaco gaseoso un sentido y agua en el otro. Los tubos utilizados son de acero cédula 40 con un diámetro exterior de 228 mm. y el interior de 50 mm. Para este cuerpo es más usual utilizar un intercambiador a contracorriente que consta de un tubo de acero cédula 40, en el que circula el amoniaco en un sentido y agua en el otro, dentro de tubos de 27 mm. de diámetro exterior en 4 mm. de espesor. La temperatura del vapor de  $\text{NH}_3$  a la entrada del condensador ( $60^\circ\text{C}$ ) impone un nivel de presión alto, por esto es necesario usar un acero cédula 40.

El agua de enfriamiento puede obtenerse del río.

El mismo tipo de intercambiador usado para el condensador, se utilizará, en el preenfriador de leche, así mismo, se utilizará un intercambiador para enfriar el amoniaco líquido que proviene del condensador, utilizando el vapor del refrigerante a la salida del evaporador. También es posible usarlo en el intercambiador líquido-líquido, localizado entre el generador y el absorbedor.



CONDENSADOR INTERCAMBIABLE

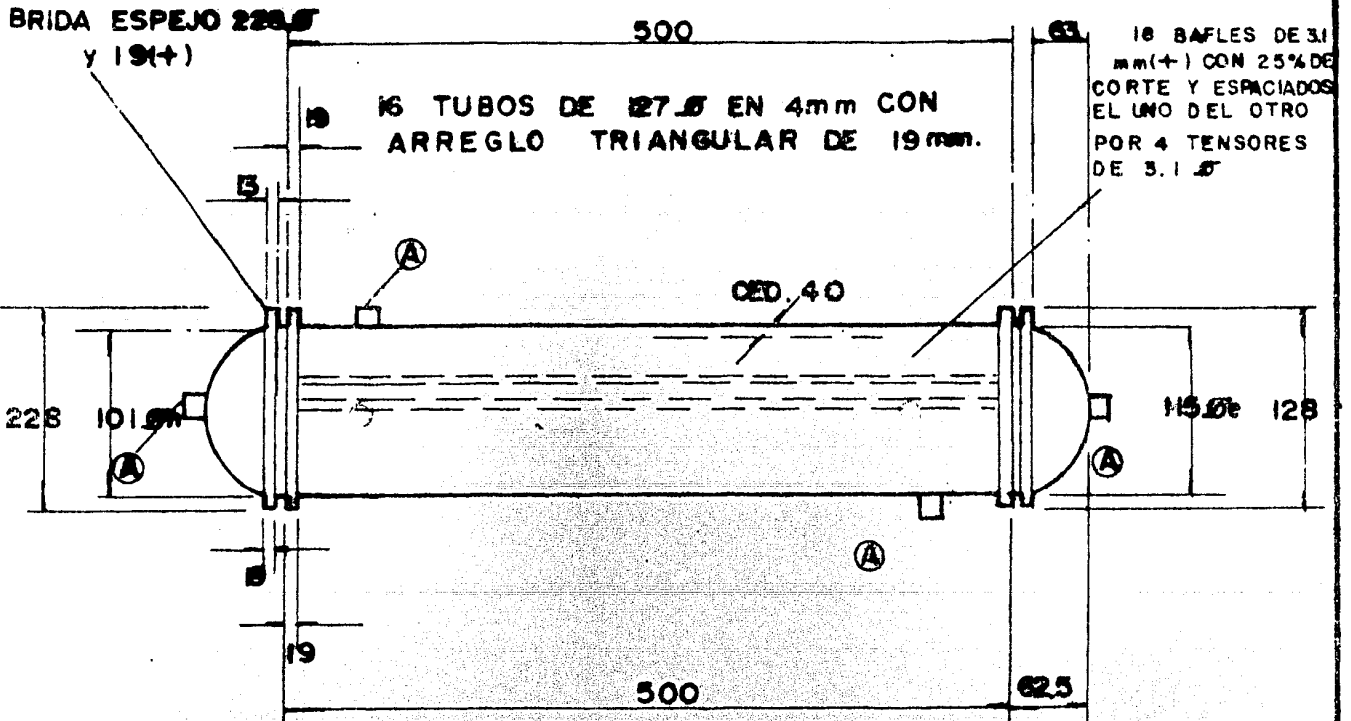


FIG. N°16

ABSORBEDOR .- Ya que la absorción es un proceso exotérmico, resulta necesario diseñar un intercambiador de tipo a contracorriente, enfriado por agua para mantener un nivel razonable de eficiencia .

El diseño del absorbedor está constituido por un tubo de cédula 40 en acero, de 228 mm. de diámetro exterior, que contiene a la solución pobre, y 7 tubos de 127 mm. de diámetro exterior cédula 40 dentro de los que circula agua para enfriar el recipiente y así permitir la continuidad en la absorción.

La solución pobre que está fría dentro del absorbedor, es bombeada hacia el generador, pero antes pasa por un intercambiador donde se encuentra la solución empobrecida caliente proveniente del generador, este intercambio de temperaturas nos permite ahorrar energía.

# ABSORBEDOR

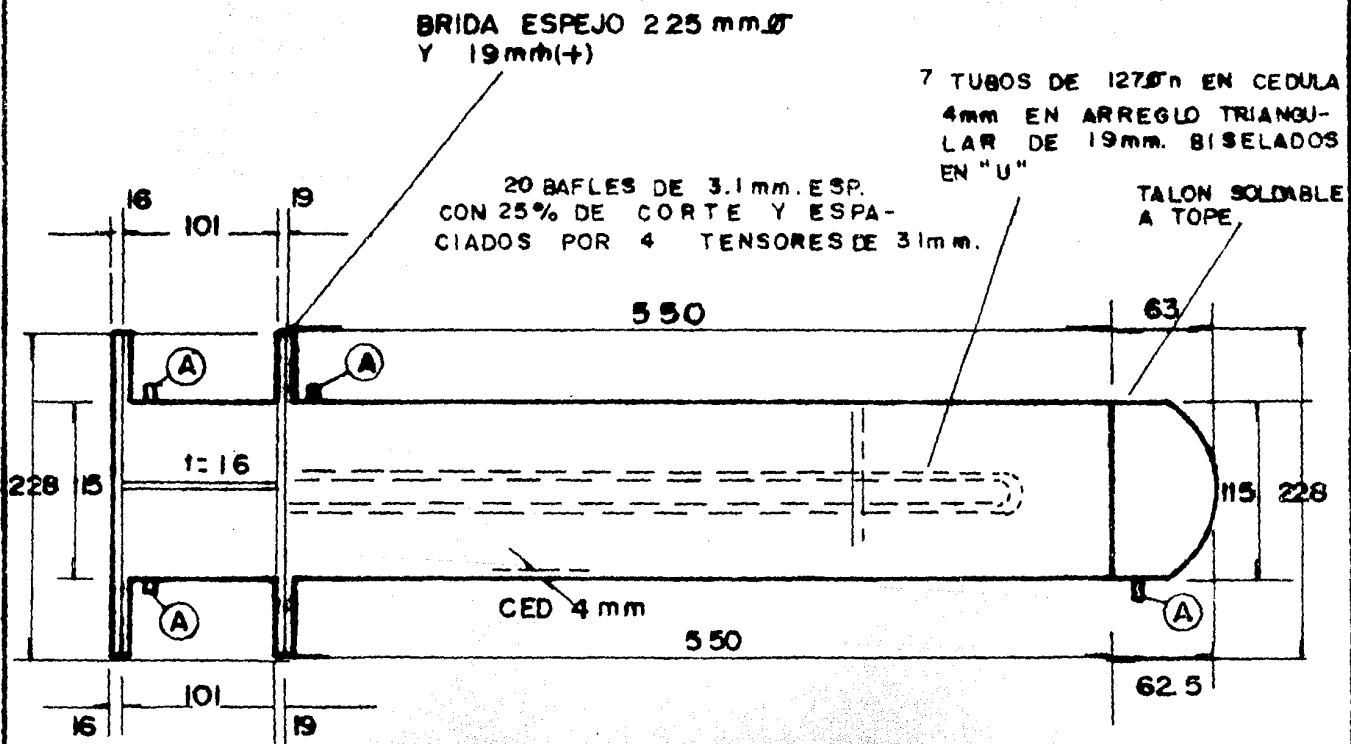
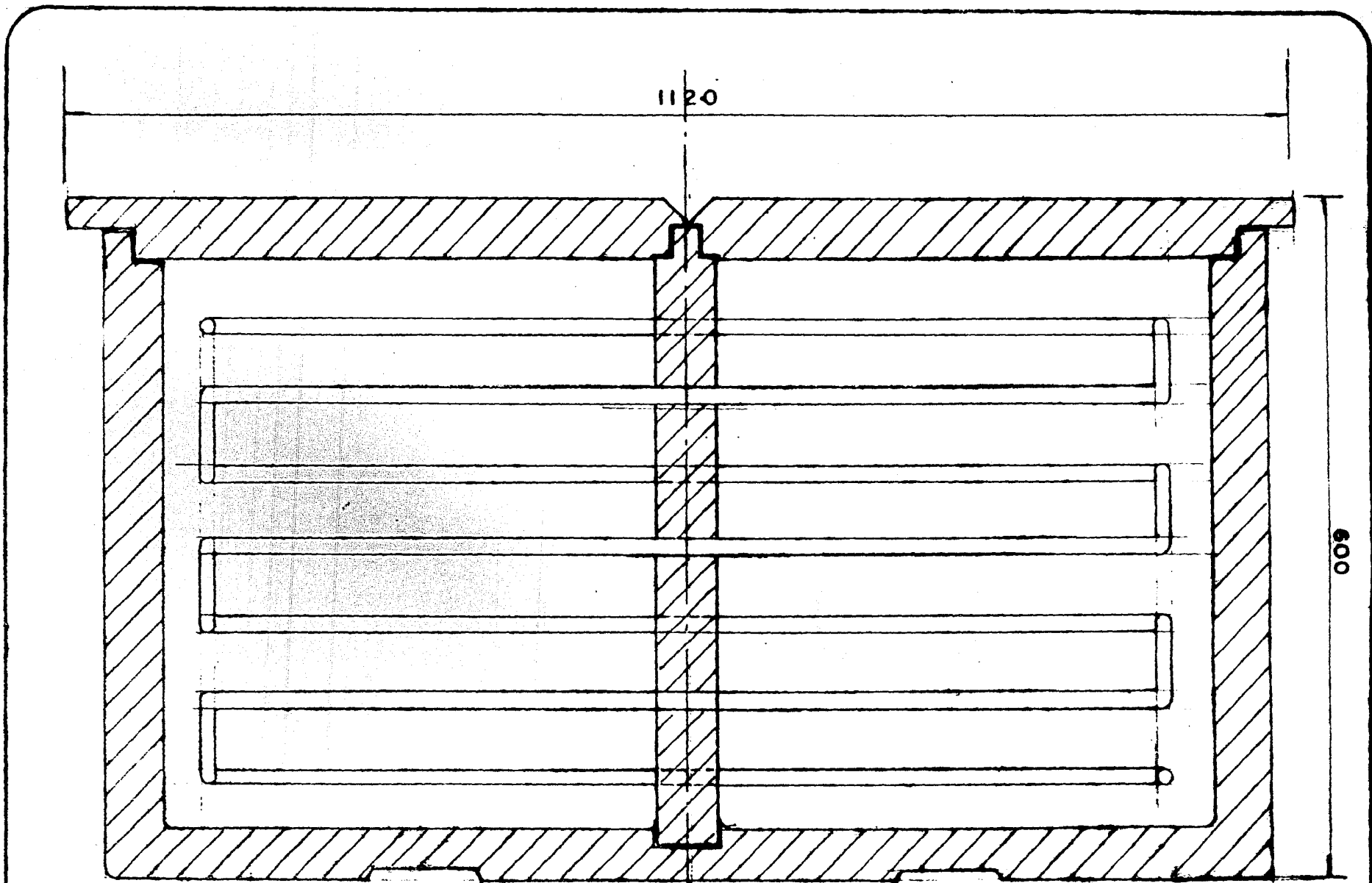


FIG N°17

EVAPORADOR .- En este órgano el amoniaco líquido se evapora sustrayendo calor del medio circundante, en este caso la salmuera lo que se provoca el enfriamiento de esta hasta cero grados centígrados .

El evaporador, consiste en un serpentín sumergido en un recipiente de acero inoxidable, que está dividido en dos partes por un baffle, esta separación tiene el fin de dividir la salmuera que se circulara en cada ordeña. Para regular la salida se tiene una válvula de tres pasos . Una vez que el vapor de amoniaco sale del evaporador, es absorbido por la solución pobre que se encuentra en el absorbedor, pero antes de esto pasa por un intercambiador de amoniaco líquido y gaseoso, que sirve de preenfriador y ahorra energía en el evaporador y en el absorbedor. Este preenfriador es un intercambiador como los ya mencionados .



CORTE TRANSVERSAL EVAPORADOR

FIG. N°48

3a. Equipo lechero.

El equipo que estará en contacto con la leche es:

1. Colector de leche
2. Enfriador

La tapa del enfriador es una tolva que sirve como embudo para vaciar la leche directamente en el recipiente, esta tapa



es de acero inoxidable y tiene una malla que sirve como filtro.

El tanque o enfriador tienen una capacidad de 400 lts. y consiste en un tanque de acero inoxidable, colocado dentro de una camisa aislante de poliuretano y fibra de vidrio. La salmuera es circulada por el doble fondo del tanque, una vez que se ha enfriado a la temperatura deseada en el evaporador.

El equipo de refrigeración y el enfriador de leche, han sido colocados dentro de una unidad, con el fin de evitar pérdidas térmicas por cambios de temperatura. Esto se logra utilizando materiales aislantes, como el poliestireno y la fibra de vidrio.

Al colocar el equipo dentro de una unidad, hacemos más accesible al hombre su control y manejo, logrando una integración visual con todos los componentes; evitando además riesgos en su operación.

La unidad de refrigeración es un armazón de perfiles de aluminio y tableros de fibra de vidrio.

En la parte posterior tiene 3 puertas por las que se tiene acceso a todo el equipo, éstas sólo deberán ser abiertas por los encargados del mantenimiento.

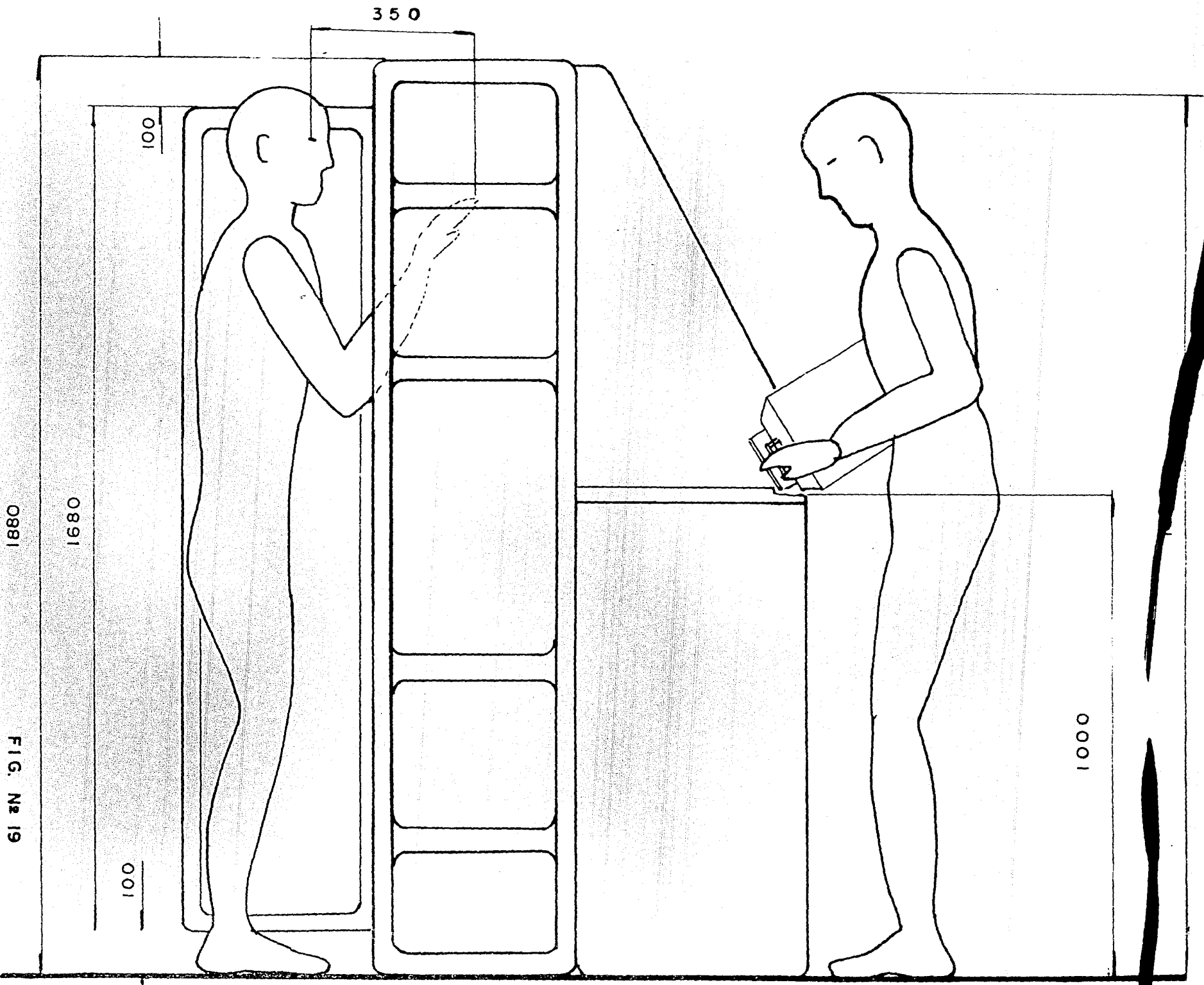
En la parte anterior, están colocados el enfriador y un tablero con exhibidores y controles manuales.

De esta manera, el uso diario del equipo deberá hacerse únicamente por la parte delantera de la unidad y podrá ser manejado por un sólo hombre, el mantenimiento se realiza por la parte posterior y deberá hacerse cada 3 ó 4 meses.

En base al análisis previo de los principios de refrigeración y de los equipos existentes, hemos llegado al concepto anterior.

Todo el equipo necesita estar protegido de los cambios de temperatura, por lo que es conveniente aislarlo, así mismo, este aislamiento podrá evitar que manos inexpertas tengan acceso a partes delicadas.

Para manejar y verificar el funcionamiento del equipo, hemos diseñado un tablero de control, en donde se exhiben los datos necesarios y además se localizan los controles manuales.



0881

FIG. № 19

# SINTESIS

## SINTESIS

Existen en México explotaciones lecheras, económicamente desfavorecidas, carentes de servicios tales como la energía eléctrica; en estos lugares es necesario tener un sistema de enfriamiento local, que permita conservar la leche en condiciones salubres.

Una posibilidad de suplir la carencia de energía eléctrica en esos lugares, es el aprovechamiento de la energía solar, como fuente térmica, para operar sistemas de refrigeración.

El sistema de refrigeración por absorción amoniaco-agua es el que mejor adaptado está a estas necesidades, por su simplicidad y en algunos la carencia de órganos movibles como motores o compresores, si adaptamos a este sistema un colector solar plano, tendremos el sistema acoplado.

Es necesario tomar en cuenta los factores meteorológicos, de localización, producción, y conservación que determinarán nuestro diseño. Si analizamos cada parte, podremos encontrar soluciones factibles de realizarse en un futuro no muy lejano.

La refrigeración solar, debe ser tecnológicamente simple, autónoma y de bajo costo; siendo compatible con el ciclo solar diario y con el ciclo de la leche.

Estas condiciones nos conducen a proponer un sistema de enfriamiento indirecto, en el que enfriamos una salmuera durante las horas de insolación y la circulamos por el recipiente donde está la leche durante el tiempo de ordeña.

Es necesario tener medidas de seguridad por si la radiación solar es insuficiente en algunas épocas del año (sistema auxiliar; eléctrico, combustibles, etc.).

Otra cosa importante que determinará el diseño es, la posición relativa de los órganos, que en una máquina de absorción no es indiferente. La circulación de gases y soluciones puede ser natural o forzada. En el caso de una circulación natural, las posiciones en cuanto al nivel deben estudiarse.

Es importante analizar las características del colector solar, para poder utilizarlo como fuente térmica.

El sistema a usar es el colector plano que tiene su función basada en el principio de invernadero.



## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

El diseño del refrigerador solar propuesto, tiene los siguientes adelantos sobre los estudios que hasta hoy se habían realizado en nuestro país:

1o. A pesar de que el sistema propuesto está basado en cálculos teóricos, este ha sido evaluado bajo condiciones reales de operación, adaptadas a una necesidad rural.

2o. El uso de materiales existentes en nuestro mercado y la utilización de procesos realizables en México, repercutirán en un bajo costo de fabricación.

3o. Es un sistema de poco mantenimiento, y operación manual.

4o. Los materiales usados tienen un rango de seguridad superior a la presión de trabajo del sistema; con esto se busca evitar riesgo en su operación.

5o. Los procesos de transferencia de calor en el sistema se desarrollan más eficientemente debido a la utilización de agua de enfriamiento.

6o. Al colocar el equipo de refrigeración dentro de una unidad; además de crear una armonía visual, logramos localizar fácilmente todas las partes y evitar pérdidas térmicas.

7o. El diseño del colector en forma modular permite cubrir distintas necesidades de generación.

8o. La optimización de los diseños se logra mediante la utilización de programas de simulación en computadora, utilizando los datos locales (meteorológicos, producción etc.).

El diseñar a la par que avanza la investigación científica, tiene sus pros y contras; por un lado, evita errores posteriores en cuanto a fabricación o uso de materiales inadecuados, pudiendo limitar el número de posibilidades. Antes de proponer otros se debe probar y experimentar. Por lo que, las medidas y formas dadas en este trabajo, así como su disposición están sujetas a cambios, como resultado de la comprobación teórica.

No hay que dejar de tomar en cuenta que actualmente la investigación puede ser más costosa que un prototipo, pues requiere aparatos de medición y cambios radicales como resultado de la experimentación.

Este trabajo ha sido un intento de unir a profesionistas de distintos ramos para solucionar un problema nacional, como es el de la conservación de la leche.

Mi misión como diseñador industrial, dentro de este proyecto es llevar a la práctica los estudios teóricos, que hasta hoy se tienen, dándoles la mejor aplicación posible.

## BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA - LECHE

- 1.- R. VEISSEYRE  
Lactología Técnica  
Ed. Acribia  
1972
  
- 2.- Webb/Whittier  
By Products From Milk  
Ed. AVI  
1970 2° Edición
  
- 3.- A. W. Farral  
Ingeniería para la Industria Lechera  
ED. Herrero  
1966 2° Edición
  
- 4.- Charles Alais  
Ciencia de la Leche  
Principios de Técnica Lechera  
C.E.C.S.A.  
1971 2a Edición
  
- 5.- Hall/Hedrick  
Drying of milk and milk products  
AVI  
1971 2° Edición
  
- 6.- Foster et Al  
Dairy Microbiology  
Prentice Hall  
1961 2° Edición



- 7.- Barry Graham - Rack  
Hygiene in food manufacturing and  
handling food trade  
Press Ltd  
1973 2° Edición
  
- 8.- Milk Industry Foundation  
Manual for Milk plant operators  
MIF 1967 3° Edición
  
- 9.- Hall Trout  
Milk Pasteurization  
AVI 1968 2° Edición
  
- 10.- Charm  
Fundamentals of Food Engineering  
AVI - 1971 2° Edición
  
- 11.- Ramos Córdova Mario  
La leche su producción higiénica y su  
control sanitario  
Alpura - 1973



HEMEROGRAFIA - LECHE

- 1.- Censos - 1977 - 1978  
Instituto Nacional de la Leche  
S.A.G.
  
- 2.- Diario Oficial  
Secretaría de Salubridad y Asistencia  
Reglamento para el control sanitario  
Viernes 24 de Septiembre 1976  
pp. 27 - 39

## BIBLIOGRAFIA - REFRIGERACION

- 12.- Dossat Roy J.  
Principios de Refrigeración  
C.E.C.S.A. 13° Edición  
1976
- 13.- Degoix Pierre  
Les Armoires Frigorifiques a Absortion  
Grandot - France  
1950
- 14.- Alvarez Ojea E.  
Refrigeración por Absorción  
Editorial Bell, S.A.  
1976
- 15.- Billardon Robert  
Le Froid  
Techniques de L'ingenier  
1951 Paris
- 16.- Fenninger C.K.  
Regles pour Machines Frigorifiques  
Deutscher Kaltetechnischer  
Verein (Associatun Allemande do Froid)  
Institut International du Froid  
1971

## HEMEROGRAFIA - REFRIGERACION

- 3.- R.W. Allen F.H. Morse and S.L. Sargent  
Optimization study of Solar Absortion air conditioning Systems.  
N.T.I.S. Maryland University  
13 Mayo 1974
- 4.- Macriss Robert A.  
Selecting Refrigerant - Absorbent Fluid Systems for Solar Energy utiliz-ation  
A. Shrae (ASHRAE)
- 5.- D. H. Andrews  
Refrigerant - Absorbent Pairs for Absortion Refrigeration  
Unpublished report to the American Gas Association, Oct. 1961
- 6.- Machines a absorption  
Production de Foid  
Techniques de L'ingenier  
Notice B 555
- 7.- Billardon Robert  
Le Froid  
Notice B - 550  
Techniques de L'ingenieur, Place Dauphine Paris)
- 8.- Ibid - Notice B - 570 November 1951
- 9.- Ibidem - Notice - 552 pp. 3-8
- 10.- Obcit - Notice B - 570 p. 11 - 14

## BIBLIOGRAFIA - ENERGIA SOLAR

- 17.- Hernández Everardo  
La Distribución de la Radicación global en México  
evaluada mediante la fotointerpretación de la Nubosidad  
observada por satélites metereológicos.  
Centro de Investigación de Materiales  
UNAM 2° Edición
- 18.- Hernández E. y Martínez R.  
La variación anual en México de la Radiación Solar  
directa sobre planos verticales orientados hacia los  
los cuatro puntos cardinales.  
2° Edición  
C.I.M. U.N.A.M.  
1977
- 19.- Hernández Everardo  
Las coordenadas horarias de la trayectoria diaria del  
sol sobre el horizonte y su representación polar en la  
República Mexicana.  
7° Edición 1977  
C.I.M. U.N.A.M.
- 20.- Hernández E. Martínez R., Fuentes P. y del Castillo L.  
"Factibilidad de Aprovechamiento en México de la  
Energía Solar"  
C.I.M. U.N.A.M. 1978
- 21.- B.O. Seraphin  
Spectrally Selective surfaces and their impact  
on photothermal Solar energy conversion  
Vol. 31 "Solar Energy Conversion - Solar State  
Physics Aspects"

22.- De Winter Francis

Technical Report

How to design and built a solar swimming pool heater

1975 Copper Development Association Inc

BIBLIOGRAFIA - ENERGIA SOLAR

- 23.- Kern Q. Donald  
Procesos de Transferencias de calor  
C.E.C.S.A. 1972
- 24.- Mc. Adams Williams  
Heat Transmission  
3a Edition Mc Graw-Hill  
Kógakusha, Tokio



- 11.- Memorias. Simposio. Sobre Tecnología aplicada a  
Sistemas de energía solar.  
30 de enero, 3 de febrero 1979 Jurica Querétaro, Méx.

HEMEROGRAFIA - SOLAR

- 12.- L'energie solaire et ses applications.  
Notice E.S. 5  
S.A. giordano ch st bernard, vallauris  
France 1978
- 13.- Macriss Robert A. Selecting Refrigerant  
Absorbent - Fluid Systems  
For Solar Energy Utilization.
- 14.- M. Eisenstadd  
"Solar Air conditioning with NH<sub>3</sub>  
sater absorption Refrigeration Systems"  
Engineering Progress at the university of  
Florida, Technical Progress Report  
14 N° 2 1960 p. 22 - 28
- 15.- Yovanovich M. Michael.  
Advances Heat Conduction  
University of Waterloo (Sc. D. Mit) 1969