

878517

UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U. N. A. M.



PROYECTO DE INSTALACION DE UNA FABRICA  
PRODUCTORA DE HIELO INDUSTRIAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA: INDUSTRIAL

PRESENTAN:

EDUARDO MENDOZA GUERRA

GUSTAVO AVILA RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS

ING. EMILIO A. ITURBIDE P.

MEXICO, D. F. FALLA DE ORIGEN 1995



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 está 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.

# UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO

PROYECTO DE INSTALACION DE UNA FABRICA

PRODUCTORA DE HIELO INDUSTRIAL



FALLA DE ORIGEN

**UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO**

**I N D I C E**

---

I N D I C E      G E N E R A L

---

<b>I N D I C E S</b>	
Indice general.....	A
Indice de mapas.....	B
Indice de figuras.....	C
Indice de tablas.....	D
Indice de planos.....	E
<b>CAPITULO PRIMERO: INTRODUCCION</b>	
1.1. Objetivo general.....	1
1.2. Justificación.....	3
<b>CAPITULO SEGUNDO: LOCALIZACION</b>	
2.1. Macrolocalización.....	7
2.2. Microlocalización.....	8
2.3. Estudio de mercado.....	10
2.4. Layout.....	12
<b>CAPITULO TERCERO: PROCESO</b>	
3.1. Sistemas de refrigeración mecánicos.....	30
3.2. Refrigerantes utilizados.....	31
3.3. Técnicas de fabricación.....	34
<b>CAPITULO CUARTO: EQUIPO</b>	
4.1. Equipo usado en la fabricación.....	37
4.2. Equipo que se instalará.....	41
<b>CAPITULO QUINTO: PROYECTO</b>	
5.1. Consideraciones generales.....	57
<b>CAPITULO SEXTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD</b>	
6.1. Demanda Potencial.....	67
6.2. Presupuesto de Egresos.....	68
6.3. Inversión.....	119
6.4. Crédito Bancario.....	120
6.5. Estado de Resultados Proforma.....	122
6.6. Flujo de Efectivo.....	124
6.7. Evaluación Económica.....	135
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	
..... 142	
<b>ANEXOS</b>	
..... 146	
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
..... 147	











**VNIVERSIDAD NVEVO MVNDO**

**ABREVIACIONES**

## ABREVIACIONES

Abs. ó abs. \_\_\_\_\_ absoluto  
B.T.U. \_\_\_\_\_ unidad térmica británica  
B.T.U. \_\_\_\_\_ unidad térmica británica por libra masa abs.  
°C \_\_\_\_\_ grados celsius ó grados centígrados  
Cap. ó cap. \_\_\_\_\_ capítulo  
Cal \_\_\_\_\_ calorías grandes  
cal \_\_\_\_\_ calorías pequeñas  
C \_\_\_\_\_ carbón  
C.G.S. \_\_\_\_\_ centímetro gramo segundo  
cm \_\_\_\_\_ centímetro  
C.P. ó c.p. \_\_\_\_\_ centipoise  
Cal/Kg(m) \_\_\_\_\_ caloría grande por kilogramo masa abs.  
cal/g \_\_\_\_\_ caloría pequeña por gramo masa abs.  
C.M. \_\_\_\_\_ cantidad de movimiento  
C.V. \_\_\_\_\_ caballo vapor  
C.V.-Hr \_\_\_\_\_ caballo vapor hora  
cps \_\_\_\_\_ ciclos por segundo  
cos \_\_\_\_\_ coseno  
dm \_\_\_\_\_ decímetro  
dinas-cm \_\_\_\_\_ dinas centímetro  
dinas-m \_\_\_\_\_ dinas metro  
exp. \_\_\_\_\_ expansión  
°F \_\_\_\_\_ grados Fahrenheit  
fem \_\_\_\_\_ fuerza electromotriz  
g \_\_\_\_\_ gramo masa abs.  
gr \_\_\_\_\_ gramo fuerza ó gramo peso  
gr-cm \_\_\_\_\_ gramo centímetro  
gr-m \_\_\_\_\_ gramo metro  
gal \_\_\_\_\_ galón  
H.P. \_\_\_\_\_ caballo de fuerza  
H.P.-Hr \_\_\_\_\_ caballo de fuerza hora  
Hr \_\_\_\_\_ hora  
Kg \_\_\_\_\_ kilogramo fuerza ó kilogramo peso  
Kg(m) \_\_\_\_\_ kilogramo masa abs.  
Kg-cm \_\_\_\_\_ kilogramo centímetro  
Kg-m \_\_\_\_\_ kilogramo metro  
°K \_\_\_\_\_ grados Kelvin  
Km \_\_\_\_\_ kilometro  
Kw \_\_\_\_\_ kilowatt  
Kw-Hr \_\_\_\_\_ kilowatt hora  
Kcal \_\_\_\_\_ kilo caloría  
lb \_\_\_\_\_ libra fuerza ó libra peso  
lb(m) \_\_\_\_\_ libra masa abs.  
lb-plg \_\_\_\_\_ libra pulgada  
lb-pie \_\_\_\_\_ libra pie  
log \_\_\_\_\_ logaritmo de base 10  
lt \_\_\_\_\_ litro

m \_\_\_\_\_ metro  
m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_ metro cuadrado  
m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_ metro cúbico  
mm \_\_\_\_\_ milímetro  
min \_\_\_\_\_ minuto  
M.K.S. \_\_\_\_\_ metro kilogramo segundo  
N \_\_\_\_\_ nitrógeno  
N.W. \_\_\_\_\_ nivel del mar  
° \_\_\_\_\_ grados  
plg \_\_\_\_\_ pulgada  
Psig \_\_\_\_\_ libras por pulgada cuadrada medidas  
Psia \_\_\_\_\_ libras por pulgada cuadrada absolutas  
°R \_\_\_\_\_ grados Rankine  
rad \_\_\_\_\_ radián  
rev. \_\_\_\_\_ revolución  
rpm \_\_\_\_\_ revoluciones por minuto  
seg \_\_\_\_\_ segundo  
sen \_\_\_\_\_ seno  
Ton ó ton \_\_\_\_\_ tonelada  
T.R. \_\_\_\_\_ tonelada de refrigeración  
U.T.M. \_\_\_\_\_ unidad técnica de masa  
ui. \_\_\_\_\_ unidad(es)  
' \_\_\_\_\_ min  
" \_\_\_\_\_ seg

**UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO**

**CAPITULO I**

CAPITULO PRIMERO

INTRODUCCION

1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Justificación.....	3

## CAPITULO PRIMERO

### INTRODUCCION

Se ha comprobado que en ambientes templados las civilizaciones han tenido grandes avances culturales, económicos, etc... pero que sucede en sitios donde las condiciones climáticas son adversas para el desarrollo del ser humano.

En nuestro país estas áreas cubren una gran extensión territorial y las comunidades que allí habitan están formadas por gente de escasos recursos.

La realización de este estudio, tiene como finalidad la de conocer con certeza, la rentabilidad que tendría la instalación de una fábrica productora de hielo industrial, la cual contribuiría en buena medida, al desarrollo económico - social de la zona en la que se pretende instalar, al cubrir el deficit existente del producto que la población demanda para cubrir sus necesidades, según lo reveló la encuesta directa que se realizó en las siguientes entidades : Villahermosa, Cárdenas, Frontera, Comalcalco, Paraíso y Huimanguillo.

( VER ANEXOS )

### 1.1. OBJETIVO GENERAL

Se determinará cual es el tipo más adecuado de instalación y equipo con la finalidad de presentar una propuesta concreta para la debida instalación de la fábrica de hielo industrial.

En primera instancia se localizará el sitio de instalación más adecuado, atendiendo a las necesidades propias del proyecto e ilustraremos cuales son las razones del por qué de su elección.

A continuación se presentará el equipo más conveniente por adquirirse, tomando como base el tipo de producto y la calidad que se desea tener, así como, las características climáticas adversas que prevalecen en el área de los litorales.

Posteriormente se mencionará algunos de los aspectos más característicos sobre los sistemas actuales de refrigeración, que se emplean en la producción de hielo industrial de alta calidad, así como de los métodos modernos más eficaces para la eliminación de bacterias en el proceso de purificación del agua.

Se tratarán también las dificultades propias del proyecto, al elegir en forma adecuada la capacidad del equipo, ya que esto repercute directamente sobre los costos de instalación y producción, restando productividad en caso de no ser óptimos, y por consiguiente afectando las utilidades de la empresa. Finalmente se expondrá el análisis de mercado, vital para fundamentar la rentabilidad del proyecto.



## 1.2. JUSTIFICACION

En las zonas costeras y debido a las condiciones climáticas, se hace indispensable contar con unidades de refrigeración adecuadas para conservar en buen estado y por un mayor periodo de tiempo los alimentos perecederos con los que se comercializa. Pero debido a los altos costos que estas tienen y al escaso tiempo de vida con que estos equipos operan en estas latitudes, ya que al estar expuestos a un medio ambiente salitroso, los componentes metálicos del equipo sufren los ataques de las sales, oxidándose rápidamente los gabinetes y deteriorándose en igual forma las mangueras que contienen al refrigerante, causando fugas de éste continuamente, se hace difícil su adquisición y problemático su mantenimiento.

Otro hecho importante es que no existe todavía en muchas zonas, el suministro regular y adecuado en capacidad, de energía eléctrica para alimentar correctamente dichas unidades, provocando el mal funcionamiento de las mismas, y como consecuencia de ello cuantiosas pérdidas.

Lo anterior origina que para la mayoría de la gente de estas poblaciones, contar con una unidad de refrigeración doméstica es un lujo que muy pocos alcanzan.

Para las personas que comercializan con alimentos perecederos, como lo son los productos marinos, tales como el pescado y los mariscos, es más accesible comprar diariamente varios kilogramos de hielo industrial para conservar en buen estado sus productos, que invertir en una costosa instalación de una cámara de refrigeración ó cuarto frío.

**UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO**

**CAPITULO II**

CAPITULO SEGUNDO

LOCALIZACION

2.1	MACROLOCALIZACION	
2.1.1.	Aspectos generales.....	8
2.2	MICROLOCALIZACION	
2.2.1.	Localización de la planta.....	10
2.2.2.	Aspectos geográficos.....	12
2.3	ESTUDIO DE MERCADO	
2.3.1.	Infraestructura	
2.3.1.1.	Red carretera.....	12
2.3.1.2.	Servicio eléctrico.....	17
2.3.1.3.	Servicio de drenaje y alcantarillado....	17
2.3.1.4.	Servicio médico.....	17
2.3.1.5.	Educación.....	17
2.3.1.6.	Seguridad y orden público.....	18
2.3.1.7.	Servicios financieros y admón. pública..	19
2.3.1.8.	Comunicaciones.....	21
2.3.1.9.	Agua.....	24
2.3.1.10.	Conclusión.....	27
2.4.	LAYOUT.....	28

## CAPITULO SEGUNDO

### 2.1. MACROLOCALIZACION

Debido a la demanda insatisfecha que existe del producto que se desea comercializar a lo largo del litoral del golfo de México, se pretende instalar la fábrica productora de hielo industrial de mediana capacidad, en un sitio localizado dentro de estos márgenes y que cuente con la infraestructura necesaria para el desarrollo adecuado del proyecto que nos ocupa.

#### 2.1.1. ASPECTOS GENERALES

En el desarrollo de un proyecto industrial, la información estadística constituye un insumo fundamental para la elaboración de diagnósticos, la formulación, instrumentación y control del proyecto, así como para evaluar los resultados del mismo. De igual forma, con la información estadística es posible conocer los fenómenos económicos y sociales, lo cual permite el análisis y la toma de decisiones para alcanzar los objetivos que se persiguen. En base en estos datos estadísticos hemos observado que el estado del área del litoral del golfo que presenta las mejores perspectivas para el desarrollo de nuestro proyecto es Tabasco, ya que, cuenta con la infraestructura necesaria y es además, el estado que ha mantenido un crecimiento económico considerable en los últimos años en comparación con otros estados.



FALLA DE ORIGEN

ESCALA 1:12,500,000  
COMPILADA DE LA CARTA GEOGRAFICA  
ESCALA 1:4,000,000  
I.N.E.G.I.

## 2.2. MICROLOCALIZACION

Para establecer el sitio de instalación de nuestra fábrica tenemos que tomar en cuenta los aspectos geográficos del área, infraestructura, aspectos sociodemográficos y aspectos económicos.

En nuestro proyecto, los aspectos geográficos juegan un papel determinante ya que el clima, la temperatura media y sobre todo la existencia de cuencas hidrológicas son parte fundamental.

No debemos olvidar la importancia del factor humano, ya que la capacidad de mercado cautivo depende en buena medida del tamaño de la localidad.

Y por supuesto hemos de considerar la longitud de la red carretera, electrificación, servicios de drenaje y alcantarillado, servicios médicos, educación, seguridad y orden público, servicios financieros y administración pública.

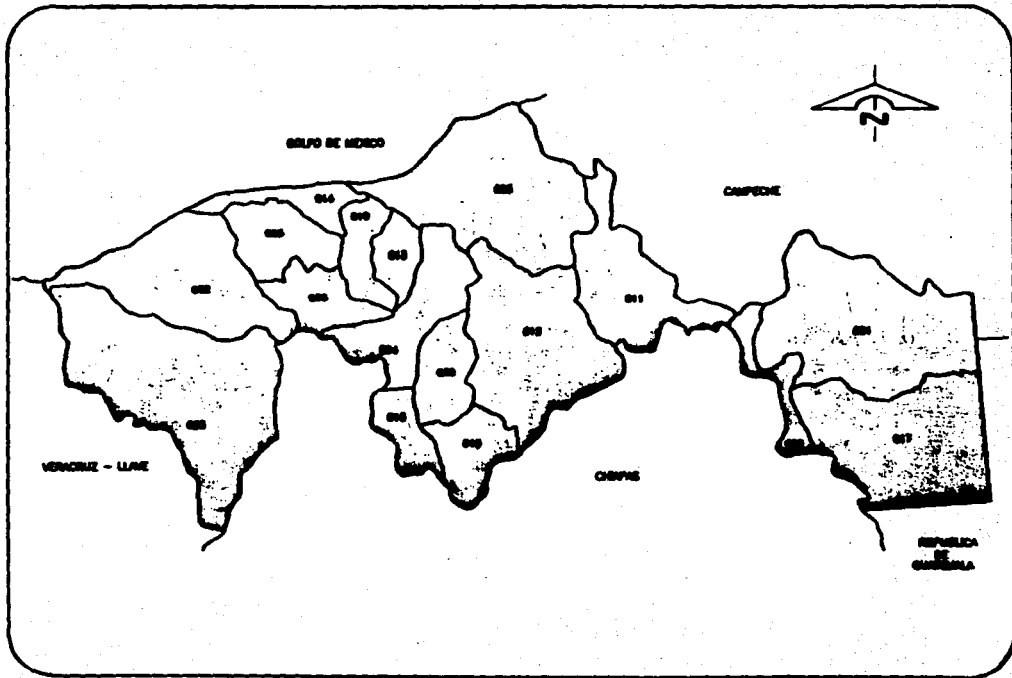
### 2.2.1. LOCALIZACION DE LA PLANTA

Es deseable instalar la planta en una localidad con el mayor número de habitantes posibles, pero que no presente altos impuestos por la tenencia de la tierra como resulta ser en la capital del estado. Es deseable también situarla en una zona industrial y comercial cercana a la zona centro del estado y que en este caso es la ciudad de Villahermosa y sus alrededores. Además es importante establecerse en un sitio estratégico donde converjan tanto la red carretera como la ferroviaria con procedencia del puerto marítimo de Paraíso y con destino a los principales centros de abasto.

**División Político-Administrativa**

MAPA 0

FALLA DE ORIGEN



Fuente: Gobierno del Estado de Tabasco.



El sitio que reúne estas características es la zona industrial de la ciudad de Cárdenas, TABASCO.

La ciudad de Cárdenas en el estado mexicano de Tabasco, está situada al oeste de la ciudad capital de Villahermosa, y cuenta con aproximadamente 252,063 habitantes.

#### 2.2.2. ASPECTOS GEOGRAFICOS

El clima de la región es cálido y húmedo con abundantes lluvias en el verano, la temperatura media es de 27.5 °C y la precipitación promedio anual es de 2,168.10 mm.

#### 2.3 ESTUDIO DE MERCADO

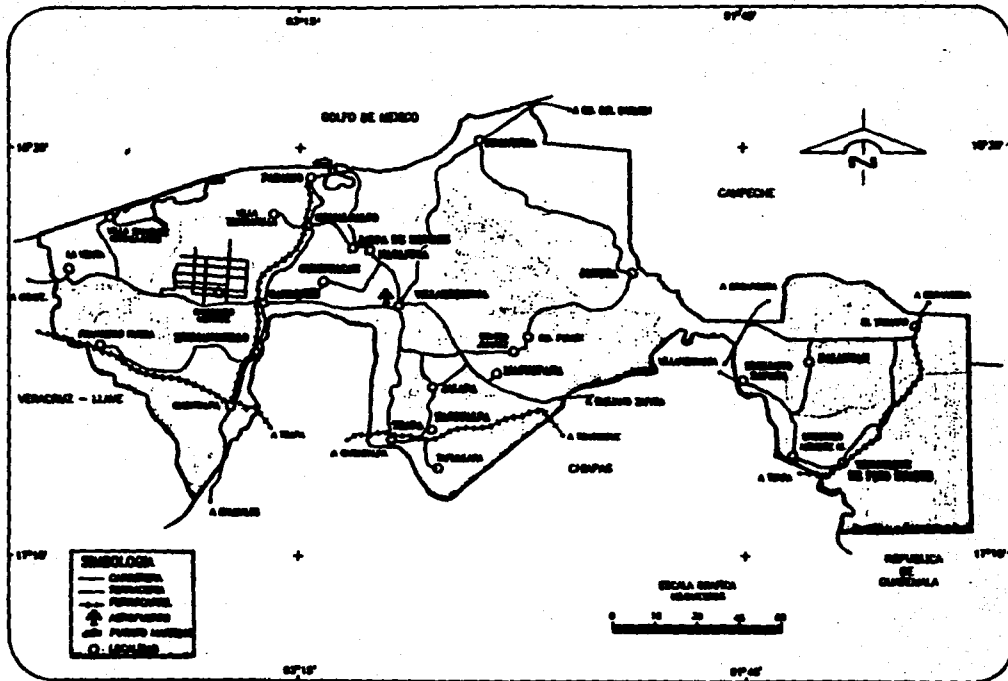
##### 2.3.1. INFRAESTRUCTURA

###### 2.3.1.1. RED CARRETERA

El estado de Tabasco en su totalidad tiene 9,366 Km de vías de comunicación. De estos, 753 Km son caminos federales (dos, cuatro o más carriles) , y están pavimentados. Hay 7,218 Km de carreteras estatales y de ellos 3,158 Km están pavimentados y 4,060 Km están revestidos. De caminos rurales ó vecinales, 97 Km están pavimentados y 1,298 Km revestidos, siendo en total 1,395 Km.

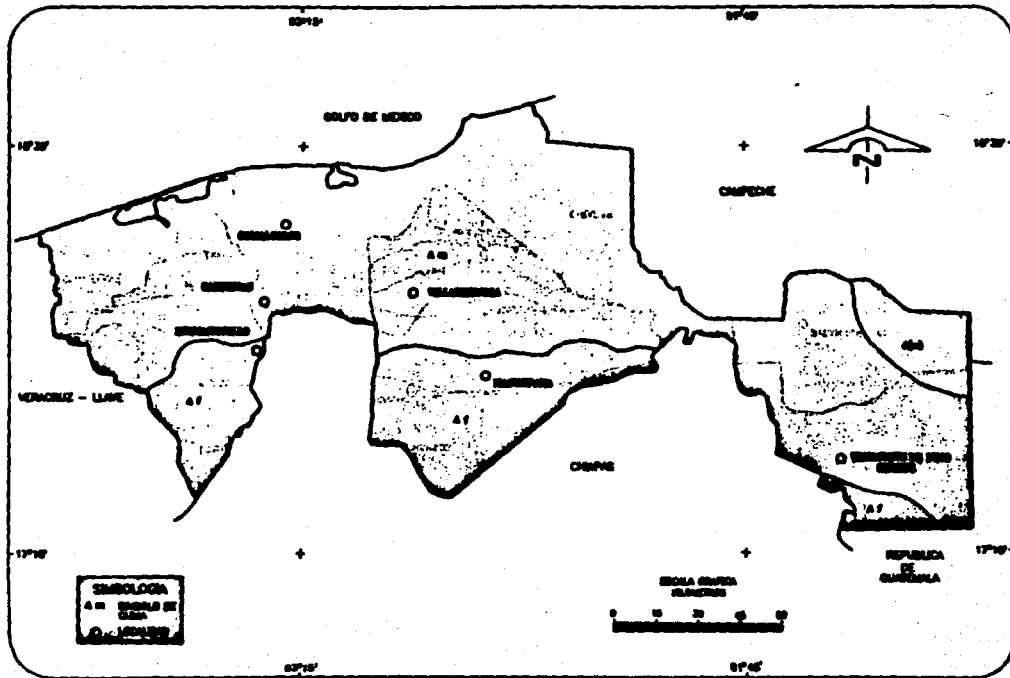
El municipio de Cárdenas cuenta con un total de 504 Km de caminos de acceso, de los cuales 68 Km pertenecen a la red principal ( camino de cuota) y están pavimentados. A la red secundaria pertenecen 420 Km de los cuales 296 Km están pavimentados y 124 Km están revestidos. Existen también 16 Km con revestimiento de caminos rurales ó vecinales.

FALLA DE ORIGEN





FALLA DE ORIGEN

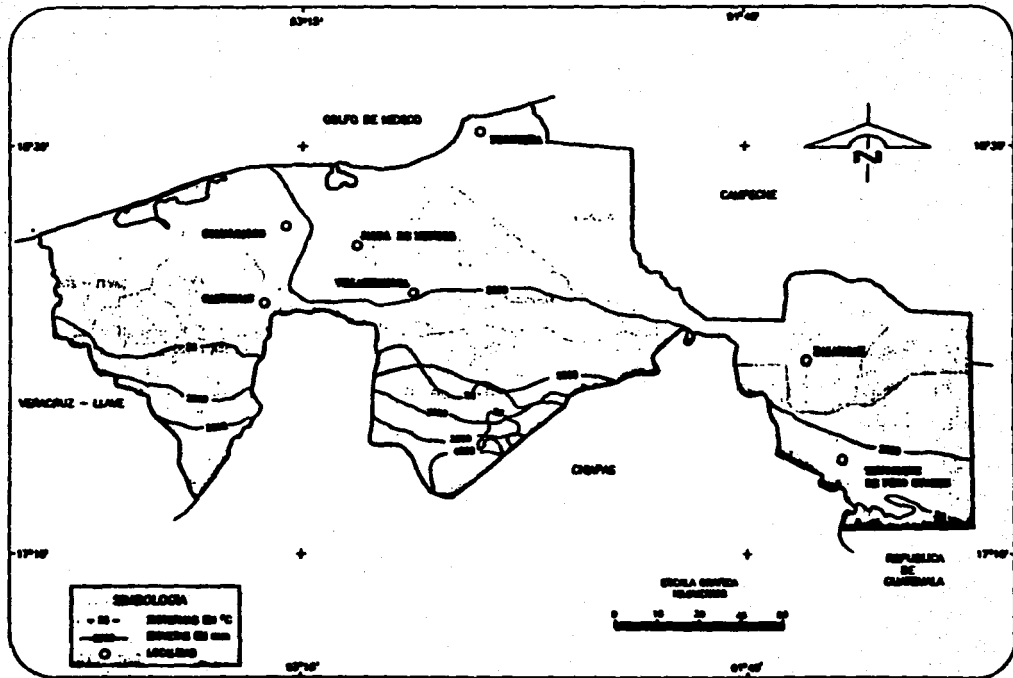


FUENTE: CONECON. Carta de Climas, 1:1 000 000.

Isotermas e Isoyetas

Mapa 4

FALLA DE ORIGEN



FUENTES: CORNEC. Carta de Temperaturas Medias Anuales, 1:1 000 000.  
 CORNEC. Carta de Precipitación Total Anual, 1:1 000 000.

#### 2.3.1.2. SERVICIO ELECTRICO

El estado de Tabasco cuenta con un total de 10,419 Km de líneas distribuidas de la siguiente manera :

- \* 318 Km de líneas de transmisión de 230 Kv
- \* 693 Km de líneas de subtransmisión de 115 Kv
- \* 2,778 Km de circuitos de distribución de 33 Kv
- \* 6,630 Km de circuitos de distribución de 13.2 Kv

En el municipio de Cárdenas existen 104 localidades y todas ellas cuentan con servicio eléctrico.

#### 2.3.1.3. DRENAJE Y ALCANTARILLADO

Existen 89 localidades con este servicio en el estado y en el municipio de Cárdenas únicamente 18.

#### 2.3.1.4. SERVICIOS MEDICOS

En el estado de Tabasco hay 409 unidades médicas, de estas 391 son de consulta externa y 18 de hospitalización general, para un total de 709,557 derechohabientes. En estas unidades médicas laboran 2,068 médicos 3,172 paramédicos y 3,701 enfermeras.

En el municipio de Cárdenas existen 11 clínicas del IMSS y 3 del ISSSTE; solo una clínica del IMSS es de hospitalización general.

#### 2.3.1.5. EDUCACION

En el estado existe un total de 4,151 escuelas y en el municipio de Cárdenas 348.

De las 348 escuelas que hay en Cárdenas, 130 son de educación preescolar, 164 de educación primaria, 31 de educación secundaria, 8 de educación media superior; 6 de educación profesional medio, y 9 son escuelas técnicas.

2.3.1.6. SEGURIDAD Y ORDEN PUBLICO

En el estado de Tabasco los ocho principales delitos registrados en los juzgados penales de primera instancia del fuero común son :

* D E L I T O * * % *	
- Lesiones	29.1
- Robo	22.4
- Daño prop. ajena	6.5
- Homicidio	3.1
- Rapto y estupro	2.7
- Fraude y estafa	2.7
- Violación	2.4
- Abuso de confianza	1.6
- Otros delitos	29.4
- No especificado	0.0
====	100.0 %

En el municipio de Cárdenas los delinquentes sentenciados en los juzgados penales de primera instancia del fuero común según el delito son : ( PERIODO 92-93 )

* D E L I T O * * % *	
- Lesiones	32.9
- Robo	29.4
- Daño prop. ajena	12.7
- Homicidio	1.9
- Rapto y estupro	1.4
- Fraude y estafa	0.5
- Violación	1.3
- Abuso de confianza	0.8
- Otros delitos	9.9
- No especificado	9.2
=====	100 %

El estado de Tabasco cuenta con 18 centros de readaptación social con una capacidad para 2,502 personas. El municipio de Cárdenas cuenta con un solo centro de adaptación social para 25 personas..

Los principales accidentes de tránsito terrestre en las carreteras de jurisdicción estatal son :

* A C C I D E N T E * * % *	
- Colisión contra otro vehículo	83.1
- Accidente un solo vehículo	8.9
- Colisión con peatón	6.7
- Otras	1.3
	=====
	100.0

#### 2.3.1.7. SERVICIOS FINANCIEROS Y ADMINISTRACION PUBLICA

El estado tiene 81 sucursales bancarias las cuales brindan empleo a 1,843 personas. Dichas sucursales otorgan créditos a los diferentes sectores económicos del estado de la siguiente manera :

* TIPO E INSTRUMENTO *	* MONTO * (MILES DE NUEVOS PESOS)
COMERCIO	843,690
INDUSTRIA	188,171
GOBIERNO	39,593
TURISMO	2,064
VIVIENDA	464,794
AGROPECUARIO	549,435
	=====
	2'087,747



Los créditos otorgados por Nacional Financiera (NAFINSA) a la iniciativa privada (I.P) son :

* TAMAÑO DE LA EMPRESA *	* EMPRESAS ACREDITADAS *	* MONTO *
Micro	790	59,843
Pequeña	615	251,698
Mediana	7	17,666
Grande	6	22,979
	-----	-----
	1,418	N\$ 352,186

Los créditos otorgados por Nacional Financiera a los sectores económicos del estado son :

* SECTOR *	* EMPRESAS ACREDITADAS *	* MONTO *
INDUSTRIAL	350	171,502
COMERCIAL	761	122,695
SERVICIO	307	57,989
	-----	-----
	1,418	N\$ 352,186

CONCLUSION : NAFINSA HA OTORGADO CREDITO A 1,418 EMPRESAS, CON UN MONTO DE N\$ 352,186 EN EL ESTADO DE TABASCO Y EN EL MUNICIPIO DE CARDENAS SE OTORGO CREDITO A 116 EMPRESAS CON UN MONTO DE N\$ 30,602.

Los ingresos y egresos brutos del estado por concepto son los siguientes :

* CONCEPTO *	* % *
INGRESOS	
- PARTICIPACIONES	95.2
- PRODUCTOS	1.9
- DERECHOS	1.2
- APROVECHAMIENTOS	1.1
- IMPUESTOS	0.6
	-----
	100.0

*****		
* CONCEPTO *		
*****		
<b>EGRESOS</b>		
- GASTOS CORRIENTES		23.1
- GASTOS DE INVERSION		38.1
- TRANSFERENCIAS		38.8
		=====
		100.0

El gobierno estatal autorizó una inversión pública federal de N\$ 2'076,389.40 a los siguientes sectores económicos :

*****		
* S E C T O R *	* INVERSION PUBLICA AUTORIZADA *	
*****		
- DESARROLLO RURAL		46,646.3
- PESCA		1,037.5
- DESARROLLO SOCIAL		150,669.0
+ EDUCACION		37,319.3
+ SALUD Y LABORAL		24,993.1
+ SOLIDARIDAD Y DESARROLLO REGIONAL		74,112.0
+ DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA		14,244.6
- COMUNICACIONES Y TRANSPORTES		31,993.3
- COMERCIO Y ABASTO		5,665.3
- TURISMO		0.0
- INDUSTRIAL		38,514.0
- ENERGETICO		1 798,729.1
- ADMINISTRACION		3,194.9
	<b>TOTAL</b>	<b>N\$ 2'227,118.4</b>

\* FUENTE: INEGI -ANUARIO ESTADISTICO DEL ESTADO DE TABASCO- (1993)

### 2.3.1.8. COMUNICACIONES

#### \* RED TELEGRAFICA

El estado de Tabasco cuenta con un total de 32 oficinas, de las cuales 18 son administraciones telegráficas, 3 oficinas radiofónicas y 11 centrales automáticas. Con una longitud de línea simple de 24 Km.. El municipio de Cárdenas tiene dos oficinas, una administración telegráfica y una central automática; su longitud de línea simple es de 18 Km.

• RED TELEFONICA

El estado tiene 30 centrales automáticas y 110 agencias, tiene en servicio 120,604 aparatos telefónicos (comerciales, residenciales, oficiales y casetas). Están en servicio 63,084 líneas (comerciales y residenciales).

El municipio tiene 3 centrales automáticas y 21 agencias, tiene en servicio 9,533 aparatos telefónicos (comerciales, residenciales, oficiales y casetas). Están en servicio 4,952 líneas (comerciales y residenciales).

• TELEFONIA CELULAR, TELEX, MICROONDAS Y RADIODIFUSORAS.

Telefonía celular.

El estado cuenta con 6 centrales y el municipio de Cárdenas con una de ellas.

Telex.

El estado cuenta con una central, 50 abonados, 110 líneas instaladas, 50 líneas ocupadas y una localidad con el servicio.

Microondas.

El estado cuenta con una receptora de señal vía satélite, 5 estaciones de microondas, una terminal y 4 repetidoras. Cárdenas tiene una estación de microondas.

**Radiodifusoras.**

El territorio Tabasqueño cuenta con 28 estaciones de radio, de las cuales 17 son de A.M. y 11 de P.M.. Hay 17 concesionadas y 11 permisionadas.

**\* TELEVISORAS**

El territorio del estado, cuenta con 7 estaciones televisoras, dos son locales y cinco repetidoras.

**\* OFICINAS POSTALES**

El estado cuenta con un total de 577 oficinas postales, de las cuales 26 son administraciones, 47 son agencias y 503 son expendios de DICONSA, pequeño comercio y oficinas de servicios de mensajería. Cárdenas cuenta con un total de 69 oficinas postales de las cuales dos son administraciones, una agencia y 66 oficinas de servicios de mensajería.

El volumen total de correspondencia expedida y recibida en el estado es de :

Servicio interior (expedida)	82.1 %
Servicio interior (recibida)	13.9 %
Servicio intnal. (expedida)	2.9 %
Servicio intnal. (recibida)	1.1 %

=====

100.0

2.3.1.9. AGUA

\* REGIONES Y CUENCAS HIDROLOGICAS

REGIONES	:	CUENCAS
- COATZACOALCOS	:	R.TOMALA Y LAGUNAS DEL CARMEN Y MACHONA
- GRIJALVA-USUMACINTA	:	R.USUMACINTA
	:	L. DE TERMINOS
	:	R.GRIJALVA-VILLANERMOZA

\* CORRIENTES DE AGUA

NOMBRES :

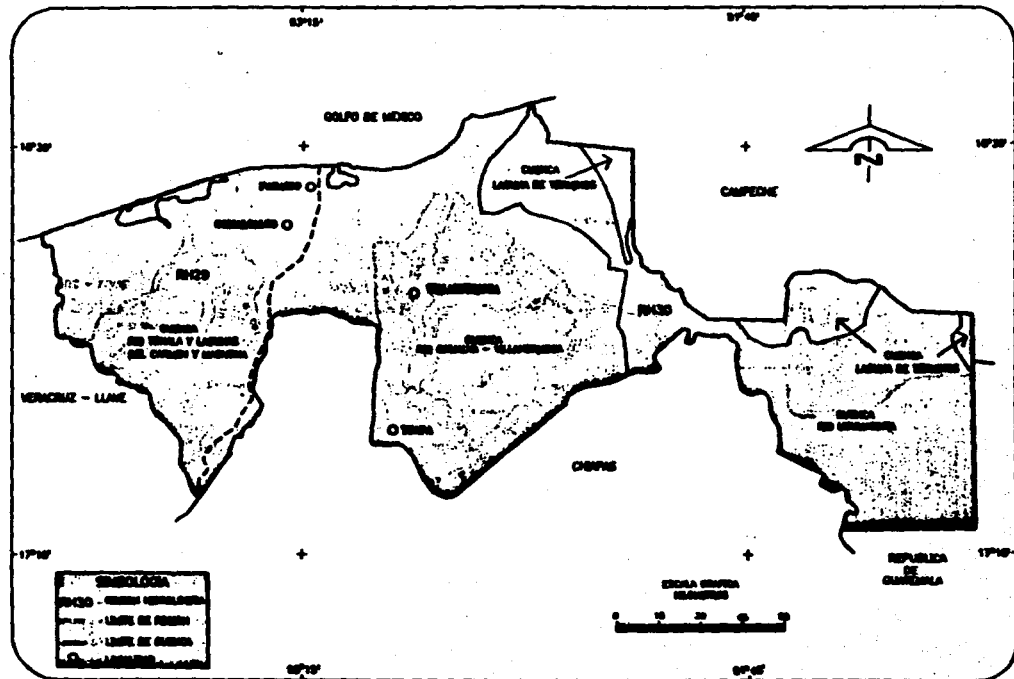
ZAMAPA-LAS FLORES  
SANTANA  
NARANJERO  
USUMACINTA  
SM. PEDRO  
SM. PEDRO Y SM. PABLO  
GRIJALVA  
TACOTALPA-LA SIERRA  
TEPETITLAN-CHILAPA  
FUENTE GRANDE-CHINAL  
SAMARIA  
FUXCATAN  
FUYACATENGO  
CUXCUCHAPA  
NACAJUCA  
TEAPA  
BITZAL

\* CUERPOS DE AGUA

NOMBRES :

L. EL CARMEN	L. CANTEQUAL
L. MACHONA	L. MALUCO
L. MECOANA	L. STA. ANITA
L. EL VIENTO	L. GUANAL
L. ISMATE-CHILAPILLA	L. LA PALMA
L. ROSARIO	

FALLA DE ORIGEN



FUENTE: CONEVAL. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.



En el estado existen un total de 383 fuentes de abastecimiento de extracción de agua potable, 343 son de pozo profundo, 4 son manantiales y 36 son plantas potabilizadoras, galerías, filtrantes y campo de puyones.

El volumen total promedio diario de extracción es de 932,884 m<sup>3</sup> por día, 619,923 m<sup>3</sup> de los pozos, 39,060 m<sup>3</sup> de los manantiales y 274,531 m<sup>3</sup> de las plantas potabilizadoras.

En el municipio de Cárdenas hay 40 fuentes de abastecimiento de extracción de agua potable y todas ellas son de pozo profundo. El volumen total promedio diario de extracción es de 110,592 m<sup>3</sup> por día. El área posee 31 sistemas de alimentación y suministro de agua potable en las que hay 21,881 tomas domiciliarias, de las cuales 19,014 son domésticas, 2,551 son comerciales y 316 son tomas industriales.

#### 2.3.1.10. CONCLUSIONES

El municipio de Cárdenas cuenta con dos plantas productoras de hielo industrial, entre ambas tienen una producción total de 10 ton. de hielo, la demanda en el área es de 25 ton. diarias, lo cual indica que hay un mercado potencial de 15 ton. por satisfacer aún.

Actualmente el puerto marítimo de "Paraíso" está siendo implementado como puerto de alto cabotaje, una gran cantidad de productos que arribarán a éste, son perecederos y requerirán para su transportación de altos volúmenes de hielo para los contenedores donde se guardan, lo que marca el crecimiento de las necesidades y la posible apertura de un mercado cautivo para los productores.



Por lo anteriormente descrito, la instalación de esta planta está altamente justificada y promete ser rentable desde un principio.

#### 2.4. LAYOUT

En un proyecto industrial es sumamente importante distribuir adecuadamente los espacios, a fin de evitar largos recorridos de materiales provocando demoras en el proceso, lo que ocasionaría un aumento en los costos de producción, cansancio excesivo en el personal y tiempos improductivos.

A continuación se muestra la distribución general de la planta.



**VNIVERSIDAD NVEVO MVNDO**

**CAPITULO III**

CAPITULO TERCERO

PROCESO

3.1.	SISTEMAS DE REFRIGERACION MECANICOS	
3.1.1.	Sistemas por compresión de aire.....	31
3.1.2.	Sistemas por compresión de refrigerantes.....	32
3.1.3.	Sistemas por absorción de refrigerantes.....	33
3.2.	REFRIGERANTES UTILIZADOS	
3.2.1.	Características de un refrigerante.....	34
3.2.2.	Aplicaciones específicas.....	34
3.3.	TECNICAS DE FABRICACION	
3.3.1.	Sistemas de planchas.....	37
3.3.2.	Sistemas de moldes.....	38

## CAPITULO TERCERO

### 3.1. SISTEMAS DE REFRIGERACION MECANICOS

En la actualidad se han desarrollado varios métodos, con grandes avances tecnológicos para poder producir hielo industrial.

La refrigeración mecánica tiene como base la absorción de calor, debido a la evaporación de líquidos volátiles conocidos como refrigerantes. El cuerpo que se desea enfriar, tiene que absorber todo el calor en el cambio de fase, o sea durante la evaporación. Este proceso pasa por un ciclo termodinámico, para no perder el vapor producido y volverlo a ocupar continuamente.

Para designar la cantidad de calor que es eliminado se utiliza como unidad la tonelada de refrigeración ( T.R.). Un sistema ó equipo tiene una capacidad de una tonelada de refrigeración ( T.R.), cuando puede eliminar calor a razón de 12,000 B.T.U. en una hora, la capacidad del equipo se calcula dependiendo del volumen de aire que se desea enfriar, tenemos entonces que, una tonelada de refrigeración ( T.R.) serviría para eliminar el calor del aire de una habitación de 20 m<sup>2</sup> x 2.20 m de altura, aproximadamente.

#### 3.1.1. SISTEMAS POR COMPRESION DE AIRE

El aire comprimido puede utilizarse como un refrigerante, por ejemplo en una máquina que trabaja con aire, al expanderse éste tiene una temperatura muy baja.

Este sistema necesita para su instalación de lo siguiente :

- Un compresor de aire.
- Una máquina de accionamiento neumático.
- Un serpentín de enfriamiento.
- Un condensador.

El uso de este sistema es poco común, ya que se da la necesidad de emplear dos máquinas con el objetivo de que el aire pueda expandirse por medio de una válvula de estrangulamiento, para obtener energía motriz que servirá para el proceso de compresión. El rendimiento es menor, debido a que la máquina de aire no es instalada a una distancia tal que quede cerca de los serpentines.

Por todos estos inconvenientes este sistema incrementa la inversión inicial, además de que los ductos de aire frío absorben calor ocasionando que el sistema sea ineficiente.

### 3.1.2. SISTEMAS POR COMPRESION DE REFRIGERANTES

El proceso en este sistema es el siguiente, primero se tiene que comprimir el líquido volátil que sea utilizado, para que pueda licuarse a la temperatura ambiente.

Al igual que en otros sistemas, este refrigerante de alta presión se expande por medio de una válvula de estrangulamiento hasta un evaporador mejor conocido como serpentín. La presión que hay en el evaporador es tal, que no permite que el refrigerante conserve su fase original, cambiando éste a la fase vapor por la gran cantidad de calor absorbido.

En la actualidad este sistema es el más generalizado, ya que se utiliza una sola máquina, el rendimiento es bueno, y como el refrigerante de alta presión que se utiliza está a la temperatura ambiente, la válvula de estrangulamiento se localiza cerca de la máquina.

### 3.1.3. SISTEMAS POR ABSORCION DE REFRIGERANTES

En este sistema se utiliza calor para separar el refrigerante, de la sustancia absorbente y trasladarla al condensador.

Esta sustancia puede estar en fase sólida ó en fase líquida y el proceso puede darse en forma intermitente ó continua.

Los absorbentes más empleados son :

- AGUA.
- ACIDO SULFURICO.
- CLORURO DE CALCIO.
- CLORURO DE BARIO.
- CLORURO DE ESTRONCIO.
- ALGUNOS COMPUESTOS DE SILICE.

Este sistema es similar a otros, pero su mecanismo es más complejo, su eficiencia es baja y es más costoso ya que hay que emplear un equipo térmico; es usado con equipos de uso doméstico.

### 3.2. REFRIGERANTES UTILIZADOS

Aquí mencionaremos las características con las cuales los refrigerantes deben cumplir, y de acuerdo a éstas nosotros podremos elegir el que más nos convenga.

#### 3.2.1. CARACTERISTICAS DE UN REFRIGERANTE

Un refrigerante de excelente calidad debe cumplir con las siguientes características :

- \* Bajo volumen específico.
- \* Bajo punto de ebullición a bajas presiones.
- \* Calor latente de vaporización alto.
- \* No debe ser tóxico.
- \* No debe ser inflamable.
- \* No debe ser corrosivo.
- \* Debe ser de bajo costo.

#### 3.2.2. APLICACIONES ESPECIFICAS

\* Amoniaco ( NH 3 ) .- Se emplea principalmente en refrigeración comercial. El desplazamiento volumétrico es mínimo y trabaja con presiones medias. Se utiliza en máquinas de gran capacidad.

\* Freón-12 ( CC 12 F 2 ) .- Se emplea principalmente con equipos de aire acondicionado, para lugares públicos como teatros, cines, y oficinas por la seguridad en su manejo.



\* Cloruro de Metilo (  $CH_3Cl$  ) .- Se emplea principalmente en máquinas de baja capacidad, refrigeradores domésticos, y equipos de aire acondicionado.

\* Bióxido de Carbono (  $CO_2$  ) .- En estado sólido se emplea en la refrigeración de vehículos de transporte. En estado de vapor casi no se emplea porque requiere de altas presiones de trabajo.

\* Bióxido de Azufre (  $SO_2$  ) .- Se emplea solamente en máquinas pequeñas, ya que, para otras capacidades no habría un compresor adecuado debido a las grandes dimensiones que éste tendría que tener.

T A B L A I  
 PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES

REFRIGERANTE	AMONIACO	FREON 12	CLORURO DE METILO	BIOXIDO DE CARBONO	BIOXIDO DE AZUFRE
FORMULA	NH3	CCl2F2	CH3CL	CO2	SO2

EFFECTO REFRIGERANTE BTU/Lb. a 5 °F					
	474.4	51.07	148.7	56.7	141.4

OLOR	Picante	Inoloro	Dulzon	Sin Olor	Picante
------	---------	---------	--------	----------	---------

TOXICIDAD	Toxico	No	Poco	Irrespirable	Muy Toxico
-----------	--------	----	------	--------------	------------

BAJA P. a 5 °F

Lb/Plg"					
	19.57	11.81	6.2	319.7	-2.89

ALTA P. a 86 °F

Lb/Plg"					
	154.5	93.2	80.83	1024.3	51.75

PUNTO DE  
 EBULLICION  
 a la P.At. °F

- 28	-21.7	- 10.7	-108	14
------	-------	--------	------	----

DESPLAZAMIENTO  
 TEORICO DE LA  
 COMPRESORA  
 Ft<sup>3</sup> / min.

3.44	5.8	6.1	0.47	9.08
------	-----	-----	------	------

INFLAMABILIDAD Poco No Si No No  
.....

### 3.3. TECNICAS DE FABRICACION

En la fabricación de hielo industrial surgen varios problemas, entre ellos el más común es la forma en que se debe poner el agua durante el proceso de congelación.

Aquí mencionaremos dos de los sistemas que se utilizan y trataremos de usar el que más convenga a nuestras necesidades.

#### 3.3.1. SISTEMA DE PLANCHAS

Este sistema cuenta con planchas metálicas, las cuales son enfriadas por serpentines puestos en su interior. El agua es congelada en la superficie de estas planchas, que tienen temperaturas, de 0 °F, aproximadamente -18 °C.

En este proceso el agua se congela en un periodo de 5 a 7 días, produciendo placas de hielo con un espesor de 10 plg. ó 12 plg., con un peso de 4 Ton.

Las planchas metálicas son calentadas con agua caliente ó vapor sacado del compresor, para despegar el hielo de la superficie esto se hace una vez que se obtiene el espesor requerido.

En otras palabras el refrigerante es retirado de los serpentines.

Las placas de hielo son movidas por medio de una grúa, y éstas son llevadas a un lugar donde son cortadas en trozos por medio de una sierra.

El equipo utilizado en este sistema, es de gran costo y los gastos de operación también son elevados, sin embargo el hielo producido es de aceptable calidad aún cuando no tiene un espesor uniforme.

### 3.3.2. SISTEMAS DE MOLDES

En este proceso el agua se congela por medio de moldes metálicos, que son introducidos en tanques con salmuera a baja temperatura. Los serpentines son puestos en el interior de los tanques, la temperatura de la salmuera es de 6 °F a 18 °F, aproximadamente de -14 °C a -8 °C, además ésta tiene que estar en agitación constante para que la transmisión de calor sea adecuada.

En este proceso el agua se congela en un período de 24 Hr a 48 Hr, produciendo barras de hielo con un peso de 25 lb a 400 lb, aproximadamente de 11 Kg. a 181 Kg.

Los moldes son sacados a mano ó por medio de una grúa, y estos son colocados en un tanque con agua natural para retirar ó despegar el hielo de los moldes.

El equipo utilizado en este sistema no es costoso, y produce un hielo de gran calidad.

- Ventajas del sistema de moldes sobre el sistema de planchas :
- \* Tanque de congelación de menor profundidad.
- \* Operación continua de la planta, porque no hay necesidad de descargar los serpentines.

- Costos inferiores de operación en el manejo de hielo.
- Ahorro de energía por calentamiento de agua.
- Ahorro de energía necesaria para mover la sierra.
- La inversión inicial es menor.
- EL hielo producido es de gran calidad.
- Se reducen los tiempos improductivos por medios ineficaces de producción.

**VNIVERSIDAD NVEVO MVNDO**

**CAPITULO IV**

CAPITULO CUARTO

EQUIPO

4.1.	EQUIPO USADO EN LA FABRICACION	
4.1.1.	Tanque de congelación.....	41
4.1.2.	Salmueras.....	42
4.1.3.	Aislamiento de los tanques.....	42
4.1.4.	Agitación del agua en los moldes.....	43
4.1.5.	Moldes para fabricar hielo.....	45
4.1.6.	Congelación del agua en los moldes.....	45
4.1.7.	Tiempo de congelación.....	47
4.1.8.	Unidad para dimensionar un tanque.....	47
4.1.9.	Enfriamiento en la salmuera.....	47
4.1.10.	Serpentines inundados.....	49
4.1.11.	Agitadores de salmuera.....	50
4.1.12.	Condensadores.....	50
4.1.13.	Agua de condensación.....	51
4.1.14.	Compresores.....	52
4.1.15.	Recibidor de amoníaco.....	52
4.1.16.	Separadores de aceite.....	53
4.1.17.	Conexiones.....	53
4.1.18.	Fuerza motriz.....	53
4.1.19.	Grúas.....	55
4.1.20.	Tanques de inmersión.....	55
4.1.21.	Volquetes.....	55
4.1.22.	Tanques llenadores.....	56
4.1.23.	Cuartos de almacenamiento.....	56
4.2.	EQUIPO QUE SE INSTALARA	
4.2.1.	Agua disponible para los procesos.....	57
4.2.2.	Agua de condensación.....	61
4.2.3.	Temperaturas seca y húmeda.....	62
4.2.4.	Energía disponible para fuerza motriz.....	63
4.2.5.	Costo inicial y economía de operación.....	64

FALLA DE ORIGEN

## C A P I T U L O   C U A R T O

### 4.1. EQUIPO USADO EN LA FABRICACION.

En el presente capítulo se cita el equipo que es usado en la gran mayoría de las plantas que producen hielo industrial, posteriormente haremos algunos cambios en éste, de acuerdo a las características propias del sitio de instalación de nuestra planta.

#### 4.1.1. TANQUE DE CONGELACION

Los tanques de congelación se fabrican generalmente con lámina de fierro de 1/4 Plg. de espesor, ya que, es el material más económico. Su fabricación se hace más sencilla con el uso de soldadura eléctrica. Tienen que soldarse los dos lados de la lámina. La profundidad del tanque tiene que ser de acuerdo al nivel del agua en los moldes que es de 1 Plg. más bajo que el nivel de la salmuera. Sus dimensiones dependen de la capacidad de la planta y del tamaño de los moldes usados. Las mamparas que se usan para guiar el movimiento de la salmuera se fabrican con láminas de fierro de 1/8 Plg. de espesor y se fijan en las paredes del tanque con ángulo de fierro de dimensiones adecuadas. El perímetro superior del tanque se refuerza con ángulo de fierro de 2 1/2 Plg. ó 3 Plg. Los moldes se pondrán en el fondo del tanque sobre duelas de madera, de manera que no permitan el contacto con la lámina del fondo para no tener problemas por oxidación.



#### 4.1.2. SALMUERAS

Las salmueras usadas generalmente en los tanques de congelación se hacen de cloruro de sodio ó de cloruro de calcio. Se usa el cloruro de sodio por ser de menor costo, y porque tiene un gran período de durabilidad, además de ser menos peligroso para la piel y ropa de los obreros. El cloruro de calcio se usa por su menor punto de congelación, cuando se trabaja con evaporadores del tipo cerrado, donde la congelación de la salmuera acarrea serios problemas. Se utiliza para el cloruro de sodio una densidad específica de 1.143 gr/cm<sup>3</sup> a 1.170 gr/cm<sup>3</sup> y para el cloruro de calcio de 1.160 gr/cm<sup>3</sup> a 1.210 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.3. AISLAMIENTO DE LOS TANQUES

El aislamiento del fondo se hace con lámina de corcho de 4 Plg. a 5 Plg., se hace en capas, colocando las planchas de forma que las uniones no coincidan, y haciendo las juntas con asfalto caliente. El piso que soporta el tanque esta diseñado para cargar de 300 Lb/ft<sup>2</sup> a 400 Lb/ft<sup>2</sup> ( 1,465 Kg/m<sup>2</sup> a 1,953 Kg/m<sup>2</sup> ). No debe de haber agua bajo el fondo del tanque en una distancia mínima de 3 Ft ( 1 m ), ya que corre el riesgo de congelarse provocando distorsiones en el tanque con fatales resultados.

El aislamiento lateral está formado por una pared de 10 Plg. a 12 Plg. de espesor, de corcho granulado que se encuentra entre la lámina del tanque y las paredes que forman el edificio. La temperatura de la salmuera en el tanque está entre los 10 °F y 15 °F, generalmente.

#### 4.1.4. AGITACION DEL AGUA EN LOS MOLDES

Los factores que determinan la opacidad, coloración y fragilidad del hielo son los siguientes :

- El aire.
- Las sales minerales.
- Las materias orgánicas en suspensión.

En el proceso de congelación del agua es necesario aplicar una corriente de aire para que el hielo producido sea puro y cristalino. La corriente de aire tiene por objeto, el que el agua esté en agitación constante y así elimine el aire que contiene concentrando las impurezas. Como el agua se congela desde las paredes del molde hacia dentro, todas las impurezas se concentraran en el agua de la parte central del molde, de esta forma se puede eliminar el agua de la parte central por agua limpia antes de que termine el proceso de congelación. De esta manera se eliminan las impurezas produciéndose hielo cristalino. Se puede utilizar para el soplado de los moldes aire a presión elevada, a presión media y a baja presión utilizándose el equipo correspondiente.

En el caso de aire a alta presión debe contarse con 1/7 Fts/min. por molde. El aire se comprime 25 Lb/Plg" ó 30 Lb/Plg" el cual debe enfriarse y deshidratarse.

Una vez secado se tiene que expandir hasta 15 Lb/Plg" 6.18 Lb/Plg" con lo que disminuye su humedad relativa y es conducido por cabezales repartidos en el tanque de congelación. La tubería que comunica los moldes con los cabezales es hecha con conduit flexible.

El aire se deshidrata para que el agua no se congele en los tubos de deshidratación y cause alguna falla en su funcionamiento. La cantidad de aire se regula por un pequeño orificio situado en el extremo del tubo que se encuentra dentro del agua.

El caso de aire a media presión, es muy similar al de alta presión, sólo que la presión de 15 Lb/Plg" a 18 Lb/Plg" se conserva en todo el proceso. Por lo tanto el aire tiene más humedad y se suministra a razón de 1/5 Fts/min.

En el caso de aire a baja presión se comprime el aire libre por medio de un abanico rotativo ó centrífugo, hasta 2 Lb/Plg", y se inyecta 1/2 Fts/min de aire. El aire tiene que ser tomado de un sitio húmedo y caliente, para que el contenido de calor no permita que el agua se congele cuando atraviese por el tubo del molde. Las partículas que contiene el aire deben ser eliminadas, y para ello se utilizan filtros mecánicos absolutos. En este caso la presión en las tuberías de distribución debe ser constante.

En el caso de alta presión el consumo de energía es mayor, pero es más sencillo su manejo. Dependiendo de la calidad del agua utilizada para la fabricación del hielo industrial, se elige el caso apropiado.

#### 4.1.5. MOLDES EMPLEADOS PARA FABRICAR EL HIELO

Existen en el mercado moldes con capacidades que varían desde 25 Lb. hasta 400 Lb., son fabricados con lámina galvanizada, traslapada y soldada. Para darle mayor rigidez y facilitar su manejo, en la parte superior se refuerzan con un suncho de solera de fierro. Un tubo perforado y debidamente soldado a una de las esquinas interiores, tiene por objeto agitar el agua. En el caso de manejarse aire a baja presión, se utiliza tubería flexible para la inyección que se sitúa al centro del molde.

#### 4.1.6. CONGELACION DEL AGUA EN LOS MOLDES

La mayoría de las aguas naturales, difícilmente se congelan a temperaturas inferiores a 10 °F, sin que el hielo se rompa, esto debido a que son aguas duras, ricas en sales minerales; cuando el agua se destila, ésta se congela a 6 °F.

Para lograr congelar una barra con un determinado espesor, se lleva un cierto tiempo, el cual depende de la temperatura que exista en la superficie del molde, la cual es en este caso, igual a la temperatura de la salmuera.

A continuación se ilustra en la tabla número II, el material de construcción, así como las dimensiones en pulgadas de los moldes que se utilizan regularmente.

-----  
**T A B L A    I I**  
**MATERIAL Y DIMENSIONES DE MOLDES**  
-----

<b>PESO (Lb)</b>	<b>DIMENSIONES INTERIORES (Pulg)</b>		<b>LONGITUD</b>	<b>LAMINA</b>	
<b>BARRA</b>	<b>BOCA</b>	<b>FONDO</b>	<b>LONG.</b>	<b>NUMERO</b>	
-----					
25	4X9	3.5X8.5	23	24	18
50	5X12	4.5X11.5	31	32	16
50	6X10	5.5X9.5	31	32	16
50	8X8	7.5X7.5	31	32	16
60	5X14	4.5X13.5	31	32	16
100	8X16	7.25X15.25	31	32	16
200	11.5X22.5	10.5X21.5	31	32	16
200	14.5X14.5	13.5X13.5	35	36	16
300	11.5X22.5	10.5X21.5	44	45	16
300	11X22	10X21	48	49	16
400	11.5X22.5	10.5X21.5	57	58	14
400	11X22	10X21	61	62	14

-----

#### 4.1.7. TIEMPO DE CONGELACION

A medida que se incrementa el espesor de la capa de hielo, la congelación del agua se hace mucho más lenta. En un molde de 11 x 22 Plg. que contiene 300 Lbs. de agua, se forman 280 Lbs. de hielo en 24 Hr. y son necesarias 14 Hr. más, para congelar otras 40 Lbs. Si mantenemos la salmuera a una velocidad de 15 Ft<sup>3</sup>/min a 30 Ft<sup>3</sup>/min el tiempo de congelación se calcula como sigue :

$$T = 7a^2 / ( 32 - t )$$

donde :  
T es el tiempo de congelación en Hr.  
a es el espesor de la barra en Plg.  
t es la temperatura de la salmuera en °F

#### 4.1.8. UNIDAD PARA DIMENSIONAR UN TANQUE

Esta unidad indica el número de moldes que para fabricar una tonelada de hielo diaria, se utilizan en el tanque. Por lo tanto, la unidad usual para dimensionar un tanque, es el número de moldes por tonelada de hielo.

#### 4.1.9. ENFRIAMIENTO DE LA SALMUERA

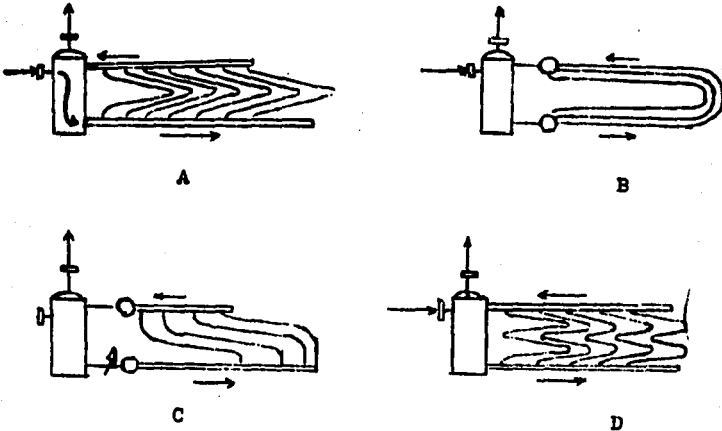
Para el propósito de enfriar la salmuera, se usan los evaporadores, de los cuales existen varios tipos. Generalmente los enfriadores horizontales del tipo cerrado de tubos y coraza, ó evaporadores del tipo abierto, son los que se utilizan.

Antiguamente los serpentines se hacían con tubo negro de 1 1/4 Plg. y 2 Plg., en forma de paredes verticales entre los moldes y a lo largo del tanque.

De esta manera al hacer que los moldes se encuentren cerca de la superficie de enfriamiento, se consigue que la temperatura de la salmuera en todo el tanque se distribuya mejor. En el presente, la fabricación de los serpentines se realiza con tubería de 1 1/4 Plg. de Plg., debido a su mejor demanda, pero evitando que la longitud de los segmentos de tubo sea muy grande.

FIGURA 1  
TIPOS DE ENFRIADORES

(evaporadores horizontales de tubos y coraza)



Al utilizar evaporadores del tipo abierto se obtienen coeficientes de transmisión de calor de 20 BTU/Er x 'F x Ft" a 50 BTU/Er x 'F x Ft" . Debido a lo cual se prefieren respecto de los del tipo cerrado, ya que, ahorran espacio y la energía que tendría que emplearse para bombear la salmuera a lo largo de la tubería del enfriador hasta alcanzar entre 3 Fts/seg y 5 Fts/seg de velocidad y mantenerla entre 5 'F ó 6 'F arriba de la temperatura de succión, para lograr un coeficiente de 60 BTU/ER x 'F x Ft" a 80 BTU/Er x 'F x Ft" .

#### 4.1.10. SERPENTINES INUNDADOS

Teniendo presente que la transmisión de calor entre dos líquidos es mayor que entre un líquido y un gas, el coeficiente de transmisión de calor en un evaporador puede por lo tanto ser aumentado, a este respecto y basándose en este principio surgió el sistema inundado, el cual consiste en mantener siempre llenos de amoníaco líquido los serpentines, para lo cual, se hace indispensable utilizar una válvula de expansión regulada por un flotador para que el nivel del fluido sea constante, tal como una trampa ó acumulador, simplifica las conexiones y evita las variaciones en el nivel, a dicho acumulador se fijan los extremos de los cabezales, esto tiene la ventaja que cuando el refrigerante se expande, el vapor que se forma es separado, facilitando el paso del amoníaco líquido por el serpentín.



#### 4.1.11. AGITADORES DE SALMUERA

El fin que se persigue con la agitación, es el de hacer más fácil la transmisión de calor. Se utilizan propulsores de hélice de 20 Plg. a 24 Plg. de diámetro, que son puestos sobre flechas horizontales y en orificios hechos en las cabeceras del tanque y jalados por bandas. Hay otros tipos de propulsores como los verticales que trabajan con motores eléctricos.

El agitador vertical tiene grandes ventajas para su mantenimiento e inspección, ya que se le puede dar mantenimiento sin afectar el funcionamiento del tanque, sin embargo el agitador horizontal es más eficiente; en la actualidad, gracias a su fácil manejo, se utilizan ambos tipos. La potencia consumida por el propulsor no debe de ser alta, ya que el tiempo de trabajo es máximo y puede contribuir a ser un gasto excesivo.

#### 4.1.12. CONDENSADORES

Los condensadores que se utilizan con amoniaco se fabrican con tubería de fierro. Antiguamente los condensadores estaban diseñados para tener mayor seguridad en su manejo, actualmente se diseñan con el fin de obtener un mayor coeficiente de transmisión de calor y hacerlos más compactos, sin descuidar la seguridad. El rango de temperaturas en los condensadores es alto, por lo cual se forman incrustaciones provocadas principalmente con el uso de agua que contenga carbonatos y sulfatos.

Los condensadores para refrigerante líquido, deben de fabricarse de tal forma que se puedan mantener limpias las superficies de transmisión. A través del uso se ha visto que el condensador más eficiente, es el que lleva el vapor a la superficie de enfriamiento con la menor resistencia, y el condensado más rápido.

En las plantas de hielo se utilizan condensadores de tubos y corasa, pero en plantas chicas se utilizan los condensadores de doble tubo por ser más económicos.

#### 4.1.13. AGUA DE CONDENSACION

El agua de condensación se genera de torres de enfriamiento y pueden ser de circulación natural ó de tiro inducido. El uso de agua de pozo no es recomendable, si la potencia consumida para extraer el agua es mayor de 1/7 H.P. por tonelada de hielo producido. El agua enfriada en bancos de espreas es recomendable operarla en un rango de enfriamiento de 5 °F con un acercamiento a la temperatura húmeda de 6 °F.

Con torres de circulación natural ó de tiro inducido, debe operarse dentro de rangos de enfriamiento de 7 °F a 10 °F con acercamientos a la temperatura húmeda de 3 °F a 4 °F.

El funcionamiento de una planta es más eficiente cuando el agua es controlada con una sola bomba. Con el uso de torres de enfriamiento ó bancos de espreas la altura de bombeo no debe pasar de los 50 Ft.

La cantidad de agua utilizada para vencer la carga de refrigeración y la elevación de la temperatura a través del condensador , se basa en la siguiente relación :

$$G \times R / 30 = T$$

donde :

G es la cantidad de agua en Gal / Min.

R es el aumento de temperatura en el condensador en °F.

T es la carga de refrigeración en T.R.

La constante 30 se basa en 250 B.T.U. que se tienen que extraer del condensador por tonelada de refrigeración ( T.R.).

#### 4.1.14. COMPRESORES

Existen compresores verticales y horizontales, en la actualidad se utilizan los verticales de simple efecto y 2 cilindros, ya que son de fácil manejo , especialmente en lo que se refiere a la lubricación y ajuste de la flecha. Son menos costosos para capacidades menores de 75 T.R. y ocupan menos lugar. La eficiencia en el bombeo de amoniaco es similar en las dos.

#### 4.1.15. RECIBIDOR DE AMONIACO

Es común no utilizar el recibidor de amoniaco líquido cuando se usan condensadores horizontales de tubos y coraza. Para que no llegue vapor a la válvula de expansión, se tiene que utilizar un condensador de mayor capacidad, aproximadamente de un 20 % más.

#### 4.1.16. SEPARADORES DE ACEITE

En algunas plantas no se utilizan los separadores de aceite, pero ésto, a la larga, provocará mayores problemas ya que el aceite es depositado en los condensadores, dejando éste una película en la superficie de transmisión ocasionando pérdidas en la eficiencia. Si el aceite no es removido periódicamente puede llegar a ocasionar problemas al evaporador, ya que puede llegar a congelarse el aceite.

#### 4.1.17. CONEXIONES

Las conexiones del sistema de compresión tienen que ser de igual medida como lo indiquen las compresoras utilizadas. Si se utilizan medidas menores van a ocasionar problemas de sobrecalentamiento, pérdidas por rozamiento, etc...

En la instalación del equipo como lo es el compresor, el separador de aceite, el condensador y las válvulas de expansión, es recomendable reducir la longitud de las líneas y eliminar codos y juntas en la mayor cantidad posible.

#### 4.1.18. FUERZA MOTRIZ

La potencia consumida por tonelada de refrigeración en un compresor, puede cambiar con la presión de evaporación y con la condensación, y es directamente proporcional a la velocidad de la misma.

Los siguientes datos se obtuvieron haciendo varias pruebas de la potencia al freno, que necesita un compresor a distintas presiones manométricas por tonelada de refrigeración :

T A B L A    I I I

POTENCIA AL FRENO POR TONELADA DE REFRIGERACION

Presión de condensación

Lb/Plg"		Presión de evaporación Lb/Plg"					
		15.67	20	25	30	35	40
145	SA	1.33	1.18	1.05	0.94	0.84	0.76
	DA	1.51	1.34	1.17	1.04	0.92	0.81
165	SA	1.44	1.34	1.19	1.07	0.96	0.87
	DA	1.70	1.51	1.34	1.18	1.04	0.93
185	SA	1.63	1.49	1.33	1.21	1.09	0.99
	DA	1.89	1.68	1.50	1.33	1.18	1.08
205	SA	1.81	1.63	1.47	1.33	1.22	1.12
	DA	2.08	1.86	1.65	1.48	1.32	1.20

Para motores eléctricos, máquinas de combustión interna, ó máquinas de vapor, la potencia tiene que ser aumentada de un 10% a un 20% . Los datos usados son únicamente para fines estimativos, ya que la eficiencia cambia dependiendo del tamaño del compresor.

- \* SA = simple efecto.
- \* DA = doble efecto.

#### 4.1.19. GRUAS

En la actualidad en las plantas se utilizan grúas puente ligeras, provistas de un carrete, ó grúas operadas por motores eléctricos; para mover los distintos tipos de moldes y llevarlos a los tanques correspondientes, en este caso se tiene que poner alguna protección, ya que si existe alguna falla, el molde no se dañará totalmente.

#### 4.1.20. TANQUES DE INMERSION

Todos los moldes utilizados, son sumergidos en el tanque correspondiente, conocido como tanque de inmersión, en el cual las barras de hielo son separadas de los moldes. La temperatura del agua en el tanque no debe rebasar los 70 °F , para no ocasionar daños en las barras, provocados por los diferentes cambios de temperatura.

#### 4.1.21. VOLQUETES

Una vez que las barras son separadas de los moldes, éstos se trasladan a través de unas canastillas, conocidas como volquetes. Estas son controladas a mano, y una vez finalizadas las maniobras con la grúa, se giran las canastillas y las barras caen hacia un cuarto de almacenamiento. Las canastillas son hechas de acuerdo al tamaño de los moldes.

#### 4.1.22. TANQUES LLENADORES

Cuando las barras son almacenadas, las canastillas quedan en su lugar original y nuevamente todos los moldes son llenados con agua; por medio de un tanque llenador que puede ser abierto ó cerrado. Este sistema de llenado es automático y se hace con mangueras individuales.

#### 4.1.23. CUARTOS DE ALMACENAMIENTO

Las bodegas de almacenamiento tienen que tener las siguientes características :

- Superficie de 20 Ft<sup>2</sup>/Ton de hielo.
- Una altura mínima de 8 Ft.
- Temperatura en el interior de 24 °F a 28 °F.
- Para el enfriamiento del cuarto , se necesitan serpentines de expansión directa fabricados con tubos de 2 Plg.
- Termostato para el control de la temperatura que opera una válvula de expansión.
- Las bodegas tienen que contar con el menor número de puertas.

#### 4.2. EQUIPO QUE SE INSTALARA

En los incisos anteriores, se dió a conocer el equipo que se emplea en forma general en las fábricas que producen hielo industrialmente. A continuación se expresan las modificaciones que se han hecho con el propósito de realizar una adecuada instalación.

Las razones que podrían orillarnos a modificar la instalación de nuestra fábrica de hielo, son las que a continuación se enumeran :

- A) El agua de que se dispone para producir el hielo.
- B) El agua de condensación.
- C) Las temperaturas seca y húmeda.
- D) La energía de que se dispone para la fuerza motriz.
- E) El costo inicial y la economía de operación.

##### 4.2.1. AGUA DISPONIBLE PARA LOS PROCESOS

Lo más recomendable para fabricar hielo industrialmente, es el empleo de agua destilada, pero el costo que esto tendría, impide que se utilice. La que utilizaremos será agua natural, la cual contiene varias sales minerales disueltas, y algunas de ellas causan que el hielo sea quebradizo y opaco cuando la temperatura de la salmuera es baja; en otras ocasiones únicamente forman depósitos ó producen decoloraciones sin importancia.



Generalmente las sales minerales disueltas en el agua son :

- Carbonato de calcio.
- Cloruro de calcio.
- Sulfato de calcio.
- Carbonato de magnesio.
- Cloruro de magnesio.
- Carbonato de sodio.
- Cloruro de sodio.
- Sulfato de sodio.
- Oxido de hierro.
- Oxido de aluminio.

Esto hace indispensable darle tratamiento químico al agua, pasarla a través de filtros mecánicos absolutos y aplicar un sistema de rayos ultravioleta. Además de lo anterior, si se desea producir hielo cristal, se hace necesario usar equipos de soplado.

Así tenemos que el equipo empleado en la fábrica tiende a variar en forma importante, ya que, debido a la calidad del agua natural utilizada en el proceso, es necesario emplear ciertos dispositivos para purificar el agua inicialmente.

Se ha demostrado que aquellas sales minerales que producen que el hielo sea altamente quebradizo son el carbonato de sodio, los sulfatos y los cloruros.

El agua que emplearemos no contiene sólidos en suspensión, y nuestro propósito no es producir hielo cristal, así que, consideraremos únicamente las sales disueltas que propician que el hielo se vuelva frágil, para así emplear la temperatura adecuada para la salmuera.

A raíz de un análisis efectuado a una muestra del agua que emplearemos, se encontraron los siguientes resultados :

-----  
T A B L A    I V  
ANALISIS QUIMICO DEL AGUA  
-----

SAL MINERAL	CANTIDAD Granos x Gal.	TEMPERATURA °F
SULFATOS .....	4	15
CLORUROS .....	6	15
CARBONATO DE SODIO.	3	15
SALES DISUELTAS....	11	15

( GRANO : 5 centigramos )  
-----

La composición química del agua que se vierte en los moldes está vinculada con la temperatura que debe tener la salmuera, ya que, a temperaturas de congelación el hielo resulta frágil.

Tanto el número de moldes por tonelada de hielo, como el tamaño del tanque de congelación y la potencia que se requiere para mover el compresor, dependen de la temperatura de evaporación del refrigerante, la cual a su vez depende de la temperatura de la salmuera, lo que puede hacer variar en forma crítica, el costo del proyecto. De ahí, la importancia de conocer las propiedades químicas del agua.

El sistema de ósmosis inversa es actualmente el de más alto nivel disponible en filtración de líquidos. En términos sencillos, la filtración por ósmosis inversa tiene las siguientes fases :

1.- El agua pasa primero a través de un filtro mecánico de sedimentos para eliminar sólidos suspendidos.

2.- Después atraviesa un filtro de carbón activado que elimina el cloro, y sustancias que afectan el sabor.

3.- De allí se bombea el agua a través de un pulidor de porcelana y de una membrana que purifica el agua a nivel molecular.

4.- Finalmente es aplicado un sistema de radiaciones ultravioleta, con el objeto de eliminar el crecimiento de bacterias.

El resultado es agua potable de muy alta calidad, libre totalmente de contaminación.

Una vez potabilizada el agua y eliminados los minerales que afectan nuestro proceso, elaboraremos los cálculos y diseños adecuados, considerando una temperatura en la salmuera de 15 °F.

#### 4.2.2. AGUA DE CONDENSACION

En caso de que el agua disponible para la condensación fuese dura, esto es, rica en sales minerales, y no se le diese el tratamiento adecuado para ablandarla, no debe ser utilizado un condensador cerrado, ya que esto facilitaría la acumulación de sedimentos que no son fáciles de remover y los cuales ocasionarían pérdidas de transmisión de calor en la superficie de los tubos. Como puede verse, la calidad del agua es fundamental y de ella depende también la elección del condensador.

Si el agua está a una temperatura de 80 °F., la presión para que el refrigerante se condense aumenta, ya que, la presión de trabajo es directamente proporcional a la potencia absorbida por el compresor. Dicha potencia debe llevarse al mínimo posible para ahorrar energía y con ello reducir los costos de operación, por lo tanto la temperatura del agua debe ser lo más baja que sea posible.

La fábrica pretende ser de capacidad media y producir al menos 10 Ton. de hielo industrial diariamente, para lo cual, el condensador debe tener una capacidad de 20 T.R. a 25 T.R., de tal forma que, para hacer circular 75 Gal/min. a través del condensador, cantidad que es muy recomendable, tenemos entonces que, por cada tonelada de refrigeración ( 12,000 B.T.U.) debemos usar 3 Gal. de agua.

#### 4.2.3. TEMPERATURAS SECA Y HUMEDA

En los cálculos que se realicen para obtener las pérdidas por transmisión de calor a través de las paredes del tanque de congelación y de la bodega de almacenamiento, se utiliza únicamente la temperatura seca.

La diferencia de temperaturas entre uno y otro lado de un muro, son directamente proporcionales a las pérdidas ó ganancias de calor a través de un muro termicamente aislado. Con el propósito de emplear los aislamientos adecuados y atendiendo a este principio, para el cálculo de pérdidas por transmisión de calor, usaremos el valor de 90 °F, que representa la temperatura seca promedio en la estación de verano del área de instalación de la fábrica.

La temperatura del agua de condensación depende de la temperatura húmeda, la cual en este sitio asciende a 75 °F durante los meses más calurosos, por lo tanto no es difícil disponer de agua a una temperatura promedio de 80 °F, ideal para ser usada en la condensación, utilizando un compresor que en un solo paso nos incremente la presión de trabajo a 200 Lb/Pulg", y con ello nos permita así, utilizar un refrigerante que a esta presión se condense a 100 °F, aproximadamente.

#### 4.2.4. ENERGIA DISPONIBLE PARA FUERZA MOTRIZ

La forma de energía que se aprueba para ser usada en un proyecto, interviene directamente en el proyecto mismo, y consecuentemente en los costos de instalación y de operación.

Generalmente se emplea la fuerza motriz producida por el medio más económico, utilizando motores eléctricos, máquinas de combustión interna o máquinas de vapor.

Motor de gasolina.- Este tipo de motores requiere de una inversión inicial menor, pero debido al elevado precio de la gasolina los costos de operación son altos, por lo que, se desecha la idea de utilizar este tipo de motores para esta clase de trabajo.

Máquina de vapor.- Esta es recomendable para aquellas situaciones en las cuales el vapor tiene alguna otra aplicación, ó cuando el agua disponible es muy dura y requiere de destilación. Instalar este tipo de máquinas requiere además del empleo de una caldera y el funcionamiento de ésta exige mayor atención, las refacciones son escasas, se requiere de mayor espacio, su empleo es poco común y el equipo es más costoso.

Motores eléctricos.- Son adaptables a cualquier necesidad, no requieren de personal altamente calificado para vigilar su correcto funcionamiento, las refacciones se consiguen con facilidad y son baratas, ocupa un área muy reducida, su empleo es muy común y es lo más recomendable para este tipo de trabajo.

#### 4.2.5. COSTO INICIAL Y ECONOMIA DE OPERACION

El costo inicial de un proyecto es en definitiva un aspecto de gran interés, el gasto que debe hacerse para establecer la adecuada infraestructura es lo que preocupa en mayor instancia a la mayoría de los inversionistas. Pero no debe ser olvidado el aspecto operacional, ya que si el equipo que se adquiere es el adecuado y además se le brinda el mantenimiento requerido, los costos de operación descienden a un nivel óptimo.

La eficiencia operacional depende del volumen de producto que se maneje, así en plantas pequeñas los ahorros de energía y mano de obra no son significativos en los costos de operación.

Las fábricas de pequeña capacidad, esto es, menores de 6 T.R. diarias, deben proyectarse de acuerdo al costo de arranque, debido a que no permiten ahorros significativos de energía y mano de obra.

En cambio las fábricas de mediana capacidad, o sea, de 6 T.R. en adelante y hasta de 20 T.R. inclusive, sí que permiten este ahorro, justifican además la utilización de equipo de agitación para la salmuera e incluso permiten operar con altas temperaturas de evaporación.

Sin embargo el uso de equipo auxiliar, tal como :

- Grúas operadas eléctricamente.
- Volquetes.
- Tanques llenadores.
- Tanques despegadores.
- Grúas con capacidad de más de dos moldes.
- Pre-enfriadores del refrigerante.

No es de ninguna manera rentable; lo que sí es altamente recomendable es la utilización de serpentines inundados, es decir, saturados de refrigerante, debido a que de esta manera, se incrementa el coeficiente de transmisión de calor en gran medida, lo que permite disminuir la superficie del evaporador, reduciendo los costos.

Cuando la fábrica excede en su producción diaria, las 20 Ton., entonces adquirir cualquier equipo auxiliar que permita reducir los costos de mano de obra y energía, es totalmente rentable.

En base a lo anterior, el proyecto que nos ocupa es de capacidad media, por lo que es recomendable instalar el siguiente equipo :

- A) Moldes de 8 x 16 x 32 Plg. ( para barras de 100 Lb. )
- B) Serpentines de enfriamiento del tipo inundado.
- C) Válvulas de expansión reguladas por un flotador.



- D) Compresor para el refrigerante.
- E) Condensador para el refrigerante.
- F) Recipiente para el refrigerante líquido.
- G) Separador de aceite.
- H) Tanque de congelación.
- I) Agitador para la salmuera del tanque de congelación.
- J) Volquete para el manejo de dos moldes.
- K) Tanque despegador para el manejo de dos moldes.
- L) Tanque llenador para el manejo de dos moldes.
- M) Grúa para el manejo de dos moldes.
- N) Un generador de 7.5 K.V.A. para la fuerza motriz.
- O) Bodega de almacenamiento con capacidad para tres días de producción, con sistema de enfriamiento.
- P) Filtro mecánico de sedimentos
- Q) Filtro de carbón activado
- R) Pulidor fabricado en porcelana
- S) Equipo emisor de rayos ultravioleta

**UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO**

**CAPITULO V**

CAPITULO QUINTO

PROYECTO

5.1.	CONSIDERACIONES GENERALES	
5.1.1.	Selección del compresor.....	69
5.1.2.	Selección del condensador.....	76
5.1.3.	Selección de la torre de enfriamiento.....	83
5.1.4.	Selección del contenedor para el refrigerante líquido.	84
5.1.5.	Selección del separador de aceites.....	85
5.1.6.	Tanque de congelación.....	86
5.1.7.	Serpentín evaporador.....	88
5.1.8.	Bodega de almacenamiento y serpentín de enfriamiento..	94
5.1.9.	Selección del equipo generador.....	103

## C A P I T U L O   Q U I N T O

### 5.1. CONSIDERACIONES GENERALES

En el desarrollo del proyecto se ha hecho mención del equipo y maquinaria que se usará en la planta productora de hielo.

En este capítulo se calculará y seleccionará el equipo más conveniente, para que la planta funcione de la mejor forma, ya que de la elección de un equipo, dependen las características de otro, por lo cual, se desarrollará en un orden lógico.

En el desarrollo del proyecto de una planta productora de hielo, se presentan varios inconvenientes :

\* Para poder seleccionar y calcular el tipo de compresor más adecuado, necesitamos conocer las dimensiones del cuarto de almacenamiento y del tanque de congelación, ya que el tipo de compresor depende de la carga de refrigeración que se necesite en ambos lugares.

\* Para poder calcular y diseñar el tanque de congelación, tenemos que conocer las dimensiones del serpentín evaporador, y éstas a su vez, para determinar la presión de succión del compresor.

Para llegar al desarrollo en el cual nuestra planta funcione de la mejor forma, nos basaremos en datos prácticos y cotidianos, los cuales nos llevarán a obtener resultados positivos.

El desarrollo del proyecto de la planta abarca los siguientes puntos :

- a) Selección y cálculo del compresor.
- b) Selección y cálculo del condensador.
- c) Selección y cálculo del serpentín evaporador.
- d) Selección del tanque de congelación.
- e) Selección del separador de aceite.
- f) Selección del recipiente para el amoniaco líquido.
- g) Cálculo y diseño del cuarto y serpentín de enfriamiento.
- h) Selección del equipo generador.
- i) Selección de válvulas y tuberías necesarias.
- j) Precio por unidad.
- k) Presupuesto de la planta.

Con este equipo, se pretende producir aproximadamente, 10 T.R. de hielo en un período de 24 horas.

#### 5.1.1. SELECCION DEL COMPRESOR

Para poder elegir el compresor adecuado, es necesario conocer las dimensiones del cuarto de almacenamiento y del tanque de congelación, ya que de esta forma sabremos la carga de refrigeración total necesaria de la planta, ya que es un factor vital para elegir la capacidad del compresor.

En este capítulo se presentan los datos necesarios para calcular las dimensiones del cuarto de almacenamiento y del tanque de congelación.

#### 5.1.1.1. CALCULO DEL COMPRESOR

Las siguientes características corresponden a un compresor para amoniaco:

- I. Presión de succión.
- II. Presión de descarga.
- III. Capacidad.
- IV. Velocidad y dimensiones.

Si se cumple con estas características, teóricamente se ha calculado el compresor.

Con estas características podremos comenzar los cálculos necesarios.

#### I. PRESION DE SUCCION

Normalmente en los compresores que usan amoniaco, la baja presión ó presión de succión debe ser similar a la presión del evaporador, de tal forma que la presión de succión estará determinada por la temperatura de vapor del refrigerante.

La temperatura del evaporador determinará la temperatura que tendrá la salmuera, por lo tanto, partiendo de esto, la temperatura de la salmuera es de 15 °F.

Para que se obtenga una excelente transmisión de calor, la diferencia entre las temperaturas del evaporador y de la salmuera debe ser, de 5 °F a 10 °F.

La diferencia de 5 °F, determinará lo siguiente :

\* Una temperatura de 10 °F y una presión de 23.81 Lb/P1g" para el vapor refrigerante.

La diferencia de 10 °F, determinará lo siguiente :

\* Una temperatura de 5 °F y una presión de 19.57 Lb/Plg" para el vapor refrigerante.

Por lo tanto, la presión de succión ó baja presión en el compresor para amoniaco debe ser de 22 Lb/Plg" con una temperatura de 8 °F.

## II. PRESION DE DESCARGA

La alta presión ó presión de descarga es la que se encarga de la condensación del amoniaco, dependiendo de la temperatura del agua que se tenga, la cual enfriará el condensador.

La temperatura húmeda es de 75 °F, por lo tanto se necesita agua con una temperatura de 81 °F para enfriar el condensador.

La temperatura del agua que entra en el condensador tiene que tener un aumento de 10 °F para que ésta salga a 91 °F.

Para que se obtenga una buena transmisión de calor, la diferencia entre las temperaturas del agua de salida y la de condensación del amoniaco, debe ser de 5 °F.

Por lo tanto la temperatura de condensación tendrá una temperatura final de 96 °F, con una presión de desacarga de 184.2 Lb/Plg" para el compresor de amoniaco.

### III. CAPACIDAD

Es necesario conocer la carga de refrigeración total de la planta, ya que es un factor vital para conocer la capacidad del compresor. La carga de refrigeración es dada ó manejada en toneladas de refrigeración, ( T.R. ).

La carga está formada por tres partes que son:

1.- La cantidad de calor que hay que eliminar del agua para transformarla en hielo.

2.- En el aislamiento del tanque de congelación se gana calor, el cual tiene que ser eliminado.

3.- En el aislamiento del cuarto de refrigeración se gana calor, el cual tiene que ser eliminado.

#### 1.- CAMBIO DE ESTADO FISICO DEL AGUA

El calor necesario para producir una libra de hielo de 15°F, tomando una temperatura de 70°F y un calor específico de 1 BTU/Lb en el agua, y de 0.5 BTU/Lb en el hielo puede calcularse de la siguiente forma :

Calor sensible del agua:

$$Q_1 = w c (t_1 - 32) = 1 \times 1 (70 - 32) = 38 \text{ B.T.U.}$$

Calor latente de congelación del agua:

$$Q_2 = 144 \text{ B.T.U.}$$

Calor sensible del hielo:

$$Q_3 = w c (32 - t_2) = 1 \times 0.5 (32 - 15) = 8.5 \text{ B.T.U.}$$



Para producir 10 T.R. de hielo en un periodo de 24 horas, suponiendo que el calor total sea de 190 B.T.U./Lb, el calor que debe eliminarse por hora es de:

$$190 \times 22,000 / 24 = 174,166.66 \text{ B.T.U. / Hr}$$

Equivalente a una capacidad :

$$C1 = 174,166.66 / 12,000 = 14.5 \text{ T.R.}$$

## 2.- CARGA OCASIONADA POR LAS GANANCIAS DE CALOR A TRAVES DEL AISLAMIENTO DEL TANQUE DE CONGELACION.

Las dimensiones del tanque de congelación se han podido calcular, conociendo la temperatura de la salmuera y la temperatura de evaporación del amoniaco en los serpentines de enfriamiento.

Los resultados obtenidos, nos llevan a concluir que las ganancias de calor a través de las paredes aisladas del tanque de congelación tienen un valor de 31,600 B.T.U./Hora.

Este valor corresponde a una capacidad de :

$$C2 = 2.64 \text{ T.R.}$$

## 3.- CARGA OCASIONADA POR LAS GANANCIAS DE CALOR A TRAVES DEL AISLAMIENTO DEL CUARTO DE REFRIGERACION PARA ALMACENAR EL HIELO.

Con el conocimiento de la capacidad de almacenamiento de la bodega y la temperatura seca del lugar en dónde localizaremos nuestra planta, podremos calcular el aislamiento y las dimensiones del cuarto refrigerante.

Las ganancias de calor que tendrá la bodega serán de 17,710 B.T.U / Hr.

Este valor corresponde a una capacidad de :

$$C3 = 17,710 / 12,000 = 1.48 \text{ T.R.}$$

La carga total de refrigeración tiene un valor de :

$$C = C1 + C2 + C3 = 14.5 + 2.64 + 1.48 = 18.62 \text{ T.R.}$$

No se han calculado las ganancias de calor en las tuberías, y algunas ganancias que se presentan al quitar los moldes del tanque, por lo tanto se tomará un 10 % más sobre el valor de 18.62 T.R.

La carga total de refrigeración será de 20.5 T.R.

#### IV. VELOCIDAD Y DIMENSIONES

La carga total de refrigeración es de 20.5 T.R., tomando en consideración un 10 % más debido a las ganancias que no se toman en cuenta. Para el cálculo de las dimensiones de los cilindros se tomará ó usará una carga de 28 T.R., ya que para la relación de compresión existente , la eficiencia total que se tiene cambia de un 70 a 75 %.

Datos para el cálculo de la velocidad y dimensiones:

Capacidad del compresor..... C = 28 T.R.

Refrigerante..... Amoniaco.

Presión absoluta de succión.....  $P_b = 36.7 \text{ Lb/Plg}''$

Presión absoluta de descarga.....  $P_a = 198.9 \text{ Lb/Plg}''$

Velocidad..... n = 450 r.p.m.

La velocidad que se usará es de 450 r.p.m , ya que la mayoría de los compresores de este tipo trabajan a esta velocidad.

**Cálculos :**

Entalpía del líquido de alta presión..... H1 = 150.5 B.T.U/Lb.

Entalpía del líquido de baja presión..... H2 = 51.6 B.T.U/Lb.

Entalpía de vaporización a baja presión.... H3 = 562.7 B.T.U/Lb.

Entalpía del vapor saturado a baja presión. H4 = 614.3 B.T.U/Lb.

Porcentaje de refrigerante que se evapora cuando pasa por la válvula de estrangulamiento:

$$x = H1 - H2 / H3 = 150.5 - 51.5 / 562.7 = 0.176$$

Efecto refrigerante:

$$ER = H4 - H1 = 614.3 - 150.5 = 463.8 \text{ aprox } 463 \text{ B.T.U./Lb}$$

Peso del refrigerante que se necesita circular:

$$W = C / E.R. = 28 \times 200 / 465 = 12 \text{ Lb / min}$$

Volumen específico del vapor a baja presión  $v = 7.63 \text{ Pts / Lb.}$

Volumen teórico que se necesita circular:

$$V1 = W \times v = 12 \times 7.63 = 92 \text{ Pts / min.}$$

Relación de compresión :

$$Pa / Pb = 198.9 / 36.7 = 5.42$$

Rendimiento volumétrico (Dato de tablas)  $v = 64 \%$

Volumen práctico que se necesita circular:

$$V2 = V1 / 2v = 92 / 0.64 = 144 \text{ Pts / min.}$$

Dimensiones :

Relación L / D = 1

Se trata de una máquina de 2 cilindros de simple efecto, por lo tanto el diámetro es de :

$$D = ( 2 \times 144 \times 1728 / 3.14 \times 450 )^{1/3} = 7.0 \text{ Plg.}$$

El compresor que se utilizará tiene las siguientes características :

Número de cilindros.....	2
Diámetro de los cilindros.....	7 Plg. (178 mm)
Carrera del émbolo.....	7 Plg. (178 mm)
Orificio de succión.....	2 1/2 Plg (63.5 mm)
Desplazamiento volumétrico	140 pies <sup>3</sup>
a 450 r.p.m. ....	4.00 mm

Para obtener la capacidad instalada de 32 T.R. el compresor deberá trabajar con una presión de succión de 37.2 Lb/Plg<sup>2</sup>, (2.62 Kg/cm<sup>2</sup>), y con una presión de descarga de 199.7 Lb/Plg<sup>2</sup> (14 Kg/cm<sup>2</sup>).

El compresor está provisto de un volante acanalado, bandas tipo V y poleas adaptables al motor que se utilice. Los cilindros y las chumaceras son lubricados por una bomba de engranes.

#### 5.1.2. SELECCION DEL CONDENSADOR

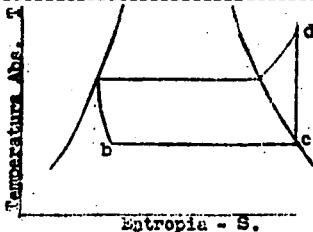
La necesidad de nuestra planta es de 20.5 T.R., el compresor que utilizaremos tiene una capacidad máxima de 32 T.R. a una velocidad de 450 r.p.m., y de 25 T.R. si la velocidad es de 360 r.p.m.

Ya que con 25 T.R. se satisface plenamente la carga de refrigeración que se tiene, la velocidad de nuestro compresor será de 360 r.p.m., con estos datos calcularemos la capacidad del condensador que hemos de emplear.

3.1.2.1. CALOR PUESTO EN JUEGO

La suma del efecto refrigerante más el equivalente térmico del trabajo de compresión, es lo que se conoce como " CALOR PUESTO EN JUEGO ". (ver fig. 2)

FIGURA 2  
CALCULO DEL CONDENSADOR



TEMPERATURA ABS.(t) vs. ENTROPIA(s)

- $h_c$  = Entalpía del vapor a la salida del evaporador.
- $h_d$  = Entalpía del vapor en la descarga del compresor.
- $h_a$  = Entalpía del líquido a la salida del condensador.

Del diagrama anterior TEMPERATURA - ENTROPIA, resulta lo siguiente:

- Efecto refrigerante.....  $q_1 = h_c - h_a$
- Equivalente térmico del trabajo de compresión.....  $q_2 = h_d - h_c$
- Calor puesto en juego en el condensador....  $q_3 = h_d - h_a$

A partir del efecto refrigerante mostrado en el diagrama, calcularemos la cantidad de calor que debemos eliminar por T.R. en el condensador.

FALLA DE ORIGEN

Peso del refrigerante por T.R. que debe circular:

$$w = 200 / H_c - H_a$$

Calor a eliminar por T.R. en el condensador:

$$q = 200 ( H_d - H_a / H_c - H_a )$$

Para la presión absoluta tanto de succión como de descarga se calculó lo siguiente:

$$H_d = 726.00 \text{ B.T.U. / Lb}$$

$$H_c = 614.13 \text{ B.T.U. / Lb}$$

$$H_a = 150.50 \text{ B.T.U. / Lb}$$

Por lo tanto, resulta lo siguiente:

$$q = 200 ( 726 - 150.5 / 614.13 - 150.5 ) = 248 \text{ B.T.U. / min.}$$

El calor que debemos extraer, considerando 25 T.R. es:

$$Q = 25 \times q = 25 \times 248 = 6\,200 \text{ B.T.U. / min}$$

Equivalente a una capacidad del condensador de:

$$C = 248 \times 25 / 200 = 31 \text{ T.R.}$$

Generalmente los condensadores se calculan para trabajar a 250 B.T.U. / T.R. ya que el calor por T.R. varía entre los 220 y los 230 B.T.U. / T.R. aún cuando el sobrecalentamiento se reduce en las chaquetas del compresor que actúan como difusores de calor.

#### 5.1.2.2. SUPERFICIE DE TRANSMISION DEL CONDENSADOR

Debemos considerar lo siguiente:

$$\text{Calor que debe eliminarse..... } Q = 375,000 \text{ B.T.U. / Hr.}$$

$$\text{Coeficiente de transmisión... } U = 150 \text{ B.T.U. / Hr. x } ^\circ\text{F x Ft}^2$$

$$\text{Temperatura del agua a la entrada del condensador... } t_1 = 81 ^\circ\text{F}$$

Temperatura del agua a la salida del condensador....  $t_2 = 91 \text{ }^\circ\text{F}$

Temperatura del vapor saturado.....  $t_3 = 96 \text{ }^\circ\text{F}$

El condensador se fabricará de doble tubo, el tubo interior tendrá un diámetro de 1 1/4 Plg donde el agua circulará, por lo tanto el agua pasará por donde sale el amoníaco que se encuentra en estado líquido.

Cálculos :

Superficie de transmisión .

$$A = \pi \times d \times L = Q / U ( t_a - t_b ) / \text{Log} ( t_a / t_b )$$

Diferencia entre la temperatura del vapor y la temperatura del agua a la entrada del condensador.

$$t_a = t_3 - t_1 = 96 - 81 = 15 \text{ }^\circ\text{F}$$

Diferencia entre la temperatura del vapor y la temperatura del agua a la salida del condensador.

$$t_b = t_3 - t_2 = 96 - 91 = 5 \text{ }^\circ\text{F}$$

Temperatura media logarítmica.

$$A t = t_a - t_b / \text{Log} t_a / t_b = 15 - 5 / \text{Log} 3 = 10 / 2.3 \times 0.476 = 9.1 \text{ }^\circ\text{F}$$

Diámetro interior de la tubería 1 1/4 Plg. (31.75 mm) necesario en el condensador.

$$L = Q / U \times A t \times \pi \times d = 375,000 \times 12 / 150 \times 9.2 \times 3.14 \times 1.25 = 831 \text{ Ft} (249\text{m})$$

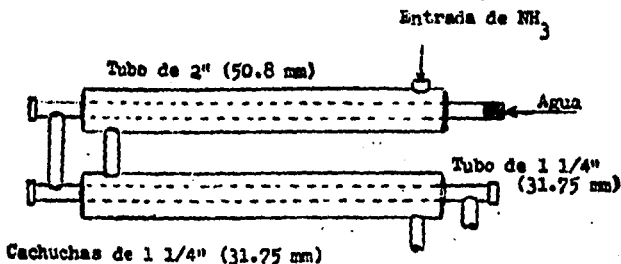
Dimensiones supuestas del condensador.

Longitud de 15 Ft ( 4.50 m.) con esta longitud tendría una cortina de 56 tubos, con una distancia de 4 Plgs. (10 cm) y una altura de 19 Ft. ( 3.35 m. ).

Este tipo de condensador presenta dificultades en su manejo y en su construcción además su costo es elevado.

Para nuestra planta utilizaremos un condensador multi-tubular de tubos y coraza, ya que es un condensador más eficiente y tiene un costo más bajo.

.....  
FIGURA 3  
CONDENSADOR DE DOBLE TUBO  
.....



.....  
De los cálculos anteriores concluimos que para nuestra planta utilizaremos un condensador multi-tubular, el cual es conocido también como condensador de tubos y coraza.

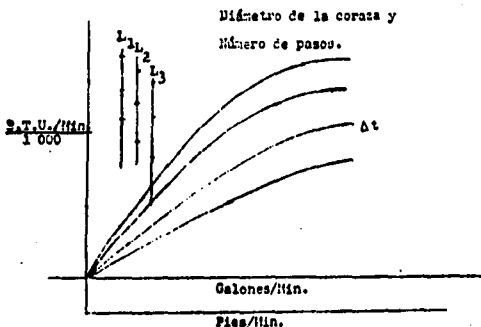
El condensador de tubos y coraza, está formado por un cilindro metálico el cual da cabida a los tubos cuyos diámetros son de 1 1/4 ó 2 Pigs. ( 31.75 ó 50.1 mm ). El agua de condensación circula ó fluye por los tubos, el vapor que va a ser condensado pasa por los espacios libres entre los tubos y el cilindro.

Mediante curvas obtenidas experimentalmente, los fabricantes nos indican los distintos comportamientos que sufren los distintos tipos de condensadores.



El siguiente diagrama nos muestra un juego de curvas para cada diámetro del cilindro exterior, con diferentes longitudes y el número de pasos en que quedan divididos los tubos interiores.

.....  
F I G U R A 4  
CURVAS PARA DETERMINAR EL DIAMETRO DE LA CORAZA  
.....



.....  
Las ordenadas muestran B.T.U. / Hr. x 1,000 que desecha el condensador para cada medida de su longitud. Las abscisas muestran la cantidad de agua que circula por minuto y la velocidad del agua en los tubos. Las curvas son función de la diferencia entre las temperaturas del agua de alimentación y la de condensación del amoníaco.

Para una capacidad del compresor de 25 T.R., el calor que debe extraerse en el condensador es de :

$$Q = T.R. \times q \times 60 = 25 \times 250 \times 60 = 375,000 \text{ B.T.U. / Hr}$$

$$Q1 = Q / 1,000 = 375 \text{ B.T.U. / Hr} \times 1,000$$

$$At-t3 - t1=96 - 81=15 \text{ } ^\circ F$$

El condensador que se utilizará tiene las siguientes características:

Longitud de la coraza.....	14 Ft ( 4.27 m.)
Diámetro de la coraza.....	12 Plg. ( 304.8 mm)
Longitud de los tubos.....	13 Ft ( 3.96 m.)
Diámetro de los tubos.....	1 1/4 Plg. ( 31.75 mm)
Número de tubos.....	36
Número de pasos.....	6
Superficie de transmisión.....	230 Ft <sup>2</sup> ( 21.3 m <sup>2</sup> )
Agua necesaria.....	80 Gal / min ( 300 Lt / min.)
Velocidad del agua en los tubos.	4.4 Ft / seg. ( 1.34m /seg)
Conexiones para el agua.....	2 Plg. ( 51 mm)
Conexiones para el gas.....	2 Plg. ( 51 mm)
Salida para el amoníaco líquido.	1 1/4 Plg. ( 31.75 mm)

Aumentando 10 °F la temperatura del agua de alimentación para desechar 375,000 B.T.U. / Hr. , tendrían que circularse:

$$375,000 / 10 \times 8.3 \times 60 = 75 \text{ Gal. / min.}$$

Cuando el agua pasa a 80 Gal. / min. por el condensador ésta aumenta su temperatura en:

$$375,000 / 80 \times 8.3 \times 60 = 9.5 \text{ °F.}$$

Se puede observar que el condensador que se eligió, trabajará con una buena eficiencia.

### 5.1.3. SELECCION DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

La selección ó el diseño de torres de enfriamiento, resulta un poco difícil si no se conoce con exactitud las condiciones del problema a resolver.

Con un poco de experiencia y las especificaciones que muestran los fabricantes, podremos elegir la que más nos convenga.

Mediante gráficas podemos ver los comportamientos que presentan los distintos modelos de torres. En la siguiente gráfica podemos observar que para una temperatura de 70 °F., cuando los rangos de enfriamiento son los indicados por la curva de comportamiento normal, la torre podrá elegirse conociendo la cantidad de agua que se necesite enfriar. Cuando las condiciones de trabajo son diferentes, la elección se hace encontrando un gasto equivalente, cuyo valor depende de los factores de corrección que observamos en la gráfica.

En el caso nuestro necesitamos enfriar 80 Gal. de agua/min. desde una temperatura de 91 °F hasta una de 81 °F. La temperatura húmeda es de 75 °F.

Cálculos :

En nuestra gráfica podemos sacar los siguientes datos...

Para un rango de enfriamiento de 10 °F (91 ° - 81 °) y para una aproximación de 6 °F (81 ° - 75 °), el factor es 0.6.

El factor de corrección para una temperatura de 75 °F es de  $\pm 5\%$ .

La torre se necesita para un gasto de:

$$Q = \frac{\text{capacidad}}{\text{producto de los factores}} = \frac{80}{0.6 \times 1.05} = 127 \text{ Gal/min.}$$

Q= 475 Lt./min.

La torre de enfriamiento que escogimos para nuestra planta es de 8 Ft x 8 Ft x 12 Ft. (2.43 x 2.43 x 3.65 m.) El agua que escurre en la parte superior se distribuirá por medio de canales.

#### 5.1.4. SELECCION DEL CONTENEDOR PARA EL REFRIGERANTE LIQUIDO

En el diseño del contenedor ó recipiente para el refrigerante líquido que en nuestro caso es el amoniaco, seguiremos las especificaciones de algunos fabricantes para elegir el tamaño más adecuado. La construcción consiste en poner los coples adecuados, dependiendo de las dimensiones del condensador y de la tubería de alimentación de los serpentines.

##### ESPECIFICACIONES DE LOS COPLES

\* 1 cople de 1/4 Plg. para la llegada al recipiente del amoniaco líquido que descarga el condensador. La medida es de 1/4 Plg. ya que es la medida del cople de descarga del condensador.

\* 1 cople de 1/2 Plg. en la parte inferior del recipiente para purgar el aceite que pueda llegar desde el compresor.

\* 1 cople de 1/2 Plg. en la parte superior del recipiente para poner una válvula de seguridad que opere cuando la presión es excesiva. Es de 1/2 Plg. ya que todas las válvulas de este tipo son de esta medida.

- \* 1 cople de 1/4 Plg. en la parte superior del recipiente para purgar el aire contenido.

- \* 1 cople de 1/4 Plg. para conectar el sistema de alarma cuando la presión es excesiva.

- \* 2 coples de 1/2 Plg. colocados cerca de uno de los extremos del recipiente, para conectar un cristal de nivel.

- \* 1 tubo de 3/4 Plg. para la descarga del recipiente, para conectar la línea de alimentación del evaporador. Se eligió de esta medida ya que las dimensiones de la válvula tipo flotador son de igual medida.

- \* 2 soportes contruidos con fierro ángulo de 2 Plg.

#### 5.1.5. SELECCION DEL SEPARADOR DE ACEITE

La fabricación de este recipiente se hace igual que al diseñar el recipiente para el amoniaco líquido, solamente consiste en dimensionar los coples y tubos que debe tener.

#### ESPECIFICACIONES DE LA TUBERIA

- \* 1 tubo de 2 Plg. entrando tangencialmente al separador, el cual tiene como objetivo eliminar el aceite que se encuentra en el vapor de amoniaco que viene del compresor, por fuerza centrifuga. Es de 2 Plg. ya que es la medida de la descarga del compresor.

- \* 1 tubo de 2 Plg. doblado a 90° que acaba en el centro del separador, con el objetivo de que la salida del aceite sea más difícil. Es de 2 Plg. ya que la llegada del refrigerante al condensador es de esta medida.

\* 1 cople de 1/2 Plg. en la parte inferior del separador para purgar el aceite acumulado.

#### 5.1.6. TANQUE DE CONGELACION

Para poder calcular el serpentín evaporador, es necesario conocer la carga total de refrigeración de la planta, y a su vez para tener esta carga, tenemos que saber las dimensiones del tanque de congelación y las de la bodega para almacenar el hielo.

La fabricación del tanque de congelación, depende de la fabricación del serpentín evaporador ya que ambos tienen que coincidir en sus dimensiones.

Hemos calculado que las ganancias de calor en la bodega del hielo equivalen a 1.5 T.R. Tomando en consideración que las ganancias en el tanque de congelación pueden calcularse como un 15% de la carga debido al cambio de estado físico del agua, tomaremos un valor equivalente a 3.0 T.R.

#### 5.1.6.1. CALCULO DEL TANQUE DE CONGELACION

Datos generales :

- \* Capacidad de producción de la planta.....C= 22,000 Lb/24 Hr
- \* Tamaño de los moldes empleados.....a x b x c = 8 x 16 x 32 Plg.
- \* Peso de las barras de hielo que se obtienen.....W= 100 Lb.
- \* Temperatura de la salmuera..... $t_s = 15$  °F.
- \* Distancia óptima entre centros de moldes según la longitud del tanque.....y = 18 1/4 Plg.
- \* Distancia óptima entre centros de moldes según el ancho del tanque.....x = 11 Plg.

\* Altura del nivel de la salmuera en el tanque.....32 Plg.

Desarrollo:

Tiempo de congelación del agua en los moldes.

$$t_c = \frac{7 \times a''}{32 - t_a} = \frac{7 \times 8}{32 - 15} = 26.4 \text{ horas.}$$

Número de moldes que deben emplearse.

$$N = \frac{C \times t}{W \times 24} = \frac{22,000 \times 26.4}{100 \times 24} = 242 \text{ moldes.}$$

Dimensiones :

Situando los 240 moldes en 16 hileras de 15 moldes cada una, las dimensiones del tanque serán :

$$\text{Longitud } L_1 = (15 - 1) y + b = \frac{14 \times 18.25 + 16}{12} = 22.6 \text{ Ft.}$$

$$\text{Ancho } A_1 = (16 - 1) x + a = \frac{15 \times 11 + 16}{12} = 15.1 \text{ Ft.}$$

$$\text{Altura } H_1 = c + 1 = 32 + 1 = 33 \text{ Plg.}$$

Tomando en cuenta los cálculos anteriores, tenemos que dejar un espacio libre para colocar el acumulador y los cabezales de aproximadamente 3 Ft, además entre los lados del tanque y los serpentines, un juego de 6 Plg.

Los moldes se colocarán sobre una duela de madera, a la cual hay que dejarle un espacio para el armazón de madera que guía los moldes.

Las dimensiones aproximadas serían:

L = 26 Ft.

A = 16 Ft.

H = 3 Ft.

Cuando hagamos el plano de conjunto del tanque y del evaporador, obtendremos las verdaderas dimensiones.

Para calcular las ganancias de calor en las paredes del tanque, tomaremos un 20% de base sobre la carga del cambio de estado físico del agua para evitar cálculos innecesarios.

#### 5.1.7. SERPENTIN EVAPORADOR

La capacidad del compresor que se ha elegido es de 25 T.R. y la carga de refrigeración puede tomarse como 20.5 T.R., por lo tanto, el área de transmisión necesaria en el evaporador se elige para una capacidad media, la cual le dará cierta elasticidad al sistema.

Capacidad del evaporador:

$$C = \frac{20.5 + 25}{2} = 22.75 \text{ T.R.}$$

Puede suponerse que C = 23 T.R.

Para una capacidad de 23 T.R. y tomando un valor medio de 40 B.T.U./ Hr x "F x Ft" para el coeficiente de transmisión de calor ,

El área de transmisión es :

$$\text{T.R.} \times 12,000 \qquad 23 \times 12,000$$



$$S = \frac{k \times \Delta t}{40 \times 7} = 986 \text{ Ft}^2 \text{ (91 m}^2\text{)}$$

donde :

At es la diferencia de temperatura entre la salmuera y el vapor refrigerante y tiene un valor de 7 °F, ya que la temperatura de la salmuera es de 15 °F y la succión se hará a 22.5 Lb/Pig" la temperatura del vapor refrigerante es de 8 °F.

#### 5.1.7.1. CONSTRUCCION DEL TANQUE DE CONGELACION Y DEL EVAPORADOR

Con todo lo anterior sabemos la cantidad de moldes que utilizará el tanque de congelación, el área de transmisión necesaria en el evaporador y las distintas partes que se utilizarán en la construcción, debido a lo cual tenemos que hacer uso de planos.

\* Plano No.1 En este plano indicamos la forma en que debe colocarse el evaporador dentro del tanque, así como los cabecales, el acumulador y todas las partes del sistema de congelación.

\* Plano No.2 En este plano se indican las dimensiones del acumulador, de los cabecales, soportes y separadores, etc.

\* Plano No.3 En este plano se observa la construcción del armazón de madera y de las cubiertas para los moldes.

#### 5.1.7.1.1. DIFERENCIA ENTRE EL AREA CALCULADA PARA EL EVAPORADOR Y EL AREA RESULTANTE OBLIGADA POR LA CONSTRUCCION.

En el plano No.1 podemos observar que cada uno de los 17 serpentines que forman el evaporador, están formados por un tubo de 2 Fig. (50.8 mm) y por cuatro tubos de 1 1/4 Fig. (31.75 mm).

Estos tubos tienen una longitud de 23 Ft (7.00 m.) por lo que, si utilizamos 2.3 Ft de tubo de 1 1/4 Fig y 1.6 Ft de tubo de 2 Fig observamos que ambos forman un Ft" de superficie; para 17 tubos de 2 Fig. se tendrá un área:

$$S1 = \frac{17 \times 23}{1.6} = 244 \text{ Ft}'' (22.5 \text{ m}'' )$$

y para 68 tubos de 1 1/4 Fig.

$$S2 = \frac{68 \times 23}{2.3} = 680 \text{ Ft}'' (63 \text{ m}'' )$$

Esto hace una superficie total de 924 Ft" (85.5 m")

Ya que el área calculada es de 954 Ft" existe una diferencia de 945 - 924 = 21 Ft". Esto equivale a plantear un coeficiente de :

$$K1 = \frac{12,000 \times T.R.}{S \times t} = \frac{12,000 \times 23}{924 \times 7} = 42 \text{ B.T.U./ Hr} \times \text{Ft}'' \times \text{'F}$$

#### 5.1.7.2. CARGA DE REFRIGERACION POR LA GANANCIA DE CALOR A TRAVES DE LAS PAREDES DEL TANQUE DE CONGELACION

Anteriormente habíamos dicho que se iba a tomar un 20% sobre la carga del cambio de estado físico del agua, aquí nos daremos cuenta si funciona ó hay necesidad de modificarlo.

El coeficiente de transmisión de calor de una pared formada por varios materiales se calcula a partir de la siguiente expresión:

1

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2} + \dots + \frac{L_n}{K_n}}$$

donde:

$K_1, K_2 \dots K_n$  son los coeficientes de transmisión de calor de los distintos materiales que forman la construcción de la pared.

$L_1, L_2 \dots L_n$  son los espesores de dichos materiales.

$f_1$  y  $f_2$  son coeficientes de películas que dependen de las características de las superficies de la pared y de la velocidad del viento.

Estos coeficientes provienen de las siguientes expresiones empíricas:

$f = 1.6 - 0.3 V$  para paredes lisas.

$f = 2.1 - 0.5 V$  para paredes rugosas.

$f = 2.0 - 0.4 V$  para paredes medianas.

dónde:

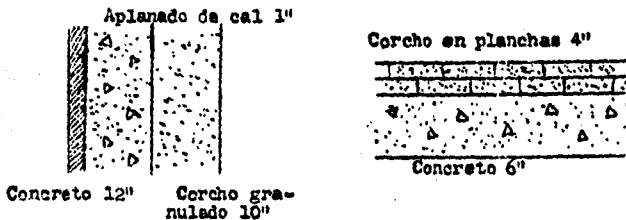
$V$  es la velocidad del viento en millas/hora.

Considerando los espesores de los materiales en pulgadas y los coeficientes de transmisión en B.T.U./ Hr x °F x Ft", el coeficiente  $U$  resulta en B.T.U./ Hr x °F x Ft"

Para calcular el calor total transmitido en una hora, se tiene que multiplicar el coeficiente  $U$  por la superficie total de la pared y por la diferencia de temperaturas entre ambos lados de la misma.

El aislamiento del fondo del tanque de congelación se forma con capas de corcho y tienen un espesor total de 4 Fig. El aislamiento lateral se forma con corcho granulado, de 10 Fig de espesor. Los otros muros del tanque se forman de concreto.

FIGURA 5  
CONSTITUCION DE LAS PAREDES DEL TANQUE



De lo anterior tomaremos en consideración los siguientes datos:

- K aplanado de cal = 5
- K concreto = 6
- K corcho granulado = 0.6
- K corcho en plancha = 0.3

Como las paredes sólo se elevan sobre el piso 3 Ft no interfiere la velocidad del viento, por lo cual el coeficiente de transmisión es:

$$U_{\text{pared}} = \frac{1}{\frac{1}{2.1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{12}{6} + \frac{10}{0.6}} = 0.0503 \text{ B.T.U./ Hr x } ^\circ\text{F x Ft}^2$$

$$U \text{ piso} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2.1} + \frac{6}{6} + \frac{4}{0.3}} = 0.0652 \text{ B.T.U./ Hr x 'F x Ft"}$$

La cubierta del tanque está formada por madera de 1 Ply de espesor; por lo tanto:

$$U \text{ cubierta} = 0.78 \text{ B.T.U./ Hr x 'F x Ft"}$$

En el plano No.1 podemos observar que las dimensiones del tanque son de 26 Ft x 15.5 Ft x 3 Ft; por lo tanto, las áreas respectivas son:

$$A \text{ pared} = 23 \times 3 \times 2 + 15.5 \times 3 \times 2 = 231 \text{ Ft}^2$$

$$A \text{ piso} = 26 \times 15.5 = 403 \text{ Ft}^2$$

$$A \text{ cubierta} = 403 \text{ Ft}^2$$

Por la diferencia de temperaturas uniforme y con un valor de 75 °F (90 - 15) el calor transmitido es:

$$Q \text{ pared} = 249 \times 0.0503 \times 75 = 940 \text{ B.T.U./ Hr}$$

$$Q \text{ Piso} = 403 \times 0.0652 \times 75 = 1970 \text{ B.T.U./ Hr}$$

$$Q \text{ cubierta} = 403 \times 0.78 \times 75 = 23,575.5 \text{ B.T.U./ Hr}$$

$$Q \text{ total} = 26,485.5 \text{ B.T.U./ Hr} = 2.2 \text{ T.R.}$$

Se observa que el valor de 3.0 T.R., es un valor conservador el cual permite la disminución del espesor de los muros y esto ocasiona ganancia de calor al remover los moldes del tanque de congelación.

### 5.1.8. BODEGA DE ALMACENAMIENTO Y SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO

En nuestra planta tendremos la necesidad de tener una bodega ó cuarto frío para almacenar la producción. El objetivo de esta bodega es permitirnos almacenar cierta cantidad de hielo, y seguir surtiendo la demanda cuando se tenga que realizar algunas reparaciones ó limpieza necesarias en la fábrica.

Para el cálculo del cuarto frío y diseño del serpentín de enfriamiento, tenemos que considerar los siguientes puntos:

- \* Dimensiones del cuarto.
- \* Sistema de enfriamiento empleado.
- \* Carga de refrigeración.
- \* Aislamiento.
- \* Superficie del serpentín de enfriamiento.
- \* Cálculo del peralte de las trabes del techo del cuarto.
- \* Costo del serpentín.

#### \* SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EMPLEADO

La carga de refrigeración que se produce en este tipo de cuartos se debe a ganancias de calor producida por la transmisión de calor a través de las paredes. Esta carga es controlada por medio del uso de serpentines de enfriamiento, de expansión directa ó por circulación de salmuera tomada del tanque de congelación.

En nuestro caso usaremos el sistema por circulación de salmuera, ya que tiene más ventajas que el de expansión directa.

El sistema por circulación de salmuera tiene ó presenta las siguientes características por lo cual lo elegimos:

- Su instalación es sencilla.
- Los costos de mantenimiento son menores.
- El hielo se conserva en perfectas condiciones de higiene.
- Como no hay tuberías conductoras de vapor que pasen cerca del serpentín, no se elimina la escarcha producida en el cuarto, por lo cual es factible circular agua por las tuberías conductoras de salmuera.

#### • AISLAMIENTO

El aislamiento en estas bodegas de refrigeración se hace por medio de corcho en planchas, y el espesor de las paredes se elige de acuerdo con la temperatura interior del cuarto.

El hielo se conserva en perfectas condiciones a 28 °F, por lo cual el espesor de la pared tiene que ser de 4 Plg. (101 mm). El tamaño estándar de las planchas de corcho es de 1 Ft x 3 Ft, (309 mm x 914 mm), con espesores de 1, 2 y 3 Plgs. (25.4, 51 y 76 mm). En el plano No.5 podemos observar la forma en que se va a aislar la bodega.

#### • DIMENSIONES DEL CUARTO

La bodega va a tener una capacidad de 30 Ton de hielo, aproximadamente 66,000 Lb. Las barras de hielo tendrán las siguientes dimensiones 8 Plg x 16 Plg x 32 Plg.

Estas barras serán colocadas para su almacenamiento sobre la superficie de 8 Plg x 16 Plg; por lo tanto el área necesario por cada barra es:

$$a = 0.66 \times 1.25 = 0.825 \text{ Ft}''$$

Como cada barra pesa 100 Lb. el número de barras requerido para almacenar 66,000 Lb. es:

$$N = \frac{66,000}{100} = 660 \text{ barras.}$$

La superficie total ocupada, tomando 20% para espacios libres, resulta de:

$$A = 660 \times 0.825 \times 1.2 = 653 \text{ Ft}''$$

La práctica indica que deben tomarse 20 Ft'' aproximadamente por tonelada de hielo.

Por lo tanto el área requerida es:

$$A1 = 30 \times 20 = 600 \text{ Ft}''$$

Por lo tanto observamos que el área que escogimos de 650 Ft'' (60 m'') que calculamos es correcta.

Las dimensiones correctas para nuestra bodega son:

Longitud..... 30 Ft ó 9.15 m.  
Ancho..... 22 Ft ó 6.7 m.  
Altura..... 8 Ft ó 2.45 m.

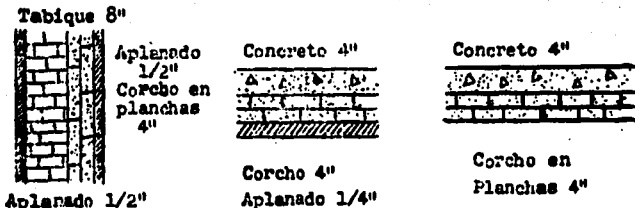
#### \* CARGA DE REFRIGERACION

El valor de la carga de refrigeración depende del tanque de congelación, y tomando ó suponiendo una velocidad de 10 millas / Hr.

La constitución de las paredes, piso y techo que como ya sabemos están formadas por planchas de corcho y concreto se observan en los siguientes dibujos.



F I G U R A 6  
CONSTITUCION DEL PISO Y TECHO DEL TANQUE



Los coeficientes de transmisión de calor son los siguientes:

$$U \text{ pared} = \frac{1}{\frac{1}{4.6} + \frac{1}{1.6} + \frac{1}{5} + \frac{8}{5} + \frac{4}{3}} = 0.252 \text{ B.T.U./ Hr x } ^\circ\text{F x Ft}^2$$

$$U \text{ piso} = \frac{1}{\frac{1}{2.1} + \frac{1}{2} + \frac{4}{6} + \frac{4}{0.3}} = 0.067 \text{ B.T.U./ Hr x } ^\circ\text{F x Ft}^2$$

$$U \text{ techo} = \frac{1}{\frac{1}{4.6} + \frac{1}{1.6} + \frac{0.5}{5} + \frac{4}{0.3} + \frac{4}{6}} = 0.067 \text{ B.T.U./ Hr x } ^\circ\text{F x Ft}^2$$

Las áreas respectivas son :

$$A \text{ pared} = 2 (30 \times 8 + 22 \times 8) = 832 \text{ Ft}^2$$

$$A \text{ piso} = 30 \times 22 = 660 \text{ Ft}^2$$

$$A \text{ techo} = 30 \times 22 = 660 \text{ Ft}^2$$

La diferencia de temperaturas entre el medio ambiente y el interior de la bodega es de  $90^{\circ}\text{F} - 28^{\circ}\text{F} = 62^{\circ}\text{F}$ , el calor transmitido es:

$$Q \text{ pared} = 0.2520 \times 832 \times 62 = 13,000 \text{ B.T.U./ Hr.}$$

$$Q \text{ piso} = 0.0670 \times 660 \times 62 = 2,750 \text{ B.T.U./ Hr.}$$

$$Q \text{ techo} = 0.0670 \times 660 \times 62 = 2,750 \text{ B.T.U./ Hr.}$$

El calor permitido por infiltraciones si hay un cambio de volumen por hora es:

$$\text{Volumen del cuarto} \dots\dots\dots 5,280 \text{ Ft}^3$$

$$\text{Calor total del aire de } 90^{\circ}\text{F} \dots\dots\dots 54.13 \text{ B.T.U./Lb.}$$

$$\text{Calor total del aire de } 28^{\circ}\text{F} \dots\dots\dots 10.2 \text{ B.T.U./Lb.}$$

$$\text{Volumen específico medio del aire} \dots\dots\dots 17 \text{ Ft}^3/\text{Lb.}$$

$$Q \text{ infiltraciones} = \frac{5,280}{17} (54.13 - 10.12) = 13,669 \text{ B.T.U./ Hr}$$

$$Q \text{ total} = \text{sum } Q = 32,169 \text{ B.T.U. / Hr.} = 2.68 \text{ T.R. / Hr.}$$

Si cuando almacenemos el hielo, éste llega con una temperatura de  $18^{\circ}\text{F}$  y la temperatura de conservación es de  $28^{\circ}\text{F}$ , el hielo absorberá calor a razón de  $5 \text{ B.T.U./Lb.}$ , por lo cual se obtendrá un efecto refrigerante debido a  $916 \text{ Lb/Hr}$  de hielo que entran de:

$$Q_h = 916 \times 5 = 4,580 \text{ B.T.U./Hr.}$$

Para obtener el cálculo de la carga, se toma la diferencia entre las ganancias de calor y este último, por lo tanto:

$$Q_t = 1,770 \text{ B.T.U./Hr.}$$

Esto equivale a una capacidad de  $1.5 \text{ T.R.}$  aproximadamente.

• SUPERFICIE DEL SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO

Para calcular la superficie de transmisión tenemos que hacer un incremento en la temperatura de la salmuera de 4 °F a su paso por el serpentín.

El coeficiente de transmisión de calor para este tipo de enfriador es de 2.5 B.T.U./ Hr x °F x Ft"; para una carga de 17,710 B.T.U./ Hr.

La superficie que se necesita se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$A = \frac{Q}{K \times \Delta t} = \frac{17,710}{2.5 \times 11} = 644 \text{ Ft}^2$$

donde :

$$\Delta t = 28 - \frac{15 + 19}{2} = 11 \text{ °F}$$

En la construcción de serpentines se usa normalmente tubería de la siguiente medida. De 1 1/4 Plg. ó 2 Plg., en este caso usaremos tubería de 2 Plg.

La longitud necesaria para cubrir una superficie de 640 Ft<sup>2</sup> es :

$$L = 1.6 \times 640 = 1,024 \text{ Ft (313 m)}.$$

La cantidad de salmuera que debe circular por el serpentín es función directa de su decremento en temperatura al pasar por el serpentín, de la cantidad de calor extraído del cuarto y del calor específico de la salmuera.

La carga de refrigeración es de 17,710 B.T.U./ Hr y la variación permitida en su temperatura de 4 °F y el calor específico de la salmuera de 0.76 B.T.U./Lb ; propician a que el peso en libras que se necesita circular por el serpentín sea :

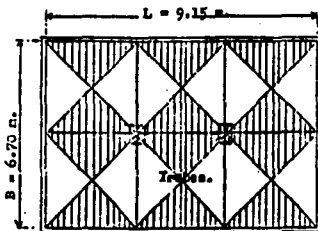
$$W = \frac{Q}{C \times \Delta t} = \frac{17,710}{0.76 \times 4} = 5,825 \text{ Lb/Hr (2,650 Kg/Hr)}$$

Podemos observar que el gasto en la tubería empleada es muy pequeño.

• CALCULO DEL PERALTE DE LAS TRABES DEL TECHO DEL CUARTO

La construcción de la bodega ó cuarto frío se realizará como se observará en los planos correspondientes. En el siguiente esquema se observa la distribución de las traves.

.....  
F I G U R A 7  
D I S T R I B U C I O N D E L A S T R A B E S  
.....



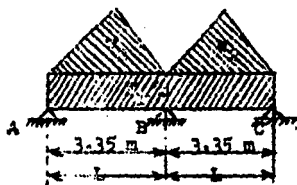
.....  
Cuando realicemos los cálculos correspondientes, consideraremos las cuadradas de 11 Ft (3.35 m).

El cálculo se hace dependiendo del ancho del cuarto debido a que en este sentido los momentos alcanzan valores más elevados que cuando se consideran 4 apoyos.

Cálculo para conocer las dimensiones de las trabes.

La carga total que soporta cada claro de la trabe es igual al peso propio de la trabe considerado como W1, el cual tiene un valor de 30.72 Lb/Ft" (150 Kg/m<sup>2</sup>); más la carga W2 repartida en la forma que indica el esquema, y está compuesta de las siguientes cargas:

.....  
F I G U R A S  
C A R G A S  
.....



.....  
DATOS :

- Peso de los serpentines..... 3,858 Lb
- Peso de la salmuera en los serpentines..... 1,499 Lb
- Peso de la escarcha que se forma en los serpentines..... 3,572 Lb
- Carga unitaria..... 13.31 Lb/Ft"
- Peso de la losa de concreto..... 47.10 Lb/Ft"
- Carga viva..... 15.36 Lb/Ft"

CALCULOS :

Tenemos que la carga W2 tiene un valor de:

$$W2 = \frac{13 + 47 + 15}{2} \times (3.35)^2 = 425.16 \text{ Lb.}$$

Aplicando el teorema de los 3 momentos separadamente para las cargas W1 y W2, se tiene para la primera:

$$M1B = - \frac{W1 L^2}{8} = - \frac{(150) (3.35)^2}{8} = - 141.12 \text{ Lb/Ft.}$$

Para la carga W2

$$M2B = - \frac{5 W L^2}{64}$$

En donde W según el triángulo a b c tiene un valor:

$$W = \frac{2 W2}{L} = \frac{2 \times 2,075}{3.35} = 2,733.70 \text{ Lb (1,240 Kg).}$$

Por lo tanto:

$$M2B = - \frac{(5) (1,240) (3.35)^2}{64} = - 739.20 \text{ Lb/Ft.}$$

El momento total en B es:

$$MB = - 141.12 - 739.20 = - 880.32 \text{ Lb/Ft.}$$

Para un hormigón de 15,997.50 Lb/Plg." de resistencia a la compresión y 639.90 Lb/Plg." a la tensión y suponiendo un ancho para la torre de 7.87 Plg. ( 20 cm.) el peralte necesario es:

$$d = 0.368 \left( \frac{M}{b} \right)^{0.5} = 0.368 \left( \frac{1,310 \times 100}{20} \right)^{0.5}$$

$$d = 11.81 \text{ Plg.}$$

### 5.1.9. SELECCION DEL EQUIPO GENERADOR

El suministro de la energía necesaria para operar el equipo instalado en la planta se hará mediante una subestación eléctrica, la cual deberá vencer la potencia al freno de un pequeño generador para la iluminación de la fábrica y suministrar además la suficiente energía para el compresor. No es conveniente utilizar transmisiones a base de flechas y poleas para dar la fuerza motriz al agitador de la salmuera y a las bombas, debido a las distancias que hay entre estos implementos del equipo. Se sugiere entonces, que el motor principal transmita la fuerza mediante el empleo de bandas tanto al compresor como al generador, permitiendo que el resto del equipo trabaje independientemente utilizando un motor eléctrico adecuado.

#### A.- POTENCIA EN LA FLECHA DEL GENERADOR.

Son cuatro los elementos del equipo que debemos considerar para el suministro de energía, y son los siguientes :

- I) La bomba empleada en la condensación del agua.
- II) La bomba empleada en la salmuera.
- III) El agitador empleado en la salmuera del tanque de congelación.
- IV) La iluminación de la fábrica.

I) Energía utilizada por la bomba del agua de congelación.

Dependiendo de las condiciones en que la bomba trabajará, se calcularán las pérdidas por rozamiento y con base en ello escogeremos la bomba más adecuada existente en el mercado.

\* Pérdidas por rozamiento en la tubería de 2.5 Plg. ( 63 mm )

- Gasto..... 79.26 Gal/min
- Sección de la tubería..... 34.10 Ft"
- Longitud aproximada de la tubería..... 24.60 Ft
- Velocidad del agua..... 1.58 Ft/min

Factor de rozamiento.

$$f = 0.01439 + \frac{0.00947}{v} = 0.01439 + \frac{0.00947}{1.58} = 0.020339$$

Pérdidas

$$hf = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 0.02039 \frac{24.60}{0.0635} \times \frac{(1.58)^2}{19.6} = 1.00 \text{ Ft}$$

\* Pérdidas por rozamiento en la tubería de 2 Plg. ( 51 mm )

- Gasto..... 79.26 Gal/min
- Sección de la tubería..... 21.84 Ft"
- Velocidad del agua..... 2.50 Ft/min
- Longitud aproximada de la tubería..... 49.21 Ft

Factor de rozamiento

$$f = 0.01817$$

Pérdidas

$$hf = 0.01817 \frac{49 \times (2.50)^2}{0.05 \times 19.6} = 5.70 \text{ Ft}$$



\* Pérdidas por rozamiento en el condensador

- Gasto por tubo..... 13.15 Gal/min
- Sección de la tubería..... 8.60 Ft"
- Velocidad del agua..... 1.04 Ft/min
- Longitud de la tubería..... 505.27 Ft

Factor de rozamiento

$$f = 0.02379$$

Pérdidas

$$h_f = 0.02379 \frac{505 \times (1.04)^2}{0.0317 \times 19.6} = 20.91 \text{ Ft}$$

Considerando un factor del 20% por cambios en la dirección del agua en el condensador obtenemos lo siguiente :

$$h_f = 20.91 \times 1.2 = 25.09 \text{ Ft}$$

\* Pérdidas por rozamiento en codos, válvulas y coladera de 2.5

Fig. ( 63 mm ).

- Longitud equivalente a una coladera..... 49.21 Ft
- Longitud equivalente a 3 codos de 90°..... 24.60 Ft
- Longitud equivalente a una válvula de paso..... 3.28 Ft

Longitud total 77.09 Ft

Pérdidas

$$h_f = 0.02039 \frac{77.09 \times (1.58)^2}{0.0637 \times 19.6} = 3.14 \text{ Ft}$$

\* Pérdidas por rozamiento en codos y válvulas de 2 Fig. (51 mm)

- Longitud equivalente a 4 codos de 90°.....	32.81 Ft
- Por una válvula de paso.....	3.28 Ft
- Longitud equivalente a una cruz.....	14.76 Ft
	*****
Longitud total	50.85 Ft

Pérdidas

$$h_f = 0.01817 \frac{50.85 \times (2.5)^5}{0.05 \times 19.6} = 5.89 \text{ Ft}$$

\* Pérdidas en el distribuidor

- Gasto por tubo.....	19.81	Gal/min
- Sección de la tubería.....	5.50	Ft"
- Velocidad del agua.....	2.45	Ft/min
- Longitud equivalente.....	34.45	Ft

Factor de rozamiento

$$f = 0.01825$$

Pérdidas

$$h_f = 0.01825 \frac{34.45 \times (2.45)^5}{0.0254 \times 19.6} = 7.58 \text{ Ft}$$

Al sumar todas las pérdidas parciales, obtenemos una pérdida total por rozamiento de 48.23 Ft con un desnivel de 14.76 Ft, lo que nos indica que la bomba debe alcanzar una altura de 65.62 Ft.

\* Potencia que consume la bomba.

Suponiendo una eficiencia del 60% en la bomba, la potencia necesaria para mover el agua será de :

$$HP = \frac{Q \times h}{75 \times Rho} = \frac{5 \times 20}{75 \times 0.6} = 2.22 \text{ HP}$$

donde ...

Q = Gasto [ Lt / seg ]

La bomba elegida tiene las siguientes características :

- Sección..... 2.5 Plg. ( 63 mm )
- Descarga..... 2.0 Plg. ( 51 mm )
- Gasto..... 81.66 Gal / min
- Altura que puede vencer..... 72 Ft. ( 22 m )
- Motor eléctrico..... 3 HP 60 ciclos 220 V 3,450 rpm

## II) Energía utilizada por la bomba de la salmuera.

La cantidad de salmuera que es necesario circular por los serpentines de la bodega es de : 5, 285 Lb/Hr.

Siendo la densidad de la salmuera de 1.15, el volumen equivalente es de :

$$v = \frac{5, 285}{62.4 \times 1.15} = 10 \text{ Gal/min ( 81 Fts/Hr)}$$

Se ha obtenido el gasto en Gal /min ,con el fin de aprovechar gráficas experimentales que, en función de la cantidad de salmuera que con temperatura y densidad determinadas, fluyen a través de tuberías de diámetro conocido é indican la caída de presión ocasionada por el rozamiento.

Con la longitud del tanque de congelación se obtiene lo siguiente :

- Longitud aprox. de tubería de 1 plg. (24.5 mm)..... 66 Ft.
- Longitud de tubería de 2 plg. (51 mm)..... 1,024 Ft.
- Pérdidas en la tubería de 1 plg. (24.5 mm)..... 5 Ft.de agua
- Pérdidas en la tubería de 2 plg. (51 mm )..... 5.5 Ft.de agua

Considerando un factor del 20% por pérdidas en conexiones, válvulas y cambios de dirección, se tendrá una pérdida total de : 12.6 Ft. de agua.

Ya que el desnivel es de 8 Ft. ; la altura total que debe alcanzar la bomba es de 20.6 Ft. Si consideramos un 60% de eficiencia para la bomba, entonces la potencia necesaria será de :

$$\text{HP} = \frac{5,925 \times 20.6}{33,000 \times 60 \times 0.6} = 0.1 \text{ HP}$$

Se eligió una bomba que tiene las siguientes características :

- \* Toda de fierro
- \* Succión 3/4 Plg. ( 19 mm )
- \* Descarga 1/2 Plg. ( 12.7 mm )
- \* Gasto 15 Gal/min ( 0.94 Lt/seg )

- \* Altura 28 Ft. ( 8.5 m )
- \* Motor eléctrico 1/4 HP 60 ciclos 3 fases 220/240 V 1,750 rpm

III) Energía empleada por el agitador de la salmuera.

Se eligió un agitador horizontal de hélice de 12 Plg. (304.8 mm) de diámetro. Para el cual se recomienda por el fabricante el empleo de un motor de 2 HP.

IV) Energía empleada en la iluminación de la fábrica

Tomando en consideración el plano de la distribución general de la fábrica, el número de luminarias, su intensidad y su localización será la siguiente :

T A B L A V

NUN.	INTENSIDAD	SUM TOT	LOCALIZACION
04	100 Watts	400 Watts	Sala de máquinas
02	80 Watts	160 Watts	Oficina
01	60 Watts	60 Watts	Bodega de refacc
01	60 Watts	60 Watts	Despachador
01	60 Watts	60 Watts	Entrada
01	100 Watts	100 Watts	Bodega (hielo)
01	60 Watts	60 Watts	Plataforma carga
02	60 Watts	120 Watts	Tqe. congelación
02	100 Watts	200 Watts	Patio
02	100 Watts	200 Watts	Fachada
017 Luminarias		1, 420 Watts	

Debido a que el encendido no es total, se considera un factor de diversidad de 70 % . La carga de iluminación es entonces de 1,000 W

\*.\* CAPACIDAD DEL GENERADOR

El generador que instalaremos suministrará energía eléctrica para el funcionamiento de las bombas, agitador de la salmuera e iluminación.

La capacidad del generador será la siguiente :

- Por concepto de motores...

$$W = EP \times 746 = 5.25 \times 746 = 3,916 \text{ Watts.}$$

Considerando como eficiencia del conjunto 75 % y un factor de potencia del orden de 0.8 ,la energía que debe suministrar el generador será de :

$$W1 = \frac{3,916}{0.75 \times 0.8} = 6,527 \text{ Volt-amperes}$$

- Por alumbrado...

$$W2 = 1,000 \text{ Watts}$$

- Energía total...

$$Wt = W1 + W2 = 6,527 + 1,000 = 7,527 \text{ Volt-amperes}$$

Se eligió un condensador con las siguientes características :

- \* Capacidad ..... 7.5 K.V.A.
- \* R.P.M. .... 1, 200
- \* Número de polos ..... 06
- \* Ciclos ..... 60

Suponiendo que la eficiencia es del 90% en la transmisión a través de bandas y como eficiencia eléctrica del generador un 90% ; la potencia necesaria en la flecha será :

$$\text{HP} = \frac{7.5}{0.746 \times 0.9 \times 0.9} = 12.41 \text{ HP} \quad \dots \quad ( 13 \text{ HP} )$$

\* Potencia que demanda la flecha del compresor

Las condiciones de trabajo del compresor son las siguientes :

- Presión absoluta de succión ..... P1 = 37.2 Lb/Plg"
- Presión absoluta de descarga ..... P2 = 203.7 Lb/Plg"
- Vol. de vapor de NH3 puesto en juego ( 360 r.p.m.) ..... V = 110 Fts/min.

El trabajo de compresión en un minuto se calcula mediante la siguiente fórmula :

$$W = \frac{n}{n - 1} P_1 \times V \left( 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^a \right)$$

$$a = ( n / n - 1 )$$

donde ...

n = es el coeficiente de la compresión politrópica y para el amoniaco tendrá un valor de : 1.28 (\*)

\* REF: ELEMENTS OF THERMODYNAMICS & HEAT TRANSFER

La potencia indicada puede calcularse con la siguiente fórmula :

$$HPi = \frac{P_m \times L \times A \times W}{33,000}$$

donde ...

P <sub>m</sub>	Presión media	debe estar en	[ Lb/Plg" ]
L	Longitud	debe estar en	[ Ft ]
A	Area	debe estar en	[ Ft" ]

La presión media se calculará dividiendo la expresión del trabajo entre el vóldmen, por lo tanto :

$$P_m = \frac{1.28}{0.28} \times 37.2 \left( 1 - \left( \frac{203.7}{37.2} \right)^4 \right) = 85 \text{ Lb/Plg"}$$

Siendo el desplazamiento volumétrico de 110 Fts/min. tenemos que  
L.A.N. = 112 Fts/min. y por lo tanto :

$$HPi = \frac{85 \times 144 \times 112}{33,000} = 41.54 \text{ HP}$$

El valor de la potencia al freno será de :

$$HP = HPi \times 1.15 = 41.54 \times 1.15 = 47.77 \text{ HP}$$

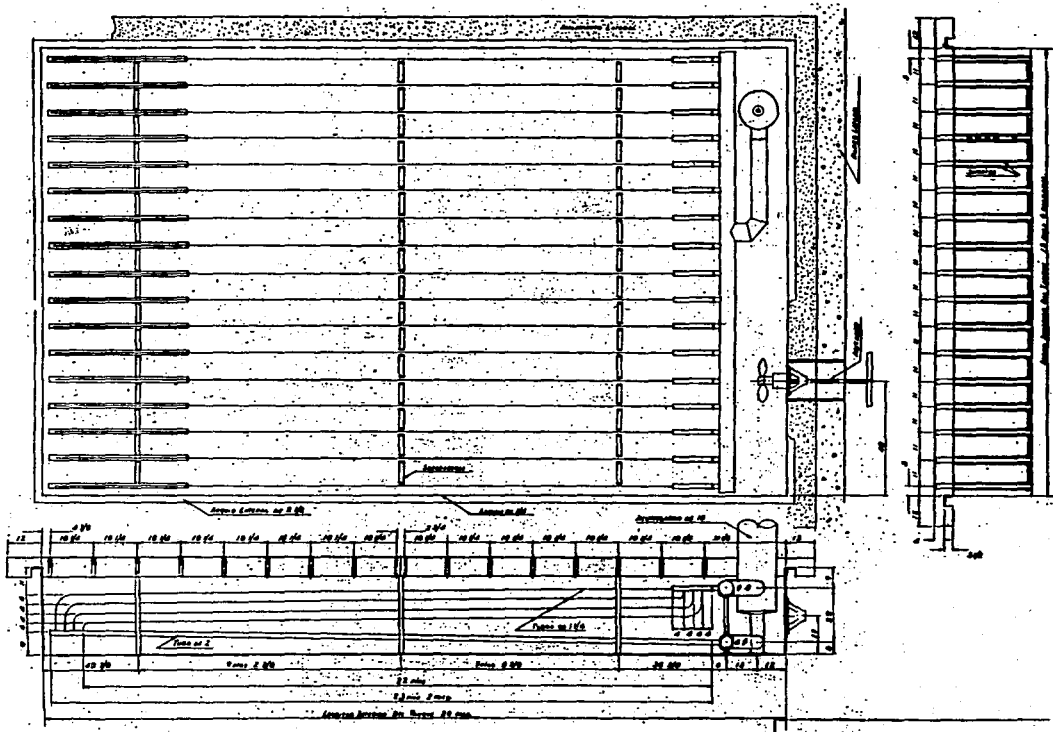


Puede establecerse que la potencia que debe tener el motor para mover el compresor es de 40 HP en la flecha; si consideramos que la potencia necesaria para mover el compresor debe ser de 1.41 HP por T.R. tenemos lo siguiente :

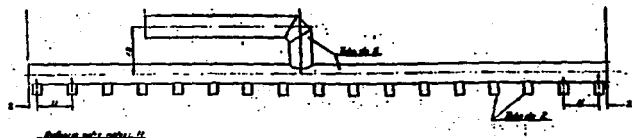
$$\text{HPi} = \text{T.R.} \times 1.41 = 25 \times 1.41 = 35.25 \text{ HP}$$

$$\text{HP} = 35.25 \times 1.15 = 40.5 \text{ HP}$$

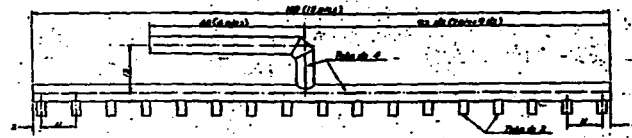
FALLA DE ORIGEN



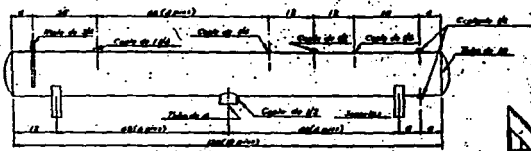
PLANO No. 01  
EVAPORADOR



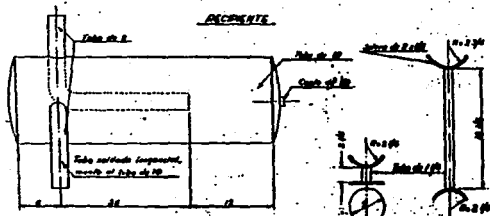
CARTAL SUPERIOR



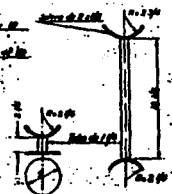
CARTAL MEDIO



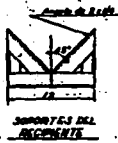
RECIPENTE



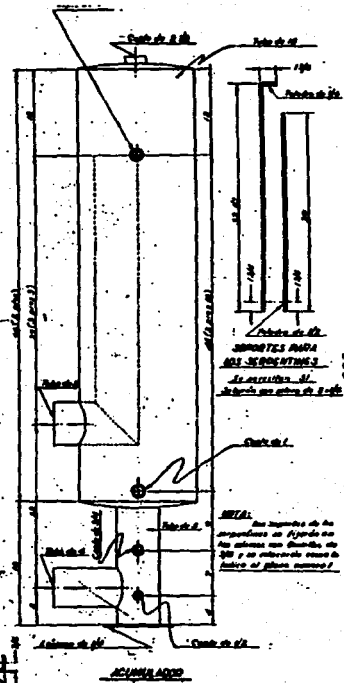
SEPARADOR DE ACEITE



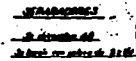
SOPORTES DE LOS CARTALES



SOPORTES DEL RECIPENTE



RECIPIENTE DE AMONIAO

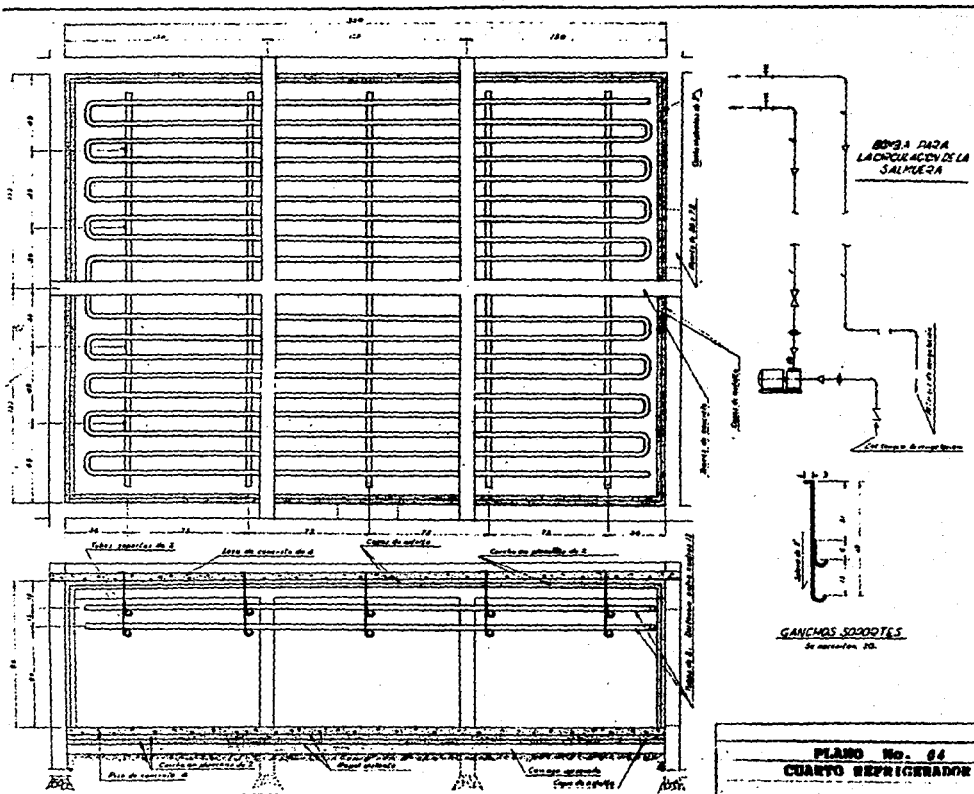


EVAPORADOR

PLANO No. 02  
 EVAPORADOR  
 RECIPIENTE DE AMONIAO



FALLA DE ORIGEN





**UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO**

**CAPITULO VI**

CAPITULO SEXTO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

6. FACTIBILIDAD FINANCIERA

6.1.	Demanda Potencial.....	120
6.1.1.	Ingresos Proyectados.....	120
6.2.	Presupuesto de egresos.....	122
6.2.1.	Costos de materia prima.....	122
6.2.2.	Costos de mano de obra directa.....	122
6.2.3.	Gastos indirectos de producción.....	123
6.2.4.	Gastos de operación.....	124
6.2.4.1.	Gastos administrativos.....	124
6.2.4.2.	Gastos de ventas.....	124
6.3.	Inversión.....	124
6.3.1.	Terrano y Wave Industrial.....	125
6.3.2.	Equipo y Maquinaria.....	125
6.3.3.	Instalación.....	128
6.3.4.	Depreciación.....	135
6.4.	Crédito Bancario.....	135
6.4.1.	Tabla de amortización de crédito.....	140
6.5.	Estado de Resultados Proforma.....	142
6.6.	Flujo de Efectivo.....	142
6.7.	Evaluación Económica.....	142



#### 6.1. DEMANDA POTENCIAL

Para verificar la demanda se efectuó una encuesta entre la población local, la cual reveló que el consumo diario es de 60 toneladas, el cual es cubierto por la fábrica " LA POLAR " que abastece el 45% del consumo total. Otras dos cubren el 20% entre ambas y el 35% restante, aproximadamente 8 toneladas, son importadas de la capital del estado.

La capacidad instalada de nuestra planta es de 10 toneladas por día, el primer año trabajaremos tan solo a un 80%, dicho volumen de producción intenta eliminar la importación que actualmente se efectúa y ganar mercado introduciendo el producto a un precio menor que la competencia.

Actualmente el precio del bloque de hielo de 100 Lb en el área es de N\$ 45.00, como nuestro objetivo es también ocupar parte del mercado cubierto por las empresas actualmente en operación, saldremos con un precio de 40.00 para los primeros dos años y con incrementos de 10 % hasta alcanzar el precio de mercado, que se espera sea alrededor del año 10.

#### 6.1.1. INGRESOS PROYECTADOS

De la demanda potencial se determinarán las siguientes proyecciones :

VER TABLA "INGRESOS PROYECTADOS"

NOTA: SE CONSIDERAN 252 DIAS LABORABLES POR AÑO

TESIS



AÑO	VOLUMEN VENTAS DIARIO	PRECIO ( N° )	INGRESOS ANUALES
1	7,120.00	40.00	1,794,240.00
2	7,832.00	44.00	1,973,664.00
3	10,744.80	48.40	2,707,689.60
4	11,819.28	53.24	2,978,458.56
5	13,001.21	58.56	3,276,304.42
6	14,301.33	64.42	3,603,934.86
7	15,731.48	70.86	3,984,328.34
8	17,304.61	77.95	4,360,761.18
9	19,035.07	85.74	4,796,837.30
10	20,938.58	94.32	5,276,521.03

6.2. PRESUPUESTO DE EGRESOS

6.2.1. COSTO DE MATERIA PRIMA

En el capítulo cuarto mencionamos las materias primas requeridas. En el presente capítulo y para efectos de costos únicamente serán consideradas el agua y el amoniaco, ya que el costo anualizado de las restantes, representa tan solo el 1% de la suma del costo, por lo que solo se considerarán para efectos de presupuesto.

En el caso del agua el proveedor es el estado, el cual cobra una cuota fija por bimestre, para el amoniaco nuestro proveedor es PEMEX y abastece mensualmente en el parque industrial. Se han obtenido las siguientes proyecciones :

MATERIA PRIMA	CANTIDAD ( N\$ ) mensual	CANTIDAD ( N\$ ) anual
AGUA.....	770.00	9,200.00
AMONIACO.....	190.00	2,300.00
OTROS (1%).....	9.60	115.00
	969.60	11,615.00

COSTO MATERIA PRIMA AÑO 1.....	11,615.00
COSTO MATERIA PRIMA AÑO 2.....	13,357.25
COSTO MATERIA PRIMA AÑO 3 AL 10.....	16,696.56

6.2.2. COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA

El personal mínimo requerido para operar esta planta a un 100% de su capacidad es el siguiente :

NUM	EMPL E A D O S	NOMINA ( N\$ ) mensual	NOMINA ( N\$ ) anual
01	Supervisor de producción...	1,000.00	12,000.00
03	Operadores tanque salmuera.	1,200.00	14,400.00
01	Mecánico.....	800.00	9,600.00
01	Despachador.....	600.00	7,200.00
01	Cargador.....	250.00	3,000.00
01	Mozo.....	250.00	3,000.00
	TOTAL	10,100.00	121,200.00

NOTA: SE CONSIDERO EL SALARIO PROMEDIO DE LA REGION PARA EL TIPO DE TRABAJO.

### 6.2.3. GASTOS INDIRECTOS DE PRODUCCION

Los gastos indirectos de producción, son todos aquellos insumos requeridos para la fabricación del producto y que no están comprendidos en él. Estos insumos son :

INSUMOS	CANTIDAD ( N\$ ) anual
Energía eléctrica ( 10 % ventas )..	25,000.00
Reparaciones ( 5 % ventas).....	12,500.00
Combustibles ( 3 % ventas ).....	7,500.00
	-----
	45,000.00

GASTOS INDIRECTOS DE PDCCION AÑO 1.....	45,000.00
GASTOS INDIRECTOS DE PDCCION AÑO 2.....	51,750.00
GASTOS INDIRECTOS DE PDCCION AÑO 3 AL 10.	64,687.50

6.2.4. GASTOS DE OPERACION

6.2.4.1. GASTOS ADMINISTRATIVOS

Estos gastos comprenden los sueldos del personal administrativo, la papelería, cargos por prestaciones y la depreciación de los activos.

NUM	EMPLEADOS	NOMINA ( N\$ ) mensual	NOMINA ( N\$ ) anual
01	Gerente General	10,000.00	120,000.00
02	Secretarias	3,000.00	36,000.00
01	Contador	4,000.00	48,000.00
TOTAL		17,000.00	204,000.00

PRESTACIONES:  
SE OTORGARAN LAS PRESTACIONES QUE MARCA LA LEY, COMO SON AGUINALDOS, VACACIONES, SEGURO SOCIAL, SAR, IMPUESTOS ESTATALES Y QUE APROXIMADAMENTE ES EL 40% DE LA NOMINA.

6.2.4.2 GASTOS DE VENTAS

Como consecuencia de la encuesta realizada el sistema de comercialización será de puerta a la calle en planta, y sólo se gastará en publicidad un 3% de ventas, aproximadamente N\$ 7,500.00 .

6.3. INVERSION

El costo del equipo L.A.B. en Cárdenas, TABASCO es de N\$ 100,000.00 ; la compra del terreno y la nave dentro de la zona industrial de Cárdenas tiene un costo de N\$ 150,000.00 .

La inversión inicial en activos fijos es de N\$ 250,000.00 . Se considera una vida útil de la planta de 10 años.

### 6.3.1. TERRENO Y NAVE INDUSTRIAL

El terreno está ubicado en la zona industrial, el costo del m<sup>2</sup> en el área es de N\$ 90.00 y la superficie requerida, como se vió en la LAYOUT en el capítulo 2, es de 750 m<sup>2</sup> lo que nos da un costo por el terreno de N\$ 67,500.00 .

La nave industrial consiste en un galerón de 600 m<sup>2</sup> de construcción, el m<sup>2</sup> de construcción en el área es de N\$ 137.50 ,por lo que la nave cuesta N\$ 82,500.00

### 6.3.2. EQUIPO Y MAQUINARIA

Para la instalación de la fábrica de refrigeración con capacidad de 10 Ton. de hielo industrial por día, se presupuesta el equipo siguiente :

\* Compresor vertical para amoníaco, marca Worthington, 2 cilindros doble efecto de 177.8 x 177.8 con volante acanalado para transmisión por bandas, tablero con manómetros, presión de succión de 22.5 Lb/Plg" ( 1.58 Kg/cm<sup>2</sup> ), presión de descarga de 185 Lb/ Plg" ( 13 Kg/cm<sup>2</sup> ), 455 r.p.m., 32 T.R.

\* Generador de corriente alterna marca Marble Card, tipo C.A. de 7.5 K.V.A., 6 polos, 60 ciclos, 220/127 Volts, 1,200 r.p.m., con la excitatriz acoplada y montada en la flecha.

\* Bomba marca Jacuzzi, con capacidad de 4,900 Gal/Hr (18,400 Lt/Hr ), a una altura de 72 Ft, acoplada directamente a un motor eléctrico de inducción de 3 H.P., 60 ciclos, 220 Volts, 3,450 r.p.m. y que emplearemos para hacer circular el agua de condensación.

\* Bomba marca American Marsh, con capacidad de 15 Gal/min ( 56 Lt/min ) a una altura de 28 Ft ( 8.5 m ), acoplada directamente a un motor eléctrico de inducción de 1/4 H.P., 60 ciclos, 220 Volts, 1,750 r.p.m. y que emplearemos para hacer circular la salmuera en los serpentines de enfriamiento del cuarto refrigerador.

\* Agitador de hélice marca Westinghouse, accionado por un motor eléctrico de inducción de 2 H.P., 60 ciclos, 220 Volts, 1,750 r.p.m. y que emplearemos para que la salmuera esté en constante movimiento dentro del tanque de congelación.

\* Tanque de congelación de 26 Ft ( 7.82 m ) de longitud, 15.5 Ft ( 4.72 m ) de ancho y 3 Ft ( 0.91 m ) de altura, construido con lámina de fierro de 1/4 Pulg. y reforzado en su perímetro superior con fierro ángulo de 2 1/2 Pulg. X 1/4 Pulg. para obtener mayor resistencia y rigidez; su construcción se realiza con soldadura eléctrica.

\* Condensador multitubular horizontal marca Worthington, de 14 Ft ( 4.26 m ) de longitud y con un diámetro exterior de 12 Pulg., superficie de transmisión de 200 Ft<sup>2</sup> ( 18.5 m<sup>2</sup> ) y con capacidad máxima de 40 T.R.

\* Armazón de madera ( madera de pino ), el cual servirá para cubrir el tanque de congelación y que contendrá además 120 tapas dobles para cubrir los moldes.

\* Doscientos cuarenta moldes para hielo de 8 Pulg x 16 Pulg x 32 Pulg , para obtener barras de hielo de 100 Lb ( 45 Kg ) de peso, los cuales son construídos con lámina galvanizada del N° 16.

\* Serpentes inundados, fabricados en tubería de 1 1/4 Pulg., para enfriar la salmuera del tanque. Su longitud total es de 2,200 Ft ( 670 m ) de tubería. Estos serpentines estarán unidos a los cabezales y estos a un acumulador ó trampa, para simplificar las conexiones de la válvula automática de expansión.

\* Separador de aceites del tipo centrífugo de 3 Ft ( 0.91 m ) de longitud, fabricado en tubo negro de 10 Pulg. de diámetro.

\* Recipiente para el amoniaco líquido de 10 Ft ( 3.05 m ) de longitud, fabricado en tubo negro de 10 Pulg. de diámetro.

\* Torre de enfriamiento de 8 Ft de longitud, 8 Ft de ancho y 12 Ft de altura ( 2.43 m x 2.43 m x 3.65 m ) construída en madera de pino.

\* Grúa puente ligera, para la transportación de dos soldes; ésta correrá de forma paralela al tanque de congelación sobre rieles de fierro ángulo de 2 1/2 Pulg.

\* Serpentes construídos con tubería de 2 Pulg., con una longitud total de 1,024 Ft ( 312 m ), para la refrigeración del cuarto de almacenamiento del hielo.

\* Dos puertas para refrigerador de 3 Ft x 6 Ft ( 0.91 m x 1.82 m ).

\* Planchas de corcho para aislar el fondo del tanque. El aislamiento tendrá un espesor de 4 Pulg.

\* Corcho granulado para aislar las paredes del tanque. El aislamiento tendrá un espesor de 10 Pulg.



\* Corcho en planchas para aislar la bodega del hielo. El aislamiento tendrá un espesor de 4 Pulg.

\* Tablero, interruptores, protecciones y aparatos de medición, para el sistema eléctrico de fuerza motriz.

\* Conexiones, válvulas, accesorios y tuberías para la interconexión del compresor, condensador, recipiente, torre de enfriamiento, válvula de expansión, serpentín de enfriamiento y bombas de circulación.

---

TOTAL	N\$ 65,681.75
-------	---------------

---

Por lo tanto el valor total en el mercado del equipo que se necesita para la instalación de la fábrica de hielo es :

	34,021.15
	+ 65,681.75
	-----
	99,702.90
COSTO TOTAL	N\$ 99,702.90

### 6.3.3. INSTALACION

#### I .- SISTEMA DE REFRIGERACION

##### A) Accesorios

Consideraremos como anexos al sistema a todo aquel elemento que sea necesario para realizar la interconexión entre el compresor, condensador, torre de enfriamiento, recipiente y evaporador.

B) Descarga del compresor al condensador.

Esta instalación se realizará con tubo negro de 2.5 Pulg. ya que el orificio de descarga de la máquina es de esa medida. En este segmento se instalará también el separador de aceite; el material necesario es el siguiente :

NUM	MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)
01	Brida	Nacobre	2.5 Pulg	22.00	22.00
02	Brida	Nacobre	2.5 Pulg	22.00	44.00
03	Codo	Urrea	2.5 Pulg	18.00	54.00
02	Tubo negro	Bylsa	2.5 Pulg	12.00 metro	144.00
01	Válvula	Urrea	0.5 Pulg	75.00	75.00
					-----
					339.00

C) Descarga del condensador al recipiente

Esta instalación se realizará con tubo negro de 1.25 Pulg. ya que el orificio de descarga del condensador es de esa medida. Para esta instalación se necesitan :

NUM	MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)
01	Válvula cierre	Keystone	1.25 Pulg.	120.00	120.00
01	Jgo. bridas	Nacobre	1.25 Pulg.	10.50	10.50
03	Codo	Urrea	1.25 Pulg.	8.50	25.50
01	Tubo negro	Bylsa	1.25 Pulg.	7.50 metro	43.00
Recipiente amoniaco líquido					
01	Válvula seguridad	Keystone	0.5 Pulg.	102.00	102.00
01	Válvula cierre	Keystone	0.5 Pulg.	75.00	75.00
01	Jgo. dos válvulas	Urrea	0.5 Pulg.	130.00	130.00
02	Codo	Urrea	0.5 Pulg.	4.80	10.60
01	Interruptor de Ng.	Siemens		125.00	125.00
01	Válvula cierre	Keystone	0.25 Pulg.	50.00	50.00
01	Transformador 127 V	IEM		18.00	18.00
01	Campana alarma	IUSA		8.00	8.00
01	Válvula	Urrea	0.25 Pulg.	50.00	50.00
					-----
					767.60

D) Alimentación del evaporador

Consideraremos dos secciones :

- \* Del recipiente hasta el filtro
- \*\* Desde el filtro hasta el acumulador

La instalación se realizará con tubo negro de 0.75 Pulg. debido a las dimensiones de la válvula del tipo flotador, con capacidad de 25 T.R.

Instalación del primer segmento...

NUM	MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)
02	Tubo negro	Hylsa	0.75 Pulg.	7.50 metro	90.00
04	Codo	Urrea	0.75 Pulg.	5.10	20.40
01	Te	Urrea	0.75 Pulg.	7.50	7.50
02	Válvula cierre	Keystone	0.75 Pulg.	90.00	180.00
					-----
					297.90

Instalación del segundo segmento...

NUM	MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)
01	Filtro coladera	Balston	0.75 Pulg.	106.50	106.50
03	Válvula cierre	Keystone	0.75 Pulg.	90.00	270.00
01	Válvula exp. mano	Keystone	0.75 Pulg.	100.00	100.00
01	Válvula exp. ( 25 T.R.)	Keystone		500.00	500.00
05	Codo	Urrea	0.75 Pulg.	5.10	25.50
02	Te	Urrea	0.75 Pulg.	7.50	15.00
03	Brida	Nacobre	0.75 Pulg.	8.25	24.75
01	Tubo negro	Hylsa	0.75 Pulg.	5.75 metro	29.50
					-----
					1,071.25

Primer segmento.....	297.90
Segundo segmento.....	1,071.25
	-----
	1,369.15

E) Succión del compresor

Se realizará con tubería de 2.5 Pulg. puesto que la dimensión del orificio de succión es de esa medida. El material necesario es el siguiente :

NUM MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)
01 Válvula cierre	Keystone	2.5 Pulg.	312.00	312.00
01 Jgo. bridas	Macobre	2.5 Pulg.	21.25	21.25
03 Codo	Urrea	2.5 Pulg.	61.50	164.50
01 Te	Urrea	2.5 Pulg.	31.00	31.00
01 Tubo negro	Hylsa	2.5 Pulg.	12.00 metro	72.00
				-----
				600.75

F) Válvula flotadora

El material que se necesita es el siguiente :

NUM MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)
02 Válvulas cierre	Keystone	1.0 Pulg.	112.50	225.50
02 Jgo. bridas	Macobre	1.0 Pulg.	9.25	18.50
02 Codo	Urrea	1.0 Pulg.	6.10	12.20
01 Te	Urrea	1.0 Pulg.	7.10	7.10
01 Válvula cierre	Keystone	0.4 Pulg.	61.50	61.50
01 Reducción de	Urrea	1.0 / 0.4 Pulg.	8.00	8.00
01 Reducción de	Urrea	2.5 / 0.4 Pulg.	15.00	15.00
01 Tubo negro	Hylsa	0.4 Pulg.	4.25 metro	25.50
01 Tubo negro	Hylsa	1.0 Pulg.	6.00 metro	36.00
				-----
				409.30

G) Condensador y torre de enfriamiento

Se necesita el siguiente material :

NUM MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)	
01	Válvula cierre	Keystone	2.0 Pulg.	37.00	37.00
01	Válvula cierre	Keystone	2.5 Pulg.	65.00	65.00
01	Coladera	Urrea	2.5 Pulg.	19.00	19.00
02	Unión universal	Urrea	2.5 Pulg.	13.00	26.00
01	Unión universal	Urrea	2.0 Pulg.	9.00	9.00
01	Cruz	Urrea	2.0 Pulg.	11.00	11.00
04	Reducción	Urrea	2.0/1.0 Pulg.	3.00	12.00
03	Codo	Urrea	1.0 Pulg.	1.20	3.60
03	Codo	Urrea	2.0 Pulg.	8.00	24.00
03	Tubo galvanizado	Hylsa	2.0 Pulg.	11.50 metro	207.00
02	Tubo galvanizado	Hylsa	2.5 Pulg.	13.00 metro	156.00
01	Distribuidor agua	Marlo		300.00	300.00
				-----	869.60

II.- SISTEMA DE CONGELACION

Los accesorios del sistema de congelación son todos los elementos que se necesitan para el funcionamiento del tanque de congelación, para congelar el agua y transportar el hielo. El material que se necesita es el siguiente :

NUM MATERIAL	MEDIDA (Pulg)	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)	
01	Grda puente ligera	2,000.00	2,000.00	
01	Tanque para 2 moldes	250.00	250.00	
01	Tanque para 2 moldes	400.00	400.00	
02	Gancho	20.00	40.00	
01	Volquete para dos moldes	350.00	350.00	
01	Charola lámina fierro	0.06	200.00	
70	Kg. fierro ángulo	0.25 x 2.0	1.20 Kg.	84.00
240	Molde para hielo	8 x 16 x 32	30.00	7,200.00
01	Armasón de madera	1,000.00	1,000.00	
01	Estopero	1.0	32.50	32.50
01	Estopero	0.75	31.50	31.50
01	Estopero	0.5	30.00	30.00
700	Kg. corcho granulado (aislamiento)	2.00 Kg.	1,400.00	
330	Plancha corcho	12 x 36 x 2	7.00	2,210.00
02	Barril asfalto N°10		40.00	80.00
				-----
				15,308.00

Los equipos y materiales anteriores pueden ser suministrados por varios proveedores, para hacer la elección de éste, se solicitarán cotizaciones que se evaluarán, resultando elegido aquel proveedor que suministre la mejor calidad al precio más accesible y que se encuentre más próximo a las instalaciones de nuestra empresa.

### III .- ALMACEN PARA HIELO

Los accesorios del almacén para el hielo son todos aquellos que se necesitan para el funcionamiento del equipo de refrigeración. El material que se necesita es el siguiente :

NUM MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)
		(Pulg)		
02 Puerta p/refrigerador	Marble	0.03 x 0.07	1.000.00	2,000.00
1.600 Plancha de corcho (aislamiento)	Cisa	12 x 36 x 2	7.00	11,200.00
03 Barril asfalto N°10	Corasa		40.00	120.00
02 Te	Urrea	2.0 Pulg.	9.00	18.00
02 Reducción de	Urrea	2.0 / 0.25 Pulg	4.50	9.00
02 Llave	Urrea	0.25 Pulg.	7.00	14.00
05 Codo	Urrea	1.0 Pulg.	1.20	6.00
03 Tubo galvanizado	Hylsa	1.0 Pulg.	7.00	126.00
02 Reducción de	Urrea	2.0 / 1.0 Pulg	3.00	6.00
02 Reducción de	Urrea	1.0 / 0.5 Pulg	1.50	3.00
01 Reducción de	Urrea	1.0 / 0.75 Pulg	1.75	1.75
02 Unión universal	Urrea	1.0 Pulg.	7.00	14.00
01 Válvula cierre	Keystone	1.0 Pulg.	15.00	15.00
01 Válvula de pie	Keystone	1.0 Pulg.	16.00	16.00
01 Coladera	Urrea	1.0 Pulg.	6.00	6.00
				-----
				13,554.75

IV .- EQUIPO ELECTRICO

El equipo que se utilizará como complemento del sistema eléctrico de fuerza motriz, es el siguiente: Tableros, Interruptores, Protecciones y Aparatos de medición.

NUM MATERIAL	MARCA	MEDIDA	P.UNITARIO(N\$)	TOTAL(N\$)
01 Tablero asbesto	Square D	1.2 x 1.5 m	100.00	100.00
01 Reóstato	Square D		125.00	125.00
03 Amperímetro C.A.	IUSA	0 - 30 Amp.	50.00	150.00
01 Voltmetro C.A.	Ampere	0 - 250 Volts.	50.00	50.00
01 Interruptor gral.	IEM	3 P. / 60 Amp.	65.00	65.00
01 Interruptor en caja	IEM	3 P. / 30 Amp.	25.00	25.00
02 Interruptor magnético motores 2 y 3 H.P.	IEM	3 P. / 30 Amp.	110.00	220.00
02 Interruptor en caja	IEM	3 P. / 30 Amp.	25.00	50.00
01 Interruptor en caja	IEM	3 P. / 15 Amp.	18.00	18.00
				----- 803.00
			<b>TOTAL</b>	<b>34,021.15</b>

Por lo tanto el valor total en el mercado del equipo que se necesita para la instalación de la fábrica de hielo es :

	34,021.15
	+ 65,681.75
	-----
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>N\$ 99,702.90</b>

#### 6.3.4. DEPRECIACION

La depreciación será determinada conforme a la ley del impuesto sobre la renta.

VER TABLA "DEPRECIACION"

#### 6.4. CREDITO BANCARIO

En la actualidad existen pocas facilidades crediticias, ya que muchos bancos tienen carteras vencidas. Los bancos que ofrecen apoyo para realizar los proyectos de la pequeña y mediana empresa, son pocos; para ello es necesario cumplir con una serie de requisitos y pagar un interés elevado de acuerdo a las circunstancias que prevalecen actualmente en nuestro país.

El crédito que solicitaremos servirá para adquirir el terreno y la nave industrial, así como el equipo necesario para el funcionamiento de dicha planta.

La inversión inicial que consideramos es la siguiente :

Costo del equipo	N\$ 99,702.90
Costo del terreno	N\$ 67,500.00
Costo de la nave	N\$ 82,500.00
Costo de instalación	N\$ 30,297.00
TOTAL	***** N\$ 280,000.00



TESE

ACTIVOS	DEPRE (%)	VALOR ORIGINAL	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	VALOR RESCATE
MAVE	0.00	82,889.00	76,980.00	69,829.00	64,261.70	59,162.42	54,374.23	50,024.29	46,022.30	42,349.84	38,953.21	35,827.60	78,918.30
EQUIPO	0.10	99,703.00	90,732.70	80,706.42	72,682.08	65,416.14	59,672.62	52,989.29	47,687.84	42,819.87	38,626.80	34,764.20	66,226.67
OFICINA	0.10	41,869.00	38,889.80	32,210.00	26,886.80	21,980.10	18,210.00	14,788.00	11,616.17	8,946.18	6,584.24	4,226.82	39,876.42
TRANSPORTE	0.20	19,889.00	16,289.00	12,188.00	8,728.00	7,762.40	6,228.92	4,988.74	3,988.59	2,167.67	2,888.14	2,068.11	10,768.88

UNIM

El monto del crédito que solicitaremos será de N\$ 300,000.00 , el cual solicitaremos en MERCANTIL PROBUSA por ser la institución que más se apega a nuestros intereses.

El crédito que manejaremos será un crédito bancario, dejando en prenda una propiedad, con valor N\$ 600,000.00 , ya que para propiedades con valor de N\$ 200,000.00 hasta N\$ 700,000.00 , el banco otorga el 80% máximo.

Por lo tanto si nuestra propiedad vale N\$ 600,000.00 , el banco tomará el 80% que serían N\$ 480,000.00 que rebasan nuestras expectativas crediticias, ya que unicamente requerimos de N\$ 300,000.00

El siguiente crédito acarreará los siguientes gastos de operación :

Valor Inmueble		600,000.00
Enganche		0.00
Estudio Técnico	1,510.00	
Comisión Apertura	12,000.00	
Investigación Soc.	150.00	
Gastos Escrituración	2,000.00	
Seguro Vida	0.00	
Monto Crédito		300,000.00
Pago Mensual Inicial		5,850.00

Las condiciones crediticias que se han elegido fueron escogidas de acuerdo a un estudio, el cual es una simulación basada en expectativas de tasas de interés de los diversos instrumentos bancarios, que según su comportamiento histórico, permite realizar el cálculo aproximado de las amortizaciones a pagar, en el entendido de que las tasas utilizadas puedan sufrir una variación inesperada y dar como resultado un pago mensual diferente.

Las condiciones de crédito que elegimos son las siguientes :

Esquema: Líquidez. Amortizaciones crecientes

Pago mensual inicial: M\$ 5,850.00

Plazo de crédito: 10 años

Comisión de apertura: 4 % sobre el monto de crédito

Tasa inicial: 48.53 % anual

Tasa líder ( CPP, TIIP, CETES, PAGARE ) + 9pp ó x 1.5

la mayor.

Los requisitos que pide el banco son los siguientes:

- 1.- Abrir cuenta de cheques en cualquier sucursal PROBursa.
- 2.- Copia de la última boleta predial.
- 3.- Fotografías fachada e interiores del inmueble.
- 4.- Planos inmueble.
- 5.- Copia título de propiedad con datos en el R.P.F.
- 6.- Comprobante de ingresos.
- 7.- Declaración de impuestos.
- 8.- Estados de cuenta de cheques.

El banco tendrá respuesta a nuestra petición, en un plazo de 15 días una vez hecho el avalúo. Finalmente se firma ante notario y el banco nos extiende el respectivo cheque con la cantidad solicitada.

**6.4.1. TABLA DE AMORTIZACION DE CREDITO**

**VER TABLA "AMORTIZACION"**

**6.5. ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA**

**VER TABLA "ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA"**

**6.6. FLUJO DE EFECTIVO**

**VER TABLA "FLUJO DE EFECTIVO"**

**6.7. EVALUACION ECONOMICA**

**VER TABLA "EVALUACION ECONOMICA"**

.....

TESA



MES	INTERES	AMORTIZACION	SALDO ABSOLUTO	TOTAL A PAGAR
0	0.00	0.00	300,000.00	0.00
1	14,760.00	2,500.00	297,900.00	17,260.00
2	14,627.09	2,500.00	295,000.00	17,127.09
3	14,504.13	2,500.00	292,500.00	17,004.13
4	14,381.25	2,500.00	290,000.00	16,881.25
5	14,258.33	2,500.00	287,500.00	16,758.33
6	14,135.42	2,500.00	285,000.00	16,635.42
7	14,012.50	2,500.00	282,500.00	16,512.50
8	13,889.58	2,500.00	280,000.00	16,389.58
9	13,766.67	2,500.00	277,500.00	16,266.67
10	13,643.75	2,500.00	275,000.00	16,143.75
11	13,520.83	2,500.00	272,500.00	16,020.83
12	13,397.92	2,500.00	270,000.00	15,897.92
13	13,275.00	2,500.00	267,500.00	15,775.00
14	13,152.08	2,500.00	265,000.00	15,652.08
15	13,029.17	2,500.00	262,500.00	15,529.17
16	12,906.25	2,500.00	260,000.00	15,406.25
17	12,783.33	2,500.00	257,500.00	15,283.33
18	12,660.42	2,500.00	255,000.00	15,160.42
19	12,537.50	2,500.00	252,500.00	15,037.50
20	12,414.58	2,500.00	250,000.00	14,914.58
21	12,291.67	2,500.00	247,500.00	14,791.67
22	12,168.75	2,500.00	245,000.00	14,668.75
23	12,045.83	2,500.00	242,500.00	14,545.83
24	11,922.92	2,500.00	240,000.00	14,422.92
25	11,800.00	2,500.00	237,500.00	14,300.00
26	11,677.08	2,500.00	235,000.00	14,177.08
27	11,554.17	2,500.00	232,500.00	14,054.17
28	11,431.25	2,500.00	230,000.00	13,931.25
29	11,308.33	2,500.00	227,500.00	13,808.33
30	11,185.42	2,500.00	225,000.00	13,685.42
31	11,062.50	2,500.00	222,500.00	13,562.50
32	10,939.58	2,500.00	220,000.00	13,439.58
33	10,816.67	2,500.00	217,500.00	13,316.67
34	10,693.75	2,500.00	215,000.00	13,193.75
35	10,570.83	2,500.00	212,500.00	13,070.83
36	10,447.92	2,500.00	210,000.00	12,947.92
37	10,325.00	2,500.00	207,500.00	12,825.00
38	10,202.08	2,500.00	205,000.00	12,702.08
39	10,079.17	2,500.00	202,500.00	12,579.17
40	9,956.25	2,500.00	200,000.00	12,456.25
41	9,833.33	2,500.00	197,500.00	12,333.33
42	9,710.42	2,500.00	195,000.00	12,210.42
43	9,587.50	2,500.00	192,500.00	12,087.50
44	9,464.58	2,500.00	190,000.00	11,964.58
45	9,341.67	2,500.00	187,500.00	11,841.67
46	9,218.75	2,500.00	185,000.00	11,718.75
47	9,095.83	2,500.00	182,500.00	11,595.83
48	8,972.92	2,500.00	180,000.00	11,472.92
49	8,850.00	2,500.00	177,500.00	11,350.00
50	8,727.08	2,500.00	175,000.00	11,227.08
51	8,604.17	2,500.00	172,500.00	11,104.17
52	8,481.25	2,500.00	170,000.00	10,981.25
53	8,358.33	2,500.00	167,500.00	10,858.33
54	8,235.42	2,500.00	165,000.00	10,735.42
55	8,112.50	2,500.00	162,500.00	10,612.50
56	7,989.58	2,500.00	160,000.00	10,489.58
57	7,866.67	2,500.00	157,500.00	10,366.67
58	7,743.75	2,500.00	155,000.00	10,243.75
59	7,620.83	2,500.00	152,500.00	10,120.83
60	7,497.92	2,500.00	150,000.00	9,997.92

UNUM

FALLA DE ORIGEN

61	7,376.00	2,600.00	147,500.00	9,876.00
62	7,352.08	2,600.00	146,000.00	9,752.08
63	7,128.17	2,600.00	142,500.00	9,628.17
64	7,006.26	2,600.00	140,000.00	9,506.26
65	6,883.33	2,600.00	137,500.00	9,383.33
66	6,760.42	2,600.00	136,000.00	9,260.42
67	6,637.50	2,600.00	132,500.00	9,137.50
68	6,514.58	2,600.00	130,000.00	9,014.58
69	6,391.67	2,600.00	127,500.00	8,891.67
70	6,268.76	2,600.00	126,000.00	8,768.76
71	6,145.83	2,600.00	122,500.00	8,645.83
72	6,022.92	2,600.00	120,000.00	8,522.92
73	5,900.00	2,600.00	117,500.00	8,400.00
74	5,777.08	2,600.00	115,000.00	8,277.08
75	5,654.17	2,600.00	112,500.00	8,154.17
76	5,531.26	2,600.00	110,000.00	8,031.26
77	5,408.33	2,600.00	107,500.00	7,908.33
78	5,285.42	2,600.00	106,000.00	7,785.42
79	5,162.50	2,600.00	102,500.00	7,662.50
80	5,039.58	2,600.00	100,000.00	7,539.58
81	4,916.67	2,600.00	97,500.00	7,416.67
82	4,793.75	2,600.00	96,000.00	7,293.75
83	4,670.83	2,600.00	92,500.00	7,170.83
84	4,547.92	2,600.00	90,000.00	7,047.92
85	4,425.00	2,600.00	87,500.00	6,925.00
86	4,302.08	2,600.00	86,000.00	6,802.08
87	4,179.17	2,600.00	82,500.00	6,679.17
88	4,056.26	2,600.00	80,000.00	6,556.26
89	3,933.33	2,600.00	77,500.00	6,433.33
90	3,810.42	2,600.00	76,000.00	6,310.42
91	3,687.50	2,600.00	72,500.00	6,187.50
92	3,564.58	2,600.00	70,000.00	6,064.58
93	3,441.67	2,600.00	67,500.00	5,941.67
94	3,318.76	2,600.00	66,000.00	5,818.76
95	3,195.83	2,600.00	62,500.00	5,695.83
96	3,072.92	2,600.00	60,000.00	5,572.92
97	2,950.00	2,600.00	57,500.00	5,450.00
98	2,827.08	2,600.00	56,000.00	5,327.08
99	2,704.17	2,600.00	52,500.00	5,204.17
100	2,581.26	2,600.00	50,000.00	5,081.26
101	2,458.33	2,600.00	47,500.00	4,958.33
102	2,335.42	2,600.00	46,000.00	4,835.42
103	2,212.50	2,600.00	42,500.00	4,712.50
104	2,089.58	2,600.00	40,000.00	4,589.58
105	1,966.67	2,600.00	37,500.00	4,466.67
106	1,843.76	2,600.00	36,000.00	4,343.76
107	1,720.83	2,600.00	32,500.00	4,220.83
108	1,597.92	2,600.00	30,000.00	4,097.92
109	1,475.00	2,600.00	27,500.00	3,975.00
110	1,352.08	2,600.00	26,000.00	3,852.08
111	1,229.17	2,600.00	22,500.00	3,729.17
112	1,106.26	2,600.00	20,000.00	3,606.26
113	983.33	2,600.00	17,500.00	3,483.33
114	860.42	2,600.00	16,000.00	3,360.42
115	737.50	2,600.00	12,500.00	3,237.50
116	614.58	2,600.00	10,000.00	3,114.58
117	491.67	2,600.00	7,500.00	2,991.67
118	368.76	2,600.00	6,000.00	2,868.76
119	245.83	2,600.00	2,500.00	2,745.83
120	122.92	2,600.00	0.00	2,622.92

DESCRIPCION	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>SUMA DE EGRESOS</b>	<b>2,027,748.27</b>	<b>2,207,172.27</b>	<b>2,947,108.87</b>	<b>3,211,987.52</b>	<b>3,609,812.09</b>	<b>3,927,444.12</b>	<b>4,187,627.42</b>	<b>4,594,278.48</b>	<b>5,028,388.57</b>	<b>5,510,628.30</b>
REARRO DE OBRAS	121,226.00	126,280.00	174,226.00	174,226.00	174,226.00	174,226.00	174,226.00	174,226.00	174,226.00	174,226.00
MATERIA PRIMA	11,816.00	13,267.25	18,088.54	18,088.54	18,088.54	18,088.54	18,088.54	18,088.54	18,088.54	18,088.54
GASTOS INDIRECTOS	46,000.00	51,780.00	64,887.50	64,887.50	64,887.50	64,887.50	64,887.50	64,887.50	64,887.50	64,887.50
GASTOS ADMINISTRATIVOS	204,000.00	234,888.00	283,250.00	283,250.00	283,250.00	283,250.00	283,250.00	283,250.00	283,250.00	283,250.00
GASTOS DE VENTA	7,600.00	8,626.00	10,781.25	10,781.25	10,781.25	10,781.25	10,781.25	10,781.25	10,781.25	10,781.25
<b>SUMA DE EGRESOS</b>	<b>691,938.20</b>	<b>699,357.19</b>	<b>906,420.00</b>	<b>971,277.97</b>	<b>1,039,181.67</b>	<b>1,099,568.19</b>	<b>1,159,282.58</b>	<b>1,219,394.07</b>	<b>1,279,505.56</b>	<b>1,339,617.05</b>
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>1,426,814.07</b>	<b>1,618,918.09</b>	<b>2,324,778.82</b>	<b>2,640,889.87</b>	<b>2,971,862.02</b>	<b>3,320,886.94</b>	<b>3,721,466.07</b>	<b>4,146,788.30</b>	<b>4,610,864.00</b>	<b>5,117,116.22</b>
I.B.R. 34%	486,776.78	548,761.47	782,824.80	897,880.58	1,010,381.88	1,132,501.22	1,266,294.72	1,408,910.77	1,567,822.38	1,738,818.16
P.T.U. 10%	142,881.41	161,891.61	233,477.88	264,088.90	297,188.20	333,088.69	372,146.61	414,678.94	461,988.41	511,711.52
<b>UTILIDAD NETA ANUAL</b>	<b>800,988.88</b>	<b>898,288.99</b>	<b>1,267,127.80</b>	<b>1,518,788.22</b>	<b>1,668,551.80</b>	<b>1,898,024.84</b>	<b>2,079,894.30</b>	<b>2,282,847.80</b>	<b>2,537,088.31</b>	<b>2,868,473.30</b>
<b>UTILIDAD NETA SEMESTRAL</b>	<b>75,082.17</b>	<b>82,159.08</b>	<b>112,627.30</b>	<b>128,563.19</b>	<b>142,482.65</b>	<b>159,763.09</b>	<b>177,570.64</b>	<b>197,028.00</b>	<b>211,420.88</b>	<b>233,088.90</b>
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>800,988.88</b>	<b>898,288.99</b>	<b>1,267,127.80</b>	<b>1,518,788.22</b>	<b>1,668,551.80</b>	<b>1,898,024.84</b>	<b>2,079,894.30</b>	<b>2,282,847.80</b>	<b>2,537,088.31</b>	<b>2,868,473.30</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>1,118,720.20</b>	<b>1,181,888.41</b>	<b>1,543,888.88</b>	<b>1,677,988.20</b>	<b>1,829,228.76</b>	<b>1,998,806.31</b>	<b>2,188,188.04</b>	<b>2,398,943.06</b>	<b>2,633,884.88</b>	<b>2,892,816.60</b>
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>	<b>628,829.11</b>	<b>684,988.20</b>	<b>897,368.84</b>	<b>942,882.70</b>	<b>1,017,888.20</b>	<b>1,124,128.22</b>	<b>1,228,531.82</b>	<b>1,347,928.82</b>	<b>1,478,531.70</b>	<b>1,625,271.60</b>
<b>TASA INTERNA RETORNO</b>	<b>0.54</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>

**VNIVERSIDAD NVEVO MVNDO**

**CONCLUSIONES**

**GENERALES**



## CONCLUSIONES GENERALES

Una vez analizados todos los parametros que intervienen en el proyecto y de acuerdo con las características que presentan los sistemas que se han mencionado y estudiado, podemos entonces concluir lo siguiente...

De acuerdo con la capacidad instalada que se desea tener en la fábrica de hielo, el sistema de refrigeración por compresión de refrigerantes, es el más indicado, ya que presenta un mayor rendimiento, ocupa un área menor para su instalación y el mecanismo de funcionamiento es más simple, además puede utilizarse para la capacidad que se requiera.

El sistema de moldes tiene las siguientes ventajas sobre el sistema de planchas, y debido a ello es el más adecuado...

El tanque de congelación es de menor profundidad.

El costo de operación en el manejo del hielo es menor.

El equipo opera de forma continua, ya que no hay necesidad de descargar los serpentines.

Existe un considerable ahorro de energía al no tener que calentar el agua.

Se ahorra el costo de la energía necesaria para accionar la sierra.

Se obtiene hielo industrial de mejor calidad.

La inversión inicial es menor.

Para este proyecto el tipo de moldes más adecuado son los de 8 Plg x 16 Plg x 32 Plg. ya que estas dimensiones permiten la obtención de barras de hielo de 100 Lb de peso.

El equipo más adecuado para operar dadas las características generales del sitio de instalación es el siguiente...

Compresor de amoniaco

Condensador de amoniaco

Recipiente para el amoniaco líquido

Separador de aceite

Tanque de congelación

Serpentines de enfriamiento inundados

Agitador para la salmuera del tanque de congelación

Volquete para el manejo de dos moldes

Tanque despegador para el manejo de dos moldes

Tanque llenador para el manejo de dos moldes

Grúa para el manejo de dos moldes

Bodega de almacenamiento para tres días de producción

Por otra parte el impacto económico-social de la planta sería positivo para la región, ya que cubriría el faltante insatisfecho del producto, permitiendo que la población conserve en buen estado sus comestibles a un precio moderado. Más aún, en un futuro y como resultado del mismo proceso es factible obtener agua purificada de gran calidad, la cual podría ser comercializada también contribuyendo a evitar males gastrointestinales en los habitantes de estas comunidades.

Desde el punto de vista económico el proyecto resulta ser muy rentable, permitiendo recuperar la inversión en un mínimo de tiempo, así como, pagar el capital y los intereses de los créditos que sean otorgados para ello.

**UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO**

**ANEXOS**

A N E X O S

ENCUESTA

ENCUESTA REALIZADA PARA CONOCER EL MERCADO REAL DEL PRODUCTO.

PREGUNTAS ?

- 1.- Qué cantidad de hielo consume semanalmente?
- 2.- Qué tipo de negocio tiene usted?
- 3.- Para qué utiliza el hielo?
- 4.- Qué marca de hielo compra generalmente?
- 5.- Cuánto cuesta el bloque de hielo?
- 6.- Considera que el precio es alto o bajo?
- 7.- Cómo considera usted el servicio al público?
- 8.- Siempre encuentra la cantidad de hielo que necesita?
- 9.- En caso negativo que hace usted?
- 10.- Cree usted que sea necesaria otra fabrica de hielo? Por que?

=====

RESPUESTAS -

- 1.- Aproximadamente 496 Kg. por semana
- 2.- Pescados y Mariscos
- 3.- Para mantener fresco y en buen estado los productos que comercializo diariamente.
- 4.- El que vende la fabrica LA POLAR
- 5.- N\$ 45.00 (cuarenta y cinco nuevos pesos 00/100)
- 6.- Considero que el precio es un poco elevado
- 7.- La atención al público en ocasiones deja mucho que desear
- 8.- No, si no es temprano generalmente ya no hay hielo
- 9.- En casos extremos hemos tenido que recurrir a la capital del estado a conseguirlo, en ocasiones sin exito. Pero esto implica que el costo se incremente por la transportación.
- 10.- Sí, sin duda alguna hace falta otra fábrica de hielo, no habría problemas de abasto y debido a la competencia, se reduciría el precio del producto y mejoraría el servicio.

DATOS OBTENIDOS POR ENCUESTA DIRECTA EN EL AREA  
LA CANTIDAD DE HIELO SEMANAL SE PROMEDIO

**VNIVERSIDAD NVEVO MVNDO**

**BIBLIOGRAFIA**

B I B L I O G R A F I A

1.-  
ANUARIO ESTADISTICO DEL ESTADO DE TABASCO  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA  
GOBIERNO DEL ESTADO DE TABASCO  
EDICION 1993  
MEXICO  
1993

2.-  
TERMODINAMICA PARA INGENIEROS  
RICHARD E. BALESISER &  
MICHAEL R. SAMUELS  
PRENTICE HALL INTERNACIONAL  
EDICION 1979  
MADRID, ESPAÑA  
1979

3.-  
INGENIERIA ECONOMICA  
LELAND T. BLANK &  
ANTHONY J. TARQUIN  
SEGUNDA EDICION  
MCGRAW - HILL INTERAMERICANA  
MEXICO  
1989

4.-  
ORGANIZACION, PLANEACION Y PROMOSTICO DE EMPRESAS  
DENIS COOPER-JONES  
PRIMERA EDICION  
LOGOS CONSORCIO EDITORIAL  
MEXICO  
1976

5.-  
CONDITIONNEMENT DPAIR  
J. DIDIER  
UNE VERSION  
REGIE NATIONALE  
BOULOGNE-BILLANCOURT, FRANCE  
1986

6.-  
MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES  
GILBERTO ENRIQUEZ HARPER  
SEGUNDA EDICION  
EDITORIAL LINUSA  
MEXICO, D.F.  
1980

7.-  
SIMBOLISMO INTERNACIONAL DE UNIDADES  
XAVIER R. FIGUERA  
PRIMERA EDICION  
EDITORIAL TABASCO  
MEXICO  
1973

8.-  
ICE EQUIPMENT  
FRIGIDAIRE CORPORATION  
GENERAL MOTORS  
SECOND EDITION  
DAYTON OHIO, USA  
1936

9.-  
HYDRODYNAMICS  
HORACE LAMB  
SIXTH EDITION  
DOVER PUBLICATIONS  
NEW YORK, USA  
1945

10.-  
MANUAL DE MEDIDAS  
INSTRUMENTOS DE MEDICION Y CONTROL  
PRIMERA EDICION  
PERGAR  
MEXICO  
1991



11.-

MANUAL DEL ALUMBRADO  
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION  
LAMP DIVISIONS, BLOOMFIELD.  
TERCERA EDICION  
EDITORIAL DOSSAT , S.A.  
MADRID, ESPAÑA.  
1986

12.-

MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS  
CLAUDIO MATAIX PLANA  
EARLA  
SEGUNDA EDICION  
MADRID, ESPAÑA  
1982

13.-

THERMODYNAMICS  
VIRGIL MORING FAIRES  
MACMILLAN COMPANY  
THIRD EDITION  
NEW YORK, USA  
1967

14.-

ELEMENTS OF ENGINEERING THERMODYNAMICS  
MOYER & CALDERWOOD & POTTER  
JOHN WILEY & SONS  
SIXTH EDITION  
NEW YORK, USA  
1941

15.-

ELEMENTS OF THERMODYNAMICS & HEAT TRANSFER  
OBERT & YOUNG  
SECOND EDITION  
KOGAKUSEA CO.  
TOKYO, JAPAN  
1962

16.-  
HYDRODYNAMIQUE EN TERMES D<sub>h</sub> EFFICACITE  
CLAUDE TARRIERE  
UNE VERSION  
DIAC-SA AU CAPITAL  
NANTES, FRANCE  
1991

17.-  
LA PRODUCCION DE HIELO INDUSTRIAL  
J. VELAZQUEZ  
AEDOS  
SEGUNDA EDICION  
BARCELONA, ESPAÑA  
1967

18.-  
THEORY OF GASES  
E.T VINCENT  
THIRD EDITION  
MCGRAW - HILL  
NEW YORK, USA  
1950

19.-  
VORSPRUNG DURCH TECHNIK  
RALF WIMMERSHOFF  
EINE EDITION  
ZELLSTOFF HERGESTELLT  
KONSTANZ, GERMANY  
1994