

2 Gen 34

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



## ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA FRIGORIFICA DE APLICACION RURAL

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A  
**ABELARDO DOMINGUEZ GARCIA**  
MEXICO, D F. 1982



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

# I N D I C E

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| INTRODUCCION.                         | 1  |
| 1. ESTUDIO PRELIMINAR.                |    |
| 1.1. ANTECEDENTES.                    | 4  |
| 1.1.1. Problemática del sector rural. | 4  |
| 1.2. OBJETIVOS.                       | 8  |
| 1.2.1. Objetivo general.              | 8  |
| 1.2.2. Objetivos específicos.         | 8  |
| 2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.           |    |
| 2.1. ESTUDIO DE MERCADO.              | 12 |
| 2.1.1. Area de mercado.               | 14 |
| 2.1.2. Demanda.                       | 14 |
| 2.1.3. Oferta.                        | 28 |
| 2.1.4. Balance oferta-demanda.        | 32 |
| 2.1.5. Precios y comercialización.    | 40 |
| 2.1.6. Capacidad de la planta.        | 47 |
| 2.2. LOCALIZACION DE LA PLANTA.       | 50 |
| 2.2.1. Procedimiento de selección.    | 51 |
| 2.2.2. Descripción de la localidad.   | 54 |
| 2.2.3. Características del predio.    | 54 |
| 2.3. DISTRIBUCION DE PLANTA.          | 57 |
| 2.3.1. Arreglo de conjunto.           | 57 |
| 2.3.2. Tipo de construcción.          | 65 |
| 2.4. ORGANIZACION.                    | 67 |
| 2.4.1. Cooperativa agrícola.          | 69 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 2.5.    | ESTUDIO ECONOMICO.                                      |     |
| 2.5.1.  | Inversión inicial.                                      | 72  |
| 2.5.2.  | Costo de operación.                                     | 76  |
| 2.5.3.  | Rentabilidad.   | 82  |
| 2.5.4.  | Punto de equilibrio.                                    | 83  |
| 3.      | FINANCIAMIENTO.   | 86  |
| 3.1.    | FINANCIAMIENTO EXTERNO.                                 |     |
| 3.1.1.  | Crédito particular.                                     | 87  |
| 3.1.2.  | Crédito bancario.                                       | 88  |
| 4.      | INGENIERIA DE PROYECTO.                                 |     |
| 4.1.    | DESCRIPCION DEL PROCESO REFRIGERANTE.                   |     |
| 4.1.1.  | Refrigeración.  | 92  |
| 4.1.2.  | Ciclo termodinámico.                                    | 94  |
| 4.2.    | CARGA DE REFRIGERACION.                                 |     |
| 4.2.1.  | Carga por la transmisión de calor a través de barreras. | 107 |
| 4.2.2.  | Carga por el efecto solar.                              | 112 |
| 4.2.3.  | Carga por la infiltración de aire.                      | 116 |
| 4.2.4.  | Carga por los productos a refrigerar.                   | 120 |
| 4.2.5.  | Carga por la respiración de algunos productos.          | 126 |
| 4.2.6.  | Carga por el personal.                                  | 128 |
| 4.2.7.  | Carga por el equipo auxiliar.                           | 130 |
| 4.2.8.  | Carga por el empaque.                                   | 132 |
| 4.2.9.  | Carga por los anaqueles.                                | 133 |
| 4.2.10. | Carga total de refrigeración.                           | 134 |
| 4.2.11. | Capacidad del equipo.                                   | 134 |
| 4.3.    | SELECCION DEL REFRIGERANTE.                             | 136 |
| 4.3.1.  | Propiedades del freón 22.                               | 137 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.4.   | SELECCION Y ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO. |     |
| 4.4.1. | Equipo de refrigeración.                 | 139 |
|        | - Compresores.                           | 139 |
|        | - Evaporadores.                          | 141 |
| 4.4.2. | Equipo eléctrico.                        | 144 |
|        | - Subestación.                           | 144 |
| 4.5.   | INSTALACION ELECTRICA.                   | 148 |
| 4.5.1. | Alumbrado.                               | 152 |
| 4.5.2. | Fuerza.                                  | 166 |
| 5.     | CONCLUSIONES.                            | 168 |
|        | BIBLIOGRAFIA.                            | 171 |

## INTRODUCCION.

En los últimos años, debido al avance industrial del país y a la falta de atención en las zonas rurales marginadas, la población de estas áreas se ha visto en la necesidad de emigrar hacia los grandes centros urbanos en busca de una mejor forma de vida, ya que en sus lugares de origen no existen suficientes medios, o éstos no han sido aprovechados adecuadamente, para satisfacer por lo menos sus necesidades básicas de subsistencia.

Sin embargo, gracias a su extensión territorial y a su localización geográfica, el país cuenta con recursos naturales y elementos de explotación suficientes para la producción agropecuaria y marina, con muchas posibilidades de incrementarse. Desafortunadamente, la explotación, industrialización y comercialización de estos productos se encuentra generalmente en manos de personas que tratan de enriquecerse a costa de los pequeños productores, obligándolos a vender sus productos a precios tan bajos que muchas veces no cubren los costos de operación.

Asimismo, es evidente la existencia del excesivo intermediarismo en el manejo de los productos mencionados; y además el acaparamiento y especulación de los mismos sobre todo en sus épocas de escasez, lo que se traduce en un alto precio del producto

en el mercado, y consecuentemente afecta en forma directa a la economía de la población consumidora.

Por tal motivo, es impostergable la necesidad de impulsar un desarrollo más acelerado y real a las zonas rurales marginadas del país, donde se encuentran asentados los auténticos pequeños productores que están al margen del progreso económico, social, político y cultural; y quienes deben ser incorporados al desarrollo nacional como productores y beneficiarios de la riqueza del país.

Es por esto, que tratando de contribuir en una mínima parte, por un lado, a solucionar la marginación que existe en las poblaciones rurales del país, y por otro lado, a evitar el acaparamiento y especulación de los productos perecederos, fue como se originó la idea de elaborar el "ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA FRIGORIFICA DE APLICACION RURAL".

Cabe hacer notar, que esta planta podrá refrigerar carnes, mariscos, frutas, legumbres, productos lácteos, etc., si fuese necesario, simplemente con ajustar el control del sistema de refrigeración, seleccionando la temperatura interior de las cámaras frigoríficas.

C A P I T U L O 1

ESTUDIO PRELIMINAR

## 1.1. ANTECEDENTES.

### 1.1.1. PROBLEMATICA DEL SECTOR RURAL.

El sector rural en la economía nacional, es el que más bajo nivel de vida presenta, ocasionado en parte por la explotación primitiva de sus recursos, que da como resultado el bajo ingreso per cápita en él; aunado a esto, se observa su creciente tasa de población, pues debido a que carecen de los más elementales servicios sociales, desconocen las técnicas de planificación familiar, lo que se traduce en un crecimiento acelerado de la población, sin que aumente la productividad de sus recursos materiales, dando lugar a la permanente pobreza en dicho sector.

En el caso del sector agrícola, las condiciones en que se realizan los cultivos son en general deficientes, debido a que concurren una serie de factores que lo convierten en un sector de explotación de bajos rendimientos. Entre las causas fundamentales que determinan esta situación, se encuentran:

- Existe un exceso de población rural en relación a las superficies laborales, además de que la distribución de esa población tampoco es la más favorable, pues existen grandes concentraciones en zonas poco productivas y viceversa.

- No se cuenta con suficientes sistemas de riego, ya que el mayor porcentaje de tierras es de temporal.
- Los sistemas de cultivo son deficientes. Muchos campesinos usan el antiguo arado de madera y no es atrevido mencionar que en muchas regiones no conocen la maquinaria agrícola. Las estaciones termopluviométricas, que pueden ayudar al agricultor a escoger el tipo de cultivo propio de la zona en que vive, son escasas.
- Las tierras se dejan en barbecho o descanso para que recuperen su riqueza y sólo en pequeñas proporciones se usan fertilizantes y abonos.
- El campesino, en muchos casos, no se interesa por sembrar los cultivos necesarios para cubrir la demanda del país, entre otras causas, por los bajos rendimientos que obtiene o por los precios que existen en el mercado o simplemente porque al faltar los medios de comunicación, ni siquiera llegan sus productos al mercado. En ocasiones, aún contando con esos medios, los fletes resultan más caros que el producto vendido debido al demasiado intermediarismo que existe, obligando al agricultor a sembrar solamente lo necesario para él y su familia.
- A pesar de los esfuerzos oficiales, no funciona en la ag-

tualidad un sistema crediticio oportuno para los campesinos, lo que viene a dificultar aún más esta labor.

El problema agrario se ha tratado de resolver por medio de dotaciones y restituciones, pero la tierra por sí sola no es la solución, hay que poner al alcance del campesino los medios necesarios para que pueda obtener mejores resultados; tales medios son, entre otros: obras de riego, crédito abundante y barato, uso de fertilizantes, maquinaria agrícola, formas de organización, etc. Para el caso del sector pecuario se le deberá proporcionar productos balanceados de tipo industrial o concentrados, formas de controlar plagas, técnicas para la cría mecanizada, etc.

Por otro lado, es evidente que el problema fundamental del aumento en el precio de los productos alimenticios, reside básicamente en su comercialización, ya que éstos son canalizados a través de intermediarios y acaparadores que los conducen, para su almacenamiento y conservación, hasta los complejos frigoríficos instalados en los grandes centros de consumo, promoviendo la especulación de dichos productos, encareciéndolos sobre todo en sus épocas de escasez, quedando la mayor utilidad para los intermediarios, acaparadores y especuladores en cuestión.

Estos personajes, muy frecuentes en el medio rural mexicano, explotan a los pequeños productores, obligándolos a vender sus productos a precios que muchas veces no cubren los costos de opera-

ción, ya que si no venden corren el riesgo de que se pierda su -  
producción por no tener forma de conservarla y llevarla al merca-  
do de consumo oportunamente.

Tomando en cuenta lo anterior y considerando que la mayor-  
parte de la población se encuentra en el sector rural, cualquier-  
medida que se tome para mejorarlo redundará en beneficio de todo-  
el país.

## 1.2. OBJETIVOS.

### 1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

- El objetivo general que persigue el presente trabajo, es fundamentalmente, el poder lograr que las zonas rurales marginadas puedan contar con los elementos materiales y de organización suficientes para obtener una participación más equitativa de la riqueza nacional y que los grupos humanos que habitan en esas zonas se incorporen al progreso del país, alcanzando una forma de vida más decorosa.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Conservar en buen estado los productos agropecuarios, para mantener la oferta de los mismos mientras dure su vivencia dentro de las cámaras frigoríficas; es decir, proporcionar a los alimentos un medio de defensa contra su propia descomposición orgánica o de ataques de insectos que puedan sufrir por no ser consumidos en el momento oportuno.
- Garantizar a los auténticos pequeños productores la venta de sus productos con sus correspondientes utilidades, limitando la intervención de los intermediarios, de tal manera que se-

puedan estabilizar en lo posible los precios de compra, y así contribuir a modificar favorablemente los ingresos del productor.

- Lograr una remuneración justa por el trabajo y los productos agropecuarios, promoviendo una mayor aplicación de recursos para contribuir a la formación de polos de desarrollo y, de esta manera, impulsar en forma más acelerada el progreso de la zona y por ende del Estado.
- Generar fuentes de trabajo en forma permanente, utilizando materiales, servicios y mano de obra de la región, con el fin de fomentar el arraigo de los habitantes en sus lugares de origen, evitando hasta donde sea posible la emigración hacia los centros urbanos.
- Aprovechar adecuadamente la potencialidad productiva de los campesinos y pequeños productores beneficiados, para asegurar una oferta más abundante de los productos agropecuarios con la finalidad de mejorar la dieta alimenticia y sus ingresos para incrementar su nivel de vida.
- Fomentar el respeto y el desarrollo de las formas de organización más idóneas para los beneficiados, con el fin de fortalecer su capacidad de negociación en las fases de producción.

ción, conservación, distribución y consumo de la producción agropecuaria, para comercializarla adecuadamente y elevar sus ingresos por estos conceptos.

C A P I T U L O 2

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

## 2.1. ESTUDIO DE MERCADO.

Actualmente la necesidad del estudio de mercadotecnia es esencial para la producción; por lo cual se ha reunido la información y se ha elaborado el análisis que el mercado requiere sobre los productos que podrán ser conservados en la planta frigorífica.

Considerando la gran importancia de que la planta se instale en una zona rural y así poder alcanzar los objetivos propuestos, fue como se determinó que el presente estudio se realizara sobre la región Mazahua, correspondiente al estado de Michoacán (ver inciso 2.2), ya que ésta es una zona rural marginada y eminentemente agrícola.

El objetivo fundamental del estudio de mercado, es conocer el comportamiento de la producción, consumo, precios y canales de comercialización de los productos que existen en la región, ya que estos elementos desempeñan un papel importante para la justificación y funcionamiento de la planta.

Los productos más importantes que produce la región Mazahua son: aguacate, manzana, durazno, pera, naranja, limón agrio y ciruela del país; cuyas épocas de cosecha se muestran en el cuadro No. 2.1.1. Para efectos del presente estudio, se consideraron los dos primeros productos porque son los que se producen en mayor volumen dentro de la zona.

CUADRO No. 2.1.1

TEMPORADAS DE PRODUCCION POR ESPECIE (1)  
 (EPOCAS DE COSECHA)  
 REGION MAZAHUA  
 (MICHOACAN)

| ESPECIE     | ENE | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN    | JUL    | AGO    | SEPT   | OCT    | NOV | DIC |
|-------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-----|
| AGUACATE    |     | MINIMA | MINIMA |        |        | MAXIMA | MAXIMA |        | MAXIMA |        |     |     |
| DURAZNO     |     |        |        |        | MINIMA | MAXIMA | MAXIMA |        | MAXIMA | MINIMA |     |     |
| MANZANA     |     |        |        |        | MINIMA | MAXIMA | MAXIMA |        | MAXIMA | MINIMA |     |     |
| PERA        |     |        |        |        | MINIMA | MAXIMA | MAXIMA |        | MAXIMA | MINIMA |     |     |
| NARANJA     |     | MINIMA |        |        |        | MINIMA |        |        | MAXIMA | MAXIMA |     |     |
| LIMON AGRID |     |        | MINIMA | MINIMA |        | MINIMA | MAXIMA | MAXIMA | MAXIMA | MAXIMA |     |     |
| CIRUELA     |     |        | MINIMA | MAXIMA | MINIMA | MINIMA | MINIMA |        |        |        |     |     |

(1) FUENTE: Subdirección Comercial Frutícola de CONAFRUT, S.A.R.H.



MAXIMA



MEDIA



MINIMA

### 2.1.1. AREA DE MERCADO.

Considerando que los productos, objeto del presente estudio, son consumidos por todas las capas sociales, se contempla como posible área de mercado a todo el estado de Michoacán, incluyendo los estados circunvecinos, sin excluir la zona metropolitana que por su gran escala poblacional origina una demanda considerable permanentemente, de la fruta en cuestión.

### 2.1.2. DEMANDA.

- Características de los consumidores o usuarios, hábitos y patrones de compra.-

En cuanto a las características que deben poseer los consumidores de aguacate y manzana, más que nada deben ser gustativas, ya que por la gran aceptación dentro de los gustos de los consumidores tanto en estado fresco como industrializados, tienen una demanda permanente.

Debido a que los hábitos de los consumidores son indefinidos resulta problemático ubicarlos dentro de un marco referencial, principalmente en los productos que no son de consumo necesario o de primera necesidad, como es el caso de nuestros productos, ya que como fruta fresca el aguacate particularmente se consume como condimento en la comida mexicana; y la manzana se consume como postre o complemento en la comida. Como fruta procesada sus posibilidades --

son amplias, ya que se utiliza para la obtención de una gama de derivados industriales, como por ejemplo; para el aguacate se tiene: - aceite de aguacate, lubricantes para maquinaria y cremas faciales; - y para la manzana se tienen: jugos, jaleas, néctares, mermeladas, - base para la elaboración de sidras, etc.

En cuanto a los patrones de compra, éstos dependen en gran medida al volumen y destino que tengan los productos; así se tiene que para los exportadores y mayoristas su patrón de compra es la tonelada, mientras que para los consumidores finales es el kilogramo.

- Análisis y proyecciones de las variables de las que depende la demanda.-

Los principales factores que dependen para demandar nuestros productos son: población e ingresos; estas variables son importantes para conocer el comportamiento de la demanda tanto estatal como nacional, pero hay que tomar en consideración que no todos los deseos de los consumidores se expresan como demanda en el mercado, sino únicamente de aquéllos que tienen capacidad o recursos económicos de convertirlos en demanda real.

Para poder hacer un análisis de las variables mencionadas anteriormente, principalmente todo lo referente al estado de Michoacán y con base en el informe del Noveno Censo de Población (1970) y el decreto de los salarios mínimos vigentes, observamos que la población total es de 2'324,226 habitantes, de los cuales 1'395,423 - corresponden a la población económicamente activa, o sea que gene--

ran ingresos. Al relacionarlos con los salarios mínimos vigentes (salario general y del campo de 1981) que son de \$ 170.00 diarios, se puede observar que dicha percepción apenas alcanza para cubrir las necesidades más urgentes, por lo que es manifiesta la situación de pobreza de esa zona para que puedan demandar otros productos necesarios.

- Cuantificación de la demanda actual y futura.-

Tomando en consideración los datos estadísticos oficiales publicados de 1969 a 1979 referidos a la producción nacional, a los cuales se les disminuyó el 8% de mermas para obtener una disponibilidad neta y a la que se descontaron las exportaciones y se sumaron las importaciones, se obtuvo el consumo nacional aparente de los años observados (cuadro No. 2.1.2), cifras que sirvieron como marco de referencia para pronosticar la demanda futura hasta 1987 (gráficas No. 2.1.1 y 2.1.2).

Al comparar el consumo nacional aparente de 1969 con el de 1979, se observa un crecimiento medio anual del 8.82% para el aguacate y 4.37% para la manzana; y con base al pronóstico de 1979 a 1987 se observa una tasa media anual del 2.52% para el aguacate y 3.55% para la manzana; lo que nos muestra una tendencia de consumo moderado a nivel nacional. La fórmula utilizada para determinar la tasa de interés anual es:

$$F = P (1 + i)^n \quad \text{de donde:} \quad i = \sqrt[n]{\frac{F}{P}} - 1$$

CUADRO No. 2.1.2  
 DEMANDA DE AGUACATE Y MANZANA  
 Y SU PRONOSTICO A NIVEL NACIONAL (\*)

| AÑOS | TONELADAS<br>DE AGUACATE | TONELADAS<br>DE MANZANA |
|------|--------------------------|-------------------------|
| 1969 | 181,179                  | 140,370                 |
| 1970 | 226,035                  | 151,834                 |
| 1971 | 236,791                  | 239,441                 |
| 1972 | 234,264                  | 233,677                 |
| 1973 | 285,987                  | 194,916                 |
| 1974 | 260,840                  | 233,637                 |
| 1975 | 275,848                  | 198,661                 |
| 1976 | 280,414                  | 336,782                 |
| 1977 | 333,489                  | 186,371                 |
| 1978 | 338,445                  | 210,408                 |
| 1979 | 421,853                  | 215,312                 |
| 1980 | 390,926                  | 245,776                 |
| 1981 | 408,099                  | 251,347                 |
| 1982 | 425,901                  | 256,919                 |
| 1983 | 443,704                  | 262,490                 |
| 1984 | 461,506                  | 268,062                 |
| 1985 | 479,308                  | 273,633                 |
| 1986 | 497,111                  | 279,205                 |
| 1987 | 514,913                  | 284,776                 |

(\*) FUENTE: Los datos correspondientes al periodo 1969-1979, fueron proporcionados por la Subdirección Comercial Frutícola de CONAFRUT, S.A.R.H.

Para poder pronosticar la oferta y la demanda de los productos en cuestión, se utilizó el método estadístico de amortiguamiento exponencial para un proceso con tendencia lineal. El resultado de los pronósticos se muestra en los cuadros No. 2.1.1-I, 2.1.1-II, 2.1.1-III y 2.1.1-IV.

El método estadístico de amortiguamiento exponencial se expresa a través de las siguientes ecuaciones:

- Ecuación con tendencia lineal:

$$X_t = b_1 + b_2 t \quad (2.1.1)$$

- Amortiguamiento exponencial simple o de primer orden:

$$S_T = \alpha X_T + (1 - \alpha) S_{T-1} \quad (2.1.2)$$

- Amortiguamiento exponencial doble o de segundo orden:

$$S_T^{(2)} = \alpha S_T + (1 - \alpha) S_{T-1}^{(2)} \quad (2.1.3)$$

- Pronóstico para el período  $T_0$ :

$$X_{T+T_0}(T) = \left(2 + \frac{\alpha T_0}{\beta}\right) S_T - \left(1 + \frac{\alpha T_0}{\beta}\right) S_T^{(2)} \quad (2.1.4)$$

- Para  $T = 0$ , los valores iniciales son:

$$S_0 = b_1(0) - \frac{\beta}{\alpha} b_2(0) \quad (2.1.5)$$

$$S_0^2 = b_1(0) - 2 \frac{\beta}{\alpha} b_2(0) \quad (2.1.6)$$

- CALCULO PARA PRONOSTICAR LA DEMANDA DEL AGUACATE -

La ecuación de la tendencia (con la intersección en el inicio de la serie) obtenida por el método de mínimos cuadrados (ver cuadro No. 2.1.1a) es:

$$X = 187,501.14 + 18,411.50 (t) \quad \text{con: } \alpha = 0.10$$

$$\beta = 1 - \alpha = 0.90$$

De las ecuaciones (2.1.5) y (2.1.6) se obtienen los valores iniciales:

$$S_0 = 187,501.14 - \left(\frac{0.90}{0.10}\right)(18,411.50) = 21,797.64$$

$$S_0^{(2)} = 187,501.14 - 2\left(\frac{0.90}{0.10}\right)(18,411.50) = -143,905.86$$

De la ecuación (2.1.4), el pronóstico para el período (T=1) ó (1969) es:

$$X_{0+T}(0) = \left(2 + \frac{0.10}{0.90} T\right)(21,797.64) - \left(1 + \frac{0.10}{0.90} T\right)(-143,905.86)$$

$$= (2 + 0.111 T)(21,797.64) - (1 + 0.111 T)(-143,905.86)$$

$$= 187,501.14 + 18,393.09 T$$

$$X_{0+1}(0) = 187,501.14 + 18,393.09 (1)$$

$$X_1(0) = 205,894.23$$

De las Eca. (2.1.2), (2.1.3) y (2.1.4) y valores de 1969 se obtiene el pronóstico para 1970:

$$S_1 = 0.10(181,179) + (1 - 0.10)(21,797.64) = 37,735.78$$

$$S_1^{(2)} = 0.10(37,735.78) + (1 - 0.10)(-143,905.86) = -125,741.70$$

$$\begin{aligned} X_{1+\tau}^{(1)} &= (2 + 0.111\tau)(37,735.78) - (1 + 0.111\tau)(-125,741.70) \\ &= 201,213.26 + 18,146.00\tau \end{aligned}$$

$$X_{1+1}^{(1)} = 201,213.26 + 18,146.00(1)$$

$$X_2^{(1)} = 219,359.26$$

•  
•  
•  
•  
•

Se continúa con la misma secuencia de cálculo, determinando los valores mostrados en el cuadro No. 2.1.1-I, hasta llegar a definir la ecuación que proporciona el pronóstico a partir de 1980 y que es:

$$X_{11+\tau}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44\tau$$

Por lo tanto:

Pronóstico  
para:

|  |      |
|--|------|
| $X_{12}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44(1) = 390,926.71$ | 1980 |
| $X_{13}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44(2) = 408,099.15$ | 1981 |
| $X_{14}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44(3) = 425,901.59$ | 1982 |
| $X_{15}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44(4) = 443,704.03$ | 1983 |
| $X_{16}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44(5) = 461,506.47$ | 1984 |
| $X_{17}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44(6) = 479,308.91$ | 1985 |
| $X_{18}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44(7) = 497,111.35$ | 1986 |
| $X_{19}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44(8) = 514,913.79$ | 1987 |

La forma de cálculo presentada se tomó como base para determinar el pronóstico de la oferta y la demanda de los productos en cuestión, cuyos resultados y ecuación del pronóstico se muestran en los cuadros correspondientes.

## CUADRO No. 2.1.1 - I

CALCULO PARA PRONOSTICAR LA DEMANDA FUTURA DEL AGUACATE  
POR EL METODO ESTADISTICO DEL AMORTIGUAMIENTO EXPONENCIAL

| AÑO  | No. DE PERIODO<br>T | DEMANDA ACTUAL<br>$X_T$ (ton) | AMORTIGUAMIENTO ESTADISTICO |              | PRONOSTICO<br>$X_T(T-1)$<br>(ton) |
|------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------------|
|      |                     |                               | $S_T$                       | $S_T^{(2)}$  |                                   |
| 1969 | 1                   | 181,179                       | 21,797.64                   | - 143,905.86 | 205,894.23                        |
| 1970 | 2                   | 226,035                       | 37,735.78                   | - 125,741.70 | 219,359.26                        |
| 1971 | 3                   | 236,791                       | 56,565.70                   | - 107,510.96 | 238,854.87                        |
| 1972 | 4                   | 234,264                       | 74,588.23                   | - 89,301.04  | 256,669.21                        |
| 1973 | 5                   | 234,264                       | 90,555.81                   | - 71,315.35  | 270,394.67                        |
| 1974 | 6                   | 285,987                       | 110,098.93                  | - 53,173.92  | 291,495.67                        |
| 1975 | 7                   | 260,840                       | 125,173.04                  | - 35,339.22  | 303,502.16                        |
| 1976 | 8                   | 275,848                       | 140,240.54                  | - 17,781.24  | 315,802.74                        |
| 1977 | 9                   | 280,414                       | 154,257.89                  | - 577.33     | 326,279.82                        |
| 1978 | 10                  | 333,489                       | 172,181.00                  | 16,698.50    | 344,922.06                        |
| 1979 | 11                  | 338,445                       | 188,807.40                  | 33,909.39    | 360,899.09                        |
| 1980 | 12                  | 421,853                       | 212,111.96                  | 51,729.65    | 390,926.71                        |
| 1981 | 13                  |                               |                             |              | 408,099.15                        |
| 1982 | 14                  |                               |                             |              | 425,901.59                        |
| 1983 | 15                  |                               |                             |              | 443,704.03                        |
| 1984 | 16                  |                               |                             |              | 461,506.47                        |
| 1985 | 17                  |                               |                             |              | 479,308.91                        |
| 1986 | 18                  |                               |                             |              | 497,111.35                        |
| 1987 | 19                  |                               |                             |              | 514,913.79                        |

Ecuación para pronosticar la demanda a partir de 1980:

$$\underline{X_{11+\tau}^{(11)} = 372,494.27 + 17,802.44 \tau}$$

CUADRO No. 2.1.1a

CALCULO PARA DETERMINAR LA TENDENCIA DE LA DEMANDA FUTURA  
DEL AGUACATE, POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS

| AÑO   | TONELADAS<br>(Y) | X  | X <sup>2</sup> | X*Y       | TENDENCIA  |
|-------|------------------|----|----------------|-----------|------------|
| 1969  | 181,179          | -5 | 25             | -905,895  | 187,501.14 |
| 1970  | 226,035          | -4 | 16             | -904,140  | 205,912.64 |
| 1971  | 236,791          | -3 | 9              | -710,373  | 224,324.14 |
| 1972  | 234,264          | -2 | 4              | -468,528  | 242,735.64 |
| 1973  | 285,987          | -1 | 1              | -285,987  | 261,147.14 |
| 1974  | 260,840          | 0  | 0              | 0         | 279,558.64 |
| 1975  | 275,848          | 1  | 1              | 275,848   | 297,970.14 |
| 1976  | 280,414          | 2  | 4              | 560,828   | 316,381.64 |
| 1977  | 333,489          | 3  | 9              | 1'000,467 | 334,793.14 |
| 1978  | 338,445          | 4  | 16             | 1'353,780 | 353,204.64 |
| 1979  | 421,853          | 5  | 25             | 2'109,265 | 371,616.14 |
| <hr/> |                  |    |                |           |            |
| Σ =   | 3'075,145        | 0  | 110            | 2'025,265 |            |
| <hr/> |                  |    |                |           |            |
| 1980  |                  | 6  |                |           | 390,027.64 |
| 1981  |                  | 7  |                |           | 408,439.14 |
| 1982  |                  | 8  |                |           | 426,850.64 |
| 1983  |                  | 9  |                |           | 445,262.14 |
| 1984  |                  | 10 |                |           | 463,673.64 |
| 1985  |                  | 11 |                |           | 482,085.14 |
| 1986  |                  | 12 |                |           | 500,496.64 |
| 1987  |                  | 13 |                |           | 518,908.14 |

$$Y_t = a + bX$$

como  $\Sigma X = 0$  :

$$\Sigma Y = an + b \Sigma X \quad ; \quad a = \frac{\Sigma Y}{n} = \frac{3'075,145}{11} = 279,558.64$$

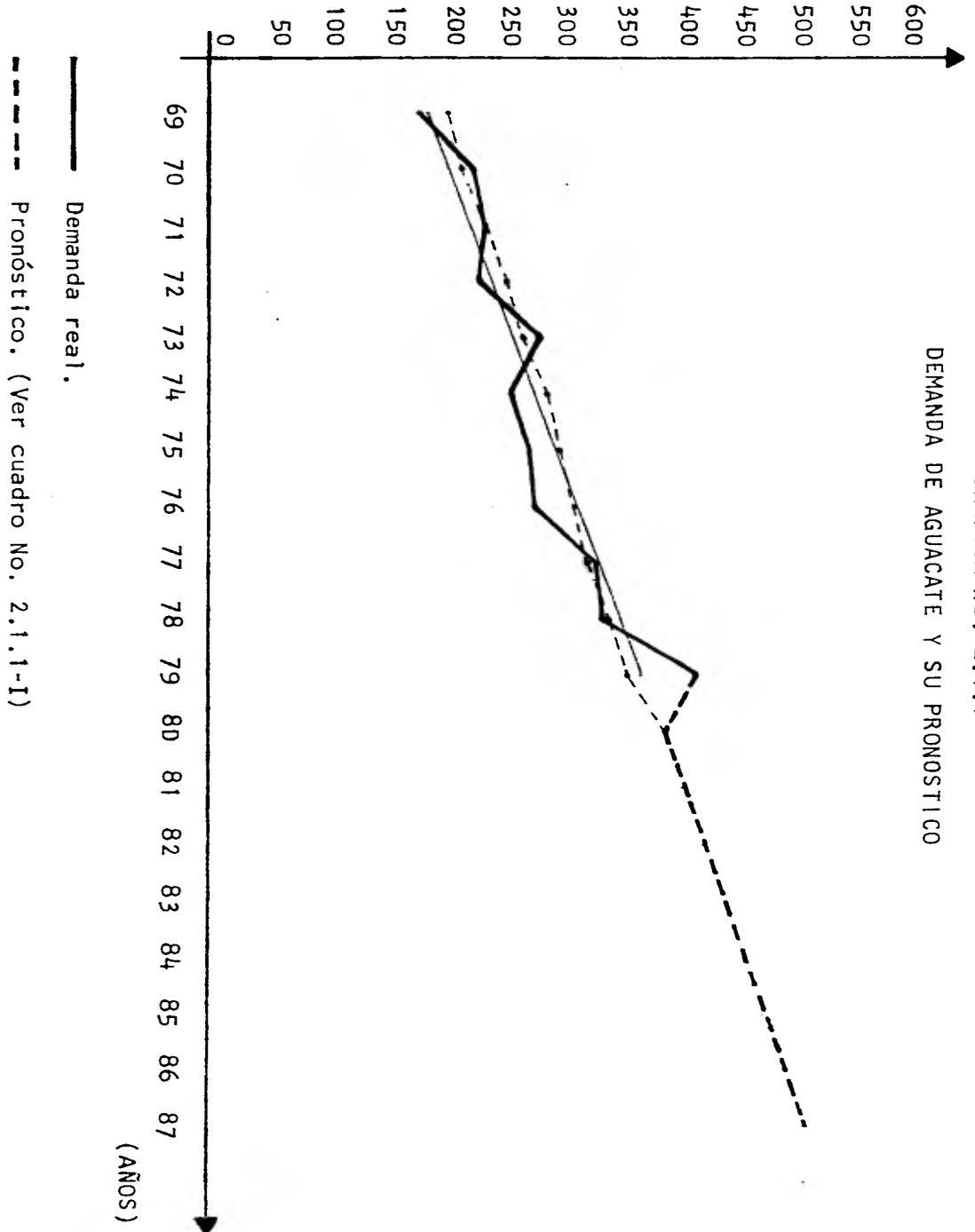
$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2 \quad ; \quad b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2} = \frac{2'025,265}{110} = 18,411.50$$

Por lo tanto, la ecuación será:

$$Y_t = 279,558.64 + 18,411.50 (X)$$

PRODUCCION  
(MILES DE  
TONELADAS)

GRAFICA No. 2.1.1  
DEMANDA DE AGUACATE Y SU PRONOSTICO



— Demanda real.

- - - Pronóstico. (Ver cuadro No. 2.1.1-I)

CUADRO No. 2.1.1 - II

CALCULO PARA PRONOSTICAR LA DEMANDA FUTURA DE LA MANZANA  
POR EL METODO ESTADISTICO DE AMORTIGUAMIENTO EXPONENCIAL

| AÑO  | No. DE PERIODO<br>T | DEMANDA               | AMORTIGUAMIENTO      |             | PRONOSTICO          |
|------|---------------------|-----------------------|----------------------|-------------|---------------------|
|      |                     | ACTUAL<br>$X_T$ (ton) | ESTADISTICO<br>$S_T$ | $S_T^{(2)}$ | $X_T(T-1)$<br>(ton) |
| 1969 | 1                   | 140,370               | 128,887.00           | 74,907.34   | 188,858.40          |
| 1970 | 2                   | 151,834               | 130,035.30           | 80,420.14   | 185,157.74          |
| 1971 | 3                   | 239,441               | 132,215.17           | 85,599.64   | 184,005.02          |
| 1972 | 4                   | 233,677               | 142,937.75           | 91,333.45   | 200,270.13          |
| 1973 | 5                   | 233,677               | 152,011.67           | 97,401.27   | 212,683.82          |
| 1974 | 6                   | 194,916               | 156,302.10           | 103,291.35  | 215,197.04          |
| 1975 | 7                   | 233,637               | 164,035.59           | 109,365.77  | 224,773.76          |
| 1976 | 8                   | 198,661               | 167,498.13           | 115,179.01  | 225,624.67          |
| 1977 | 9                   | 336,782               | 184,426.52           | 122,103.76  | 253,667.11          |
| 1978 | 10                  | 186,371               | 184,620.97           | 128,355.48  | 247,131.93          |
| 1979 | 11                  | 210,408               | 187,199.67           | 134,239.90  | 246,037.97          |
| 1980 | 12                  | 215,312               | 190,010.90           | 139,817.00  | 245,776.32          |
| 1981 | 13                  |                       |                      |             | 251,347.84          |
| 1982 | 14                  |                       |                      |             | 256,919.36          |
| 1983 | 15                  |                       |                      |             | 262,490.88          |
| 1984 | 16                  |                       |                      |             | 268,062.40          |
| 1985 | 17                  |                       |                      |             | 273,633.92          |
| 1986 | 18                  |                       |                      |             | 279,205.44          |
| 1987 | 19                  |                       |                      |             | 284,776.96          |

Ecuación para pronosticar la demanda a partir de 1980:

$$X_{11+t}^{(11)} = 240,204.80 + 5,571.52 t$$

CUADRO No. 2.1.1b

CALCULO PARA DETERMINAR LA TENDENCIA DE LA DEMANDA FUTURA  
DE LA MANZANA, POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS

| AÑO   | TONELADAS<br>(Y) | X  | X <sup>2</sup> | X·Y       | TENDENCIA  |
|-------|------------------|----|----------------|-----------|------------|
| 1969  | 140,370          | -5 | 25             | -701,850  | 182,866.66 |
| 1970  | 151,834          | -4 | 16             | -607,336  | 188,864.40 |
| 1971  | 239,441          | -3 | 9              | -718,323  | 194,862.14 |
| 1972  | 233,677          | -2 | 4              | -467,354  | 200,859.88 |
| 1973  | 194,916          | -1 | 1              | -194,916  | 206,857.62 |
| 1974  | 233,637          | 0  | 0              | 0         | 212,855.36 |
| 1975  | 198,661          | 1  | 1              | 198,661   | 218,853.10 |
| 1976  | 336,782          | 2  | 4              | 673,564   | 224,850.84 |
| 1977  | 186,371          | 3  | 9              | 559,113   | 230,848.58 |
| 1978  | 210,408          | 4  | 16             | 841,632   | 236,846.32 |
| 1979  | 215,312          | 5  | 25             | 1'076,560 | 242,844.06 |
| <hr/> |                  |    |                |           |            |
| Σ =   | 2'341,409        | 0  | 110            | 659,751   |            |
| <hr/> |                  |    |                |           |            |
| 1980  |                  | 6  |                |           | 248,841.80 |
| 1981  |                  | 7  |                |           | 254,839.54 |
| 1982  |                  | 8  |                |           | 260,837.28 |
| 1983  |                  | 9  |                |           | 266,835.02 |
| 1984  |                  | 10 |                |           | 272,832.76 |
| 1985  |                  | 11 |                |           | 278,830.50 |
| 1986  |                  | 12 |                |           | 284,828.24 |
| 1987  |                  | 13 |                |           | 290,825.98 |

$$Y_t = a + bX$$

como  $\Sigma X = 0$  :

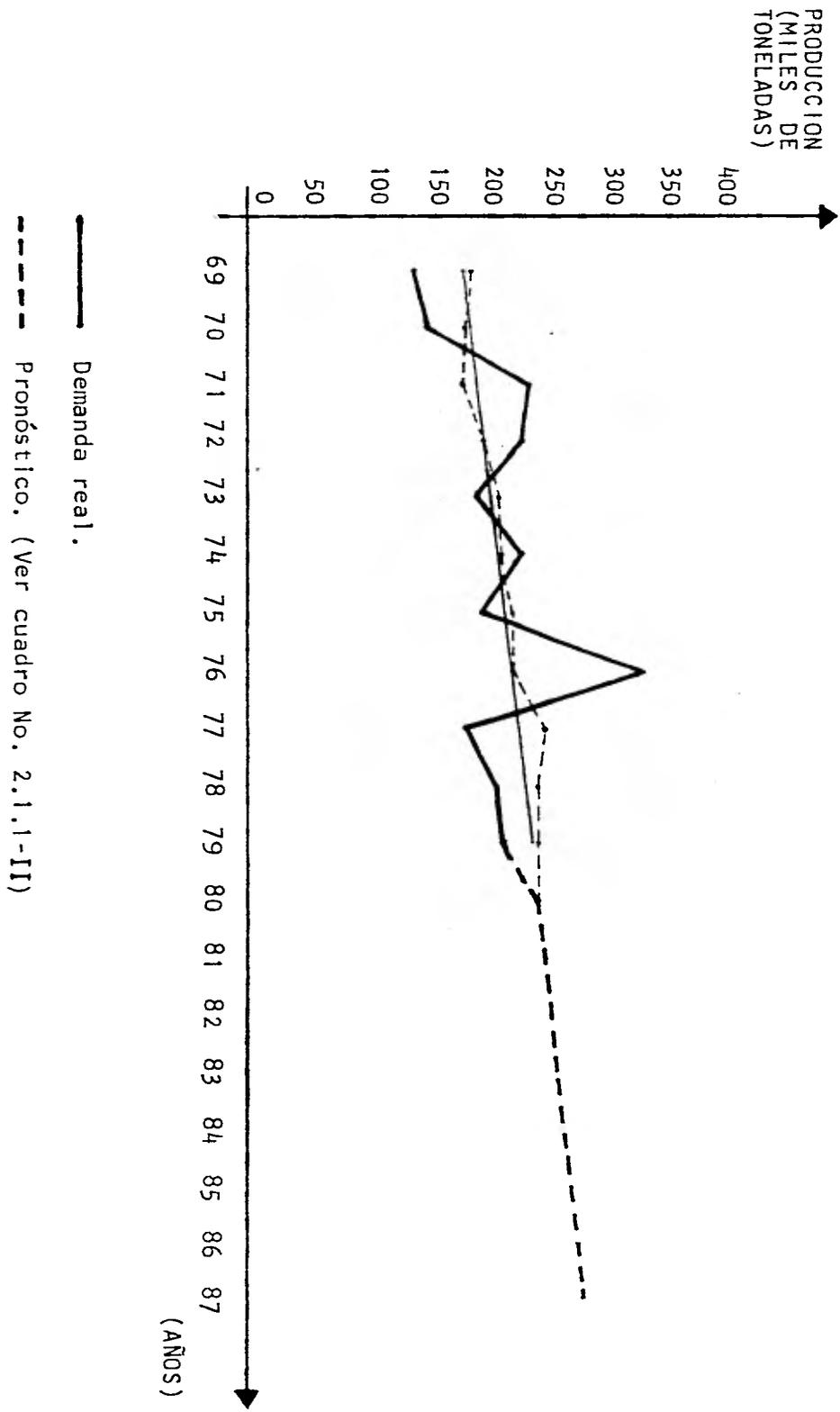
$$\Sigma Y = an + b\Sigma X \quad ; \quad a = \frac{\Sigma Y}{n} = \frac{2'341,409}{11} = 212,855.36$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 \quad ; \quad b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2} = \frac{659,751}{110} = 5,997.74$$

Por lo tanto, la ecuación será:

$$Y_t = 212,855.36 + 5,997.74 (X)$$

GRAFICA No. 2.1.2  
 DEMANDA DE MANZANA Y SU PRONOSTICO



## 2.1.3. OFERTA.

- Cuantificación de la oferta actual y futura.-

La oferta de aguacate y manzana en el país se encuentra caracterizada porque la producción más importante se localiza básicamente en algunas entidades de la República Mexicana, como se puede observar en los cuadros No. 2.1.3 y 2.1.4.

Cabe hacer notar, que no existen las estadísticas de producción correspondientes a la región Mazahua, por lo que se recurrió a las estadísticas de producción estatal que se muestran en el cuadro No. 2.1.5.

Al comparar la superficie cosechada y la producción total - obtenida en el período de 1970-1979, existe un rendimiento promedio de 8.12 ton/ha. para el aguacate y de 8.85 ton/ha. para la manzana. Con lo anterior y conociendo el total de la superficie utilizada en la región para las plantaciones de los productos en cuestión, se puede estimar la producción de dicha zona, como se muestra a continuación:

| Producto | Superficie<br>(Ha.) <sup>(*)</sup> | Rendimiento promedio<br>(Ton/Ha.) | Producción<br>(Ton.) |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Aguacate | 646.4                              | 8.12                              | 5,248.77             |
| Manzana  | 96.0                               | 8.85                              | 849.60               |

(\*) FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, SARH.

## CUADRO No. 2.1.3

PRODUCCION NACIONAL FRUTICOLA  
A G U A C A T E  
1979 (1)

| ENTIDADES          | SUPERFICIE<br>TOTAL<br>COSECHADA<br>(Hes.) | PRODUCCION<br>(Tons.) | PRECIO<br>MEDIO<br>RURAL<br>(\$/Ton) | VALOR DE<br>PRODUCCION<br>( Miles de<br>pesos ) |
|--------------------|--|-----------------------|--------------------------------------|---|
| Michoacán          | 18,127                                     | 111,630               | 8,382                                | 935'683   |
| Jalisco            | 2,885                                      | 26,327                | 19,486                               | 513'008   |
| México             | 2,970                                      | 32,816                | 13,321                               | 437'142   |
| Veracruz           | 6,875                                      | 85,250                | 4,000                                | 341'000   |
| Oaxaca             | 1,211                                      | 13,524                | 15,000                               | 202'860   |
| Sinaloa            | 5,100                                      | 43,095                | 4,700                                | 202'547   |
| Tamaulipas         | 2,068                                      | 13,708                | 11,650                               | 159'698   |
| San Luis Potosí    | 223  | 9,970                 | 12,000                               | 119'640   |
| Puebla             | 2,378                                      | 12,808                | 8,158                                | 104'488   |
| Chiapas            | 2,936                                      | 37,554                | 2,718                                | 102'072   |
| Nuevo León         | 1,480                                      | 7,704                 | 12,025                               | 92'641  |
| Guanajuato         | 1,565                                      | 6,905                 | 12,000                               | 82'860  |
| Morales            | 1,250                                      | 8,541                 | 8,500                                | 72'599  |
| Querétaro          | 699  | 5,941                 | 12,000                               | 71'292  |
| Colima             | 1,015                                      | 6,348                 | 8,000                                | 50'784  |
| Nayarit            | 1,300                                      | 6,700                 | 6,182                                | 41'419  |
| Yucatán            | 609  | 5,239                 | 7,500                                | 39'293  |
| Hidalgo            | 590  | 5,100                 | 6,000                                | 30'600  |
| Tabasco            | 630  | 7,497                 | 3,500                                | 26'240  |
| Guerrero           | 840  | 5,206                 | 5,000                                | 26'030  |
| Aguascalientes     | 193  | 1,012                 | 9,980                                | 10'100  |
| Campeche           | 264  | 2,112                 | 4,300                                | 9'082   |
| Baja California S. | 286  | 600                   | 13,000                               | 7'800   |
| Zacatecas          | 104  | 646                   | 8,250                                | 5'330   |
| Durango            | 175  | 438                   | 8,000                                | 3'504   |
| Sonora             | 78   | 702                   | 4,500                                | 3'159   |
| Chihuahua          | 82   | 746                   | 3,000                                | 2'238   |
| Distrito Federal   | 14   | 130                   | 16,000                               | 2'080   |
| Tlaxcala           | 21   | 126                   | 10,500                               | 1'323   |
| Quintana Roo       | 10   | 160                   | 4,800                                | .768  |
| <b>T O T A L :</b> | <b>56,213</b>                              | <b>458,535</b>        | <b>8,748</b>                         | <b>3,697'180</b>                                |

(1) FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H.

## CUADRO No. 2.1.4

PRODUCCION NACIONAL FRUTICOLA  
M A N Z A N A  
1978 (¹)

| ENTIDADES          | SUPERFICIE<br>TOTAL<br>COSECHADA<br>(Has.) | PRODUCCION<br>(Tons.) | PRECIO<br>MEDIO<br>RURAL<br>(\$/Ton) | VALOR DE<br>PRODUCCION<br>( Miles de<br>pesos ) |
|--------------------|--|-----------------------|--------------------------------------|---|
| Chihuahua          | 20,595                                     | 90,089                | 6,000                                | 540'534   |
| Puebla             | 3,929                                      | 53,120                | 1,560                                | 82'867  |
| Nuevo León         | 722  | 9,542                 | 6,700                                | 63'931  |
| Durango            | 9,042                                      | 9,388                 | 6,150                                | 57'736  |
| Veracruz           | 2,007                                      | 13,155                | 3,080                                | 40'517  |
| México             | 764  | 7,175                 | 5,000                                | 35'875  |
| Hidalgo            | 1,161                                      | 5,532                 | 5,000                                | 27'660  |
| Zacatecas          | 1,077                                      | 6,077                 | 6,427                                | 25'387  |
| Michoacán          | 456  | 4,235                 | 4,400                                | 18'634  |
| Coahuila           | 6,257                                      | 2,176                 | 8,500                                | 18'496  |
| Sonora             | 231  | 3,749                 | 4,000                                | 14'996  |
| Querétaro          | 404  | 3,172                 | 4,500                                | 14'274  |
| Morales            | 380  | 5,985                 | 1,780                                | 10'653  |
| Jalisco            | 183  | 1,997                 | 4,590                                | 9'166   |
| Guanajuato         | 531  | 4,059                 | 2,000                                | 8'118   |
| Oaxaca             | 226  | 1,631                 | 4,650                                | 7'584   |
| Distrito Federal   | 95   | 952                   | 4,360                                | 4'151   |
| Tlaxcala           | 72   | 740                   | 5,210                                | 3'855   |
| Chiapas            | 150  | 950                   | 2,130                                | 2'024   |
| Sinaloa            | 30   | 120                   | 5,000                                | 600   |
| Nayarit            | 15   | 113                   | 4,000                                | 452   |
| San Luis Potosí    | 30   | 93                    | 7,000                                | 651   |
| Agascalientes      | 4  | 24                    | 2,500                                | 60  |
| <b>T O T A L :</b> | <b>48,361</b>                              | <b>224,074</b>        | <b>4,545</b>                         | <b>988'221</b>                                  |

(¹) FUENTE: Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H.

CUADRO No. 2.1.5  
 PRODUCCION DE AGUACATE Y MANZANA  
 DEL ESTADO DE MICHOACAN (1)

| AÑOS | A G U A C A T E                   |                       | M A N Z A N A                     |                       |
|------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|      | SUPERFICIE<br>COSECHADA<br>(Has.) | PRODUCCION<br>(Tons.) | SUPERFICIE<br>COSECHADA<br>(Has.) | PRODUCCION<br>(Tons.) |
| 1970 | 3,708                             | 40,460                | 398                               | 3,757                 |
| 1971 | 5,170                             | 54,802                | 508                               | 5,076                 |
| 1972 | 7,265                             | 49,762                | 667                               | 5,103                 |
| 1973 | 8,524                             | 78,150                | 572                               | 5,024                 |
| 1974 | 9,155                             | 46,449                | 696                               | 6,303                 |
| 1975 | 10,188                            | 50,229                | 710                               | 6,261                 |
| 1976 | 10,421                            | 68,500                | 696                               | 6,303                 |
| 1977 | 13,269                            | 78,995                | 451                               | 4,143                 |
| 1978 | 15,948                            | 101,167               | 456                               | 4,235                 |
| 1979 | 18,127                            | 111,630               |                                   |                       |

(1) FUENTE: Subdirección Comercial Frutícola de CONAFRUT, -  
 S.A.R.H.

La oferta que se tiene actualmente y su pronóstico a nivel nacional para 1987 se muestra en el cuadro No. 2.1.6 y en las gráficas No. 2.1.3 y 2.1.4.

Dada la tendencia de crecimiento de la producción, es de esperarse que los volúmenes se incrementen, haciendo necesario aumentar en su momento la capacidad de la planta.

#### 2.1.4. BALANCE OFERTA-DEMANDA.

Al comparar la producción generada y el consumo nacional aparente en un marco de referencia de diez años, así como el pronóstico calculado, se observa que la oferta (producción) tiene una tendencia a mantenerse por arriba de la demanda (consumo); lo que muestra que se tiene asegurada la "materia prima" para la planta y desde luego la oferta suficiente para satisfacer la demanda que exista.

Cabe mencionar la importancia de mantener la oferta todo el año, y para esto se hace indispensable contar con las instalaciones frigoríficas que conserven en buen estado la producción que no se consume en la época de cosecha.

CUADRO No. 2.1.6  
OFERTA DE AGUACATE Y MANZANA  
Y SU PRONOSTICO A NIVEL NACIONAL (1)

| AÑOS | TONELADAS<br>DE AGUACATE | TONELADAS<br>DE MANZANA |
|------|--------------------------|-------------------------|
| 1969 | 196,933                  | 145,485                 |
| 1970 | 226,034                  | 145,616                 |
| 1971 | 286,781                  | 232,470                 |
| 1972 | 231,484                  | 226,280                 |
| 1973 | 286,017                  | 190,591                 |
| 1974 | 260,890                  | 232,254                 |
| 1975 | 275,873                  | 206,094                 |
| 1976 | 280,421                  | 329,376                 |
| 1977 | 333,523                  | 187,764                 |
| 1978 | 385,112                  | 224,074                 |
| 1979 | 458,535                  | 264,517                 |
| 1980 | 412,866                  | 274,496                 |
| 1981 | 432,049                  | 284,475                 |
| 1982 | 451,232                  | 294,454                 |
| 1983 | 470,415                  | 304,433                 |
| 1984 | 489,598                  | 314,412                 |
| 1985 | 508,781                  | 324,391                 |
| 1986 | 527,964                  | 334,370                 |
| 1987 | 547,147                  | 344,349                 |

(1) FUENTE: Los datos correspondientes al período 1969-1979, fueron proporcionados por la Subdirección Comercial Frutícola de CONAFRUT, S.A.R.H.

## CUADRO No. 2.1.1 - III

CALCULO PARA PRONOSTICAR LA OFERTA FUTURA DEL AGUACATE  
 POR EL METODO ESTADISTICO DE AMORTIGUAMIENTO EXPONENCIAL

| AÑO  | No. DE PERIODO<br>T | OFERTA                | AMORTIGUAMIENTO      |              | PRONOSTICO          |
|------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------|---------------------|
|      |                     | ACTUAL<br>$X_T$ (ton) | ESTADISTICO<br>$S_T$ | $S_T^{(2)}$  | $X_T(T-1)$<br>(ton) |
| 1969 | 1                   | 196,933               | 16,401.28            | - 161,330.54 | 213,861.33          |
| 1970 | 2                   | 226,034               | 34,454.45            | - 141,752.04 | 230,219.86          |
| 1971 | 3                   | 286,781               | 53,612.41            | - 122,215.60 | 248,957.33          |
| 1972 | 4                   | 286,781               | 76,929.27            | - 102,301.11 | 248,957.33          |
| 1972 | 4                   | 231,484               | 92,384.74            | - 82,832.52  | 276,054.22          |
| 1973 | 5                   | 286,017               | 111,747.97           | - 63,374.47  | 287,051.12          |
| 1974 | 6                   | 260,890               | 126,662.17           | - 44,370.81  | 306,309.00          |
| 1975 | 7                   | 275,873               | 141,583.25           | - 25,775.40  | 316,679.81          |
| 1976 | 8                   | 280,421               | 155,467.02           | - 7,651.16   | 327,518.71          |
| 1977 | 9                   | 333,523               | 173,272.62           | 10,441.22    | 336,691.32          |
| 1978 | 10                  | 385,112               | 194,456.56           | 28,842.75    | 354,178.30          |
| 1979 | 11                  | 458,535               | 220,864.40           | 48,044.91    | 378,453.50          |
| 1980 | 12                  |                       |                      |              | 412,866.85          |
| 1981 | 13                  |                       |                      |              | 432,049.81          |
| 1982 | 14                  |                       |                      |              | 451,232.77          |
| 1983 | 15                  |                       |                      |              | 470,415.73          |
| 1984 | 16                  |                       |                      |              | 489,598.69          |
| 1985 | 17                  |                       |                      |              | 508,781.65          |
| 1986 | 18                  |                       |                      |              | 527,964.61          |
| 1987 | 19                  |                       |                      |              | 547,147.57          |

Ecuación para pronosticar la oferta a partir de 1980:

$$X_{11+\tau}(11) = 393,683.89 + 19,182.96 \tau$$

CUADRO No. 2.1.1c

CALCULO PARA DETERMINAR LA TENDENCIA DE LA OFERTA FUTURA  
DEL AGUACATE, POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS

| AÑO   | TONELADAS<br>(Y) | X  | X <sup>2</sup> | X·Y       | TENDENCIA  |
|-------|------------------|----|----------------|-----------|------------|
| 1969  | 196,933          | -5 | 25             | -984,665  | 194,133.10 |
| 1970  | 226,034          | -4 | 16             | -904,136  | 213,881.08 |
| 1971  | 286,781          | -3 | 9              | -860,343  | 233,629.06 |
| 1972  | 231,484          | -2 | 4              | -462,968  | 253,377.04 |
| 1973  | 286,017          | -1 | 1              | -286,017  | 273,125.02 |
| 1974  | 260,890          | 0  | 0              | 0         | 292,873.00 |
| 1975  | 275,873          | 1  | 1              | 275,873   | 312,620.98 |
| 1976  | 280,421          | 2  | 4              | 560,842   | 332,368.96 |
| 1977  | 333,523          | 3  | 9              | 1'000,569 | 352,116.94 |
| 1978  | 385,112          | 4  | 16             | 1'540,448 | 371,864.92 |
| 1979  | 458,535          | 5  | 25             | 2'292,675 | 391,612.90 |
| <hr/> |                  |    |                |           |            |
| Σ =   | 3'221,603        | 0  | 110            | 2'172,278 |            |
| <hr/> |                  |    |                |           |            |
| 1980  |                  | 6  |                |           | 411,360.88 |
| 1981  |                  | 7  |                |           | 431,108.86 |
| 1982  |                  | 8  |                |           | 450,856.84 |
| 1983  |                  | 9  |                |           | 470,604.82 |
| 1984  |                  | 10 |                |           | 490,352.80 |
| 1985  |                  | 11 |                |           | 510,100.78 |
| 1986  |                  | 12 |                |           | 529,848.76 |
| 1987  |                  | 13 |                |           | 549,596.74 |

$$Y_t = a + bX$$

$$\text{como } \sum X = 0 :$$

$$\sum Y = an + b \sum X \quad ; \quad a = \frac{\sum Y}{n} = \frac{3'221,603}{11} = 292,873.00$$

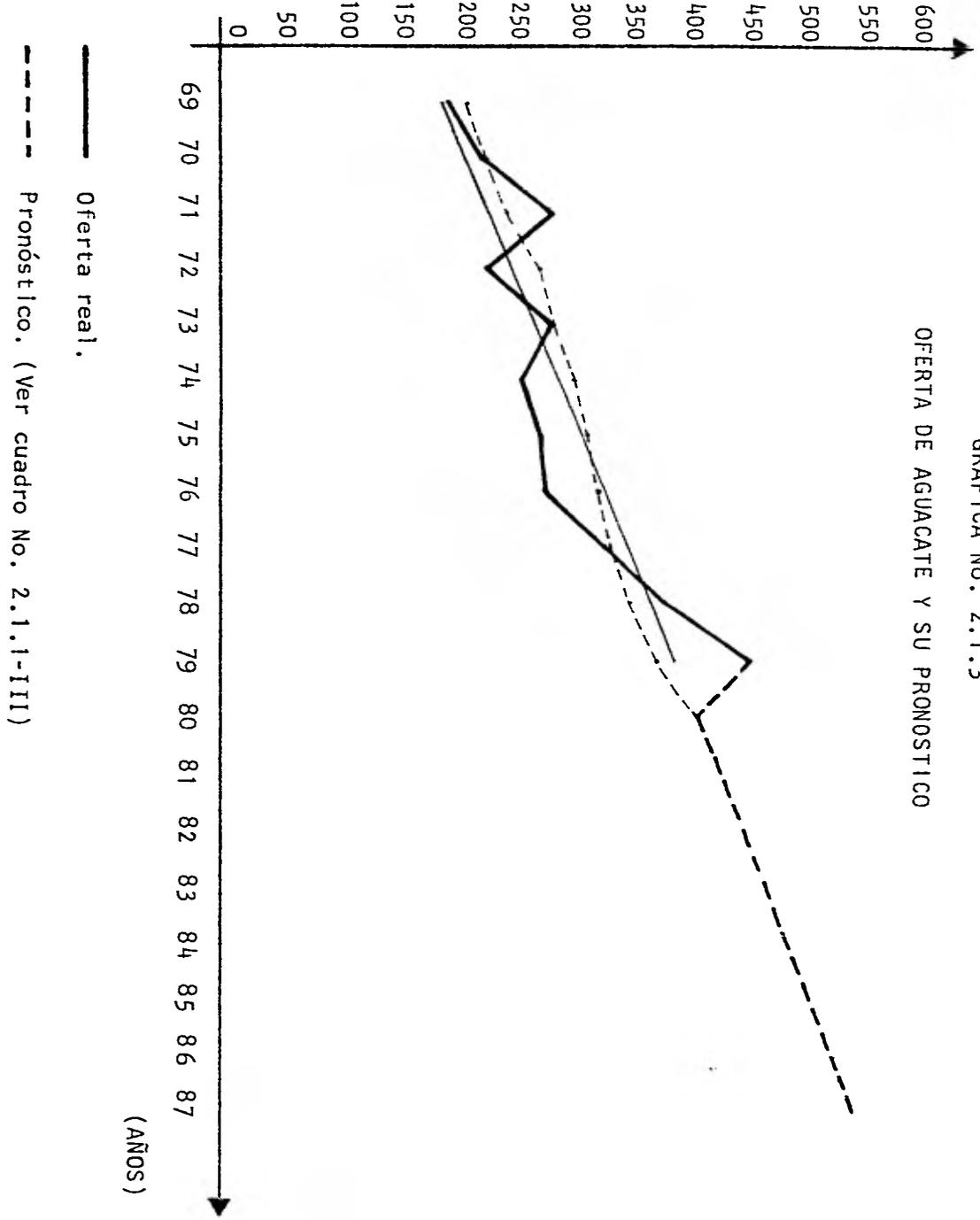
$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2 \quad ; \quad b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{2'172,278}{110} = 19,747.98$$

Por lo tanto, la ecuación será:

$$Y_t = 292,873.00 + 19,747.98 (X)$$

PRODUCCION  
(MILES DE  
TONELADAS)

GRAFICA No. 2.1.3  
OFERTA DE AGUACATE Y SU PRONOSTICO



— Oferta real.

- - - Pronóstico. (Ver cuadro No. 2.1.1-III)

## CUADRO No. 2.1.1 - IV

CALCULO PARA PRONOSTICAR LA OFERTA FUTURA DE LA MANZANA  
POR EL METODO ESTADISTICO DEL AMORTIGUAMIENTO EXPONENCIAL

| AÑO  | No. DE PERIODO<br>T | OFERTA ACTUAL<br>$X_T$ (ton) | AMORTIGUAMIENTO ESTADISTICO |             | PRONOSTICO<br>$X_T(T-1)$<br>(ton) |
|------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------------|
|      |                     |                              | $S_T$                       | $S_T^{(2)}$ |                                   |
|      |                     |                              | 56,335.03                   | - 38,733.41 |                                   |
| 1968 | 1                   | 126,408                      | 63,342.33                   | - 28,525.84 | 161,956.07                        |
| 1969 | 2                   | 145,485                      | 71,556.59                   | - 18,517.59 | 165,407.87                        |
| 1970 | 3                   | 145,616                      | 78,962.53                   | - 8,769.58  | 171,629.00                        |
| 1971 | 4                   | 232,470                      | 94,313.28                   | 1,538.71    | 176,432.90                        |
| 1972 | 5                   | 226,280                      | 107,509.95                  | 12,135.83   | 197,385.83                        |
| 1973 | 6                   | 190,591                      | 115,818.05                  | 22,504.05   | 213,470.60                        |
| 1974 | 7                   | 232,254                      | 127,461.64                  | 32,999.81   | 219,489.90                        |
| 1975 | 8                   | 206,094                      | 135,324.88                  | 43,232.32   | 232,408.73                        |
| 1976 | 9                   | 329,376                      | 154,729.99                  | 54,382.09   | 237,639.71                        |
| 1977 | 10                  | 187,764                      | 158,033.39                  | 64,747.22   | 266,216.51                        |
| 1978 | 11                  | 224,074                      | 164,637.45                  | 74,736.24   | 261,674.32                        |
| 1979 | 12                  |                              |                             |             | 264,517.69                        |
| 1980 | 13                  |                              |                             |             | 274,496.72                        |
| 1981 | 14                  |                              |                             |             | 284,475.75                        |
| 1982 | 15                  |                              |                             |             | 294,454.78                        |
| 1983 | 16                  |                              |                             |             | 304,433.81                        |
| 1984 | 17                  |                              |                             |             | 314,412.84                        |
| 1985 | 18                  |                              |                             |             | 324,391.87                        |
| 1986 | 19                  |                              |                             |             | 334,370.90                        |
| 1987 | 20                  |                              |                             |             | 344,349.93                        |

Ecuación para pronosticar la oferta a partir de 1979:

$$X_{11+\tau}(11) = 254,538.66 + 9,979.03 \tau$$

CUADRO No. 2.1.1d

CALCULO PARA DETERMINAR LA TENDENCIA DE LA OFERTA FUTURA  
DE LA MANZANA, POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS

| AÑO  | TONELADAS<br>(Y) | X  | X <sup>2</sup> | X·Y       | TENDENCIA  |
|------|------------------|----|----------------|-----------|------------|
| 1968 | 126,408          | -5 | 25             | -632,040  | 151,403.47 |
| 1969 | 145,485          | -4 | 16             | -581,940  | 161,966.63 |
| 1970 | 145,616          | -3 | 9              | -436,848  | 172,529.79 |
| 1971 | 232,470          | -2 | 4              | -464,940  | 183,092.95 |
| 1972 | 226,280          | -1 | 1              | -226,280  | 193,656.11 |
| 1973 | 190,591          | 0  | 0              | 0         | 204,219.27 |
| 1974 | 232,254          | 1  | 1              | 232,254   | 214,782.43 |
| 1975 | 206,094          | 2  | 4              | 412,188   | 225,345.59 |
| 1976 | 329,376          | 3  | 9              | 988,128   | 235,908.75 |
| 1977 | 187,764          | 4  | 16             | 751,056   | 246,471.91 |
| 1978 | 224,074          | 5  | 25             | 1'120,370 | 257,035.07 |

$$\Sigma = \quad 2'246,412 \quad 0 \quad 110 \quad 1'161,948$$

|      |    |            |
|------|----|------------|
| 1979 | 6  | 267,598.23 |
| 1980 | 7  | 278,161.39 |
| 1981 | 8  | 288,724.55 |
| 1982 | 9  | 299,287.71 |
| 1983 | 10 | 309,850.87 |
| 1984 | 11 | 320,414.03 |
| 1985 | 12 | 330,977.19 |
| 1986 | 13 | 341,540.35 |
| 1987 | 14 | 352,103.51 |

$$Y_t = a + bX \quad \text{como } \Sigma X = 0 :$$

$$\Sigma Y = an + b \Sigma X \quad ; \quad a = \frac{\Sigma Y}{n} = \frac{2'246,412}{11} = 204,219.27$$

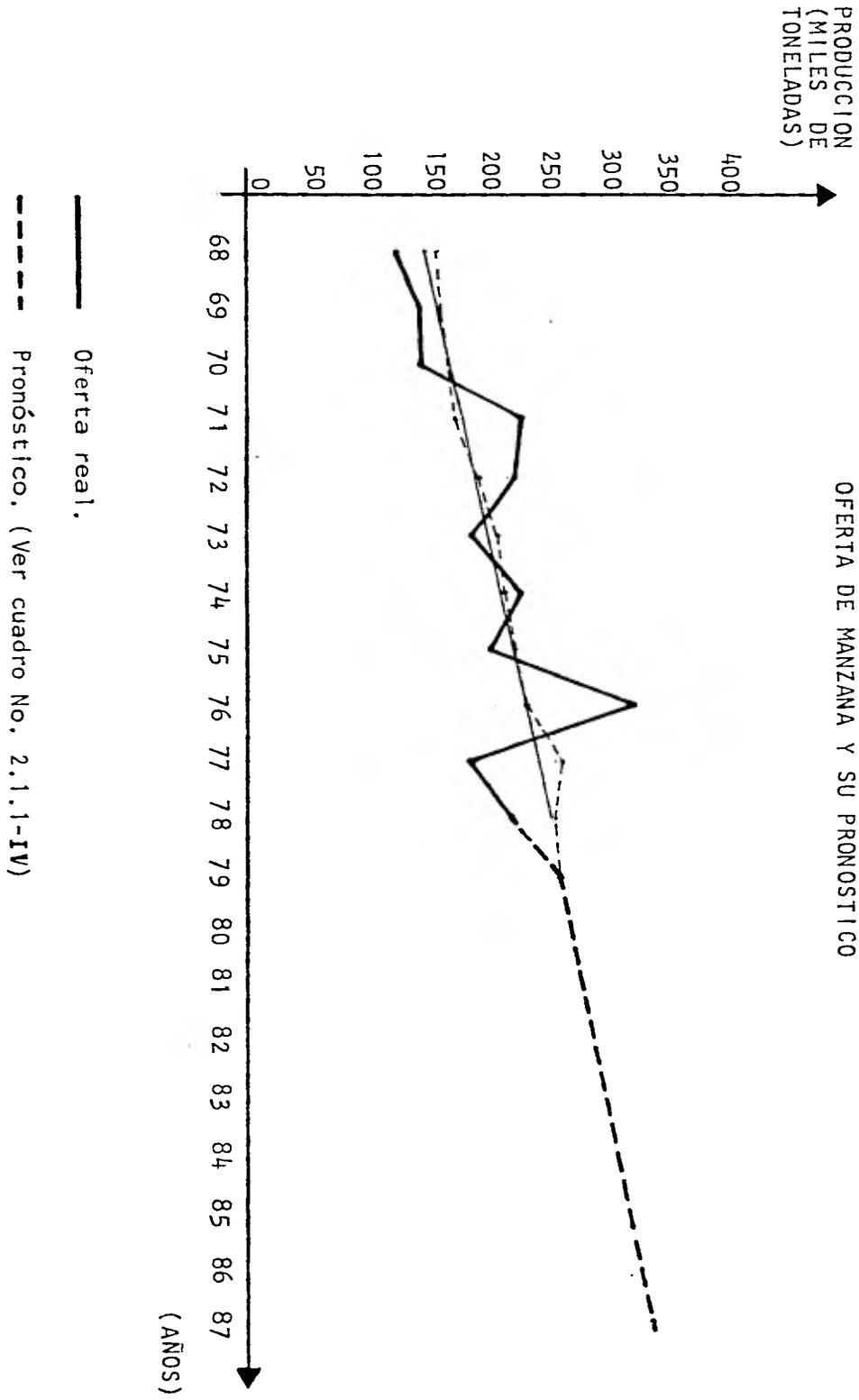
$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2 \quad ; \quad b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2} = \frac{1'161,948}{110} = 10,563.16$$

Por lo tanto, la ecuación será:

$$Y_t = 204,219.27 + 10,563.16 (X)$$

GRAFICA No. 2.1.4

OFERTA DE MANZANA Y SU PRONOSTICO



### 2.1.5. PRECIOS Y COMERCIALIZACION.

- Análisis del comportamiento histórico de los precios de los productos.-

La presencia de intermediarios repercute en bajo precio al productor y elevado para los consumidores finales. Esta situación se pone de manifiesto al observar las marcadas diferencias entre las cotizaciones rurales al mayoreo y menudeo que aparecen en los cuadros No. 2.1.7 y 2.1.8.

En el período 1973-1979, el índice de precios del aguacate subió para el productor en un 88%, un 110% mayoreo y un 88% menudeo; y en el período 1971-1978, el índice de precios de la manzana subió en un 232% para el productor, un 192% mayoreo y 311% menudeo. Este comportamiento de los precios provocó que los márgenes de ganancia también se elevaran. Se advierte asimismo, que el comportamiento de los precios de mayoreo y menudeo siguen un paralelismo en sus fluctuaciones. En cuanto a su estacionalidad, los precios varían inversamente a las épocas de abundancia o escasez del producto.

Como se puede observar, la variación de los precios es muy grande; esta situación es común para casi todas las cotizaciones de los productos frutícolas perecederos, debido principalmente a-

CUADRO No. 2.1.7  
 PRECIOS POR KILOGRAMO DE AGUACATE  
 Y MARGENES DE COMERCIALIZACION (1)

| AÑOS | PRECIO RURAL<br>(Pesos) | PRECIO MAYOREO<br>(Pesos) | PRECIO MENUDEO<br>(Pesos) | MARGENES DE COMERCIALIZACION<br>MAYOREO<br>(%) | MENUDEO<br>(%) |
|------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--|----------------|
| 1973 | 3.81                    | 5.53                      | 9.89                      | 45.14  | 159.58         |
| 1974 | 3.55                    | 5.46                      | 9.68                      | 53.80  | 172.68         |
| 1975 | 3.96                    | 5.77                      | 11.10                     | 45.70  | 180.30         |
| 1976 | 4.57                    | 6.43                      | 12.25                     | 40.70  | 168.05         |
| 1977 | 5.85                    | 7.83                      | 14.96                     | 33.84  | 155.72         |
| 1978 | 5.96                    | 7.82                      | 14.54                     | 31.21  | 143.96         |
| 1979 | 7.16                    | 11.61                     | 17.83                     | 62.15  | 149.02         |

(1) FUENTE: Subdirección Comercial Frutícola de CONAFRUT, S.A.R.H.

CUADRO No. 2.1.8  
 PRECIOS POR KILOGRAMO DE MANZANA  
 Y MARGENES DE COMERCIALIZACION (\*)

| AÑOS | PRECIO<br>RURAL<br>(Pesos) | PRECIO<br>MAYOREO<br>(Pesos) | PRECIO<br>MENUDEO<br>(Pesos) | MARGENES DE COMERCIALIZACION<br>MAYOREO<br>(%) | MENUDEO<br>(%) |
|------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--|----------------|
| 1971 | 1.40                       | 3.15                         | 5.35                         | 125.00   | 282.14         |
| 1972 | 1.60                       | 3.57                         | 7.02                         | 123.12   | 338.75         |
| 1973 | 1.91                       | 3.93                         | 8.69                         | 105.75   | 354.97         |
| 1974 | 3.00                       | 4.46                         | 9.00                         | 48.66  | 200.00         |
| 1975 | 3.43                       | 5.87                         | 12.63                        | 71.13  | 268.22         |
| 1976 | 4.35                       | 6.70                         | 14.30                        | 54.02  | 228.73         |
| 1977 | 4.30                       | 8.91                         | 16.14                        | 98.92  | 275.34         |
| 1978 | 4.66                       | 9.20                         | 22.00                        | 97.42  | 372.10         |

(\*) FUENTE: Subdirección Comercial Frutícola de CONAFRUT, S.A.R.H.

la excesiva intermediación, a la saturación estacional de la oferta, a que la preservación y conservación de productos no es muy eficiente y sumado a ello la insuficiencia de bodegas para su almacenamiento, no obstante el estímulo que significan los precios altos en épocas de escasez.

Lo anterior demuestra que es conveniente promover la instalación de plantas frigoríficas en todos aquellos lugares donde se requieran, desde luego tomando en consideración los objetivos enunciados anteriormente y no hacer de estas instalaciones motivo de lucro.

- Canales de comercialización utilizados.-

Los canales de comercialización que se utilizan normalmente para distribuir la mayor parte de la producción de aguacate y manzana se muestran en los diagramas No. 2.1.1 y 2.1.2; y son en general:

Canal principal.- Del fruticultor al acaparador rural, - - quién abastece al comerciante mayorista, éste a su vez al comerciante medio mayorista, quién suministra al comerciante minorista para que finalmente llegue el producto al consumidor.

Canal secundario.- Lo forman el mismo fruticultor, el comprador rural y el comisionista urbano, quienes abastecen al mismo comerciante mayorista; los dos últimos también canalizan el producto a través del comerciante medio mayorista.

CANALES DE COMERCIALIZACION DEL AGUACATE

Diagrama No. 2.1.1.1

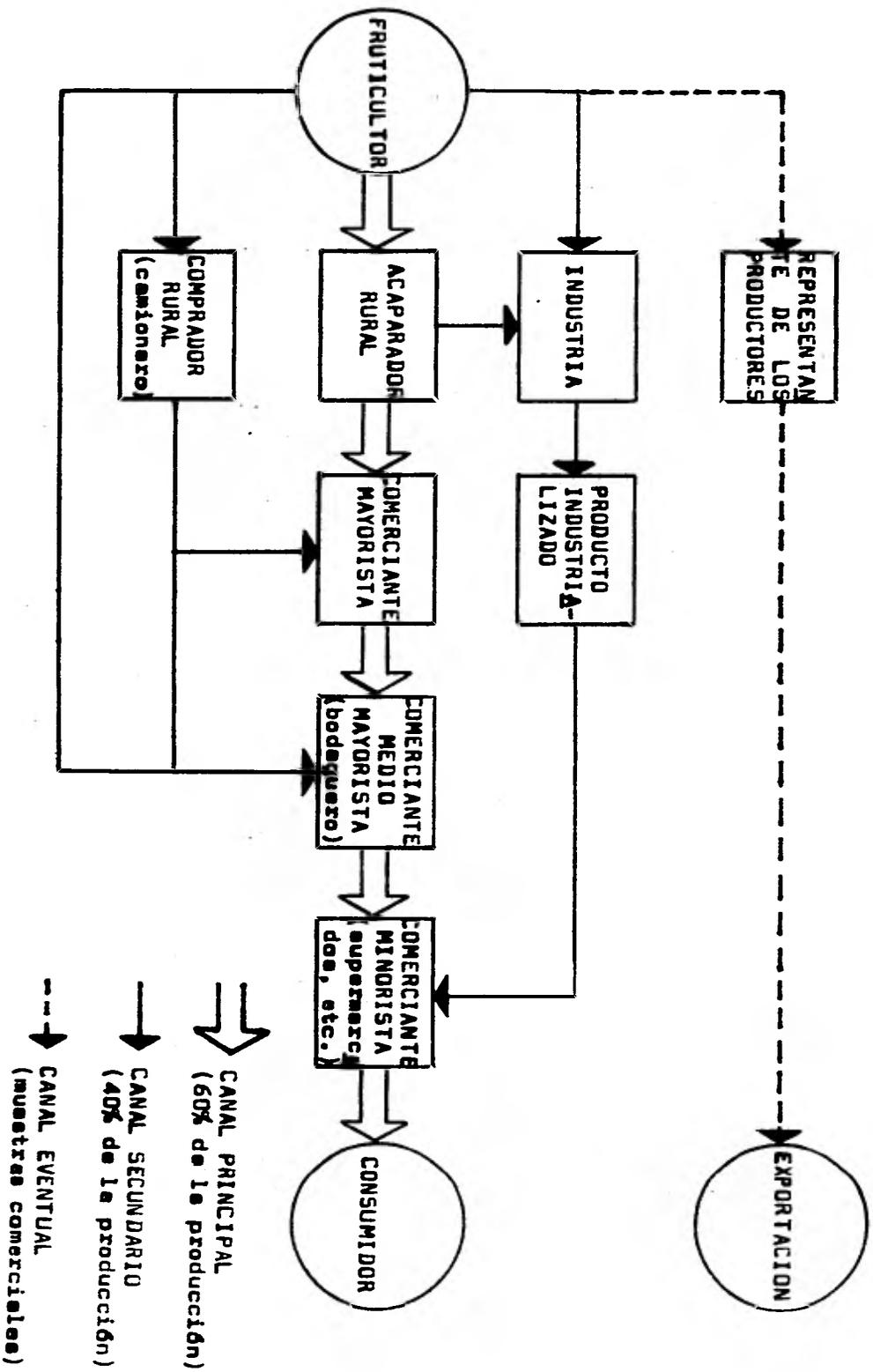
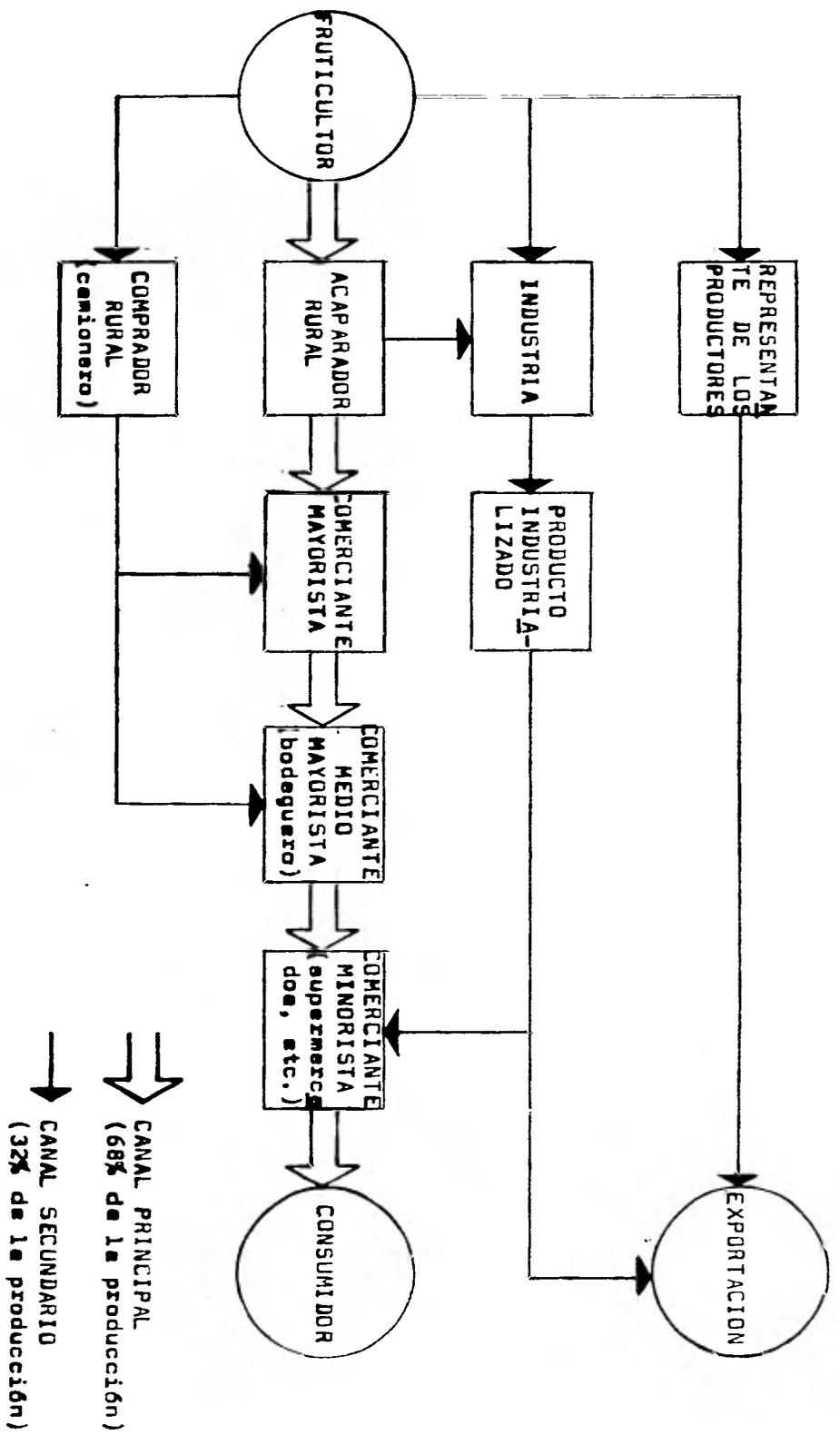


Diagrama No. 2.1.2

CANALES DE COMERCIALIZACION DE LA MANZANA



Por la situación anterior que manifiesta demasiado intermediarismo para que el producto llegue al mercado de consumo, se sugiere establecer un sistema eficiente de mercadeo directo, es decir, del fruticultor al consumidor final, de tal manera que salgan beneficiados tanto el productor como la población consumidora ya que el producto llegará a un bajo precio.

La implantación de este sistema es posible llevarlo a cabo porque el pequeño productor o fruticultor al tener acceso a la planta frigorífica, tendrá la oportunidad de no estar en manos de los acaparadores e intermediarios mencionados, ya que al conservar en buen estado sus productos podrá ofrecerlos al mercado a un precio justo y en el momento oportuno.

## 2.1.6. CAPACIDAD DE LA PLANTA.

Para determinar la capacidad de la planta fue necesario considerar los tipos y volúmenes anuales de producción del municipio--seleccionado (ver inciso 2.2), las épocas de cosecha (ver cuadro -- No. 2.1.1) y el tiempo que durarán almacenados los productos en -- las cámaras frigoríficas. Lo anterior se muestra en el cuadro No.-- 2.1.9.

CUADRO No. 2.1.9

TIPOS, PRODUCCION ANUAL Y VIDA UTIL  
DE LOS PRODUCTOS DEL MUNICIPIO DE OCAMPO

| PRODUCTO | PRODUCCION ANUAL (Ton) | VIDA UTIL EN REFRIGERACION (meses) (') |
|----------|------------------------|--|
| Aguscate | 486.87                 | 1                                      |
| Durazno  | 189.84                 | 1                                      |
| Menzana  | 242.70                 | 6                                      |
| Pere     | 43.42                  | 5                                      |

(') Ver cuadro No. 4.2.3

La capacidad de la planta se calculó como se muestra en el cuadro No. 2.1.10 sobre el 60% de la producción anual ya que el -- 40% restante podrá venderse como fruta fresca.

CUADRO No. 2.1.10

FORMA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LA PLANTA

| PRODUCTO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|

PRODUCCION ANUAL (60 %) (1)

(Tons.)

|          |  |       |       |  |      |       |       |       |       |       |  |  |        |
|----------|--|-------|-------|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--------|
| AGUACATE |  | 21.91 | 21.91 |  |      | 43.82 | 80.33 | 80.33 | 43.82 |       |  |  | 292.12 |
| DURAZNO  |  |       |       |  | 8.55 | 17.08 | 31.32 | 31.32 | 17.08 | 8.55  |  |  | 113.90 |
| MANZANA  |  |       |       |  |      | 21.84 | 21.84 | 40.05 | 40.05 | 21.84 |  |  | 145.62 |
| PERA     |  |       |       |  | 3.91 | 3.91  | 3.91  | 7.16  | 7.16  |       |  |  | 26.05  |

TIEMPO DE CONSERVACION

577.69

|          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AGUACATE |       |       | 21.91 | 21.91 |       |       | 43.82 | 80.33 | 80.33 | 80.33 | 43.82 |       |       |
| DURAZNO  |       |       |       |       |       | 8.55  | 17.08 | 31.32 | 31.32 | 17.08 | 8.55  |       |       |
| MANZANA  | 21.84 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 21.84 | 21.84 | 21.84 | 21.84 | 21.84 | 21.84 | 21.84 | 21.84 | 21.84 |
|          | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 | 40.05 |
|          | 21.84 | 21.84 | 21.84 | 21.84 |       |       |       |       |       |       |       |       | 21.84 |
| PERA     |       |       |       |       | 3.91  | 3.91  | 3.91  | 3.91  | 3.91  | 3.91  | 3.91  | 3.91  | 3.91  |
|          | 7.16  | 7.16  |       |       |       |       |       |       | 7.16  | 7.16  | 7.16  | 7.16  | 7.16  |

|                        |        |        |       |       |      |       |       |        |        |        |        |        |          |
|------------------------|--------|--------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| PRODUCCION POR REFRIG. | 138.10 | 109.10 | 83.80 | 43.75 | 0.00 | 12.46 | 90.56 | 167.06 | 214.27 | 210.73 | 176.31 | 163.85 | 1,409.99 |
|------------------------|--------|--------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|

(\*) Cosecha máxima : 55 %  
 Cosecha media : 30 %  
 Cosecha mínima : 15 %

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1,409.99}{12} = 117.5 \text{ TON/MES}$$

Por lo tanto, la capacidad seleccionada para la planta es:

CAPACIDAD DE LA PLANTA = 117.5 TON.

Las formas normales de empaque de esos productos son cajas de madera de 25 a 30 Kg. aproximadamente, por lo que la cantidad de cajas anuales, tomando como referencia los resultados del cuadro No. 2.1.10, será la siguiente:

| <u>MES</u>   | <u>PRODUCCION REFRIGERADA</u> |                                       |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Ene          | 117.50 Ton.                   |                                       |
| Feb          | 109.10                        |                                       |
| Mar          | 83.80                         |                                       |
| Abr          | 43.75                         |                                       |
| May          | 0.00                          |                                       |
| Jun          | 12.46                         |                                       |
| Jul          | 90.56                         |                                       |
| Ago          | 117.50                        |                                       |
| Sep          | 117.50                        | Entonces:                             |
| Oct          | 117.50                        |                                       |
| Nov          | 117.50                        | $\frac{1'044,670}{25} = 41,786$ cajas |
| Dic          | 117.50                        | <u>anuales</u>                        |
| <u>SUMA:</u> | <u>1,044.67 Ton/año</u>       |                                       |

## 2.2. LOCALIZACION DE LA PLANTA.

El problema de la localización de la planta es aquel en que se decidirá el estado, la región geográfica, la zona y el terreno en que se construirá la planta. En todo el proceso se tenderá a optimizar parámetros, tratando de llegar a la ubicación ideal, entendiéndose por ésta a aquella en la cual los costos de producción y distribución son mínimos, y los precios y volúmenes de venta proveen los mayores beneficios.

La ubicación de la planta tendrá lugar en el punto de mejor conjugación de los siguientes factores:

- Fuentes de materia prima.
- Disponibilidad y costo de mano de obra.
- Ubicación de mercados.
- Disponibilidad y costo de servicios generales.
- Ventajas impositivas.

Para cumplir con los objetivos citados en el inciso 1.2., es evidente que la planta deberá instalarse en una zona rural que cuente con los factores antes señalados.

Por tal motivo se determinó que la planta se instalaría en la comunidad de Ocampo, perteneciente al municipio de Ocampo, que-

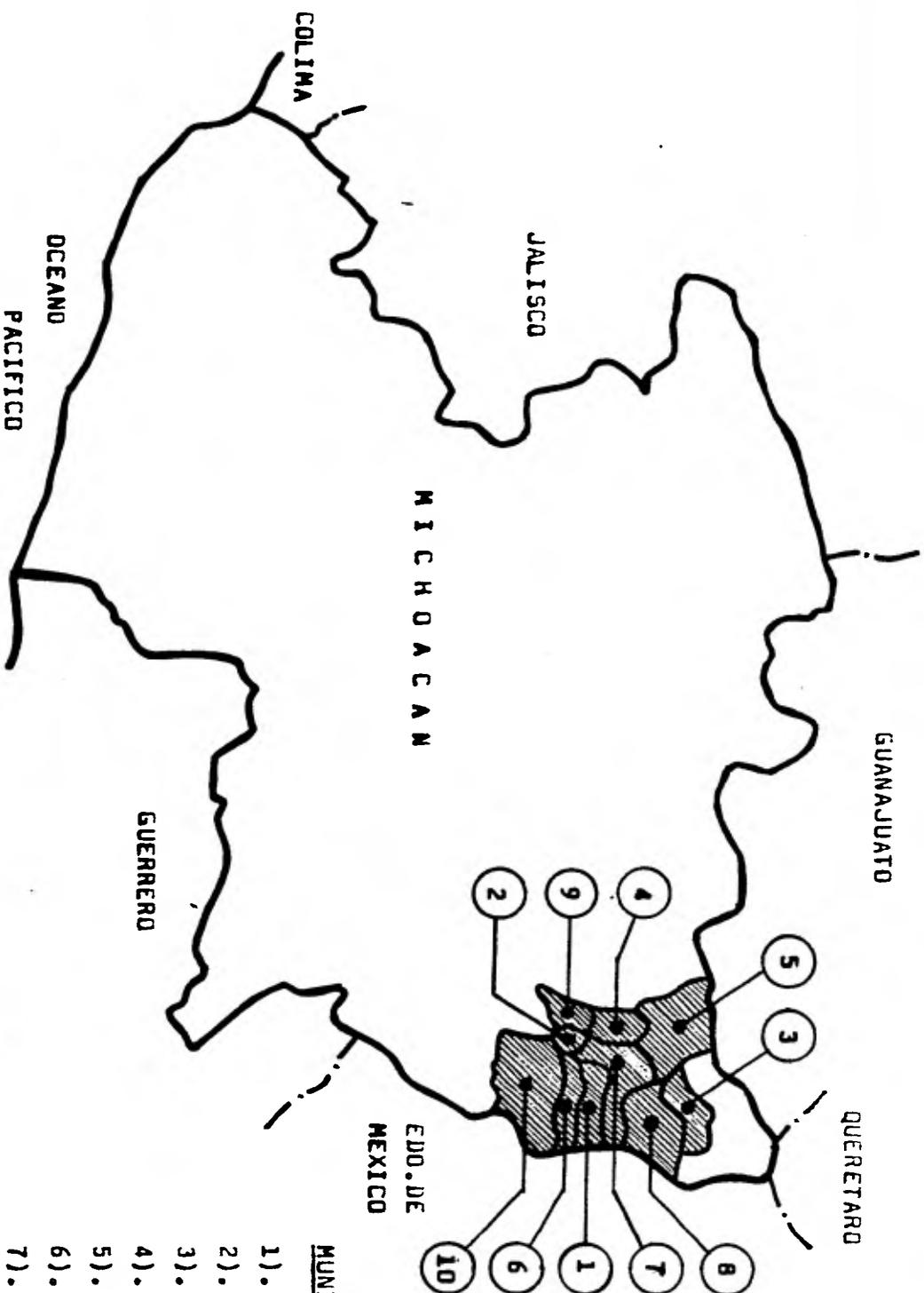
corresponde a la región Mazahua del Estado de Michoacán, ya que - éste último y sobre todo la región mencionada, fincan su actividad económica básicamente en el sector agropecuario.

### 2.2.1. PROCEDIMIENTO DE SELECCION.

Para tomar la decisión final, en relación al lugar más adecuado para la instalación de la planta dentro de la región Mazahua, fue necesario llevar a cabo un sistema de calificación entre los - municipios que integran dicha región, los cuales son: Angangueo, - Aporo, Contepec, Irimbo, Maravatío, Ocampo, Senguio, Tlalpujahua, - Tuxpan y Zitécuaro (ver mapa No. 2.2.1).

El sistema de calificación por puntos considera que a los - factores mencionados anteriormente se les proporciona un peso relativo a través de una calificación de 1 a 5 en función de su importancia. Por ejemplo, si la cercanía con las fuentes de materia prima es muy importante, entonces se da un peso de 5 a dicho factor; - o viceversa, si no es importante se le dará un peso de 1 a ese factor.

Luego se analiza como cumplen los diferentes municipios con los factores. Si cumplen en forma excelente, se califica con 5; si no cumplen para nada con ese requisito, se califica con 1. El paso siguiente es la multiplicación de la calificación por el peso relativo, y la suma que resulte mayor indicará la localización más con



MAPA No. 2.2.1  
 REGION MAZAHUA DE MICHOACAN

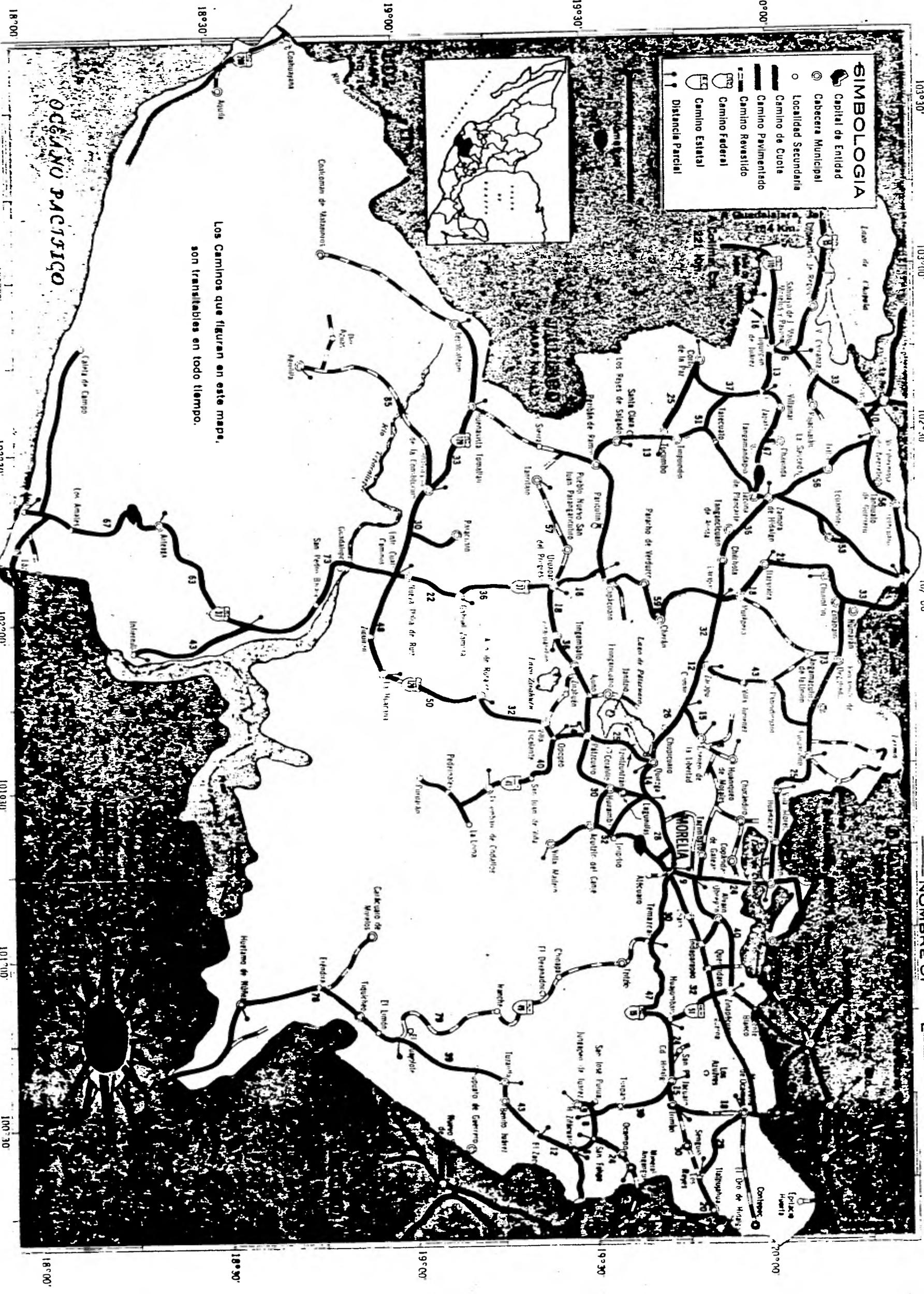
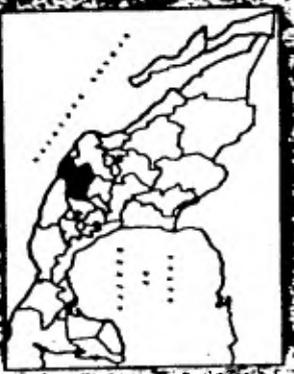
- MUNICIPIOS:**
- 1) . ANGANUEO
  - 2) . APORO
  - 3) . CONTEPEC
  - 4) . IRIMBO
  - 5) . MARAVATIO
  - 6) . OCAMPO
  - 7) . SENGUIO
  - 8) . TLALPUJAHUA
  - 9) . TUXPAN
  - 10) . ZITACUARO

# MICHOACÁN DE OCAJIMPO 16

NUMERO OF

**SIMBOLOGIA**

- 🏛️ Capital de Entidad
- 🏘️ Cabecera Municipal
- Localidad Secundaria
- Camino de Cuota
- ▬ Camino Pavimentado
- ▬ Camino Revestido
- 🚛 Camino Federal
- 🚚 Camino Estatal
- ➔ Distancia Parcial



Los Caminos que figuran en este mapa,  
son transitables en todo tiempo.

OCEANO PACIFICO

18°00' 18°30' 19°00' 19°30' 20°00'

103°30' 103°00' 102°30' 102°00' 101°30' 101°00' 100°30'

veniente. El procedimiento anterior se muestra en el cuadro No. -  
2.2.1.

Como se puede observar, resulta más ventajoso instalar la -  
planta en el municipio de Ocampo. Este municipio se integra por -  
cuatro comunidades: Emiliano Zapata, Los Remedios, Ocampo y Santa-  
Anna. De éstos se eligió la comunidad de Ocampo por poseer la ma--  
yor producción frutícola.

#### 2.2.2. DESCRIPCION DE LA LOCALIDAD.

La comunidad Ocampo tiene 0,100 habitantes; está situada a -  
2,345 m.s.n.m.; el clima es cálido-húmedo y la temperatura media -  
es de 13.7°C. La comunidad se encuentra comunicada, partiendo de -  
Zitácuaro, por 37 Km. de carretera pavimentada en buen estado de -  
conservación, transitable todo el año.

Actualmente, el suelo se usa principalmente para el cultivo  
del maíz, además se localizan plantaciones de aguacate, durazno, -  
manzana y pera principalmente.

#### 2.2.3. CARACTERISTICAS DEL PREDIO.

##### - UBICACION.

El área que se ha proyectado para la instalación de la plan

CUADRO No. 2.2.1

CUADRO COMPARATIVO PARA SELECCIONAR  
LA LOCALIZACION DE LA PLANTA.

| FACTORES                                      | PESO RELATIVO | MUNICIPIOS DE LA REGION MAZAHUA |       |          |        |           |        |         |             |        |           |
|---|---------------|---------------------------------|-------|----------|--------|-----------|--------|---------|-------------|--------|-----------|
|   |               | ANGANGUED                       | APORO | CONTEPEC | IRIMBO | MARAVATIO | OCAMPO | SENGUIO | TLALPUJAHUA | TUXPAN | ZITACUARO |
| Fuentes de materia prima                      | 5             | 4/20                            | 4/20  | 3/15     | 4/20   | 5/25      | 5/25   | 4/20    | 3/15        | 2/10   | 4/20      |
| Disponibilidad y costo de M.O.                | 2             | 3/6                             | 4/8   | 4/8      | 4/8    | 4/8       | 4/8    | 4/8     | 3/6         | 3/6    | 3/6       |
| Ubicacion de mercados                         | 5             | 3/15                            | 1/5   | 2/10     | 3/15   | 4/20      | 4/20   | 2/10    | 3/15        | 4/20   | 5/25      |
| Disponibilidad y costo de servicios gresales. | 4             | 2/8                             | 3/12  | 2/8      | 4/16   | 4/16      | 5/20   | 2/8     | 3/12        | 4/16   | 5/20      |
| Ventajas improductivas                        | 3             | 5/15                            | 5/15  | 5/15     | 5/15   | 5/15      | 5/15   | 5/15    | 5/15        | 5/15   | 5/15      |
| <b>TOTAL :</b>                                |               | 64                              | 60    | 56       | 74     | 84        | 88     | 61      | 63          | 67     | 86        |

ta, se encuentre localizada en los alrededores de la comunidad -  
Ocampo, sobre la carretera que va hacia Zitácuaro.

- TIPO DE TENENCIA.

El tipo de tenencia es ejidal. Los pequeños productores que habitan la zona cuentan con crédito bancario, destinado para la -- compra de semillas, fertilizantes y forraje.

- SUPERFICIE.

El área del predio es de 336.00 m<sup>2</sup>, cuyas dimensiones son - de 16 x 21 m., pero por encontrarse en una zona localizada en las- afueras de la comunidad podrá ampliarse si es necesario.

- DISPONIBILIDAD DEL AGUA. .

La comunidad se abastece de agua de un manantial, y para a- asegurar el suministro de este líquido a la planta se requiere in-- troducir una toma de agua en el predio.

- DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA.

La comunidad cuenta con el servicio de energía eléctrica, y para satisfacer las necesidades de la planta se contratará el ser- vicio en alta tensión ( 13.2 KV.), bajo la tarifa No. 8 "Servicio- General en Alta Tensión", para lo cual es necesario instalar una - subestación reductora de 13.2/0.22 KV, con las características es- pecialadas en el inciso 4.4., correspondiente a selección y especi- ficaciones del equipo.

## 2.3. DISTRIBUCION DE PLANTA.

### 2.3.1. ARREGLO DE CONJUNTO.

La distribución de planta pretende lograr una disposición -- del equipo y área de trabajo que sea la más económica para la operac*ión* a que se destina, pero, sin embargo, segura y satisfactoria pa*ra* los trabajadores; una disposición productiva de personal, mate*riales*, maquinaria y servicios auxiliares, que llegue a fabricar un producto a un costo suficientemente bajo para venderlo con benefi*cio* en un mercado de competencia.

Las dimensiones y ubicación de las diferentes áreas que integran la planta (ver plano No. 2.3.1), fueron definidas en base a -- las siguientes premisas:

- Integración global de todos los factores que afectan a la distribución, tales como: material (producto), maquinaria (equipo), personal, movimiento, espera, servicios, edifi*cio* y cambios.
- Mínimas distancias en el movimiento de los productos.
- Circulación adecuada del personal y los productos.

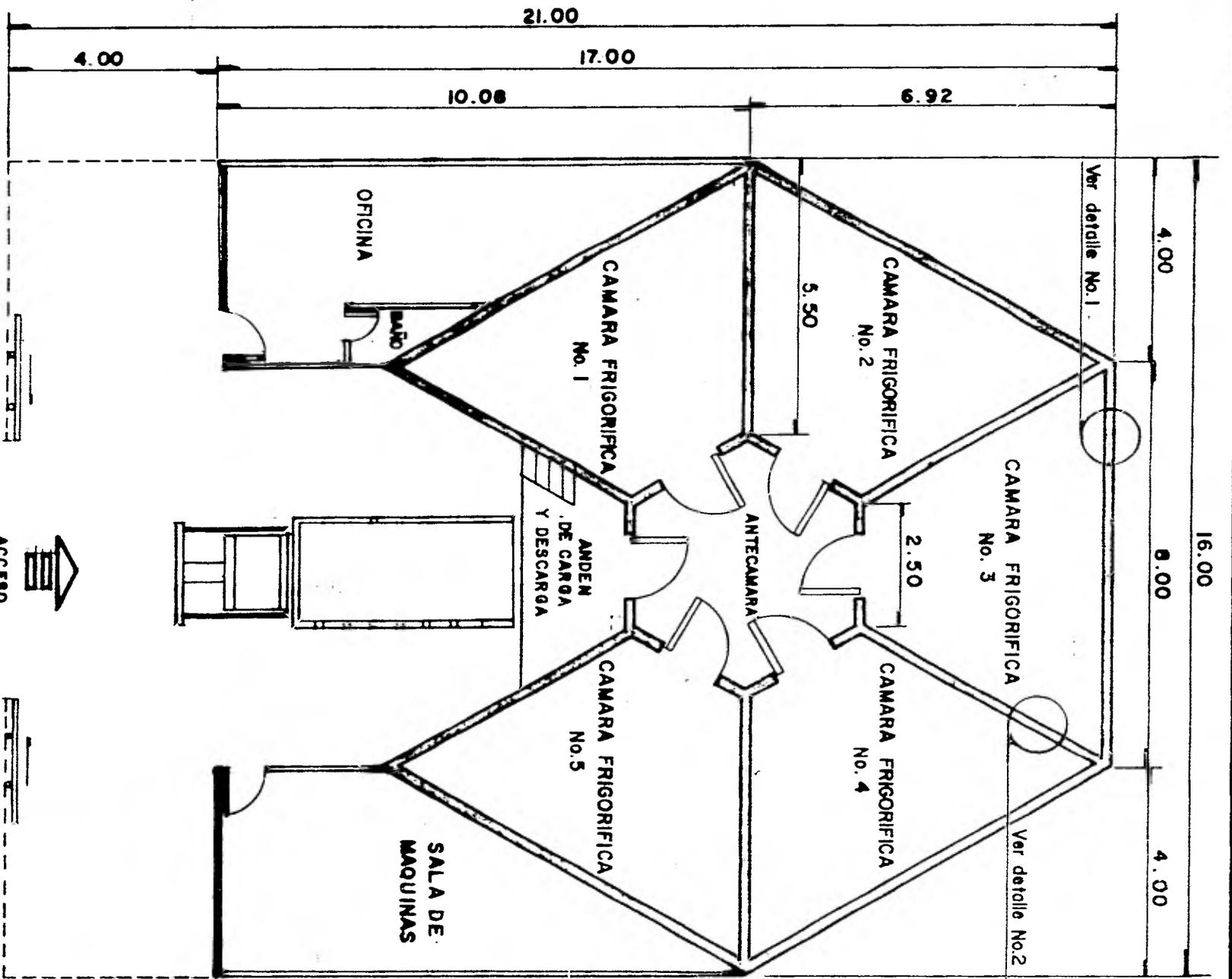
- Utilización efectiva de todo el espacio.
- Seguridad para el personal.
- Disposición flexible que puede ser fácilmente reajustada.

La planta consta de:

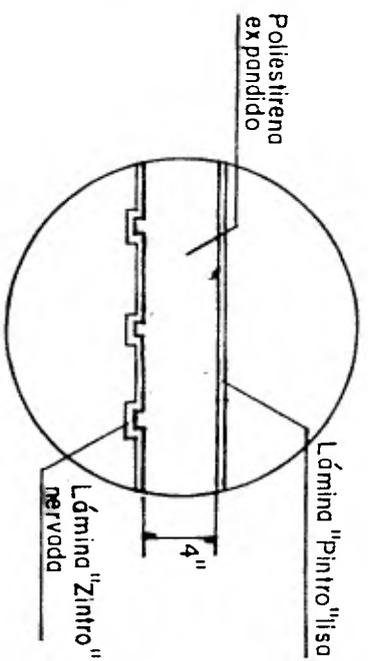
- Cinco cámaras frigoríficas.
- Antecámara.
- Sala de máquinas.
- Oficina.
- Andén de carga y descarga.
- Estacionamiento.

CAMARAS FRIGORIFICAS. Las cinco cámaras frigoríficas se proyectaron con una superficie en forma trapezoidal de  $25.00 \text{ m}^2$  y con una altura de  $4.00 \text{ m.}$ , obteniendo así un volumen de  $100.00 \text{ m}^3$  por cada cámara. Este volumen es suficiente para almacenar y conservar los productos en cuestión.

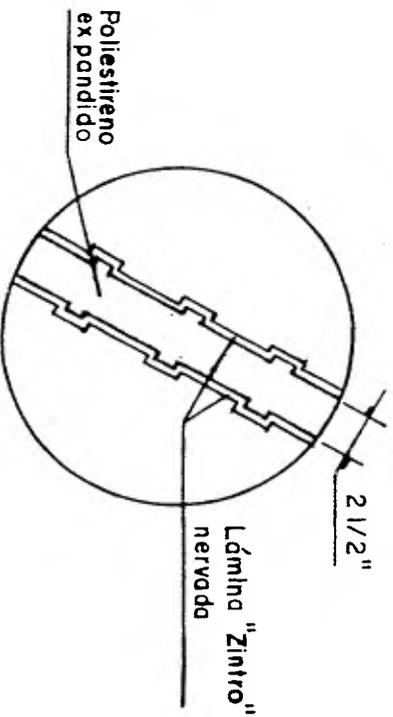
Estas cámaras podrán operar como una sola cámara o con uno, dos, tres o cuatro divisores, de tal manera que en cada una de las divisiones se podrá mantener diferente temperatura, y aún tener fuera de servicio una o más de las secciones cuando las necesidades de



**PLANTA**  
ESC. 1:100

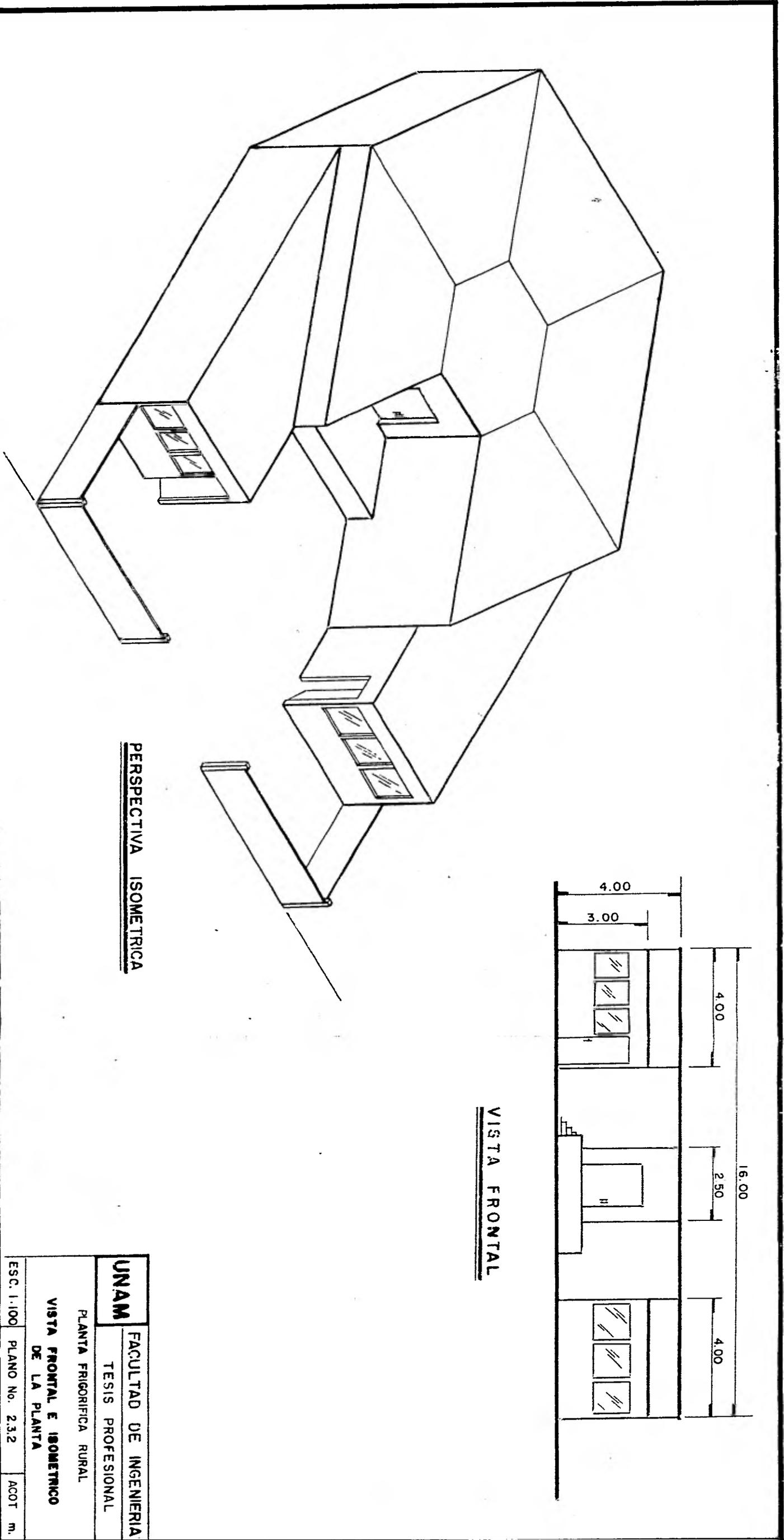


**DETALLE No. 1**  
ESC. 1:10



**DETALLE No. 2**  
ESC. 1:10

|                          |                        |          |
|--------------------------|------------------------|----------|
| <b>UNAM</b>              | FACULTAD DE INGENIERIA |          |
|                          | TESIS PROFESIONAL      |          |
| PLANTA FRIGORIFICA RURAL |                        |          |
| DISTRIBUCION DE PLANTA   |                        |          |
| ESC. Las Ind             | PLANO No. 2.3.1        | ACOT. m. |



PERSPECTIVA ISOMETRICA

VISTA FRONTAL

|   |                        |
|---|------------------------|
| <b>UNAM</b>                             | FACULTAD DE INGENIERIA |
|   | TESIS PROFESIONAL      |
| PLANTA FRIGORIFICA RURAL                |                        |
| VISTA FRONTAL E ISOMETRICO DE LA PLANTA |                        |
| ESC. 1:100                              | PLANO No. 2.3.2        |
|   | ACOT. m.               |

operación y movimiento de cargas así lo requieran. Lo anterior permitirá que durante la operación de las cámaras, productos de diferente naturaleza que no deban mezclarse, se estiben separadamente.

El arreglo tipo modular de estas cámaras, obedece a principios y lineamientos técnicos por la forma de estibe, operación y movimientos en las mismas; de tal manera que si fuese necesario ampliar la planta, se llevaría a cabo incrementando los módulos o cámaras que se requieran, adosadas a las ya existentes.

**ANTECAMARA.** El área correspondiente a la antecámara es de 16.25 m<sup>2</sup>, en forma exagonal. El arreglo modular utilizado permite la instalación de una antecámara común en forma radial, con las siguientes ventajas:

- Es posible realizar el pre-enfriamiento del producto.
- Evita el contacto brusco de los trabajadores con las bajas temperaturas de las cámaras.
- El producto tiene acceso a cualquiera de las cámaras, recorriendo la misma distancia.
- El producto se puede estibar de tal manera que no se obstruya el paso por las puertas de acceso a cada cámara.
- Se impide la apertura directa al exterior de las puertas de cada cámara, eliminando de esta manera la entrada directa del calor que existe en el medio exterior.
- Por los ángulos y posición de los muros, se facilita la -

circulación del aire frío, de tal forma que no existirán pequeñas áreas no refrigeradas.

**SALA DE MAQUINAS.** La sala de máquinas tiene un área de - 26.50 m<sup>2</sup>, suficiente para alojar todo el equipo de refrigeración y además la subestación compacta unitaria tipo paquete que requiere la planta.

**OFICINA.** El área destinada para la oficina, fue estimada en base a los requerimientos de la planta en lo que respecta al personal administrativo, considerando una superficie de 24.00 m<sup>2</sup>.

**ESTACIONAMIENTO Y ANDEN DE CARGA Y DESCARGA.** Para la debida circulación, tanto del personal como de los vehículos de suministro y entrega del producto refrigerado, se consideró necesario el área y distribución mostrada en el plano general.

Para dimensionar las cámaras, se consideró la forma y volumen de estiba, así como también el tipo de empaque necesario para almacenar los productos; es decir, fue necesario tomar en cuenta:

- Los espacios requeridos para movimientos.
- Los anaqueles o rieles de carga necesarios.
- El empaque, que por lo general es de madera cuyas dimensiones son de 50 x 30 x 30 cm.

- La separación necesaria entre cajas para la circulación de aire.
- El equipo de refrigeración que requiere instalarse dentro de las cámaras.

Para la colocación de las cajas de fruta en las cámaras, se utilizarán anaqueles de lámina troquelada con las siguientes dimensiones (largo x ancho x alto):

|    |              |                       |           |
|----|--------------|-----------------------|-----------|
| 5  | anaqueles de | 7.20 x 1.00 x 3.60 m. | cada uno. |
| 10 | " "          | 3.30 x 1.00 x 3.60 m. | " "       |
| 5  | " "          | 1.20 x 1.00 x 3.60 m. | " "       |

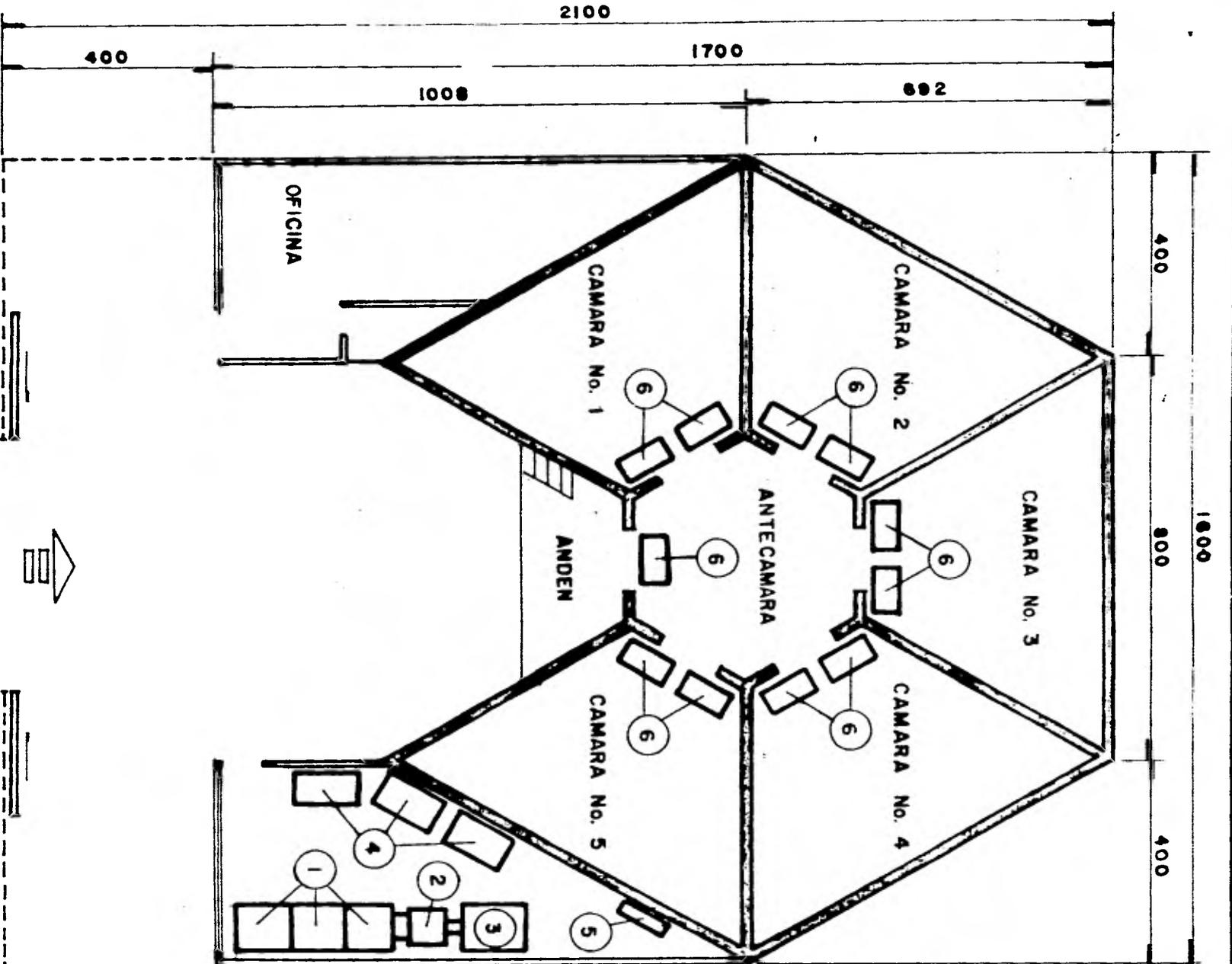
Los anaqueles tendrán 10 niveles y estarán distribuidos como se muestra en el plano No. 2.3.3.

La cantidad de cajas que podrán alojarse en los anaqueles es la siguiente:

- Por nivel, en una cámara:  $46 + 20 + 20 + 8 = 94$  cajas.
- Por cada cámara:  $(94) (10) = 940$  cajas.
- Por las cinco cámaras:  $(940) (5) = \underline{4,700}$  cajas

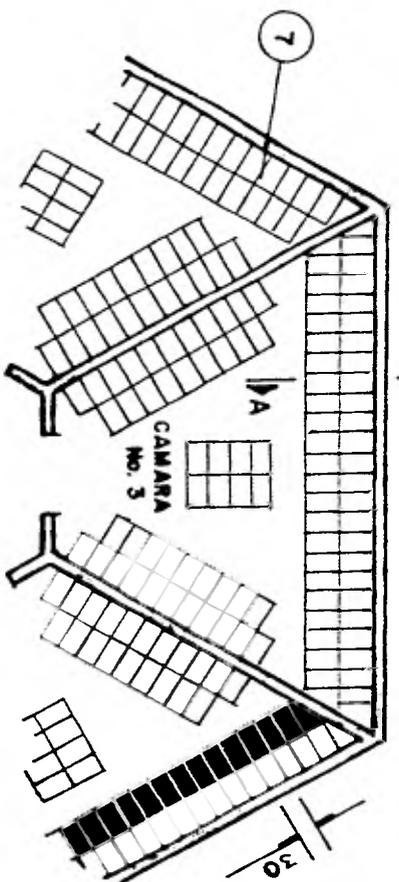
El peso de la caja junto con la fruta, con las dimensiones señaladas, varía de 25 a 30 Kg., de ahí que el volumen promedio de estiba (VPE) sea:

$$\text{volumen de la caja} = (0.5) (0.3) (0.3) = 0.045 \text{ m}^3.$$



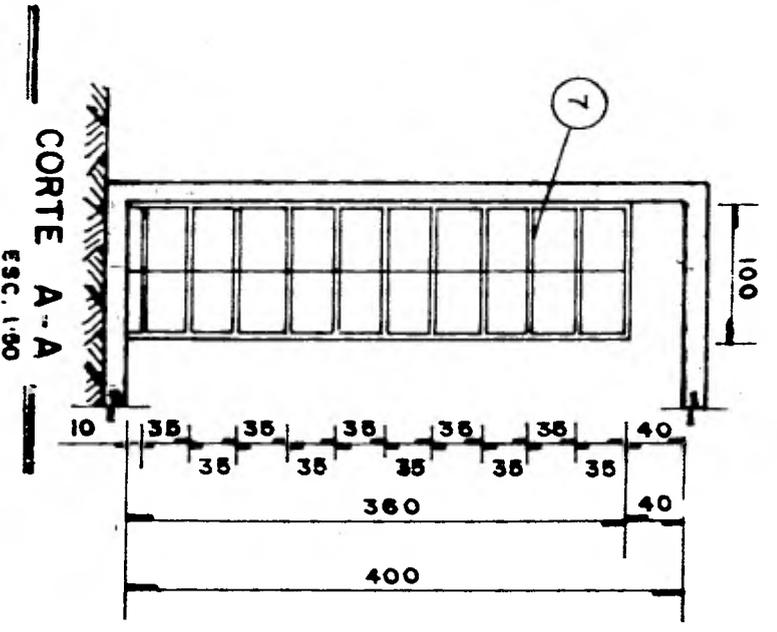
PLANTA  
ESC. 1:100

| No | CANT | DESCRIPCION  |
|----|------|--|
| 1  | 1    | Tablero con equipo de medición, protección y control de alta tensión (13.2 KV)                               |
| 2  | 1    | Transformador de distribución de 75 KVA; 13200/220-127 V.  |
| 3  | 1    | Tablero de distribución de baja tensión (220-127 V).   |
| 4  | 3    | Compresor modelo MYCOM 95 FH-2A con separador de aceite y condensador enfriado por aire.                     |
| 5  | 1    | Tanque receptor.   |
| 6  | 11   | Evaporador modelo SC1348, con válvula de expansión, deshidratador de línea y válvulas de servicio y control. |
| 7  | 20   | Anaqueles para almacenamiento.   |



ARREGLO DE ANAQUELES

PLANTA  
ESC. 1:100



CORTE A-A  
ESC. 1:50

|                              |                  |           |
|------------------------------|------------------|-----------|
| <b>URAM</b>                  |                  |           |
| FACULTAD DE INGENIERIA       |                  |           |
| TESIS PROFESIONAL            |                  |           |
| PLANTA FRIGORIFICA RURAL     |                  |           |
| <b>DISPOSICION DE EQUIPO</b> |                  |           |
| ESC. los Ind.                | PLANO No 2. 3. 3 | ACOT. cm. |

Si 25 Kg. ---- 0.045 m<sup>3</sup>.

1,000 Kg. ---- X

de donde:

$$X = \frac{(0.045) (1.000)}{25} = 1.8$$

$$\underline{VPE = 1.8 \text{ m}^3/\text{ton.}}$$

Por lo tanto, si se tienen 4,700 cajas y considerando que el peso es de 25 Kg. por caja, se puede obtener la capacidad de la planta:

$$(4700) (25) = 117,500 \text{ Kg.}$$

CAPACIDAD DE LA PLANTA: 117.5 TON.

Evidentemente, esta capacidad coincide con la calculada previamente.

### 2.3.2. TIPO DE CONSTRUCCION.

Para determinar el tipo de construcción de las cámaras frigoríficas, se analizaron en forma general las siguientes alternativas:

- 1). TIPO FIJAS. Este tipo de cámaras se construyen de mampostería, con aislamientos, revestimientos e instalaciones -

electromecánicas no totalmente desmontables ni aprovechables si se llevara a cabo alguna ampliación o un cambio de localización.

- 2). TIPO DESARMABLES (PRE-CONSTRUIDAS). Estas cámaras se --  
construyen con estructuras metálicas y paneles prefabricados desmontables, que permiten obtener una mayor flexibilidad en cuanto a la forma y lugar de su instalación.

De lo anterior, se consideró más conveniente la aplicación de las cámaras tipo "desarmables", ya que son lo suficientemente --  
flexibles para prever un crecimiento futuro en forma modular; o --  
bién, tener la alternativa de cambiar de lugar la instalación cuando por razones de carácter económico o de operación así lo señalen.

Este tipo de cámaras tienen un acabado exterior con láminas "pintro" lisas, de color blanco impregnado a fuego y en la parte interior, con láminas "zintro" nervada. En la parte intermedia se inyecta una capa de aislamiento de poliestireno expandido con un espesor de 4 plg., como se muestra en los detalles del plano No. 2.3.1.

#### 2.4. ORGANIZACION.

Es evidente que alguien debe dirigir y administrar la planta; ese alguien puede ser una persona aislada, o un grupo de pequeños productores asociados. Esto último es lo más conveniente para este caso, porque de esta forma, además de que se beneficia a un mayor número de campesinos, se tiene asegurada la utilización de la planta.

Aunado a lo anterior y tratando de cumplir los objetivos citados en el inciso 1.2., se considera importante que la organización de la planta se lleve a cabo a través de una "cooperativa", la cual se explicará más adelante.

Este grupo asociado será quién tome las decisiones sobre lo que se va a producir, como se va a producir, cuanto se va a producir y preguntas semejantes en relación con las ventas. Asimismo será quién se preocupe por aportar los recursos financieros, económicos, tecnológicos y humanos que requiere la planta.

Físicamente se puede considerar representado el factor correspondiente a la dirección y administración, por las personas encargadas de cumplir con las funciones descritas, pero aparte de su representación física se puede considerar que existe otra de naturaleza abstracta, en la que figuren: fijar objetivos, seleccionar-

productos para la producción, diseñar procesos productivos, formular planes de operación, de financiamiento y de ventas, establecer controles para la operación, manejar las corrientes monetarias de la empresa, establecer políticas para el manejo del personal empleado, etc.

Indudablemente que cuando la dirección y administración de la planta falle, o sea, cuando se convierta en un factor limitante, es muy difícil que le misma subsista como consecuencia del comportamiento favorable de los otros factores (financiamiento, medios de producción, fuerza de trabajo, etc.) exclusivamente. De ahí que se hable mucho de una cualidad que debe desarrollar el director de una empresa, el llamado "espíritu de empresa", expresión que lleva no sólo la idea de que el empresario debe ser una persona enérgica y trabajadora, sino el requisito de que tenga los conocimientos necesarios para poder planear, operar y controlar en forma eficiente toda la actividad que se desarrolla dentro de su negocio.

Se ha dicho que en los sectores de la industria y de los servicios, en el medio mexicano, los empresarios han desarrollado en forma notable el espíritu de empresa; mientras que en el sector rural, salvo escasas excepciones, los productores agropecuarios carecen de las cualidades que definen a un buen empresario. Considero que no es difícil encontrar explicación a este fenómeno, ya que no obedece a menores facultades intelectuales o volutivas de los campesinos, porque con toda seguridad la explicación se puede en-

contrar en la falta de motivación ocasionada por la carencia de incentivos económicos en la operación de la mayor parte de las empresas agrícolas, en las que el campesino lleva a cabo una lucha azarosa frente a las deficiencias climáticas y las carencias de carácter económico, consecuencia de la deficiente ayuda financiera. El otro factor es el desconocimiento casi generalizado de principios elementales sobre administración agropecuaria, que tiene como consecuencia la falta de claridad, en la mente de los campesinos, de las políticas adecuadas a desarrollar, para aumentar la eficiencia económica de sus empresas y crear sus propios incentivos.

#### 2.4.1. COOPERATIVA AGRICOLA.

Las experiencias realizadas en varios países, han demostrado a través de la historia del cooperativismo agrario, que los problemas agrícolas que no fueron resueltos, no sólo por los agricultores individualmente, sino por los mismos gobiernos, hayaron solución mediante el esfuerzo cooperativo.

Tratando de unificar los criterios de varios autores, se puede definir la cooperativa agrícola como: "...una asociación de agricultores, con el fin de adquirir bienes y servicios para su uso, o para producir y comercializar su producción en forma colectiva, distribuyéndose los excedentes que las sociedades mercantiles consideran ganancias, en proporción a la participación que cada uno haya -

tomado en las operaciones de la sociedad".

En nuestro país se ha encontrado en el cooperativismo, el mejor recurso para mejorar las condiciones de vida de los trabajadores del sector agropecuario. En 1935 el gobierno de Quintana Roo -- procedió a organizar la primera cooperativa de la región para la explotación del chicle; ésta empezó su funcionamiento en ese año y fue tal el éxito obtenido en este ensayo, que el Gobierno Federal acordó otorgarle un crédito para ayudar a formar nuevas cooperativas, que no solamente den solución al problema económico existente en el medio rural, sino que sirvan como instrumento máximo en el desarrollo social.

Se puede decir que la cooperativa agrícola se origina en la necesidad de desarrollar una producción agrícola más abundante y diversificada, mediante la implantación de técnicas científicas que -- tiendan a incrementar el volumen físico y mejorar la calidad de los productos obtenidos, así como también reducir el costo de producción para obtener un mayor rendimiento económico mediante la participación de todos, en el esfuerzo de lograr los resultados deseados por la empresa y que el agricultor no puede conseguir aisladamente.

Lo anterior se logra gracias a que mediante los recursos a-- unados de todos, puede utilizarse más eficientemente el suelo así como la aplicación de mejores técnicas de labores, selección de semillas, mecanización del trabajo, transformación, conservación y transp

porte de los productos y finalmente su comercialización directa - en los grandes mercados.

Por lo tanto, se puede decir que la cooperativa agrícola - tiene las siguientes ventajas:

- Eficiente utilización de la tierra y su mejoramiento.
- Utilización eficiente de capital, reducción del costo de - producción y precios más remunerativos, suprimiendo a los - intermediarios.
- Aumento de la demanda, mediante la ampliación de los merca - dos de alcance del productor.

Una cooperativa comprende los siguientes principios:

1. La asociación es de seres como tales y no de capitales.
2. Los miembros de la asociación son iguales, siendo la regla aceptada: "un miembro, un voto".
3. El acto de asociación es voluntario.
4. La asociación tiene objetivos que presenta un interés co-- mún para los miembros, y cuyo logro requiere el consumo de dichos objetivos.

Toda cooperativa debe registrarse y demostrar a la autori- dad competente sus propósitos, además de los métodos mediante los cuales se propone realizarlos y que son realmente cooperativas.

## 2.5. ESTUDIO ECONOMICO.

El objetivo principal de este capítulo es mostrar las condiciones, tanto iniciales como de operación normal de la planta, en lo que respecta al funcionamiento de la misma.

### 2.5.1. INVERSION INICIAL.

| INVERSION INICIAL            |                 |
|------------------------------|-----------------|
| 1). Terreno:                 | \$ 67,200.00    |
| 2). Obra civil:              | 50,400.00       |
| 3). Cámaras pre-construidas: | 1'045,930.00    |
| 4). Equipo de refrigeración: | 753,540.00      |
| 5). Equipo eléctrico:        | 783,600.00      |
| 6). Varios:                  | 200,000.00      |
| 7). Ingeniería de proyecto:  | 87,020.10       |
| TOTAL:                       | \$ 2'987,690.10 |

### ANALISIS DE LA INVERSION INICIAL.

1). TERRENO. El terreno donde se ubicará la planta, se estima que tiene un costo de \$ 200.00 por m<sup>2</sup>, siendo el --  
 área necesaria igual a 336 m<sup>2</sup>; de donde:

$$336 \text{ m}^2 \cdot \$ 200.00 / \text{m}^2 : \dots \dots \dots \$ \underline{67,200.00}$$

2). OBRA CIVIL. La construcción necesaria para la planta es solamente lo relativo a: andén de carga y descarga, rampa, instalación sanitaria y una plancha de concreto para toda la planta. Considerando un costo de \$ 150.00 /m<sup>2</sup> y como el área total es de 336 m<sup>2</sup>, se tiene: . . . . . \$ 50,400.00

3). CAMARAS PRE-CONSTRUIDAS. De acuerdo a cotizaciones de compañías nacionales especializadas, en quienes se pueden confiar este tipo de construcciones, el costo de las cámaras frigoríficas desarmables pre-construidas, incluyendo oficina y sala de máquinas, así como su instalación, es de: . . . \$ 1'045,930.00

4). EQUIPO DE REFRIGERACION.

| Cantidad | Concepto  | Precio unitario | Total         |
|----------|---|-----------------|---------------|
| 3        | Compresor Mca. MYCOM Mod. 95 FH-2A, 7.8 T.R., 15 H.P., - con separador de aceite, condensador enfriado por aire y equipo de control integrado . . . . . | \$ 67,600.00    | \$ 202,800.00 |
| 11       | Difusor Mca. RECOLD Mod. 5C 1348, 28,500 BTU/hr, con accesorios auxiliares . . . . .  | 38,650.00       | 425,150.00    |

Se estima en este costo un excedente del 20 % del mismo por su instalación y responsiva . . . . . 125,590.00

SUMA: \$ 753,540.00

## 5). EQUIPO ELECTRICO.

Una subestación compacta unitaria que incluye las siguientes partes (ver especificaciones):

Un tablero de alta tensión, integrado por: sección de medición, sección de cuchillas de prueba y sección de protección. . . . . \$ 412,800.00

Un transformador de distribución para servicio intemperie, sumergido en aceite, autoenfriado tipo OA, capacidad 75 KVA, relación-13,200/220-127 V., conexión  $\Delta/Y_3$ . . . . . 125,000.00

Un tablero de baja tensión con el interruptor general y todos los interruptores termomagnéticos especificados. . . . . 115,200.00

Se estima en este costo un excedente de 20 % - del mismo por su instalación y responsiva. . . . . 130,600.00

SUMA: \$ 783,600.00

## 6). VARIOS.

1 lote de tuberías y accesorios para la instalación frigorífica.

1 lote de cables, luminarias y accesorios para la instalación eléctrica.

1 lote de herramientas para mantenimiento.

Mobiliario y enseres de oficina.

Anaqueles para las cinco cámaras.

Por este concepto, se estima un costo total de: . . . \$ 200,000.00

7). INGENIERIA DE PROYECTO. Se estima un 3 % sobre la suma de los  
conceptos anteriores (2'900,670.00):. . . . . \$ 87,020.10

## 2.5.2. COSTO DE OPERACION.

## -- COSTOS FIJOS --

| CONCEPTO          | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO ANUAL            | COSTO UNITARIO POR CAJA REFRIGERADA |
|-------------------|----------|--------|-----------------|------------------------|-------------------------------------|
| M. O. Directa     | 17,520   | H-h    | \$ 25.27        | \$ 442,745.00          |                                     |
| Administración    | 11,680   | H-h    | 34.37           | 401,500.00             |                                     |
| Prestaciones      |          | Lote   |                 | 236,388.60             |                                     |
| Depreciación      |          | Lote   |                 | 258,307.00             |                                     |
| Seguros y Fianzas |          | Lote   |                 | 44,815.35              |                                     |
|                   |          |        |                 | <u>\$ 1'383,755.95</u> | \$ 33.12                            |

## -- COSTOS VARIABLES --

| CONCEPTO          | CANTIDAD | UNIDAD         | PRECIO UNITARIO | COSTO ANUAL          | COSTO UNITARIO POR CAJA REFRIGERADA |
|-------------------|----------|----------------|-----------------|----------------------|-------------------------------------|
| Electricidad      | 329,544  | Kw-h           | \$ 0.55         | \$ 182,093.04        |                                     |
| Lubricantes       | 300      | Lt.            | 35.00           | 10,500.00            |                                     |
| Refrigerante F-22 | 75       | Kg.            | 72.00           | 5,400.00             |                                     |
| Agua              | 1,825    | m <sup>3</sup> | 0.25            | 456.25               |                                     |
|                   |          |                |                 | <u>\$ 198,449.29</u> | \$ 4.75                             |

## COSTO DE OPERACION:

$$1'383,755.95 + 198,449.29 = \underline{\underline{\$ 1'582,205.24}}$$

ANALISIS DE LOS COSTOS FIJOS.

## 1). MANO DE OBRA DIRECTA.

| Personal         | Cantidad | Salario<br>Diario | Salario<br>Anual | Horas-hombre<br>Anuales | Costo de<br>la H-h |
|------------------|----------|-------------------|------------------|-------------------------|--------------------|
| Maestro Mec-Elec | 1        | \$ 325.00         | \$ 118,625.00    | 2,920                   | \$ 40.62           |
| Ayudante Mtro.   | 1        | 208.00            | 75,920.00        | 2,920                   | 26.00              |
| Estibadores      | 3        | 170.00            | 186,150.00       | 8,760                   | 21.25              |
| Vigilante        | 1        | 170.00            | 62,050.00        | 2,920                   | 21.25              |
| TOTAL: 6         |          |                   | \$ 442,745.00    | 17,520                  | \$ 25.27           |

## 2). ADMINISTRACION.

| Personal         | Cantidad | Salario<br>Diario | Salario<br>Anual | Horas-hombre<br>Anuales | Costo de<br>la H-h |
|------------------|----------|-------------------|------------------|-------------------------|--------------------|
| Administrador    | 1        | \$ 455.00         | \$ 166,075.00    | 2,920                   | \$ 56.87           |
| Aux.Contabilidad | 1        | 260.00            | 94,900.00        | 2,920                   | 32.50              |
| Secretaria       | 1        | 215.00            | 78,475.00        | 2,920                   | 26.87              |
| Aux.de servicios | 1        | 170.00            | 62,050.00        | 2,920                   | 21.25              |
| TOTAL: 4         |          |                   | \$ 401,500.00    | 11,680                  | \$ 34.37           |

## 3). PRESTACIONES.

- 1 % - Educación.
- 5 % - Habitación.
- 22 % - Seguro social, vacaciones, aguinaldo.

28 %

Costo anual: 28 % de la mano de obra directa y administración.

0.28 (442,745.00 + 401,500.00) . . . . . \$ 236,388.60

## 4). DEPRECIACION.

10 % sobre el valor de las cámaras y equipo electromecánico:

0.10 (1'045,930.00 + 753,540.00 + 783,600.00). . . \$ 258,307.00

## 5). SEGUROS Y FIANZAS.

Costo anual: 1.5 % sobre inversión inicial (fija):

0.015 (2'987,690.10). . . . . \$ 44,815.35

## COSTO UNITARIO POR CAJA REFRIGERADA, SEGUN COSTOS FIJOS:

Suma de costos fijos entre cantidad de cajas anuales, es decir:

$$\frac{1'383,755.95}{41,786} = \$ 33.12 \text{ por caja.}$$

ANALISIS DE LOS COSTOS VARIABLES.

## 1). ELECTRICIDAD.

|   |             |      |
|---|-------------|------|
| Potencia instalada: . . . . .                                       | 56.429      | Kw   |
| Tiempo de operación diario: . . . . .                               | 16          | Hrs. |
| Consumo mensual: $\frac{56.429 \times 16 \times 365}{12}$ . . . . . | 27,462      | Kw-h |
| Demanda base de facturación: . . . . .                              | 28,000      | Kw-h |
| Consumo anual: $27,462 \times 12$ . . . . .                         | 329,544     | Kw-h |
| Costo mensual bajo "Tarifa No. B":                                  |             |      |
| 21.0353 (1.659) (50) . . . . .                                      | \$ 1,744.88 |      |
| 28.6845 (1.659) (6.429). . . . .                                    | 305.94      |      |

|  |                  |
|--|------------------|
| 0.4781 (1.659) (90) . . . . .                | \$. 71.39        |
| 0.3825 (1.659) (180) . . . . .               | 114.22           |
| 0.2868 (1.659) (27,462 - 180 - 90) . . . . . | <u>12,937.99</u> |
| SUMA: \$                                     | <u>15,174.42</u> |

Costo anual: (15,174.42 x 12). . . . . \$ 182,093.04

2). LUBRICANTES.

Se requieren aproximadamente 300 Lts. al año y el costo es de  
\$ 35.00 /Lt. . . . . \$ 10,500.00

3). REFRIGERANTE FREON 22.

Carga de refrigerante, a razón de 25 Kg. al año por unidad a-  
\$ 72.00 /Kg. (25 x 3 x 72). . . . . \$ 5,400.00

4). AGUA.

Servicios generales: 5 m<sup>3</sup>/día a \$ 0.25 /m<sup>3</sup>.

Costo anual: (5 x 365 x 0.25). . . . . \$ 456.25

COSTO UNITARIO POR CAJA REFRIGERADA SEGUN COSTOS VARIABLES:

Suma de costos variables entre cantidad de cajas anuales, es decir:

$$\frac{198,449.29}{41,786} = \$ 4.75 \text{ por caja.}$$

De lo anterior se concluye, que el cargo a la caja de fruta o producto refrigerado de acuerdo al COSTO ANUAL DE OPERACION será:

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Por costos fijos:     | \$ 33.12        |
| Por costos variables: | <u>4.75</u>     |
| TOTAL:                | <u>\$ 37.87</u> |

De donde el costo mensual por cada caja de producto que entre a la cámara frigorífica, independientemente al tiempo que pueda permanecer en ella, será:

$$37.87 / 12 = \$ 3.16 \text{ mes-caja.}$$

Y considerando el peso promedio de 25 Kg. por caja, independientemente al producto de que se trate, el costo por mes-Kg. será:

$$3.16 / 25 = \$ 0.126 \text{ mes-Kg.}$$

Es decir, cuesta casi trece centavos mantener un Kg. al mes.

#### PRECIO DEL SERVICIO.

Si se considera un precio de servicio de \$ 0.30 mes-Kg, se tendrán los siguientes precios:

|          |           |
|----------|-----------|
| \$ 0.30  | mes-Kg.   |
| \$ 3.60  | año-Kg.   |
| \$ 7.50  | mes-caja. |
| \$ 90.00 | año-caja. |

De acuerdo a lo anterior, los ingresos serán:

INGRESO MENSUAL POR EL SERVICIO: . . . . . \$ 313,395.00  
 (1'044,670 x 0.30) 6 (41,786 x 7.50)

INGRESO ANUAL POR EL SERVICIO: . . . . . \$ 3'760,740.00  
 (1'044,670 x 3.60) 6 (313,395.00 x 12)

CAPITAL DE TRABAJO.

|                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| Mano de obra directa: . . . . . | \$ 442,745.00       |
| Administración: . . . . .       | 401,500.00          |
| Prestaciones: . . . . .         | 236,388.60          |
| Costos variables: . . . . .     | <u>198,449.29</u>   |
| TOTAL: \$                       | <u>1'279,082.89</u> |

## 2.5.3. RENTABILIDAD.

---

|   |                 |
|---|-----------------|
| Ventas anuales:                             | \$ 3'760,740.00 |
| Costo anual de operación:                   | 1'582,205.24    |
| Utilidad bruta antes de impuesto:           | 2'178,534.76    |
| Impuesto sobre la renta (ISR-42%):          | 914,984.60      |
| Franquicia fiscal (30% por ser zona No. 3): | 274,495.38      |
| Utilidad neta:                              | 1'538,045.54    |
| Inversión inicial:                          | 2'987,690.10    |
| Capital de trabajo:                         | 1'279,082.89    |
| Capital total:                              | 4'266,772.99    |

---

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{UTILIDAD}}{\text{CAPITAL TOTAL}}$$

RENTABILIDAD ANTES DE IMPUESTO:

$$\frac{2'178,534.76}{4'266,772.99} \times 100 = 51.05 \%$$

RENTABILIDAD DESPUES DE IMPUESTO:

$$\frac{1'538,045.54}{4'266,772.99} \times 100 = 36.04 \%$$

## 2.5.4. PUNTO DE EQUILIBRIO.

El punto de equilibrio indica el nivel de ventas a partir del cual se principia a operar con utilidades, o dicho en otras palabras, es el punto en el desarrollo de las ventas donde los ingresos totales cubren exclusivamente los costos de operación. Por abajo de este volumen se experimenta una pérdida y por arriba una utilidad.

Como se muestra en la gráfica No. 2.5.1, el punto de equilibrio alcanza el 38.84 % de la capacidad instalada de la planta, lo cual asegura un gran margen de ganancia.

## DEDUCCION MATEMATICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO ( P.E. ):

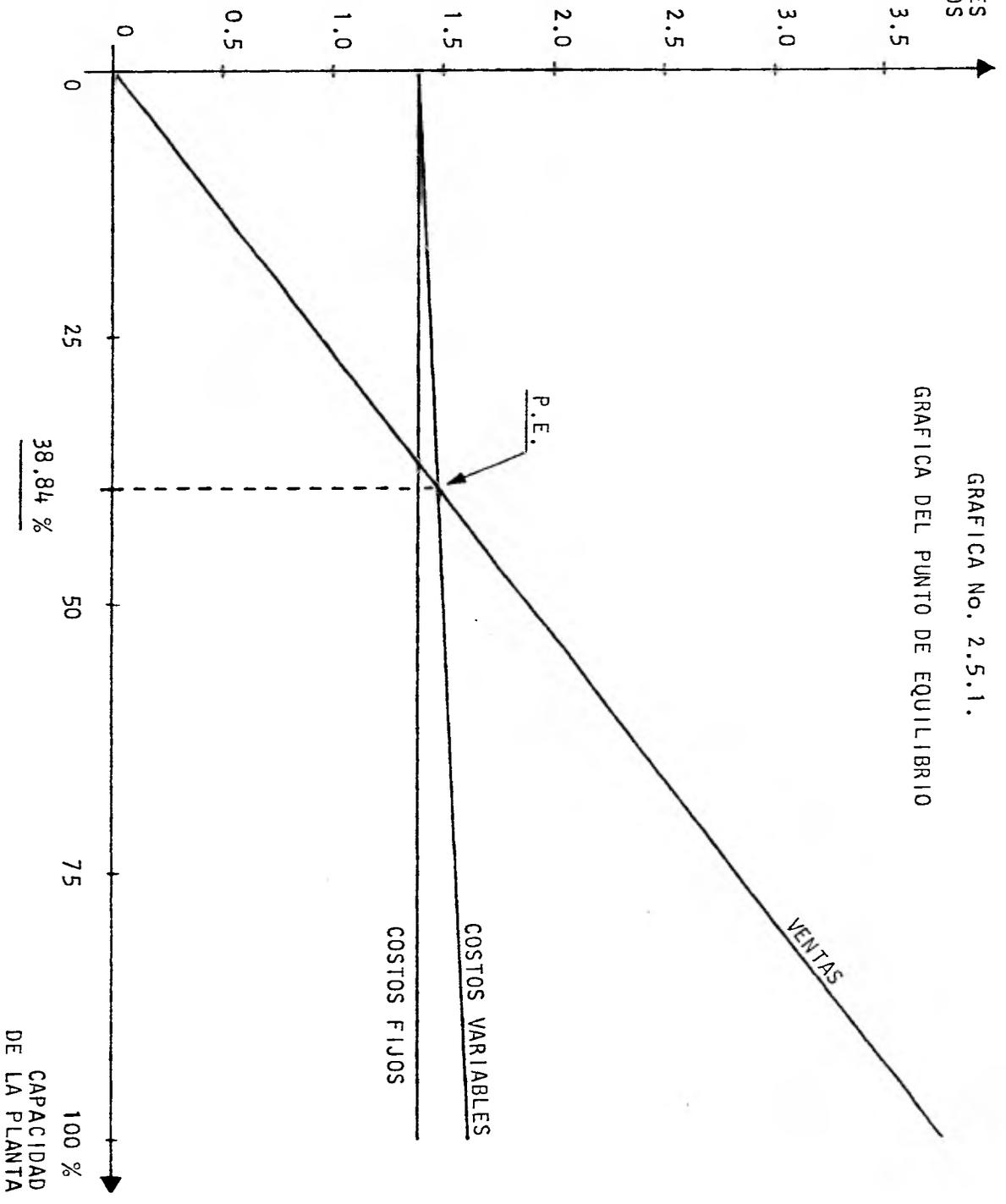
$$P.E. = \frac{CF}{\frac{V - CV}{V}} \quad \text{donde: } \begin{array}{l} V : \text{Ventas.} \\ CF : \text{Costos Fijos.} \\ CV : \text{Costos Variables.} \end{array}$$

Por lo tanto:

$$P.E. = \frac{1'383,755.95}{\frac{3'760,740.00 - 198,449.29}{3'760,740.00}} = \$ 1'460,842.69$$

|       |              |       |         |
|-------|--------------|-------|---------|
| Si \$ | 3'760,740.00 | ----- | 100 %   |
|       | 1'460,842.69 | ----- | 38.84 % |

MILLONES DE PESOS



GRAFICA No. 2.5.1.  
GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

C A P I T U L O    3

FINANCIAMIENTO

### 3. FINANCIAMIENTO.

El financiamiento necesario para la instalación de la planta puede ser obtenido mediante dos fuentes principales, que son:

- Financiamiento interno o autofinanciamiento; que se obtiene a través de los recursos propios del agricultor o bien de la unidad socioeconómica rural.
- Financiamiento externo; que se obtiene con recursos provenientes del exterior de la unidad a través de créditos particulares o bancarios.

El destino del crédito es, fundamentalmente, para la compra de los insumos necesarios para la producción como son: medios de -- producción, fuerza de trabajo y suministros; aunque llega a cubrir también algunas partidas destinadas a la subsistencia de la familia y al pago de impuestos y contribuciones.

Las personas que estudian los problemas del financiamiento-- agrícola en México, están de acuerdo en que éste constituye un factor limitante a escala nacional. Se ha establecido un círculo vicioso de acuerdo con la siguiente cadena de hechos:

**\*NO HAY PRODUCCION AGRICOLA POR FALTA DE CREDITO; NO SE OTORGA CRE-**

DITO AGRICOLA POR FALTA DE GARANTIAS FISICAS DEL PRODUCTOR; EL PRODUCTOR NO TIENE GARANTIAS FISICAS PORQUE NO TIENE CAPACIDAD DE INVERSION; NO TIENE CAPACIDAD DE INVERSION PORQUE NO GENERA AHORROS; NO GENERA AHORROS PORQUE LAS EMPRESAS NO SON ECONOMICAMENTE EFICIENTES; Y LAS EMPRESAS NO SON ECONOMICAMENTE EFICIENTES POR FALTA DE CREDITO".

Otra falla que se señala en la política del crédito agrícola, consiste en que los montos de los créditos son insuficientes para los fines previstos, lo que establece "cuellos de botella" en la productividad de las empresas. Asimismo, se señala que en lo general son inoportunos, porque las ministraciones del crédito se entregan a los campesinos después de las fechas en que éstos las necesitan; y las tasas de interés son en lo general, muy elevadas, persiguiendo el sistema bancario fundamentalmente un propósito lucrativo, en lugar del fomento y desarrollo del sector rural.

### 3.1. FINANCIAMIENTO EXTERNO.

#### 3.1.1. CREDITO PARTICULAR.

El financiamiento externo puede provenir de particulares, tales como: prestamistas, agiotistas, comerciantes proveedores de los agricultores, intermediarios que escapan cosechas mediante compras a futuro, etc., todos ellos personajes muy frecuentes y conocidos -

en el medio rural mexicano.

Ha sido muy discutida la intervención que ejercen dichas -- personas dentro de la actividad agrícola. Casi existe un consenso general de opinión en el sentido de que tal intervención es desfavorable para los agricultores, debido a la excesiva voracidad de -- tales intermediarios, caracterizada por la fijación de precios de compra muy bajos en los productos agrícolas que controlan y de tasas de interés muy elevadas por los préstamos que otorgan a los -- productores. De donde se deduce que lo deseable sería que el crédito no bancario otorgado por las personas citadas, fuera en alguna forma controlado por el gobierno, posiblemente mediante un padrón de prestamistas y el establecimiento de normas de operación autorizadas legalmente, más un sistema de control sobre este tipo de actividades, a efecto de que sigan ejerciendo su función crediticia en aquellos lugares en que los bancos no pueden operar, pero en -- condiciones más favorables sobre precios de compra e intereses, en beneficio de los campesinos.

Tal política responderá ante la situación de hecho creada -- por un volumen de crédito que se estima equivalente al doble del -- que las instituciones bancarias otorgan a la actividad agropecuaria nacional.

### 3.1.2. CREDITO BANCARIO.

Es el financiamiento que se obtiene de las instituciones --

bancarias, que pueden ser privadas u oficiales. Estas instituciones operan ajustándose a la legislación bancaria del país, específicamente a la Ley General de Crédito; la Ley de Operaciones, Instituciones y Títulos de Crédito; y la Ley General de Crédito Agrícola.

Tal legislación y las normas de operación en que apoya sus actividades cada institución de crédito, son las que determinan las facilidades y limitaciones a que se enfrenta el empresario agrícola en sus gestiones de financiamiento. Concretamente, determinan lo relacionado con montos de crédito, tipos de financiamiento, plazos de amortización de los créditos, tasas de interés, garantías, etc. El conocimiento de tales condiciones es básico para que el administrador agrícola pueda formular planes viables de financiamiento, ajustados a la realidad institucional imperante.

. Los tipos de financiamiento más comunes dentro del crédito agrícola, otorgados por una institución bancaria, son:

- CREDITO DE AVIO.

Es aquel que se otorga para los gastos corrientes de un ciclo productivo agrícola, y sirve para la adquisición de suministros y pago de servicios. Por lo tanto se aplicará a la compra de semillas, fertilizantes, insecticidas, combustibles, etc., y al pago de servicios tales como: fletes, fuerza de trabajo, etc.

- CREDITO REFACCIONARIO.

Se destina a la adquisición de medios de producción (bienes de capital) tales como: maquinaria y equipo, construcciones, mejoras territoriales, y en general en inversiones que sólo pueden ser amortizadas durante varios ciclos productivos.

- CREDITO DE SUBSISTENCIA.

Este tiene por objeto facilitar a la familia del campesino, los recursos necesarios para satisfacer las necesidades de consumo doméstico durante el período que va de la siembra a la cosecha de su producción agrícola.

Existen otros tipos de crédito, como el hipotecario y el -- personal a corto plazo, pero que no son tan específicos de la actividad agropecuaria, como los anteriores.

Cabe mencionar, que si fuese necesario se recurriría a la obtención del crédito refaccionario para la instalación de la planta.

C A P I T U L O 4

INGENIERIA DE PROYECTO

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO REFRIGERANTE.

##### 4.1.1. REFRIGERACION.

En general se define a la refrigeración como cualquier proceso de eliminación de calor. Más específicamente, se define como la rama de la ciencia que trata del proceso de reducir y mantener más baja que su alrededor, la temperatura de un espacio determinado.

Se puede definir la "carga de calor" como la cantidad de calor que debe retirarse del espacio por refrigerar, para reducir o mantener la temperatura deseada. Como se verá más adelante, la carga de calor es la suma del calor que se transmite al espacio refrigerado a través de paredes y techo, más el calor que producen los productos por refrigerar, los motores eléctricos de los difusores, el alumbrado, las personas, etc.

En cualquier proceso de refrigeración, el elemento empleado como absorbente de calor se denomina agente de refrigeración o "agente refrigerante".

En general los procesos de refrigeración se clasifican en sensibles y latentes. El proceso es sensible, cuando la temperatura del refrigerante varía al absorber calor; es latente cuando la-

temperatura del refrigerante, al absorber calor, permanece constante y provoca cambio de estado. En los dos procesos, la temperatura del refrigerante es menor que la temperatura del espacio por refrigerar.

Los agentes de refrigeración pueden ser sólidos o líquidos. Entre los sólidos, se incluyen, sobre todo, el hielo y el  $\text{CO}_2$ . Hasta hace poco, el hielo era el que más se usaba en refrigeración doméstica, pero hoy en día, en la mayoría de los casos ha sido substituido por otros refrigerantes que superan las desventajas que -- tiene el hielo, como son:

- No se pueden obtener muy bajas temperaturas (sólo  $32^{\circ}\text{F}$ ).
- Es necesario reponerlo manualmente.
- Produce condensado.
- Es difícil controlar la refrigeración.

Por otro lado, la capacidad de los líquidos de absorber calor mientras se evaporan, es la base de la refrigeración moderna. Entre las muchas ventajas de un refrigerante líquido están:

- Control de la cantidad de calor absorbida.
- Se consigue una recirculación continua del refrigerante.
- Se consiguen rangos de temperaturas muy amplios, pues existe una gran cantidad de refrigerantes líquidos con diferentes puntos de ebullición.

La forma de refrigeración de mayor uso actualmente en la industria, es la correspondiente al CICLO MECANICO DE COMPRESION; este ciclo es el que se estudia en el presente inciso y consiste básicamente en la evaporación del refrigerante líquido y compresión de su vapor.

#### 4.1.2. CICLO TERMODINAMICO.

##### 4.1.2.1. CICLO DE CARNOT.

El ciclo de Carnot es la teoría básica para cualquier sistema de refrigeración. Este ciclo, para un gas perfecto, consiste en cuatro operaciones sucesivas (ver Fig. No. 4.1.1), las cuales son:

- AB) Expansión isotérmica.- El calor se toma a una temperatura " $T$ " de un cuerpo caliente " $X$ ".
- BC) Expansión adiabática.- La temperatura del fluido baja de " $T$ " a " $T_0$ ".
- CD) Compresión isotérmica.- El calor es cedido a un cuerpo frío " $Z$ ", a una temperatura de " $T_0$ ".
- DA) Compresión adiabática.- La temperatura del gas se incrementa de " $T_0$ " a " $T$ ".

Para corroborar el ciclo de Carnot, se puede suponer, por ejemplo, que un cilindro y un pistón se fabrican de material no conductor de calor, excepto la propia cabeza del cilindro, como -

se muestra en la Fig. No. 4.1.1.

El cuerpo caliente "X" sirve como alimentador infinito de calor a una temperatura "T". "Y" es una tapa no conductora del calor y "Z" es un cuerpo frío de capacidad infinita a una temperatura "T<sub>0</sub>". Hay que considerar que tanto "X", "Y" y "Z" se pueden intercambiar a la cabeza del cilindro, según se requiera.

El cilindro contiene M libras de gas perfecto a una temperatura T, volumen V<sub>B</sub> y presión P<sub>B</sub>.

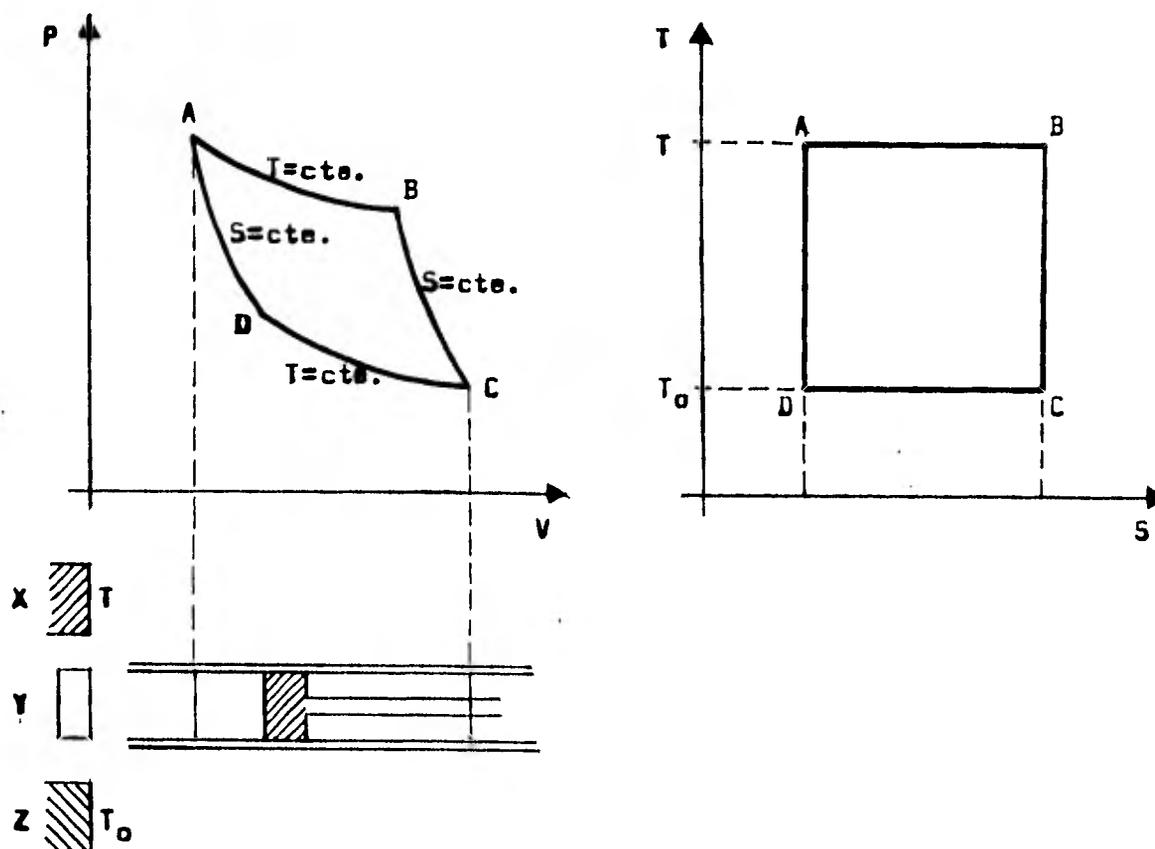


FIG. No. 4.1.1 CICLO DE CARNOT.

AB) Se aplica "X" al cilindro y el gas se expande isotérmicamente, teniendo en el punto "B" un volumen  $V_b$ . El calor cedido durante el proceso será:

$$Q_{AB} = MRT \ln \frac{V_b}{V_a} \quad (\text{calor absorbido de "X"}) \quad (4.1.1)$$

BC) Se aplica "Y" al cilindro y el gas se expande adiabáticamente, teniendo en la posición "C" un volumen  $V_c$  y una presión  $P_c$ ; el pistón avanza y realiza un trabajo a costa de la energía interna, mientras la temperatura baja de "T" a " $T_0$ "; entonces:

$$Q_{BC} = 0 \quad (\text{no suministra ni absorbe calor}) \quad (4.1.2)$$

CD) Se aplica "Z" al cilindro y el pistón es forzado a regresar despacio, comprimiendo isotérmicamente el gas, a la temperatura de " $T_0$ ". El calor absorbido que pasa al cuerpo "Z" será:

$$Q_{CD} = MRT_0 \ln \frac{V_c}{V_d} \quad (\text{calor cedido a "Z"}) \quad (4.1.3)$$

DA) Se aplica "Y" al cilindro hasta alcanzar nuevamente "A"; el gas se comprime adiabáticamente. La presión y la temperatura alcanzarán los valores iniciales "T" y " $P_a$ ", completando el ciclo.

La cantidad neta de trabajo que realiza el gas es la dife-

rencia entre el calor absorbido y el calor cedido.

$$Q = Q_{AB} - Q_{CD} = (W) \quad (4.1.4)$$

El área dentro del ciclo en el diagrama P-V representa el trabajo realizado. La eficiencia del ciclo es la relación entre el trabajo realizado con el calor suministrado:

$$e_o = \frac{(W)}{Q_{AB}} = \frac{MRT \ln \frac{V_b}{V_a} - MRT_o \ln \frac{V_c}{V_d}}{MRT \ln \frac{V_b}{V_a}} \quad (4.1.5)$$

como: 
$$\frac{V_b}{V_a} = \frac{V_c}{V_d}$$

por lo tanto: 
$$e_o = \frac{T - T_o}{T}$$

Si el ciclo es reversible, llega a ser lo que se llama "bomba de calor", lo que representa la máxima eficiencia entre dos temperaturas límites.

Para el ciclo reversible mostrado en los diagramas P-V y -- T-S de la Fig. No. 4.1.2, usando un gas refrigerante, se puede observar que:

Del punto 1 al 2 el gas se expande adiabáticamente, del punto 2 al 3 sufre una expansión isotérmica, del punto 3 al 4 se comprime adiabáticamente y del punto 4 al 1 se comprime isotérmicemen

te. En este caso, se realiza un trabajo sobre el refrigerante durante la compresión, y éste realiza un trabajo durante la expansión; esto muestra un trabajo neto que es la diferencia representada en el diagrama P-V como el área 1-2-3-4-1.

En el diagrama T-S, el calor cedido por el sistema, está representado por el área 1-5-6-4-1 que es  $T_2(S_4 - S_1)$ . El calor suministrado al sistema es el área 2-5-6-3-2, o sea  $T_1(S_3 - S_2)$ ; la diferencia proporciona el área 1-2-3-4-1, que es la energía que se suministra al sistema en forma de trabajo.

El proceso de 1 a 2 se realiza en el compresor, de 2 a 3 en el condensador, de 3 a 4 en la válvula de expansión y de 4 a 1 en el evaporador (ver Fig. No. 4.1.3).

#### 4.1.2.2. COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION.

Las funciones de cada uno de los elementos que componen el sistema de refrigeración se pueden resumir de la siguiente forma: (Ver Fig. No. 4.1.3.):

- A) Evaporador.- Provee la superficie de calefacción necesaria para pasar al refrigerante el calor del espacio por refrigerar.

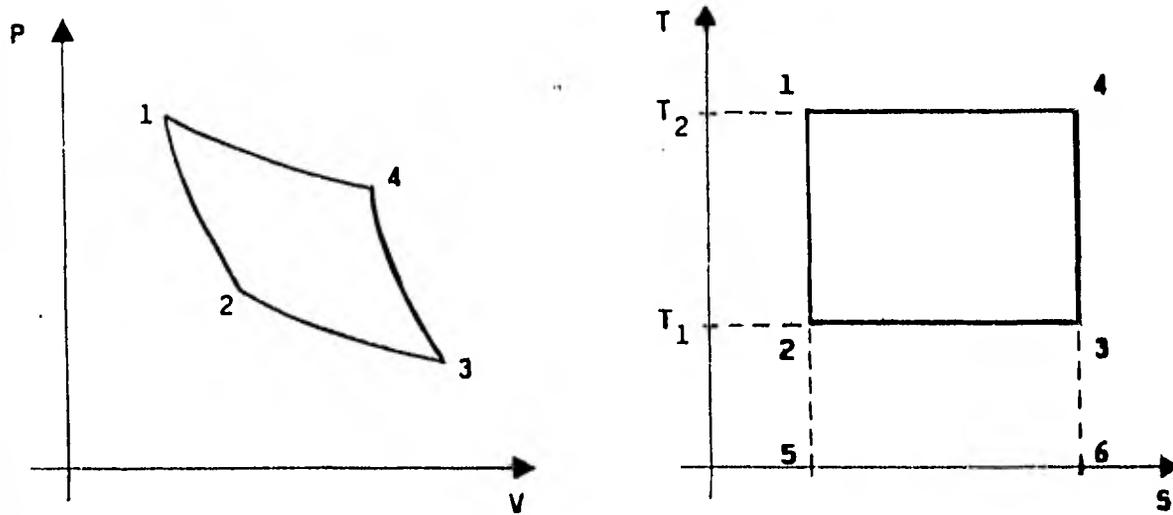


FIG. No. 4.1.2 CICLO TEORICO DE UN GAS REFRIGERANTE.

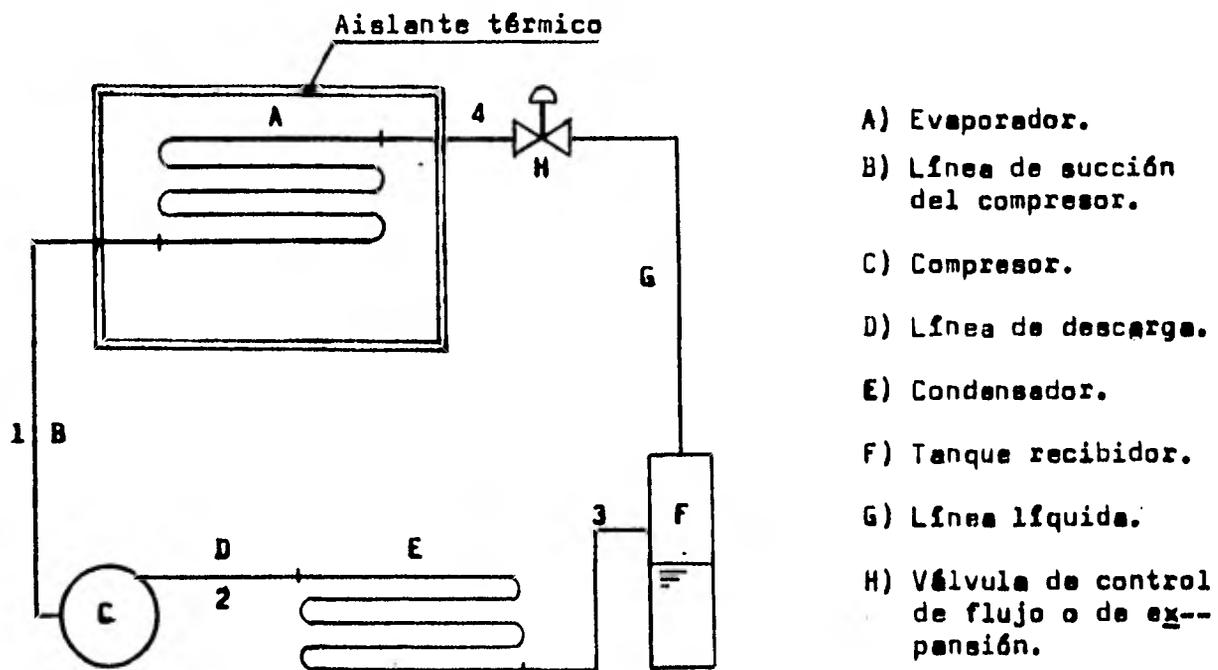


FIG. No. 4.1.3 COMPONENTES BASICOS DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION.

- B) Línea de succión.- Transporta el vapor de baja presión del evaporador al compresor.
- C) Compresor.- Remueve el vapor del evaporador, baja la presión del evaporador y sube la presión y temperatura del vapor.
- D) Línea de descarga.- Transporta, del compresor al condensador, el vapor de alta presión.
- E) Condensador.- Provee la superficie de calefacción necesaria para que el calor fluya del refrigerante al medio del condensador.
- F) Tanque receptor.- Almacena el refrigerante con el fin de que exista un continuo suministro cuando el sistema lo requiera.
- G) Línea líquida.- Transporta el refrigerante líquido, del tanque receptor a la válvula de control de flujo (válvula de expansión).
- H) Válvula de control de flujo.- Controla la cantidad necesaria de refrigerante al evaporador y reduce la presión del líquido que entra al evaporador, de modo que el líquido se evapore en el evaporador a la presión y temperatura deseadas.

#### 4.1.2.3. CICLO TEORICO DE UN REFRIGERANTE.

El ciclo de un refrigerante se puede considerar como una modificación del ciclo de Carnot.

En resumen, el ciclo teórico de un refrigerante se define en cuatro procesos como se muestra en la Fig. No. 4.1.4.

- 1-2) Expansión (irreversible).
- 2-3) Evaporación (absorción de calor a presión constante reversible).
- 3-4) Compresión (adiabática reversible).
- 4-1) Condensación (suministro de calor a presión constante-reversible).

1-2) Expansión.- El proceso de expansión ocurre en la válvula; la presión del líquido se reduce de la presión de condensación a la presión de evaporación. Cuando ocurre la expansión a través del orificio de la válvula, la temperatura del líquido también se reduce de la temperatura de condensación a la de evaporación. Este proceso es isentálpico sin producir trabajo, es decir, como la energía cinética de salida difiere muy poco de la de entrada, se puede decir que el proceso es a entalpía constante.

2-3) Evaporación.- El proceso de evaporación se realiza en el evaporador; el líquido que sale de la válvula de expansión cambia a vapor, conforme va absorbiendo calor del espacio a refrigerar. El calor absorbido incremen-

ta la entalpia del refrigerante, y el vapor a la salida se considera en el ciclo teórico, seco y saturado. El proceso de vaporización se lleva a cabo a presión y temperatura constante.

3-4) Compresión.- La compresión en el ciclo teórico se considera que es un proceso adiabático; este proceso se lleva a cabo en el compresor.

4-1) Condensación.- En el condensador es donde el agente absorbe el calor del refrigerante, transformando el gas sobrecalentado que sale del compresor en líquido saturado o subenfriado. El calor absorbido por el condensador es igual que el calor absorbido en el evaporador más el calor equivalente al trabajo suministrado por el compresor.

El diagrama teórico de refrigeración considera que el vapor sale del evaporador y entra al compresor saturado; y que el líquido sale del condensador y entra a la válvula de control (de expansión) como líquido saturado.

#### 4.1.2.4. CICLO REAL DEL REFRIGERANTE.

El ciclo real sufre ciertas modificaciones en relación al -

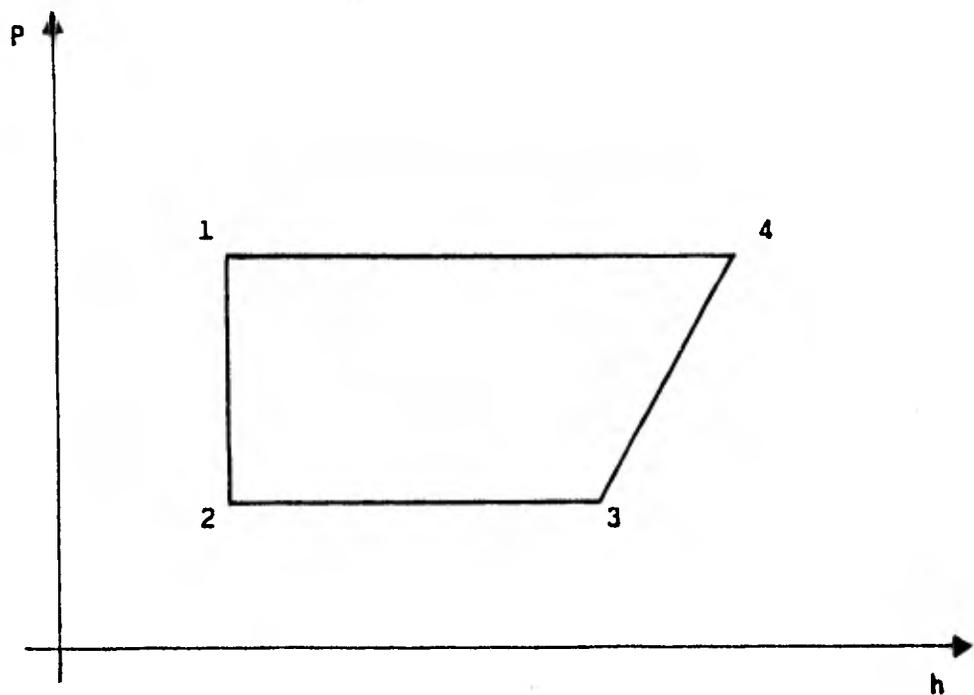


FIG. No. 4.1.4 CICLO TEORICO DE UN REFRIGERANTE.

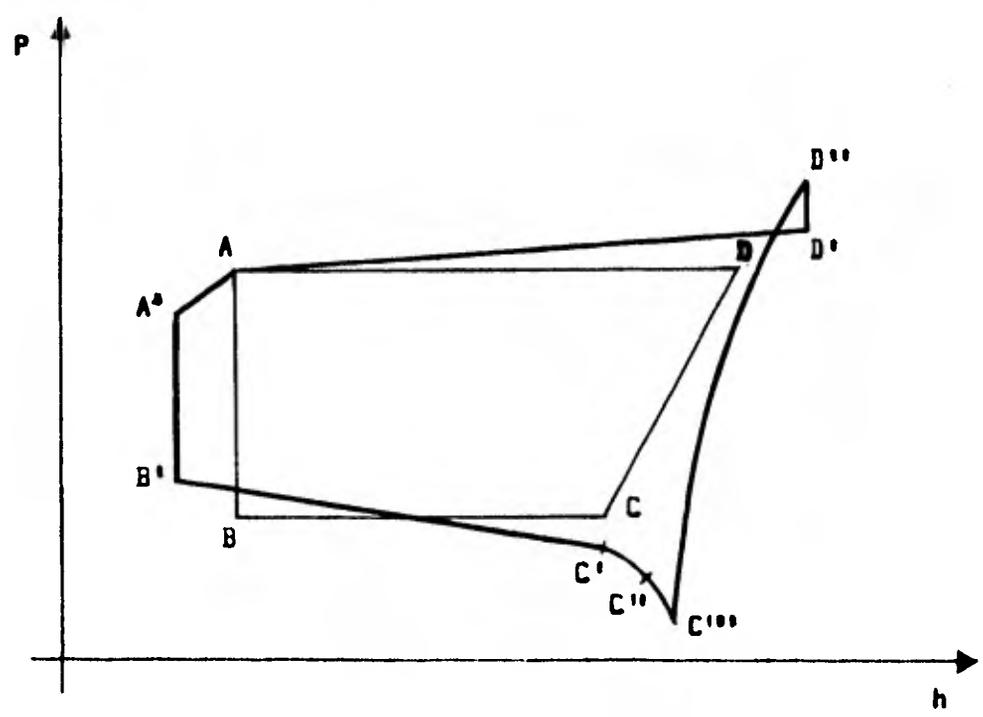


FIG. No. 4.1.5 CICLO REAL COMPARADO CON EL CICLO TEORICO.

ciclo teórico, las cuales se mencionan a continuación.

- Efecto de sobrecalentamiento en la succión del compresor.-

El sobrecalentamiento del refrigerante puede efectuarse en el evaporador absorbiendo calor útil, o bien, hacerlo fuera de él, lo cual no produce ningún beneficio; sin embargo es aconsejable que se sobrecaliente, debido a que de esta manera no se corre el riesgo de que pudiese entrar vapor húmedo al compresor, causando su deterioro.

- Efecto de subenfriamiento del líquido refrigerante.-

En un ciclo real, el líquido refrigerante que sale del condensador no está saturado, como se supone en un ciclo teórico, sino que sale subenfriado. Esto es conveniente, y su objetivo es tener la seguridad de que un 100% de líquido entre en la válvula de expansión, además de que aumenta el efecto de refrigeración.

El subenfriamiento ocurre también en el tanque receptor, así como en la tubería de refrigerante líquido. En algunos casos se instala un cambiador de calor "subenfriamiento-sobrecalentamiento", éste subenfria al líquido después del condensador y sobrecalienta el gas de la succión del compresor.

- Efecto de las pérdidas de presión debidas a la fricción.-

El refrigerante experimenta una caída de presión para vencer la fricción, tanto interna (dentro del líquido) como externa (superficie), mientras fluye a través de tuberías, evaporador, -- condensador, depósito receptor y a través de válvulas y pasos en el compresor.

En la Fig. No. 4.1.5 se muestran los efectos combinados de sobrecalentamiento, subenfriamiento y pérdidas por fricción; y se le compara con el ciclo teórico.

Se puede ver que en el evaporador hay una caída de presión representada por la línea B'C', lo que hace que el vapor salga -- del evaporador a menor presión y temperatura. La línea C'C'' es la pérdida de presión a través del tubo que une el evaporador y el - compresor, y C''C''' es la pérdida a través de las válvulas de succión y pasadizos del compresor hasta llegar al cilindro.

La línea C''' D'' representa el proceso de compresión, ésta se hace a una presión mayor que la de condensación, lo que es necesario para forzar a que el vapor salga del cilindro a través de las válvulas y llegue al condensador a la presión D'.

La línea D'' D' representa la presión requerida (caída), para forzar a que abran las válvulas de descarga del compresor.

La línea D'A representa la caída en las líneas de descarga y en el condensador.

La línea A A' representa la caída de presión, para forzar a que el refrigerante entre en el tanque recibidor, y la pérdida-

en la línea del líquido del receptor a la válvula de expansión.

#### 4.2. CARGA DE REFRIGERACION.

En el espacio por refrigerar, la carga de calor que deberá ser retirada para mantener la temperatura deseada, se debe a los siguientes factores:

- Carga debida a la transmisión de calor a través de barreras, o sea paredes, techos y pisos.
- Carga de calor debida al efecto solar.
- Carga de calor debida a la infiltración de aire.
- Carga de calor debida a los productos por refrigerar.
- Carga de calor debida a la respiración de algunos productos.
- Carga de calor debida a los ocupantes.
- Carga de calor debida al equipo auxiliar (alumbrado, motores de los ventiladores, etc.).
- Carga de calor debida a los materiales de envoltura o empaque.
- Carga de calor debida a los anaqueles.

##### 4.2.1. CARGA DE CALOR DEBIDA A LA TRANSMISION DE CALOR A TRAVES DE BARRERAS.

El calor transferido a través de una barrera, puede calcularse mediante la ecuación básica de transferencia de calor, de -

la siguiente forma:

$$Q = U A (t_e - t_i) \quad (4.2.1)$$

donde:

Q : carga de calor (BTU/hr).

U : coeficiente de transmisión de calor (BTU/hr-pie<sup>2</sup>-°F).

A : área total expuesta (pie<sup>2</sup>).

t<sub>e</sub> : temperatura de diseño exterior (°F).

t<sub>i</sub> : temperatura de diseño interior (del espacio refrigerado) (°F).

Con el objeto de minimizar la transferencia de calor del medio exterior al interior, se diseñaron los muros, pisos y techo con una capa de aislamiento de poliestireno expandido con un espesor de 4 plg. Este aislante, como se muestra en el cuadro No. 4.2.1 tiene una conductividad térmica igual a:

$$k = 0.21 \text{ BTU/hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F-plg.}$$

Como se utilizará únicamente este material y el espesor propuesto es de 4 plg., se tiene que el coeficiente de transmisión de calor es el siguiente:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{k}{x} = \frac{0.21}{4} = 0.0525 \text{ BTU/hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F.}$$

Los cuatro cancelos divisorios serán aislados también con este mismo material, pero con 2 1/2 plg. de espesor.

El área de las paredes expuestas al exterior es:

COEFICIENTES DE TRANSMISION DE CALOR  
DE MATERIALES USADOS EN PAREDES DE ALMACENES FRIOS

| Material   | Descripción                                   | Conductividad<br>Térmica<br>(k) <sup>*</sup> | Conductancia<br>térmica<br>(C) <sup>*</sup> |
|--|---|--|---|
| Mampostería  | Ladrillo, común                               | 5.0  |   |
|  | Ladrillo, de fachada                          | 9.0  |   |
|  | Concreto mortero o mezcla                     | 5.0  |   |
|  | Concreto, agregado de arena                   | 12.0   |   |
|  | Bloque de concreto                            |  |   |
|  | Agregado de arena 4 plg                       |  | 1.40  |
|  | Agregado de arena 8 plg                       |  | 0.90  |
|  | Agregado de arena 12 plg                      |  | 0.78  |
|  | Agregado de escoria 4 plg                     |  | 0.90  |
|  | Agregado de escoria 8 plg                     |  | 0.58  |
|  | Agregado de escoria, 12 plg                   |  | 0.53  |
|  | Yeso de estucar 1/2 plg                       |  | 3.12  |
|  | Barro bloque hueco 4 plg                      |  | 0.90  |
|  | Barro bloque hueco 6 plg                      |  | 0.66  |
| Barro bloque hueco 8 plg   |   | 0.54   |   |
| Maderas  | Arce, roble, maderas duras similares          |  | 1.10  |
|  | Abeto, pino, maderas suaves similares         |  | 0.80  |
|  | Madera contrachapada 1/2 plg                  |  | 1.60  |
|  | Madera contrachapada 3/4 plg                  |  | 1.07  |
| Techado  | Techado con rollo de asfalto                  | 6.50   | 0.15  |
|  | Techado armado 3/8 plg                        | 3.00   | 0.33  |
| Materiales de<br>aislamiento                                       | Bloque o rollos de fibra, mineral o de vidrio | 0.27   |   |
|  | Tabla o placa                                 |  |   |
|  | Vidrio celular                                | 0.40   |   |
|  | Placa de corcho                               | 0.30   |   |
|  | Fibra de vidrio                               | 0.25   |   |
|  | Poliestireno expandido                        | 0.21   |   |
|  | Poliuretano expandido                         | 0.17   |   |
|  | Relleno                                       |  |   |
|  | Papel prensado o pulpa de madera              | 0.27   |   |
|  | Aserrín o virutas                             | 0.45   |   |
|  | Lana mineral (roca, vidrio, escoria)          | 0.27   |   |
| Corteza de pino  | 0.26  |  |   |
| Fibra de madera (madera suave)                                     | 0.30  |  |   |
| Conductancia en la<br>superficie<br>(coeficiente de<br>convección) | Aire tranquilo                                |  | 1.65  |
|  | Aire en movimiento (7.5 mph)                  |  | 4.00  |
|  | Aire en movimiento (15 mph)                   |  | 6.00  |
| Vidrio   | Una hoja                                      |  | 1.13  |
|  | Dos hojas                                     |  | 0.46  |
|  | Tres hojas                                    |  | 0.29  |
|  | Cuatro hojas                                  |  | 0.21  |

De ASHRAE Data Book, Fundamentals Volume, Edición 1972 con permiso de the American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.

(\*) k expresado en BTU/hr-pie<sup>2</sup>-°F-plg.

C expresado en BTU/hr-pie<sup>2</sup>-°F.

n : No. de materiales empleados.

X : espesor en plg.

Resistencia térmica total:

$$R_t = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} + \frac{X}{k_1} + \frac{X}{k_2} + \dots + \frac{X}{k_n}$$

Coefficiente de transmisión de calor:

$$U = \frac{1}{R_t}$$

$$A_1 = 4 ( 8(5) + 2(5.5) + 2.5 ) = 214.00 \text{ m}^2.$$

El área del techo y piso es:

$$A_2 = 2 ( 5(25) + 16.25 ) = 282.50 \text{ m}^2.$$

Por lo tanto, el área total expuesta es la siguiente:

$$A = A_1 + A_2 = 214.00 + 282.50 = 496.50 \text{ m}^2.$$

$$A = 496.50 (10.7636) = 5344.15 \text{ pies}^2.$$

Temperatura exterior de diseño.- Para las aplicaciones de refrigeración industrial, la carga máxima se produce durante las temporadas más cálidas, sin embargo no resulta económico ni práctico el diseñar un equipo para la temperatura más cálida que pudiera producirse en determinada ocasión, puesto que la máxima temperatura podría producirse durante algunas horas en el transcurso de varios años. Por consiguiente, la temperatura de diseño se elige normalmente, como una temperatura que solo será excedida por un cierto porcentaje de horas durante los cuatro meses del verano. El cuadro No. 4.2.2 indica las temperaturas exteriores de diseño en verano, las cuales serán igualadas o excedidas únicamente por el 1% de las horas en los cuatro meses de verano.

Los datos del cuadro considerado, son un reflejo de intensos estudios e informes de la oficina meteorológica durante muchos años, para poder establecer temperaturas de diseño exterior aceptables.

CUADRO No. 4.2.2

## TEMPERATURAS EXTERIORES DE DISEÑO EN VERANO

(La temperatura de diseño de bulbo seco y bulbo húmedo representa la temperatura igualada o excedida durante el 1% de las horas en verano)

| LUGAR                | B. S. |     | B. H. |    | Altitud<br>Mts. |
|----------------------|-------|-----|-------|----|-----------------|
|                      | OC    | OF  | OC    | OF |                 |
| AGUASCALIENTES       |       |     |       |    |                 |
| Aguas Calientes      | 34    | 93  | 19    | 66 | 1879            |
| BAJA CALIFORNIA      |       |     |       |    |                 |
| Ensenada             | 34    | 93  | 26    | 79 | 13              |
| Mexicali             | 43    | 109 | 28    | 82 | 1               |
| La Paz               | 36    | 97  | 27    | 81 | 18              |
| Tijuana              | 35    | 95  | 26    | 79 | 29              |
| CAMPECHE             |       |     |       |    |                 |
| Campeche             | 36    | 97  | 26    | 79 | 25              |
| Ciudad del Carmen    | 37    | 99  | 26    | 79 | 3               |
| COAHUILA             |       |     |       |    |                 |
| Matamoros            | 34    | 93  | 21    | 70 | 1120            |
| Monclova             | 38    | 100 | 24    | 75 | 586             |
| Nueva Rosita         | 41    | 106 | 25    | 77 | 430             |
| Piedras Negras       | 40    | 104 | 26    | 79 | 220             |
| Saltillo             | 35    | 95  | 22    | 72 | 1609            |
| COLIMA               |       |     |       |    |                 |
| Colima               | 36    | 97  | 24    | 75 | 494             |
| Manzanillo           | 35    | 95  | 27    | 81 | 3               |
| CHIAPAS              |       |     |       |    |                 |
| Tapachula            | 34    | 93  | 25    | 77 | 168             |
| Tuxtla Gutiérrez     | 35    | 95  | 25    | 77 | 536             |
| CHIHUAHUA            |       |     |       |    |                 |
| Camargo              | 43    | 109 | 23    | 73 | 1653            |
| Casas Grandes        | 43    | 109 | 25    | 77 | 1478            |
| Chihuahua            | 35    | 95  | 23    | 73 | 1423            |
| Ciudad Juárez        | 37    | 99  | 24    | 75 | 1137            |
| Parral               | 32    | 90  | 20    | 68 | 1652            |
| DISTRITO FEDERAL     |       |     |       |    |                 |
| México Tacubaya      | 32    | 90  | 17    | 63 | 2309            |
| DURANGO              |       |     |       |    |                 |
| Durango              | 33    | 91  | 17    | 63 | 1898            |
| Guadalupe Victoria   | 43    | 109 | 21    | 70 | 1982            |
| Ciudad Lerdo         | 36    | 97  | 21    | 70 | 1140            |
| Santiago Papasquiaro | 38    | 100 | 21    | 70 | 1740            |
| GUANAJUATO           |       |     |       |    |                 |
| Celaya               | 38    | 100 | 20    | 68 | 1754            |
| Guanajuato           | 32    | 90  | 18    | 64 | 2030            |
| Irapuato             | 35    | 95  | 19    | 66 | 1724            |
| León                 | 34    | 93  | 20    | 68 | 1809            |
| Salvatierra          | 35    | 95  | 19    | 66 | 1761            |
| Silao                | 36    | 97  | 20    | 68 | 1777            |
| GUERRERO             |       |     |       |    |                 |
| Acapulco             | 33    | 91  | 27    | 81 | 3               |
| Chilpancingo         | 33    | 91  | 23    | 73 | 1250            |
| Iguala               | 39    | 102 | 22    | 72 | 735             |
| Taxco                | 34    | 93  | 20    | 68 | 1755            |
| HIDALGO              |       |     |       |    |                 |
| Pachuca              | 29    | 84  | 18    | 64 | 2445            |
| Tulancingo           | 32    | 90  | 19    | 66 | 2187            |
| JALISCO              |       |     |       |    |                 |
| Guadalajara          | 33    | 91  | 20    | 68 | 1586            |
| Lagos de Moreno      | 39    | 102 | 20    | 68 | 1880            |
| Puerto Vallarta      | 36    | 97  | 26    | 79 | ?               |
| MEXICO               |       |     |       |    |                 |
| Texcoco              | 32    | 90  | 19    | 66 | 2216            |
| Toluca               | 26    | 79  | 17    | 63 | 2675            |
| MICHOACAN            |       |     |       |    |                 |
| Apatzingán           | 39    | 102 | 25    | 77 | 682             |
| Morelia              | 30    | 86  | 19    | 66 | 1923            |
| La Piedad            | 34    | 93  | 20    | 68 | 1777            |
| Uruapan              | 34    | 93  | 20    | 68 | 1611            |
| Zamora               | 35    | 95  | 20    | 68 | 1633            |
| Zacapú               | 32    | 90  | 19    | 66 | 2009            |
| MORELOS              |       |     |       |    |                 |
| Cuautla              | 42    | 108 | 22    | 72 | 1291            |
| Cuernavaca           | 31    | 88  | 20    | 68 | 1538            |
| NAYARIT              |       |     |       |    |                 |
| Acaponeta            | 37    | 99  | 27    | 81 | 25              |
| San Blas             | 33    | 91  | 26    | 79 | 7               |
| Tepic                | 36    | 97  | 26    | 79 | 918             |
| NUEVO LEON           |       |     |       |    |                 |
| Linares              | 38    | 100 | 25    | 77 | 684             |
| Montemorelos         | 39    | 102 | 25    | 77 | 432             |
| Monterrey            | 38    | 100 | 26    | 79 | 534             |
| OAXACA               |       |     |       |    |                 |
| Oaxaca               | 35    | 95  | 22    | 72 | 1563            |
| Salina Cruz          | 34    | 93  | 26    | 79 | 56              |
| PUEBLA               |       |     |       |    |                 |
| Huauchinango         | 37    | 99  | 21    | 70 | 1600            |
| Puebla               | 29    | 84  | 17    | 63 | 2150            |
| Tehuacán             | 34    | 93  | 20    | 68 | 1676            |
| Teziutlán            | 36    | 97  | 22    | 72 | 1930            |
| QUERETARO            |       |     |       |    |                 |
| Querétaro            | 33    | 91  | 21    | 70 | 1642            |
| QUINTANA ROO         |       |     |       |    |                 |
| Cozumel              | 33    | 91  | 27    | 81 | 3               |
| Payo Obispo          | 34    | 93  | 27    | 81 | 4               |
| SAN LUIS POTOSI      |       |     |       |    |                 |
| Mathuala             | 38    | 97  | 22    | 72 | 1537            |
| San Luis Potosí      | 34    | 93  | 18    | 64 | 1877            |
| SINALOA              |       |     |       |    |                 |
| Cullacán             | 37    | 99  | 27    | 81 | 53              |
| Escuinapa            | 33    | 91  | 26    | 79 | 14              |
| Mazatlán             | 31    | 89  | 26    | 79 | 78              |
| Topolobampo          | 37    | 99  | 27    | 81 | 3               |
| SONORA               |       |     |       |    |                 |
| Ciudad Obregón       | 43    | 109 | 28    | 82 | 40              |
| Empalme              | 43    | 109 | 28    | 82 | 2               |
| Guaymas              | 42    | 108 | 28    | 82 | 4               |
| Hermosillo           | 41    | 106 | 28    | 82 | 211             |
| Navjoa               | 41    | 106 | 28    | 82 | 38              |
| Nogales              | 37    | 99  | 26    | 79 | 1177            |
| S. Luis Río Colorado | 51    | 124 | 30    | 86 | 40              |
| TABASCO              |       |     |       |    |                 |
| Villahermosa         | 37    | 99  | 26    | 79 | 10              |
| TAMAULIPAS           |       |     |       |    |                 |
| Matamoros            | 36    | 97  | 26    | 79 | 12              |
| Nuevo Laredo         | 41    | 106 | 25    | 77 | 140             |
| Tampico              | 36    | 97  | 28    | 82 | 18              |
| Ciudad Victoria      | 36    | 100 | 26    | 79 | 321             |
| TLAXCALA             |       |     |       |    |                 |
| Tlaxcala             | 28    | 82  | 17    | 63 | 2252            |
| VERACRUZ             |       |     |       |    |                 |
| Alvarado             | 35    | 95  | 26    | 79 | 9               |
| Córdoba              | 36    | 97  | 23    | 73 | 871             |
| Jalapa               | 32    | 90  | 21    | 70 | 1399            |
| Orizaba              | 34    | 93  | 21    | 70 | 1248            |
| Tuxpan               | 37    | 99  | 27    | 81 | 14              |
| Veracruz             | 33    | 91  | 27    | 81 | 16              |
| YUCATAN              |       |     |       |    |                 |
| Mérida               | 37    | 99  | 27    | 81 | 22              |
| Progreso             | 36    | 97  | 27    | 81 | 14              |
| ZACATECAS            |       |     |       |    |                 |
| Fresnillo            | 36    | 97  | 19    | 66 | 2250            |
| Zacatecas            | 28    | 82  | 17    | 63 | 2612            |

En nuestro caso, la temperatura exterior de diseño será:

Temperatura de bulbo seco (BS) =  $30^{\circ}\text{C}$  ( $86^{\circ}\text{F}$ )

Temperatura de bulbo húmedo (BH) =  $19^{\circ}\text{C}$  ( $66^{\circ}\text{F}$ )

La temperatura interior de diseño de las cámaras frigoríficas será el promedio de las temperaturas de almacenamiento de nuestros productos, el cual es de  $41^{\circ}\text{F}$  ( $5^{\circ}\text{C}$ ), ya que observando el cuadro No. 4.2.3 tenemos un rango de  $23^{\circ}\text{F}$  a  $59^{\circ}\text{F}$  ( $-5^{\circ}\text{C}$  a  $15^{\circ}\text{C}$ ).

De los datos anteriores procedemos a calcular la carga de calor debida a la transmisión de calor a través de las barreras, utilizando la ecuación (4.2.1) :

$$Q = (0.0525) (5344.15) (86 - 41)$$

$$Q = \underline{12,625.55 \text{ BTU/hr.}}$$

#### 4.2.2. CARGA DE CALOR DEBIDA AL EFECTO SOLAR.

La carga de calor procedente de los rayos del sol constituye el factor principal de radiación en la carga de refrigeración.- Debido a la radiación solar que incide sobre las paredes expuestas a la trayectoria del sol (muro oriente, poniente y techo) se deberán tomar en cuenta los factores indicados en el cuadro No. 4.2.4- de acuerdo a la orientación y color de las paredes.

CUADRO No. 4.2.3

## CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y PROPIEDADES DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

| Producto                        | Temp. de Almac. °f | Humedad Relativa % | Duración Aproximada | Producto                       | Temp. de Almac. °f | Humedad Relativa % | Duración Aproximada |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| <b>VERDURAS</b>                 |                    |                    |                     | <b>FRUTAS</b>                  |                    |                    |                     |
| Aceitunas                       | 45 - 50            | 85 - 90            | 4 - 6 semanas       | Aguacates                      | 45 - 55            | 85 - 90            | 4 semanas           |
| Ajos verdes                     | 32                 | 90 - 95            | 1 - 3 meses         | Arándanos                      | 36 - 40            | 85 - 90            | 1 - 4 meses         |
| Alcachofas esféricas            | 31 - 32            | 90 - 95            | 1 - 2 semanas       | Cerezas                        | 31 - 32            | 85 - 90            | 10 - 14 días        |
| Alcachofas Jerusalem            | 31 - 32            | 90 - 95            | 2 - 5 días          | Ciruelas                       | 31 - 32            | 80 - 85            | 3 - 4 semanas       |
| Berenjenas                      | 45 - 50            | 85 - 90            | 10 días             | Chabacano                      | 31 - 32            | 85 - 90            | 1 - 2 semanas       |
| Betabeles                       | 32                 | 90 - 95            | 1 - 3 meses         | Cocos                          | 32 - 35            | 80 - 85            | 1 - 2 meses         |
| Betabeles en manojo             | 32                 | 90 - 95            | 10 - 14 días        | Duraznos                       | 31 - 32            | 85 - 90            | 2 - 4 semanas       |
| Brócoli                         | 32                 | 90 - 95            | 7 - 10 días         | Frambuesa negra                | 31 - 32            | 85 - 90            | 7 días              |
| Calabazas                       | 50 - 55            | 70 - 75            | 2 - 6 meses         | Frambuesa roja                 | 31 - 32            | 85 - 90            | 7 días              |
| Calabazas tipo bellota          | 45 - 50            | 75 - 85            | 5 - 8 semanas       | Frambuesa congelada            | - 10 - 0           | -                  | 1 año               |
| Calabazas de invierno           | 50 - 55            | 70 - 75            | 4 - 6 meses         | Fresas frescas                 | 31 - 32            | 85 - 90            | 7 - 10 días         |
| Calabazas de verano             | 32 - 40            | 85 - 95            | 10 - 14 días        | Fresas congeladas              | - 10 - 0           | -                  | 1 año               |
| Camotes                         | 55 - 60            | 90 - 95            | 4 - 6 meses         | Frutas envasadas y congeladas  | - 10 - 0           | -                  | 6 - 12 meses        |
| Cebollas                        | 32                 | 70 - 75            | 6 - 8 meses         | Frutas secas                   | 32                 | 50 - 60            | 9 - 12 meses        |
| Coles                           | 32                 | 90 - 95            | 3 - 4 meses         | Granadas                       | 34 - 35            | 85 - 90            | 2 - 4 meses         |
| Coles de Bruselas               | 32                 | 90 - 95            | 3 - 4 semanas       | Grosella                       | 32                 | 80 - 85            | 10 - 14 días        |
| Coliflor                        | 32                 | 90 - 95            | 2 - 3 semanas       | Higos frescos                  | 28 - 32            | 85 - 90            | 5 - 7 días          |
| Colirrábano                     | 32                 | 90 - 95            | 2 - 4 semanas       | Higos secos                    | 32 - 40            | 50 - 60            | 9 - 12 meses        |
| Col rizada                      | 32                 | 90 - 95            | 2 - 3 semanas       | Limas                          | 48 - 50            | 85 - 90            | 6 - 8 semanas       |
| Chicharos verdes                | 32                 | 85 - 90            | 1 - 2 semanas       | Limonas                        | 32 - 58            | 85 - 90            | 1 - 4 meses         |
| Chiles secos                    | 32 - 40            | 65 - 75            | 6 - 9 meses         | Mandarinas                     | 31 - 38            | 90 - 95            | 3 - 4 semanas       |
| Chirivías                       | 32                 | 90 - 95            | 2 - 6 meses         | Mangos                         | 50                 | 85 - 90            | 2 - 3 semanas       |
| Escarola                        | 32                 | 90 - 95            | 2 - 3 semanas       | Manzanas                       | 30 - 32            | 85 - 90            | 2 - 6 meses         |
| Espárragos                      | 32                 | 90 - 95            | 2 - 3 semanas       | Melones "Cantaloupe"           | 32 - 40            | 85 - 90            | 5 - 15 días         |
| Espinacas                       | 32                 | 90 - 95            | 10 - 14 días        | Melones "Casaba"               | 45 - 50            | 85 - 90            | 4 - 6 semanas       |
| Ejotes                          | 32 - 40            | 85 - 90            | 10 - 15 días        | Melones "Honeydew - Honeyball" | 45 - 50            | 85 - 90            | 2 - 4 semanas       |
| Habas                           | 45                 | 85 - 90            | 8 - 10 días         | Melones Persas                 | 45 - 50            | 85 - 90            | 1 - 2 semanas       |
| Hongos                          | 32 - 35            | 85 - 90            | 3 - 5 días          | Membrillos                     | 31 - 32            | 85 - 90            | 2 - 3 meses         |
| Hongos cultivados en abono      | 34                 | 75 - 80            | 8 meses             | Moras azules                   | 31 - 32            | 85 - 90            | 3 - 6 semanas       |
| Hongos cultivados en grano      | 32 - 40            | 75 - 80            | 2 semanas           | Motas negras                   | 31 - 32            | 85 - 90            | 7 días              |
| Hongos en cultivo               | 32 - 35            | 85 - 90            | 3 - 6 meses         | Naranjas                       | 32 - 34            | 85 - 90            | 8 - 12 semanas      |
| Lechugas                        | 32                 | 90 - 95            | 3 - 4 semanas       | Jugo de Naranja frío           | 30 - 35            | -                  | 3 - 6 semanas       |
| Maíz (elote)                    | 31 - 32            | 85 - 90            | 4 - 8 días          | Nísperos                       | 30                 | 85 - 90            | 2 meses             |
| Nabos                           | 32                 | 90 - 95            | 2 - 4 meses         | Nueces                         | 32 - 50            | 65 - 75            | 8 - 12 meses        |
| Papas                           | 38 - 55            | 85 - 90            | -                   | Papayas                        | 45                 | 85 - 90            | 2 - 3 semanas       |
| Papinos                         | 45 - 50            | 90 - 95            | 10 - 14 días        | Piña madura                    | 40 - 45            | 85 - 90            | 2 - 4 semanas       |
| Pimientos dulces                | 45 - 50            | 85 - 90            | 8 - 10 días         | Piña verde                     | 50 - 60            | 85 - 90            | 3 - 4 semanas       |
| Rábanos de invierno             | 32                 | 90 - 95            | 2 - 4 meses         | Peras                          | 29 - 31            | 85 - 90            | 2 - 5 meses         |
| Rábanos de primavera            | 32                 | 90 - 95            | 10 días             | Plátanos                       | -                  | 85 - 95            | -                   |
| Rábano picante                  | 32                 | 90 - 95            | 10 - 12 semanas     | Sandías                        | 36 - 40            | 85 - 90            | 2 - 3 semanas       |
| Rapóntico                       | 32                 | 90 - 95            | 2 - 3 semanas       | Totonjas                       | 50                 | 85 - 90            | 4 - 8 semanas       |
| Salsifí blanco                  | 32                 | 90 - 95            | 2 - 4 meses         | Uva espin                      | 31 - 32            | 80 - 85            | 3 - 4 semanas       |
| Semilla de Verduras             | 32 - 50            | 50 - 65            | -                   | Uva tipo americano             | 31 - 32            | 85 - 90            | 3 - 8 semanas       |
| Tomates maduros                 | 45 - 50            | 85 - 90            | 2 - 7 días          | Uva tipo europeo               | 30 - 31            | 85 - 90            | 3 - 6 meses         |
| Tomates sin madurar             | 57 - 70            | 85 - 90            | 2 - 4 semanas       | Zarzamora                      | 31 - 32            | 85 - 90            | 7 - 10 días         |
| Verduras envasadas y congeladas | - 10 - 0           | -                  | 8 - 12 meses        |                                |                    |                    |                     |
| Zanahorias                      | 30                 | 90 - 95            | 4 - 5 meses         |                                |                    |                    |                     |
| Zanahorias empacadas            | 32                 | 80 - 90            | 3 - 4 semanas       |                                |                    |                    |                     |

CUADRO No. 4.2.3 (Cont.)

## CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y PROPIEDADES DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

| Producto                      | Temp. de Almac. °F | Humedad Relativa % | Duración Aproximada | Producto                            | Temp. de Almac. °F | Humedad Relativa % | Duración Aproximada |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| <b>CARNES</b>                 |                    |                    |                     | <b>VARIOS</b>                       |                    |                    |                     |
| Aves de corral frescas        | 32                 | 85 - 90            | 1 semana            | Aceite para ensaladas               | 35                 | -                  | 1 año               |
| Aves de corral congeladas     | -20-0              | 90 - 95            | 9 - 10 meses        | Café en grano                       | 35 - 37            | 80 - 85            | 2 - 4 meses         |
| Carne de cerdo fresca         | 32 - 34            | 85 - 90            | 3 - 7 días          | Cerveza en barril                   | 35 - 40            | -                  | 3 - 10 semanas      |
| Carne de cerdo congelada      | -10-0              | 90 - 95            | 4 - 6 meses         | Dulces                              | 0 - 34             | 40 - 65            | -                   |
| Carne de res fresca           | 32 - 34            | 88 - 92            | 1 - 6 semanas       | Huevos frescos                      | 29 - 31            | 80 - 85            | 6 - 9 meses         |
| Carne de res congelada        | -10-0              | 90 - 95            | 9 - 12 meses        | Huevos congelados                   | 0                  | -                  | más de 1 año        |
| Carne de ternera              | 32 - 34            | 90 - 95            | 5 - 10 días         | Levadura                            | 31 - 32            | -                  | -                   |
| Concejos frescos              | 32 - 34            | 90 - 95            | 1 - 5 días          | Manteca de cerdo (sin antioxidante) | 45                 | 90 - 95            | 4 - 8 meses         |
| Concejos congelados           | -10-0              | 90 - 95            | 0 - 6 meses         | Manteca de cerdo (sin antioxidante) | 0                  | 90 - 95            | 12 - 14 meses       |
| Cordero fresco                | 32 - 34            | 85 - 90            | 5 - 12 días         | Miel                                | -                  | -                  | 1 año               |
| Cordero congelado             | -10-0              | 90 - 95            | 8 - 10 meses        | Oleomargarina                       | 35                 | 60 - 70            | 1 año               |
| Hígados congelados            | -10-0              | 90 - 95            | 3 - 4 meses         | Palomitas de Maíz sin reventar      | 32 - 40            | 85                 | -                   |
| Jamones y Lomos frescos       | 32 - 34            | 85 - 90            | 7 - 12 días         | Pan                                 | 0                  | -                  | varias semanas      |
| Jamones y Lomos congelados    | -10-0              | 90 - 95            | 6 - 8 meses         | Pieles y Tejidos                    | 34 - 40            | 45 - 55            | varios años         |
| Jamones y Lomos curados       | 60 - 65            | 50 - 60            | 0 - 3 años          |                                     |                    |                    |                     |
| Lomos grasosos                | 34 - 36            | 85 - 90            | 3 meses             | <b>PRODUCTOS LACTEOS</b>            |                    |                    |                     |
| Salchichas ahumadas           | 40 - 45            | 85 - 90            | 6 meses             | Crème (endulzada)                   | -15                | -                  | varios meses        |
| Tocino congelado              | -10-0              | 90 - 95            | 4 - 6 meses         | Helados                             | -15                | -                  | varios meses        |
| Tocino curado (de Empacadora) | 34 - 40            | 85                 | 2 - 6 semanas       | Leche condensada y endulzada        | 40                 | -                  | varios meses        |
| Tocino curado (estilo granja) | 34 - 40            | 85                 | 2 - 6 meses         | Leche evaporada                     | -                  | -                  | 1 año               |
|                               |                    |                    |                     | Leche Pasteurizada Grado A          | 33                 | -                  | 7 días              |
| <b>PESCADOS Y MARISCOS</b>    |                    |                    |                     | Leche en polvo completa             | 45 - 55            | Baja               | varios meses        |
| Pescado ahumado               | 40 - 50            | 50 - 60            | 6 - 8 meses         | Leche en polvo sin grasa            | 45 - 55            | Baja               | varios meses        |
| Pescado congelado             | -10-0              | 90 - 95            | 8 - 10 meses        | Mantequilla                         | 32 - 40            | 80 - 85            | 2 meses             |
| Pescado curado                | 28 - 35            | 75 - 90            | 4 - 8 meses         | Mantequilla                         | -10-0              | 60 - 85            | 1 año               |
| Pescado salado                |                    | 90 - 95            | 10 - 12 meses       | Queso                               | 30 - 45            | 65 - 70            | -                   |
| Pescado fresco                | 33                 | 90 - 95            | 5 - 15 días         |                                     |                    |                    |                     |
| Marisco congelado             | -20-0              | 90 - 95            | 3 - 8 meses         |                                     |                    |                    |                     |
| Marisco fresco                | 33                 | 90 - 95            | 3 - 7 días          |                                     |                    |                    |                     |

Tomado del "ASHRAE Guide &amp; Data Book", 1966-1967. Copiado por autor: cr

## CUADRO No. 4.2.4

## CORRECCION DE TEMPERATURA POR EL EFECTO SOLAR

Grados Fahrenheit que deben agregarse a la diferencial entre la temperatura de diseño exterior e interior para compensar -- el efecto solar.

| Tipo de superficie      | Pared<br>oriente | Pared<br>sur | Pared<br>poniente | Techo<br>plano |
|-------------------------|------------------|--------------|-------------------|----------------|
| Superficie color oscuro | 8                | 5            | 8                 | 20             |
| Superficie color medio  | 6                | 4            | 6                 | 15             |
| Superficie color claro  | 4                | 2            | 4                 | 9              |

Lo anterior nos indica que se debe llevar a cabo una corrección de temperatura debido al efecto solar, es decir son los °F -- que deberán aumentarse a la diferencia de temperaturas en los cálculos de transmisión de calor para compensar el efecto solar.

Por lo tanto, la carga de calor por efecto solar será:

$$Q = U A (t_e - t_i + \Delta t) \quad (4.2.2)$$

El área del muro oriente y poniente es de  $(8)(4) = 32 \text{ m}^2$  c/u o sea:  $(32)(10.7636) = 344.44 \text{ pies}^2$ .

El área del techo es de  $(5)(25) + 16.25 = 141.25 \text{ m}^2$ , o sea  $(141.25)(10.7636) = 1520.36 \text{ pies}^2$ .

La carga de calor por efecto solar en:

$$\begin{aligned} \text{- el muro oriente: } Q_1 &= (0.0525) (344.44) (86 - 41 + 4) \\ &= 886.10 \text{ BTU/hr.} \end{aligned}$$

- el techo:  $Q_2 = (0.0525) (1520.36) (86 - 41 + 9)$   
 $= 4310.20 \text{ BTU/hr.}$
- el muro poniente:  $Q_3 = (0.0525) (344.44) (86 - 41 + 4)$   
 $= 886.10 \text{ BTU/hr.}$

Por lo tanto, la carga total de calor producida por el efecto solar es:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = 886.10 + 4310.20 + 886.10$$

$$\underline{Q = 6,082.40 \text{ BTU/hr}}$$

#### 4.2.3. CARGA DE CALOR DEBIDA A LA INFILTRACION DE AIRE.

Nuestras cámaras no tienen ventanas y las puertas están selladas, de tal manera que no existe la infiltración de aire por ranuras. Sin embargo se acostumbra tomar en cuenta los cambios de aire debido a aperturas de puertas y filtración de aire. El cuadro No. 4.2.5 proporciona los cambios promedio de aire en 24 hrs. que pueden esperarse en un almacén de acuerdo con la temperatura y el volumen de la cámara.

Además para calcular la carga debida a la infiltración de aire se debe tomar en cuenta la cantidad de aire que por lo general se maneja en pies<sup>3</sup>. En el cuadro No. 4.2.6 se tiene una lista-

CUADRO No. 4.2.5

## CAMBIOS DE AIRE PROMEDIO POR 24 HRS. PARA CUARTOS DE ALMACENAJE ARRIBA DE 32°F DEBIDO A APERTURA DE PUERTAS E INFILTRACION.

(No se aplica a cuartos que tienen ductos de ventilación o rejillas)

| Volumen<br>pies cúbicos | Cambios de        |  |
|-------------------------|-------------------|--|-------------------------|-------------------|--|-------------------------|-------------------|--|-------------------------|-------------------|--|
|                         | aire por<br>24 hr |  |
| 250                     | 38.0              |  | 1 000                   | 17.5              |  | 6 000                   | 6.5               |  | 30 000                  | 2.7               |  |
| 300                     | 34.5              |  | 1 500                   | 14.0              |  | 8 000                   | 5.5               |  | 40 000                  | 2.3               |  |
| 400                     | 29.5              |  | 2 000                   | 12.0              |  | 10 000                  | 4.9               |  | 50 000                  | 2.0               |  |
| 500                     | 26.0              |  | 3 000                   | 9.5               |  | 15 000                  | 3.9               |  | 75 000                  | 1.6               |  |
| 600                     | 23.0              |  | 4 000                   | 8.2               |  | 20 000                  | 3.5               |  | 100 000                 | 1.4               |  |
| 800                     | 20.0              |  | 5 000                   | 7.2               |  | 25 000                  | 3.0               |  |                         |                   |  |

Nota: Para cuartos de almacén con antesala, se reducen los cambios de aire a 50% de los valores dados en la tabla.

Para uso de servicio pesado, agregar 50% a los valores dados en la tabla.

De *ASRE Data Book, Design Volume*, Edición 1949 con permiso de The American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.

CUADRO No. 4.2.6

CARGA DE CALOR POR INFILTRACION  
BTU POR PIE CUBICO DE AIRE ELIMINADO EN ENFRIAMIENTO  
PARA CONDICIONES DE ALMACENAJE ARRIBA DE 30°F.

| Temp.<br>cuarto<br>almacén<br>°F | Temperatura aire de entrada °F |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                  | 85                             |      | 90   |      |      | 95   |      | 100  |      |      |
|                                  | Humedad Relativa aire Int. %   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                  | 50                             | 60   | 70   | 50   | 60   | 70   | 50   | 60   | 50   | 60   |
| 65                               | 0.65                           | 0.85 | 1.12 | 0.93 | 1.17 | 1.44 | 1.24 | 1.54 | 1.58 | 1.95 |
| 60                               | 0.85                           | 1.03 | 1.26 | 1.13 | 1.37 | 1.64 | 1.44 | 1.74 | 1.78 | 2.15 |
| 55                               | 1.12                           | 1.34 | 1.57 | 1.41 | 1.66 | 1.93 | 1.72 | 2.01 | 2.06 | 2.44 |
| 50                               | 1.32                           | 1.54 | 1.78 | 1.62 | 1.87 | 2.15 | 1.93 | 2.22 | 2.28 | 2.65 |
| 45                               | 1.50                           | 1.73 | 1.97 | 1.80 | 2.06 | 2.34 | 2.12 | 2.42 | 2.47 | 2.85 |
| 40                               | 1.69                           | 1.92 | 2.16 | 2.00 | 2.26 | 2.54 | 2.31 | 2.62 | 2.67 | 3.06 |
| 35                               | 1.86                           | 2.09 | 2.34 | 2.17 | 2.43 | 2.72 | 2.49 | 2.79 | 2.85 | 3.24 |
| 30                               | 2.00                           | 2.24 | 2.49 | 2.26 | 2.53 | 2.82 | 2.64 | 2.94 | 2.95 | 3.35 |

Reimpreso de *Refrigeration Engineering Data Book* por cortesía de American Society of Refrigerating Engineers.

de la ganancia de calor por pie cúbico de aire que entra al espacio refrigerado, para varias condiciones interiores y exteriores.

Para el cálculo de esta carga de calor, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = V a b \quad (4.2.3)$$

donde:

$Q$  : carga de calor debida a la infiltración de aire - -  
(BTU/24 hrs).

$V$  : volumen interior (pies<sup>3</sup>).

$a$  : cambios de aire por 24 hrs.

$b$  : factor de cambio de aire (BTU/pie<sup>3</sup>).

En nuestro caso tenemos:

$$V = 5(25) (4) = 500 \text{ m}^3 ; (500) (35.3134) = 17656.70 \text{ pies}^3$$

al cual le corresponde 3.7 cambios de aire cada 24 hrs. aproximadamente (ver cuadro No. 4.2.5).

temperatura exterior: (BS) = 86°F

(BH) = 66°F

observando la carta psicrométrica obtenemos:

humedad relativa: (hr) = 35%

temperatura interior: = 41°F.

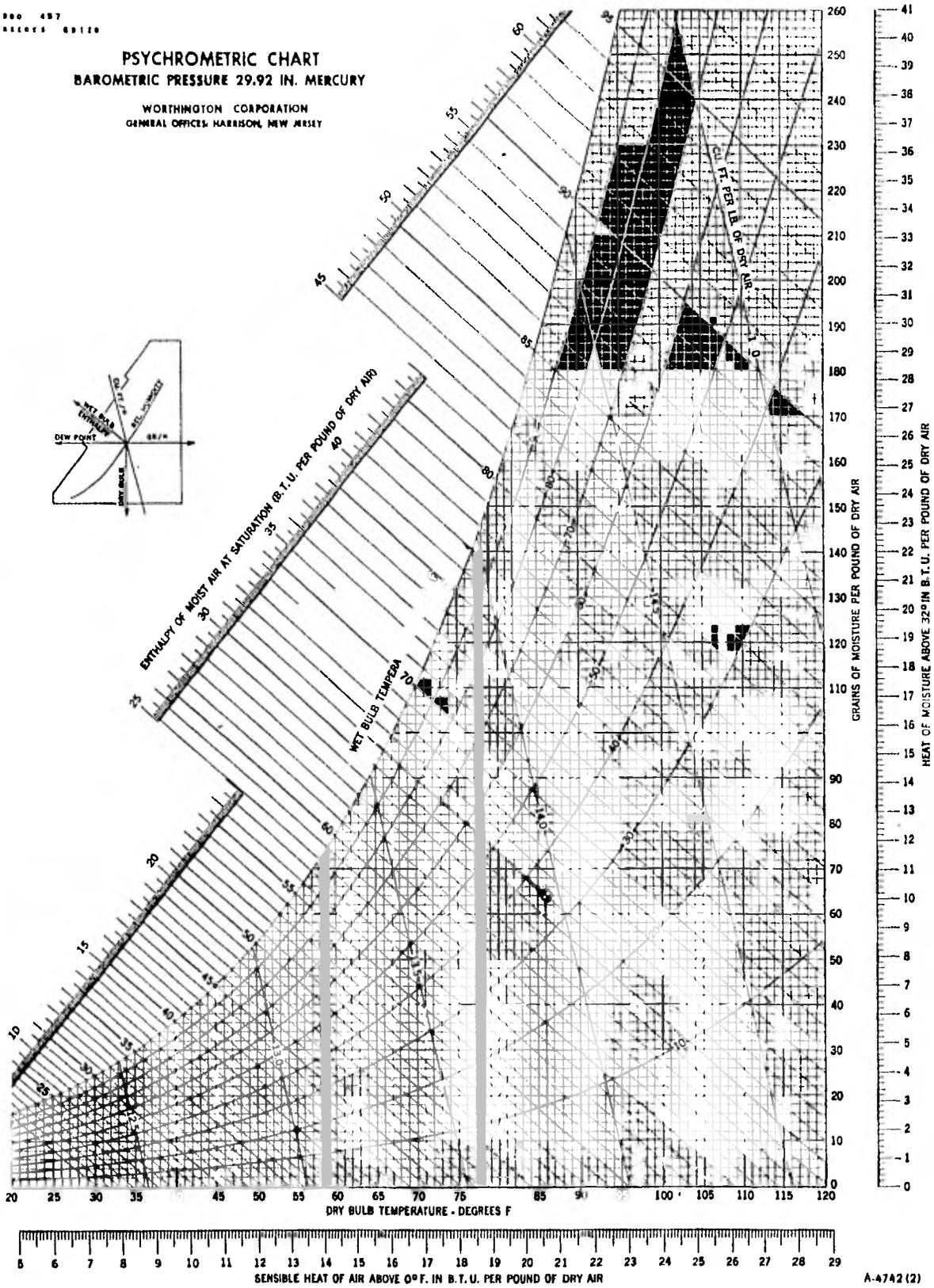
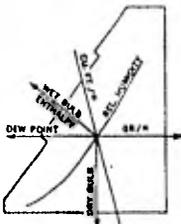
Con estos datos y refiriéndonos al cuadro No. 4.2.6 obtenemos que el factor de cambio de aire es igual a 1.69 .

ACR-900 487  
SUPERSEDES 80128

# PSYCHROMETRIC CHART

BAROMETRIC PRESSURE 29.92 IN. MERCURY

WORTHINGTON CORPORATION  
GENERAL OFFICES, HARRISON, NEW JERSEY



A-4742 (2)

Por lo tanto, la carga de calor debida a la infiltración de aire, aplicando la ecuación (4.2.3), será:

$$Q = (17656.70) (3.7) (1.69)$$

$$Q = 110407.34 \text{ BTU/24 hrs.}$$

$$\underline{Q = 4,600.30 \text{ BTU/hr}}$$

#### 4.2.4. CARGA DE CALOR DEBIDA A LOS PRODUCTOS POR REFRIGERAR

La carga debida al producto, es la cantidad de calor que hay que extraerle al producto para bajar su temperatura hasta igualarla con la temperatura de la cámara frigorífica.

Cuando se lleva a cabo un proceso de congelamiento, la carga de calor debida al producto, se calcula en tres partes:

- 1). El calor cedido por el producto al enfriarse desde la temperatura de entrada hasta la temperatura arriba de su punto de congelación.
- 2). El calor cedido por el producto durante su solidificación o congelamiento, es decir, en este proceso cambia de estado el agua que contiene el producto para convertirse en hielo.

- 3). El calor cedido por el producto para enfriarse desde su temperatura de congelación hasta la temperatura final - de almacenamiento.

Como en nuestro caso nos referimos a refrigeración exclusivamente, solo tomaremos en cuenta el punto 1), cuya carga de calor se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q = W C_1 (t_1 - t_2) \quad (4.2.4)$$

donde:

Q : calor que debe extraérsele al producto (BTU).

W : peso del producto (lb).

C<sub>1</sub> : calor específico del producto, arriba del punto de congelación (BTU/lb-°F).

t<sub>1</sub> : temperatura de entrada del producto (°F).

t<sub>2</sub> : temperatura de la cámara frigorífica (°F).

La capacidad de la planta es de 117.5 toneladas, que es igual a (117500) (2.2) = 258500 lb.

Tomando el promedio del C<sub>1</sub> de nuestros productos del cuadro No. 4.2.7, tenemos: C<sub>1</sub> = 0.9 BTU/lb-°F.

Utilizando la ecuación (4.2.4) se obtiene:

$$Q = (258500) (0.9) (86 - 41)$$

$$Q = 10'469,250.00 \text{ BTU.}$$

CUADRO No. 4.2.7

## CARACTERISTICAS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

| Producto            | Temperatura Promedio de Congelación °F | Porcentaje de Agua | Calor Específico BTU/lb. °F     |                                | Calor Latente de Fusión BTU/lb. | Calor de Evolución BTU por (24 hrs.) (ton) a la Temp. indicada |                 |
|---------------------|--|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|
|                     |  |                    | Arriba del punto de Congelación | Abajo del punto de Congelación |                                 | °F   | BTU             |
|                     |  |                    |                                 |                                |                                 |  |                 |
| <b>VERDURAS</b>     |  |                    |                                 |                                |                                 |  |                 |
| Aceitunas           | 28.5                                   | 75.2               | 0.80                            | 0.42                           | 108                             |  |                 |
| Alcachofas          | 29.1                                   | 83.7               | 0.87                            | 0.45                           | 120                             | 40   | 10,140          |
| Apio                | 29.7                                   | 93.7               | 0.95                            | 0.48                           | 135                             | 32   | 1,600           |
|                     |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 2,400           |
| Berengena           | 30.4                                   | 92.7               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             |  |                 |
| Betabel             | 31.1                                   | 87.6               | 0.90                            | 0.46                           | 126                             | 32   | 2,700           |
|                     |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 4,100           |
| Brócoli             | 29.2                                   | 89.9               | 0.92                            | 0.47                           | 130                             | 40   | 11,000 - 17,000 |
| Calabaza            | 30.1                                   | 90.5               | 0.92                            | 0.47                           | 130                             |  |                 |
| Calabacitas tiernas | 30.1                                   | 90.5               | 0.92                            | 0.47                           | 130                             |  |                 |
| Camotes             | 28.5                                   | 68.5               | 0.75                            | 0.40                           | 97                              | 40   | 1,710           |
| Cebollas            | 30.1                                   | 87.5               | 0.90                            | 0.46                           | 124                             | 32   | 700 - 1,100     |
|                     |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 1,800           |
| Col                 | 31.2                                   | 92.4               | 0.94                            | 0.47                           | 132                             | 40   | 1,700           |

CUADRO No. 4.2.7 (Cont.)

## CARACTERISTICAS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

| Producto                    | Temperatura Promedio de Congelación °F | Porcentaje de Agua | Calor Especifico BTU/lb. °F     |                                | Calor Latente de Fusión BTU/lb. | Calor de Evolución BTU por (24 hrs.) (ton) a la Temp. indicada |                 |
|-----------------------------|--|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|
|                             |  |                    | Arriba del punto de Congelación | Abajo del punto de Congelación |                                 | °F   | BTU             |
|                             |  |                    |                                 |                                |                                 |  |                 |
| Coliflor                    | 30.1                                   | 91.7               | 0.93                            | 0.47                           | 132                             | 40   | 4,500           |
| Colirrábano                 | 30.0                                   | 90.0               | 0.92                            | 0.47                           | 128                             |  |                 |
| Coiecitas de Bruselas       | 31.0                                   | 84.9               | 0.88                            | 0.46                           | 122                             | 40   | 6,600 - 11,000  |
| Col fermentada (Sauerkraut) | 26.0                                   | 89.0               | 0.92                            | 0.47                           | 129                             |  |                 |
| Col rizada                  | 30.7                                   | 86.6               | 0.89                            | 0.46                           | 124                             |  |                 |
| Chícharos verdes            | 30.0                                   | 74.3               | 0.79                            | 0.42                           | 106                             | 40   | 13,200 - 16,000 |
| Chícharos secos             |  | 9.5                | 0.28                            | 0.22                           | 14                              |  |                 |
| Chirivías                   | 28.9                                   | 78.6               | 0.84                            | 0.46                           | 112                             |  |                 |
| Ejotes                      | 29.7                                   | 88.9               | 0.91                            | 0.47                           | 128                             | 40   | 9,700 - 11,400  |
| Elotes                      | 28.9                                   | 75.5               | 0.79                            | 0.42                           | 106                             | 32   | 7,200 - 11,300  |
|                             |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 10,600 - 13,200 |
| Escarola                    | 30.9                                   | 93.3               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             |  |                 |
| Espárragos                  | 29.8                                   | 93.0               | 0.94                            | 0.48                           | 134                             | 40   | 11,700 - 23,100 |
| Espinacas                   | 30.3                                   | 92.7               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             | 40   | 8,000           |
| Habas                       | 30.1                                   | 66.5               | 0.73                            | 0.40                           | 94                              | 40   | 4,300 - 6,100   |
| Habas secas                 |  | 12.5               | 0.30                            | 0.24                           | 18                              |  |                 |
| Hongos                      | 30.2                                   | 91.1               | 0.93                            | 0.47                           | 130                             | 32   | 6,200           |
|                             |  |                    |                                 |                                |                                 | 50   | 22,000          |
| Jitomate                    | 30.4                                   | 94.1               | 0.95                            | 0.48                           | 134                             | 40   | 1,260           |
| Lechuga                     | 31.2                                   | 94.8               | 0.96                            | 0.48                           | 136                             | 32   | 2,300           |
|                             |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 2,700           |
| Maíz                        |  | 10.5               | 0.28                            | 0.23                           | 15                              |  |                 |
| Nabo                        | 30.5                                   | 90.9               | 0.93                            | 0.47                           | 130                             | 32   | 1,900           |
|                             |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 2,200           |
| Papas                       | 28.9                                   | 77.8               | 0.82                            | 0.43                           | 111                             | 40   | 1,300 - 1,800   |
| Pepinos                     | 30.5                                   | 96.1               | 0.97                            | 0.49                           | 137                             |  |                 |
| Pimiento                    | 30.1                                   | 92.4               | 0.94                            | 0.47                           | 132                             | 40   | 4,700           |
| Rábano                      | 30.1                                   | 93.6               | 0.95                            | 0.48                           | 134                             |  |                 |
| Rábano picante              | 26.4                                   | 73.4               | 0.78                            | 0.42                           | 104                             |  |                 |
| Rapóntico                   | 28.4                                   | 94.9               | 0.96                            | 0.48                           | 134                             |  |                 |
| Tomate                      | 30.4                                   | 94.7               | 0.95                            | 0.48                           | 134                             | 60   | 6,230           |
| Verduras (mixtas)           | 30.0                                   | 90.0               | 0.90                            | 0.45                           | 130                             |  |                 |
| Zanahorias                  | 29.6                                   | 88.2               | 0.90                            | 0.46                           | 126                             | 32   | 2,100           |
|                             |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 3,500           |
| <b>CARNES Y PESCADOS</b>    |  |                    |                                 |                                |                                 |  |                 |
| Aves (carne fresca)         | 27                                     | 74                 | 0.79                            | 0.37                           | 106                             |  |                 |
| Aves (congeladas)           | 27                                     | 74                 | 0.79                            | 0.37                           | 106                             |  |                 |
| Bacalao (fresco)            | 28                                     |                    | 0.90                            | 0.49                           | 119                             |  |                 |
| Camarones                   | 28                                     | 70.8               | 0.83                            | 0.45                           | 119                             |  |                 |
| Carne cortada (retazo)      | 29                                     | 65                 | 0.72                            | 0.40                           | 95                              |  |                 |
| Carne de cordero            | 29                                     | 58                 | 0.67                            | 0.30                           | 83.5                            |  |                 |
| Carne de puerco (ahumada)   |  | 57                 | 0.60                            | 0.32                           |                                 |  |                 |
| Carne de puerco (fresca)    | 28                                     | 60                 | 0.68                            | 0.38                           | 86.5                            |  |                 |
| Carne de res (grasosa)      | 28                                     |                    | 0.60                            | 0.35                           | 79                              |  |                 |
| Carne de res (magra)        | 29                                     | 68                 | 0.77                            | 0.40                           | 100                             |  |                 |
| Carne de res (salada)       |  |                    | 0.75                            |                                |                                 |  |                 |
| Carne de res (seca)         |  | 5-15               | 0.22-0.34                       | 0.19-0.26                      | 7-22                            |  |                 |
| Carne de ternera            | 29                                     | 63                 | 0.71                            | 0.39                           | 91                              |  |                 |
| Chorizos                    | 26                                     | 65.5               | 0.89                            | 0.56                           | 93                              |  |                 |
| Embutidos                   |  |                    | 0.60                            |                                |                                 |  |                 |

CUADRO No. 4.2.7 (Cont.)

## CARACTERISTICAS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

| Producto               | Temperatura Promedio de Congelación °F | Porcentaje de Agua | Calor Específico BTU/lb. °F     |                                | Calor Latente de Fusión BTU/lb. | Calor de Evolución BTU por (24 Hrs.) (ton) a la Temp. indicada |                 |
|------------------------|--|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|
|                        |  |                    | Arriba del punto de Congelación | Abajo del punto de Congelación |                                 | °F   | BTU             |
|                        |  |                    |                                 |                                |                                 |  |                 |
| Escalopos              | 28                                     | 80.3               | 0.89                            | 0.48                           | 116                             |  |                 |
| Hojados                | 29                                     | 65.5               | 0.72                            | 0.40                           | 93.3                            |  |                 |
| Jimones y Lomos        | 27                                     | 60                 | 0.68                            | 0.38                           | 86.5                            |  |                 |
| Oxiones (en su concha) | 27                                     | 80.4               | 0.83                            | 0.44                           | 116                             |  |                 |
| Oxiones (en lata)      | 27                                     | 87                 | 0.90                            | 0.46                           | 125                             |  |                 |
| Pescado (congelado)    | 28                                     | 70                 | 0.76                            | 0.41                           | 101                             |  |                 |
| Pescado (en hielo)     |  | 70                 | 0.76                            | 0.41                           | 101                             |  |                 |
| Pescado (seco)         |  |                    | 0.56                            | 0.34                           | 65                              |  |                 |
| Salchichas (ahumadas)  | 25                                     | 60                 | 0.86                            | 0.56                           | 86                              |  |                 |
| Salchichas (Frankfurt) | 29                                     | 60                 | 0.86                            | 0.56                           | 86                              |  |                 |
| Salchichas (frescas)   | 26                                     | 65                 | 0.89                            | 0.56                           | 93                              |  |                 |
| Tocino                 |  | 20                 | 0.50                            | 0.30                           | 29                              |  |                 |
| <b>FRUTAS</b>          |  |                    |                                 |                                |                                 |  |                 |
| Aguacates              | 27.2                                   | 94                 | 0.91                            | 0.49                           | 136                             | 60   | 13,200 - 39,700 |
| Arándanos              | 28.6                                   | 82.3               | 0.86                            | 0.45                           | 118                             | 32   | 1,300 - 2,200   |
| Arándanos Agrios       | 27.3                                   | 87.4               | 0.90                            | 0.46                           | 124                             |  |                 |
| Cerezas                | 26                                     | 83                 | 0.87                            | 0.45                           | 120                             |  |                 |
| Ciruelas               | 28                                     | 85.7               | 0.88                            | 0.45                           | 122                             |  |                 |
| Ciruela pasa (fresca)  | 28                                     | 85.7               | 0.88                            | 0.45                           | 123                             |  |                 |
| Chabacanos             | 28.1                                   | 85.4               | 0.88                            | 0.46                           | 122                             |  |                 |
| Dátil (fresco)         | 27.1                                   | 78                 | 0.82                            | 0.43                           | 112                             |  |                 |
| Dátil (seco)           | -4.1                                   | 20                 | 0.36                            | 0.26                           | 29                              |  |                 |
| Duraznos               | 29.4                                   | 86.9               | 0.90                            | 0.46                           | 124                             | 32   | 1,110           |
|                        |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 1,735           |
| Frambuesas             | 30.1                                   | 82                 | 0.85                            | 0.45                           | 122                             | 40   | 6,800 - 8,500   |
|                        |  |                    |                                 |                                |                                 | 60   | 18,100 - 22,300 |
| Fresas                 | 29.9                                   | 90                 | 0.92                            | 0.47                           | 129                             |  |                 |
| Granadas               | 28                                     | 77                 | 0.87                            | 0.48                           | 112                             |  |                 |
| Grosella               | 30.2                                   | 84.7               | 0.88                            | 0.45                           | 120                             |  |                 |
| Higo (fresco)          | 27.1                                   | 78                 | 0.82                            | 0.43                           | 112                             |  |                 |
| Higo (seco)            |  | 24                 | 0.39                            | 0.27                           | 34                              |  |                 |
| Limas                  | 29                                     | 86                 | 0.89                            | 0.46                           | 122                             | 40   | 810             |
|                        |  |                    |                                 |                                |                                 | 60   | 2,970           |
| Limonos                | 28.1                                   | 89.3               | 0.92                            | 0.46                           | 127                             | 40   | 810             |
|                        |  |                    |                                 |                                |                                 | 60   | 2,970           |
| Mandarinas             | 28                                     | 87.3               | 0.93                            | 0.51                           | 126                             | 32   | 3,265           |
|                        |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 5,865           |
| Mangos                 | 32                                     | 93                 | 0.90                            | 0.46                           | 134                             |  |                 |
| Manzanas               | 28.4                                   | 84.1               | 0.86                            | 0.45                           | 121                             | 32   | 830             |
|                        |  |                    |                                 |                                |                                 | 40   | 1,435           |
| Melones                | 29                                     | 92.7               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             | 40   | 2,000           |
|                        |  |                    |                                 |                                |                                 | 60   | 8,500           |
| Melón dulce            | 20                                     | 92.6               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             | 40   | 1,000           |
| Membrillo              | 28.1                                   | 85.3               | 0.88                            | 0.45                           | 122                             |  |                 |
| Moras                  | 28.9                                   | 85.3               | 0.88                            | 0.46                           | 122                             |  |                 |
| Naranjas               | 28                                     | 87.2               | 0.90                            | 0.46                           | 124                             | 32   | 795             |
| Nectarinas             | 29                                     | 82.9               | 0.90                            | 0.49                           | 119                             |  |                 |
| Ulvieros               | 28.3                                   | 78.2               | 0.84                            | 0.43                           | 112                             |  |                 |

CUADRO No. 4.2.7 (Cont.)

## CARACTERISTICAS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

| Producto            | Temperatura Promedio de Congelación °F | Porcentaje de Agua | Calor Específico BTU/lb. °F     |                                | Calor Latente de Fusión BTU/lb. | Calor de Evolución BTU por (24 hrs.) (ton) a la Temp. indicada |                      |
|---------------------|--|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|----------------------|
|                     |  |                    | Arriba del punto de Congelación | Abajo del punto de Congelación |                                 | °F   | 8TU                  |
|                     |  |                    |                                 |                                |                                 |  |                      |
| Peras               | 28.5                                   | 83.5               | 0.86                            | 0.45                           | 118                             | 32   | 770                  |
| Piñas               | 29.4                                   | 85.3               | 0.88                            | 0.45                           | 123                             |  |                      |
| Plátanos            | 28                                     | 74.8               | 0.80                            | 0.42                           | 108                             | 68   | 8,400 - 9,200        |
| Sandías             | 29.2                                   | 92.1               | 0.97                            | 0.48                           | 132                             |  |                      |
| Toronjas            | 28.4                                   | 88.8               | 0.91                            | 0.46                           | 126                             | 32   | 460                  |
| Uvas                | 26.3                                   | 81.7               | 0.86                            | 0.44                           | 116                             | 40   | 1,070                |
| Uva - espín         | 28.9                                   | 88.3               | 0.90                            | 0.46                           | 126                             | 35   | 830                  |
| VARIOS              |  |                    |                                 |                                |                                 |  |                      |
| Azúcar de maple     |  | 5                  | 0.24                            | 0.21                           | 7                               | 45   | 1,420                |
| Caviar (enlatado)   | 20                                     | 55                 |                                 |                                |                                 | 40   | 3,820                |
| Cerveza             | 28                                     | 92                 | 1.00                            |                                |                                 |  |                      |
| Crema (40%)         | 28                                     | 73                 | 0.85                            | 0.40                           | 90                              |  |                      |
| Chocolate           | 85 - 95                                | 55                 | 0.30                            | 0.55                           | 40                              |  |                      |
| Dulces              |  |                    | 0.93                            |                                |                                 |  |                      |
| Flores cortadas     | 32                                     |                    |                                 |                                |                                 |  | 480 BTU/pie' de área |
| Harina              |  | 13.5               | 0.38                            | 0.28                           |                                 |  |                      |
| Hielados            | 27 - 0                                 | 58 - 66            | 0.78                            | 0.45                           | 96                              |  |                      |
| Huevos (congelados) | 27                                     |                    |                                 | 0.41                           | 100                             |  |                      |
| Huevos (frescos)    | 27                                     |                    | 0.76                            | 0.40                           | 100                             |  |                      |
| Leche               | 31                                     | 87.5               | 0.93                            | 0.49                           | 124                             |  |                      |
| Levadura            |  | 70.9               | 0.77                            | 0.41                           | 102                             |  |                      |
| Lúpulo              |  |                    |                                 |                                |                                 | 35   | 1,500                |
| Malta               |  |                    |                                 |                                |                                 | 50   | 1,500                |
| Manteca de cerdo    |  |                    | 0.52                            |                                |                                 |  |                      |
| Mantequilla         | 30 - 0                                 | 15                 | 0.64                            | 0.34                           | 15                              |  |                      |
| Miel de abeja       |  | 18                 | 0.35                            | 0.26                           | 26                              | 40   | 1,420                |
| Miel de maple       |  | 36                 | 0.49                            | 0.31                           | 52                              | 45   | 1,420                |
| Nueces (secas)      |  | 3 - 10             | 0.21 - 0.29                     | 0.19 - 0.24                    | 4.3 - 14                        | 35   | 1,000                |
| Oleomargarina       |  | 15.5               | 0.32                            | 0.25                           | 22                              |  |                      |
| Pan                 |  | 32 - 37            | 0.70                            | 0.34                           | 46 - 53                         |  |                      |
| Pasta de pan        |  | 58                 | 0.75                            |                                |                                 |  |                      |
| Piel y Lana         |  |                    |                                 | 0.40                           |                                 |  |                      |
| Queso americano     | 17                                     | 60                 | 0.64                            | 0.36                           | 79                              | 40   | 4,680                |
| Queso Camambert     | 18                                     | 60                 | 0.70                            | 0.40                           | 86                              | 40   | 4,920                |
| Queso Limburger     | 19                                     | 55                 | 0.70                            | 0.40                           | 86                              | 40   | 4,920                |
| Queso Roquefort     | 3                                      | 55                 | 0.65                            | 0.32                           | 79                              | 45   | 4,000                |
| Queso Suizo         | 15                                     | 55                 | 0.64                            | 0.36                           | 79                              | 40   | 4,660                |
| Tabaco y Puros      | 25                                     |                    |                                 |                                |                                 |  |                      |

Tomado del Manual de Fundamentos ASHRAE, 1967 Copiado con autorización.

Considerando la imposibilidad de estibar las 117.5 ton. en un solo día de trabajo, necesitamos elaborar un programa de estibe que puede ser de 5 días (un día por cada cámara). Por lo tanto la carga de calor debida al producto será:

$$Q = \frac{10'469,250}{5} = 2'093,850.00 \text{ BTU/24 hrs.}$$

$$Q = 87,243.75 \text{ BTU/hr}$$

#### 4.2.5. CARGA DE CALOR DEBIDA A LA RESPIRACION DE ALGUNOS PRODUCTOS.

Las frutas y los vegetales continúan con vida después de su recolección y por lo tanto continúan sufriendo cambios mientras están almacenados. Lo más importante de esos cambios son los producidos por la respiración, que es un proceso durante el cual el oxígeno del aire se combina con los carbohidratos en el tejido de la planta dando como resultado la formación de dióxido de carbono y calor. El calor eliminado es llamado calor de respiración y debe ser considerado como una parte de la carga del producto donde cantidades de fruta y/o vegetales están almacenados a una temperatura superior a la temperatura de congelamiento. La cantidad de calor involucrada en el proceso de respiración depende del tipo y temperatura del producto.

Las carnes y el pescado no tienen un proceso de vida post-

CUADRO No. 4.2.8

## CALOR POR RESPIRACION DE FRUTAS Y VEGETALES

| FRUTAS   |                      |                                  | VEGETALES                       |                      |                     |
|--|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------|
| Artículos  | Temperatura Grados F | Btu por hora por lb              | Artículos                       | Temperatura Grados F | Btu por hora por lb |
| Manzanas   | 32                   | .018                             | Espárragos                      | 32                   | .035                |
|  | 40                   | .030                             |                                 | 40                   | .170                |
|  | 60                   | .120                             | Frijoles, Hojas                 | 32                   | .170                |
| Damascos   | 32                   | .023                             |                                 | 60                   | .870                |
|  | 40                   | .036                             | Hatchueles                      | 32                   | .099                |
|  | 60                   | .120                             |                                 | 40                   | .140                |
| Plátanos<br>Cnigados<br>Madurándose<br>Enfriándose | 54                   | .069                             |                                 | 60                   | .470                |
|  | 68                   | .190                             | Retabé                          | 32                   | .055                |
|  | 70-74                | .5005                            |                                 | 40                   | .085                |
|  |                      |                                  |                                 | 60                   | .150                |
| Avión  | 36                   | .115                             | Bretones                        | 32                   | .059                |
|  | 60                   | .345                             |                                 | 40                   | .095                |
|  |                      |                                  |                                 | 60                   | .280                |
| Cerezas  | 32                   | .032                             | Calabaza                        | 32                   | .059                |
|  | 60                   | .250                             |                                 | 40                   | .095                |
|  |                      |                                  |                                 | 60                   | .280                |
| Arándanos  | 32                   | .014                             | Coliflor                        | 32                   | .059                |
|  | 40                   | .019                             |                                 | 40                   | .095                |
|  | 50                   | .036                             |                                 | 60                   | .280                |
| Dátiles, frescos                                   | 32                   | .014                             | Zanahorias                      | 32                   | .045                |
|  | 40                   | .019                             |                                 | 40                   | .073                |
|  | 50                   | .036                             |                                 | 60                   | .170                |
| Toronjas   | 32                   | .0094                            | Ajo                             | 32                   | .059                |
|  | 40                   | .022                             |                                 | 40                   | .095                |
|  | 60                   | .058                             |                                 | 60                   | .280                |
| Uvas   | 32                   | .0075                            | Mau, dulce                      | 32                   | .035                |
|  | 40                   | .014                             |                                 | 40                   | .170                |
|  | 60                   | .050                             | Pepino                          | 32                   | .028                |
| Limonas  | 32                   | .012                             |                                 | 40                   | .041                |
|  | 40                   | .017                             |                                 | 60                   | .175                |
|  | 60                   | .062                             | Escarola                        | 40                   | .200                |
| Limón mexicano                                     | 32                   | .012                             | Lechuga                         | 32                   | .240                |
|  | 40                   | .017                             |                                 | 40                   | .330                |
|  | 60                   | .062                             |                                 | 60                   | .960                |
| Naranjas   | 32                   | .017                             | Melones<br>(excepto<br>sandías) | 32                   | .028                |
|  | 40                   | .029                             |                                 | 40                   | .041                |
|  | 60                   | .104                             |                                 | 60                   | .175                |
| Duraznos   | 32                   | .023                             | Hongos                          | 32                   | .130                |
|  | 40                   | .036                             |                                 | 50                   | .460                |
|  | 60                   | .170                             | Cebollas                        | 32                   | .018                |
| Peras  | 32                   | .016                             |                                 | 50                   | .039                |
|  | 60                   | .230                             |                                 | 70                   | .075                |
|  |                      |                                  | Cherivias                       | 32                   | .045                |
| Cruelas  | 32                   | .032                             |                                 | 40                   | .073                |
|  | 60                   | .250                             |                                 | 60                   | .170                |
|  |                      |                                  | Vainas                          | 32                   | .170                |
| Membrillos   | 32                   | .018                             |                                 | 60                   | .820                |
|  | 40                   | .030                             | Pimientos                       | 32                   | .057                |
|  | 60                   | .120                             |                                 | 60                   | .180                |
| Fresas   | 32                   | .048                             | Patatas                         | 32                   | .014                |
|  | 40                   | .120                             |                                 | 40                   | .030                |
|  | 60                   | .360                             |                                 | 70                   | .060                |
|  |                      | Espinacas                        | 40                              | .200                 |                     |
|  |                      | Carnotes                         | 40                              | .070                 |                     |
|  |                      | Tomates<br>(verdes)<br>(maduros) | 60                              | .130                 |                     |
|  |                      |                                  | 60                              | .027                 |                     |
|  |                      | Nabos                            | 32                              | .040                 |                     |
|  |                      |                                  | 40                              | .050                 |                     |

De Carrier Design Data. Reproducido con permiso de Carrier Corporation.

rior, por lo que no generan calor alguno.

El cuadro No. 4.2.8 proporciona el calor de respiración por libra por hora de nuestros productos.

Para encontrar la carga de calor por respiración, se aplica la siguiente ecuación:

$$Q = W R \quad (4.2.5)$$

donde:

Q : carga de calor debida a la respiración de los productos (BTU/hr).

W : peso del producto (lb).

R : calor por respiración (BTU/lb-hr).

Tomando el promedio de los factores 'R', se tiene:  $R = 0.03$  BTU/lb-hr., por lo tanto:

$$Q = (258,500)(0.03)$$

$$Q = \underline{7,755.00 \text{ BTU/hr}}$$

#### 4.2.6. CARGA DE CALOR DEBIDA AL PERSONAL.

El cuerpo humano disipa constantemente calor y humedad. La cantidad de calor depende del tipo de actividad, temperatura, tiempo

po dentro de la cámara, etc. El cuadro No. 4.2.9 indica la carga - de calor promedio debida a las personas que están trabajando en el interior de la cámara.

CUADRO No. 4.2.9  
CALOR DISIPADO POR LAS PERSONAS  
DENTRO DEL ESPACIO REFRIGERADO.

| Temperatura del Refrigerador en °F | Calor disipado/persona BTU/hr |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 50                                 | 720                           |
| 40                                 | 840                           |
| 30                                 | 950                           |
| 20                                 | 1 050                         |
| 10                                 | 1 200                         |
| 0                                  | 1 300                         |
| - 10                               | 1 400                         |

El cálculo de la carga de calor debida a los ocupantes se efectúa mediante la expresión:

$$Q = q \times x \quad (4.2.6)$$

donde:

Q : calor debido a los ocupantes (BTU/hr).

q : calor disipado por persona (BTU/hr-persona).

x : número de personas.

Se consideró que trabajarán tres estibadores.

Por lo tanto:

$$Q = (840) (3) = 2520 \text{ BTU/hr.}$$

Como los estibadores trabajarán 8 hrs. diarias, se tiene:

$$Q = (2520) (8) / 24$$

$$\underline{Q = 840.00 \text{ BTU/hr}}$$

#### 4.2.7. CARGA DE CALOR DEBIDA AL EQUIPO AUXILIAR.

La carga de calor que se considera en este concepto, es debida al alumbrado y a los motores eléctricos de los difusores.

CARGA DE CALOR DEBIDA AL ALUMBRADO.- Toda energía eléctrica disipada directamente en el espacio refrigerado, como la iluminación eléctrica se convierte en calor y debe incluirse en la carga térmica. En el cuadro No. 4.2.10 se muestra el calor disipado en BTU/hr. por Kw instalado.

Como se puede ver en el cálculo del alumbrado de la planta en el inciso 4.5.1., para iluminar las cámaras y la antecámara se necesitan 19 lámparas incandescentes de 100 watts cada una, por lo cual:

$$(19) (100) = 1900 \text{ watts} = 1.9 \text{ Kw.}$$

Como 1 Kw = 3413 BTU/hr. se tiene:

$$Q = (1.9) (3413) = 6,484.70 \text{ BTU/hr.}$$

Pero como la iluminación dará servicio durante la jornada de trabajo (8 hrs.), se tiene entonces:

$$Q = \frac{(6484.70) (8)}{24}$$

$$Q = 2,161.60 \text{ BTU/hr}$$

CARGA DE CALOR DEBIDA A LOS MOTORES ELECTRICOS.- Puesto que la energía no puede destruirse, sino sólo transformarse, cualquier energía eléctrica transmitida a los motores de los ventiladores que poseen los difusores ubicados en el interior de las cámaras, sufrirá una transformación, es decir toda la energía eléctrica convertida en energía mecánica se transforma en energía calorífica cedida - por los motores al medio ambiente. El cuadro No. 4.2.10 muestra la carga de calor por caballo de fuerza, la cual tiene distintos valores para motores de diferente capacidad.

En nuestro caso tenemos 11 difusores, los cuales tienen 2 - ventiladores cada uno cuya capacidad es de 1/4 H.P.

De lo anterior podemos obtener la carga de calor debida a los motores, que será:

$$Q = (22) (1/4) (4250)$$

$$Q = 23,375.00 \text{ BTU/hr}$$

#### CUADRO No. 4.2.10

##### GANANCIA DE CALOR DEBIDA AL EQUIPO AUXILIAR

| Dispositivo                             | Calor disipado durante el funcionamiento (BTU/hr) |
|---|---|
| Luz eléctrica, por kw instalado:        | 3 413   |
| Motor con ventilador dentro del cuarto: |   |
| - de 1/8 a 1/2 H.P.                     | 4 250   |
| - de 1/2 a 3 H.P.                       | 3 700   |
| - de 3 a 20 H.P.                        | 2 950   |

#### 4.2.8. CARGA DE CALOR DEBIDA A LOS MATERIALES DE ENVOLTURA O EMPAQUE.

Cuando el producto está contenido en algún empaque, el calor cedido por éste debe considerarse en el cálculo de la carga total y para tal efecto se usa la siguiente ecuación:

$$Q = W C_p (t_2 - t_1) \quad (4.2.7)$$

donde:

Q : carga de calor por el empaque (BTU)

W : peso del empaque (lb)

C<sub>p</sub> : calor específico del material (BTU/lb-°F).

t<sub>2</sub> : temperatura de entrada (°F).

t<sub>1</sub> : temperatura interior (°F).

Considerando que un 10% del peso bruto del producto por almacenar es empaque, y conociendo que en general éste es madera cuyo C<sub>p</sub> = 0.75 BTU/lb-°F, podemos aplicar la expresión (4.2.7), dando por resultado que:

$$Q = (258500) (0.10) (0.75) (86 - 41)$$

$$Q = 872,437.50 \text{ BTU.}$$

Tomando en cuenta el programa de estibe mencionado en el inciso 4.2.4 tenemos:

$$Q = \frac{872437.50}{(5) (24)}$$

$$Q = \underline{7,270.30 \text{ BTU/hr}}$$

## 4.2.9. CARGA DE CALOR DEBIDA A LOS ANAQUELES.

Los anaqueles también contribuirán a la carga total de refrigeración; por lo general están contruidos de lámina de acero cuyo  $C_p = 0.12 \text{ BTU/lb-}^\circ\text{F}$  y considerando que pesan también un 10% del peso total del producto, podemos emplear la expresión (4.2.7) para obtener la carga de calor debida a los anaqueles, que será:

$$Q = (258500) (0.10) (0.12) (86 - 41)$$

$$Q = 139,590.00 \text{ BTU}$$

Para tener la carga en BTU/hr :

$$Q = 139590 / 24$$

$$\underline{Q = 5,816.25 \text{ BTU/hr}}$$

## 4.2.10. CARGA TOTAL DE REFRIGERACION.

|  |                            |                           |
|--|----------------------------|---------------------------|
| 1. Carga de calor por transmisión en barreras: | 12,625.55                  | BTU/hr.                   |
| 2. Carga de calor por el efecto solar:         | 6,082.40                   | BTU/hr.                   |
| 3. Carga de calor por la infiltración de aire: | 4,600.30                   | BTU/hr.                   |
| 4. Carga de calor por los productos:           | 87,243.75                  | BTU/hr.                   |
| 5. Carga de calor por la respiración del prod: | 7,755.00                   | BTU/hr.                   |
| 6. Carga de calor por los ocupantes:           | 840.00                     | BTU/hr.                   |
| 7. Carga de calor por el equipo auxiliar:      |                            |                           |
| 7.1. Por el alumbrado:                         | 2,161.60                   | BTU/hr.                   |
| 7.2. Por los motores eléctricos:               | 23,375.00                  | BTU/hr.                   |
| 8. Carga de calor por el empaque:              | 7,270.30                   | BTU/hr.                   |
| 9. Carga de calor por los anaqueles:           | 5,816.25                   | BTU/hr.                   |
|  | <hr/>                      |                           |
|  | SUMA:                      | 157,770.15 BTU/hr.        |
|  | Factor de seguridad (15%): | 23,665.55 BTU/hr.         |
|  | <hr/>                      |                           |
| <b>CARGA TOTAL DE REFRIGERACION:</b>           |                            | <b>181,435.70 BTU/hr.</b> |
|  | <hr/> <hr/>                |                           |

## 4.2.11. CAPACIDAD DEL EQUIPO.

Aunque normalmente la capacidad de un equipo de refrigeración se expresa en BTU/hr., en aplicaciones de refrigeración, la carga total se calcula por lo general para períodos de 24 hrs. Entonces para calcular la capacidad requerida del equipo en BTU/hr., se-

divide la carga total de refrigeración que corresponde al período de 24 hrs. entre el tiempo deseado de funcionamiento del equipo, - es decir:

$$\text{Capacidad de equipo requerida (BTU/hr.)} = \frac{\text{Carga total de refrigeración (BTU/24 hrs.)}}{\text{Tiempo deseado de funcionamiento (hrs.)}}$$

Considerando que nuestra carga total de refrigeración será extraída por el equipo en 16 hrs. de su operación, la capacidad horaria del equipo será:

$$\text{Capacidad del equipo} = \frac{(181,435.70)(24)}{16} = 272,153.55 \text{ BTU/hr.}$$

Para obtener la capacidad del equipo en toneladas de refrigeración (T.R.), se tiene:

$$1 \text{ T.R.} = 12,000 \text{ BTU/hr.}$$

Por lo tanto:

$$\text{CAPACIDAD DEL EQUIPO} = \frac{272,153.55}{12,000} = \underline{\underline{22.68 \text{ T.R.}}}$$

#### 4.3. SELECCION DEL REFRIGERANTE.

Como la refrigeración mecánica se basa en la evaporación y la subsecuente condensación del fluido para absorber y disipar el calor, el refrigerante debe poseer tales características físicas para que se pueda repetir en ella la transformación de líquido en gas y de gas en líquido. Además de las características físicas, - se deben tomar en cuenta otros factores como son: las propiedades termodinámicas, químicas, de seguridad y económicas.

Los refrigerantes más comunes en el mercado, que se tomaron en cuenta para seleccionar el más adecuado, fueron:

- Amoníaco (  $\text{NH}_3$  )
- Dióxido de carbono (  $\text{CO}_2$  )
- Freón 11 (  $\text{CCl}_3\text{F}$  )
- Freón 12 (  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  )
- Freón 22 (  $\text{CNC1F}_2$  )
- Freón 113 (  $\text{CCl}_2\text{FCC1F}_2$  )

Las características que sirvieron como marco de referencia para el análisis de los refrigerantes, fueron:

- Presión de succión y condensación.
- Temperatura de vaporización y condensación.

- Punto de ebullición.
- Coeficiente de funcionamiento.
- Densidad.
- Miscibilidad.
- Toxicidad.
- Inflamabilidad y explosividad.
- Detección de fugas.
- Costo.
- Disponibilidad.

Una vez analizado lo anterior, se llegó a la conclusión que el refrigerante más adecuado para la instalación frigorífica es el FREON 22 (Monoclorodifluorometano). A continuación se mencionan -- las razones que influyeron para esta selección.

#### 4.3.1. PROPIEDADES DEL FREON 22.

- Tiene un rango de presiones (succión y condensación) fácilmente obtenible por medio de un compresor recíproco.  
Presión de evaporación a 5°F (-15°C): 43.0 lb/plg<sup>2</sup>.  
Presión de condensación a 86°F (30°C): 174.5 lb/plg<sup>2</sup>.
- Tiene el punto de congelación más bajo (-256°F), muy inferior a la temperatura de trabajo.
- No es tóxico, ni irritante o inflamable y en condiciones

normales, tampoco es corrosivo.

- Se puede estandarizar la operación de los equipos, ya que-- cuando se requiera conservar cítricos, es necesaria la instalación de equipos de aire acondicionado que utilizan por lo general Freón 22.
  
- Las instalaciones son más ligeras por tener menor densidad. Esto provoca que tenga menor fricción en las tuberías y hace que sea menor la caída de presión.

#### 4.4. SELECCION Y ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO.

La selección del equipo principal se llevó a cabo en función de las capacidades calculadas previamente.

En el mercado se encuentran equipos de diferentes marcas, diseños, capacidades y precios; de éstos se seleccionaron los que mejor se ajustan a los requerimientos de la planta.

##### 4.4.1. EQUIPO DE REFRIGERACION.

###### 4.4.1.1. COMPRESORES.

En virtud de la variación de la carga, se dividió el equipo de compresión en tres unidades que trabajarán en paralelo, como se muestra en el diagrama frigorífico (plano No. 4.4.1).

El resultado obtenido del cálculo de la capacidad del equipo fue de 22.68 T.R., de ahí que cada unidad tendrá una capacidad mínima de:

$$22.68 / 3 = 7.56 \text{ T.R.}$$

Mayekawa de México, S.A. ofrece un compresor para freón 22 - con las siguientes características:

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Modelo:                                       | <u>MYCOM 95 FH-2A</u>         |
| Tipo:   | <u>Reciprocante</u>           |
| Capacidad:                                    | <u>7.8</u> T.R.               |
| Desplazamiento:                               | <u>51.7</u> m <sup>3</sup> /h |
| Velocidad:                                    | <u>800</u> r.p.m.             |
| Temperatura de succión:                       | <u>- 10</u> °C.               |
| Temperatura de condensación:                  | <u>35</u> °C.                 |
| Diámetro de la válvula de succión:            | <u>2</u> plg.                 |
| Diámetro de la válvula de descarga:           | <u>1-1/2</u> plg.             |
| Capacidad del motor:                          | <u>15</u> H.P.                |
| Alimentación del motor:                       | <u>220 VCA, 3 Ø, 60 Hz</u>    |
| Dimensiones generales (largo x ancho x alto): | <u>1250 x 730 x 985 mm.</u>   |

Incluye: separador de aceite, condensador enfriado por aire cuyo ventilador requiere un motor de 1/4 H.P., y equipo de control integrada

Cuando se lleve a cabo la puesta en servicio de la planta, entrarán simultáneamente las tres unidades, pero una vez extraída la carga total de refrigeración solo será suficiente que operen dos unidades para mantener la temperatura requerida en las cámaras, de tal manera que una unidad se quedará permanentemente de reserva a la cual se le podrá aplicar el mantenimiento preventivo que requiera.

Con lo anterior es posible programar la entrada de las tres unidades de la siguiente forma:

| No. de semana             | No. de unidad en operación | No. de unidad de reserva (mant.) |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1a.                       | 1 - 2                      | 3                                |
| 2a.                       | 2 - 3                      | 1                                |
| 3a.                       | 3 - 1                      | 2                                |
| . . . se repite el ciclo. |                            |                                  |

#### 4.4.1.2. EVAPORADORES (DIFUSORES).

La carga de calor calculada que deberán absorber los evaporadores instalados en las cinco cámaras frigoríficas es:

$$q = 22.68 \text{ T.R.} = 272\ 160 \text{ BTU/hr.}$$

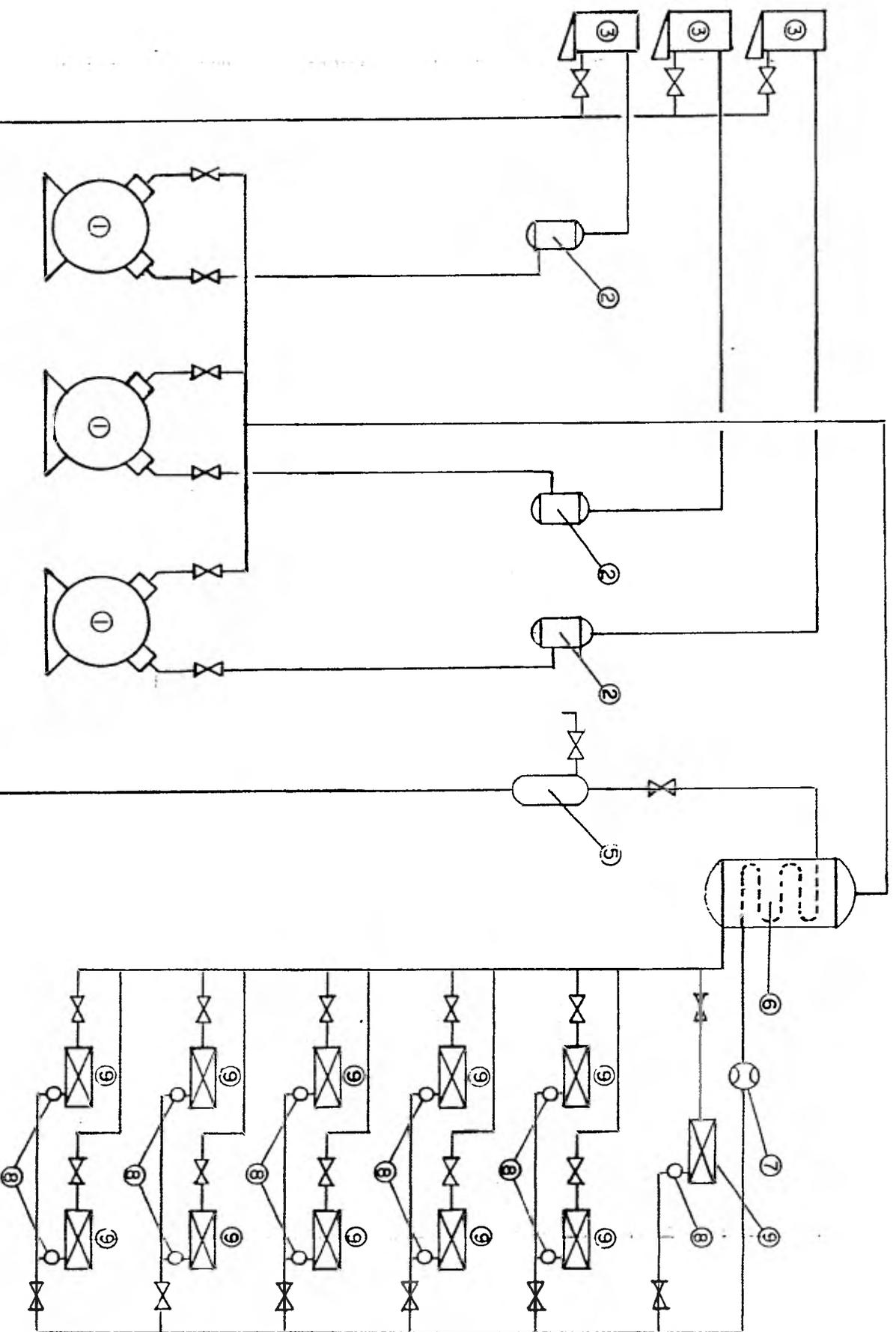
Consideramos que esta carga deberá extraerse con diez unidades; de ahí que cada evaporador deberá absorber:  $272\ 160 / 10 = 27\ 216 \text{ BTU/hr.}$

Además deberá colocarse un evaporador con la misma capacidad que los anteriores en la antecámara.

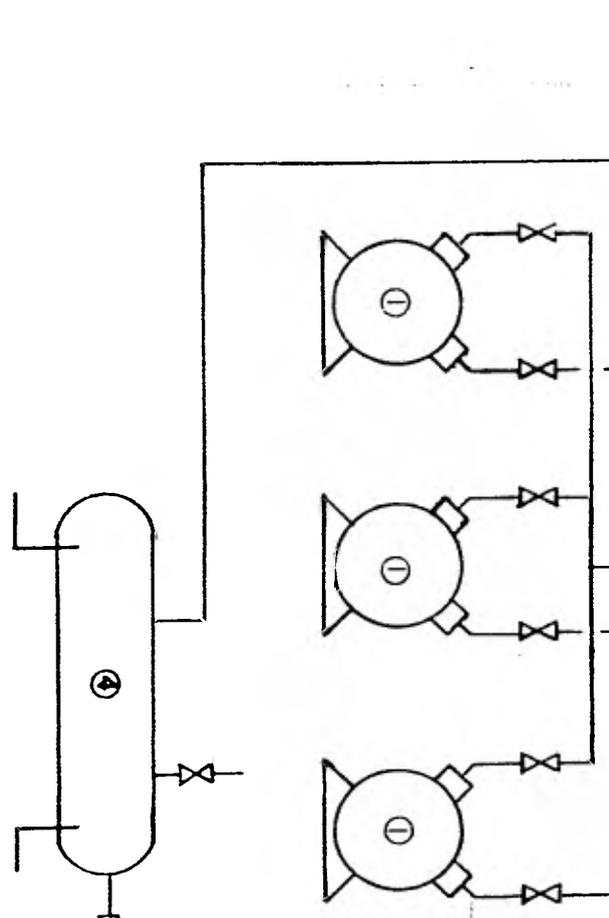
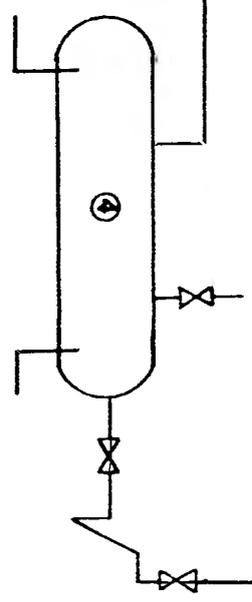
Por lo tanto, se instalarán once evaporadores (difusores) en la planta como se muestra en el diagrama frigorífico, distribuidos de la siguiente manera: dos difusores en cada cámara y uno en la antecámara.

Recold, S.A., ofrece un difusor para freón 22 con las siguientes características:

|  |   |
|--|---|
| Modelo:  | <u>SC 1348</u>  |
| Capacidad:                                       | <u>28,500</u> BTU/hr  |
| Volumen de aire:                                 | <u>4,300</u> PCM  |
| Diferencia de temperatura:                       | <u>12</u> °F  |
| Número de ventiladores:                          | <u>2</u>  |
| Tipo de ventilador:                              | <u>Axial</u>  |
| Capacidad del motor de cada ventilador:          | <u>1/4</u> H.P.   |
| Alimentación del motor:                          | <u>220 VCA, 30,60 Hz</u>  |
| Diámetro de conexiones:                          |   |
| - Líquido:                                       | <u>5/8</u> plg.   |
| - Gas:   | <u>1-1/8</u> plg.   |
| - Dren para descarche:                           | <u>3/4</u> plg.   |
| Dimensiones generales<br>(largo x ancho x alto): | <u>1232 x 876 x 540 mm.</u>   |
| Incluye:   | válvula de expansión, deshidratador de líneas y válvulas de servicio y control. |



| EQUIPO DE REFRIGERACION |  |
|-------------------------|--|
| No. CANT                | DESCRIPCION  |
| 3                       | COMPRESOR RECIPROCANTE PARA FREON 22 CAPACIDAD 7.8 T.R. MOTOR 15HP. MCA MY-COM MOD. 98 FH-2A.                                    |
| 3                       | SEPARADOR DE ACEITE.   |
| 3                       | CONDENSADOR ENFRIADO POR AIRE.   |
| 1                       | TANQUE RECIPIENTE DE FREON-22 CAPACIDAD 90 KG.   |
| 1                       | DESHIDRATADOR DE LINEA.  |
| 1                       | TRAMPA DE SUCCION.   |
| 1                       | INDICADOR DE LIQUIDO.  |
| 11                      | VALVULA DE EXPANSION.  |
| 11                      | EVAPORADOR (DIFUSOR DE AIRE) PARA F-22 CAPACIDAD 28,500 BTU/HR. VOLUMEN DE AIRE MANEJADO 4,300 PCM MCA, RECOLDO, - MOD. SC 134B. |



**UNAM**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL  
 PLANTA FRIGORIFICA RURAL  
 DIAGRAMA FRIGORIFICO

ESC. S/E PLANO No. 4.4.1 ACOT. S/A

#### 4.4.2. EQUIPO ELECTRICO.

##### 4.4.2.1. SUBESTACION.

La subestación será del tipo compacta unitaria para servicio intemperie, que se integra, en un mismo conjunto, con los tres componentes más importantes, que son:

- 1). Tablero que contiene el equipo de medición, protección y control de alta tensión (13.2 KV).
- 2). Transformador de distribución de 75 KVA, 13,200/220-127V
- 3). Tablero de distribución y protección de baja tensión - - (220-127 V).

##### TABLERO DE ALTA TENSION.

El tablero de alta tensión estará integrado principalmente - por tres secciones:

- 1). Sección de medición. Esta sección se utilizará para recibir la línea de alimentación de 13.2 KV. y montar el equipo de medición de la compañía suministradora de energía eléctrica, con el espacio adecuado según normas de la Comisión Federal de Electricidad.
- 2). Sección de cuchillas de prueba. Esta sección tendrá tres

juegos de cuchillas tripolares, un tiro, de operación en grupo y desconexión sin carga; con capacidad nominal de corriente de 7 amp. y voltaje de operación de 13.2 KV. La operación de estas cuchillas podrá efectuarse por medio de volantes o palancas desde el frente exterior de la sección.

- 3). Sección de protección. En éste se alojará un seccionador-tripolar para operación y desconexión bajo carga, con disipador para interrumpir la corriente de servicio, capacidad interruptiva de 200 MVA y voltaje de operación de 13.2 KV. Para protección contra corrientes de corto circuito será necesario que se instalen fusibles de 7 amp. en la parte inferior del seccionador, y que al fundirse alguno de ellos se accione un mecanismo que desconecte automáticamente las tres fases. La operación del seccionador se podrá hacer manualmente por medio de una palanca y desde el exterior frontal del tablero.

Con el fin de evitar las sobretensiones se instalarán en esta sección tres apartarrayos tipo autovalvular para 13.2 KV. y conectados directamente a tierra.

#### TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION.

Cantidad:

1

Servicio:

Intemperie

Operación: Continua

Altura de instalación: 2345 msnm

Capacidad: 75 KVA.

Número de fases: 3

Frecuencia: 60 Hz.

Tipo de enfriamiento: Sumergido en aceite -  
autoenfriado (clase OA)

Relación de transformación: 13,200 / 220-127 V.

Conexión:  $\Delta / Y_{\neq}$   
Delta en el primario (13,200 V) y estrella  
en el secundario (220 V) con neutro sterri  
zado.

Derivaciones en el lado de  
alta tensión (13,200 V):  $\pm 2$  de 2,5% cada una  
del voltaje nominal.

Impedancia: de 4 a 7 %.

Sobre-elevación de temperatura: 65 °C.

Clase de aislamiento: 15 KV.

Pruebas dieléctricas según Normas  
ANSI:

- Nivel básico de impulso (NBI): 95 KV.

- Voltaje aplicado durante 1 min: 34 KV.

El transformador quedará acoplado a los tableros de alta y -  
baja tensión mediante gargantas y bridas de conexión, por --  
tal motivo las boquillas de alta y baja tensión deberán estar  
en los costados del tanque.

El transformador deberá tener todos los accesorios y disposi  
tivos de suministro normal para su correcto funcionamiento,-

control y protección, incluyendo como mínimo: válvula de muestreo, niple para llenado de aceite, radiadores, orejas para levantarlo, etc.

#### TABLERO DE BAJA TENSION.

El tablero de distribución de baja tensión (220-127 VCA) tendrá los siguientes interruptores termomagnéticos:

1 interruptor principal de 3 polos, 300 Amp.

#### Para fuerza:

1 interruptor de 3 polos, 250 Amp.

4 interruptores de 3 polos, 70 Amp. cada uno.

18 interruptores de 3 polos, 15 Amp. cada uno.

#### Para alumbrado:

1 interruptor de 3 polos, 100 Amp.

12 interruptores de 1 polo, 15 Amp. cada uno.

Todo el equipo eléctrico y los tableros especificados en este inciso, deberán estar de acuerdo con lo establecido en las normas editadas por la D.G.E. de la Secretaría de Comercio; NEMA y ANSI correspondientes.

#### 4.5. INSTALACION ELECTRICA.

La instalación eléctrica contempla el conjunto de canalizaciones, cajas de conexión, conductores eléctricos y accesorios de control y protección necesarios para interconectar la fuente de energía eléctrica con los dispositivos receptores tales como: lámparas, motores eléctricos, etc.

Por razones que obedecen principalmente al tipo de construcción de la planta, se utilizó la instalación eléctrica tipo-visible entubada por no ser posible ahogarla pero sí protegerla contra esfuerzos mecánicos y contra el medio ambiente. La canalización de los circuitos de fuerza y alumbrado se instalará en techos y muros utilizando tubería conduit, dejando espacio de reserva en caso de aumento de circuitos alimentadores del equipo.

La instalación eléctrica se proyectó en base a la caída de tensión permitida para los circuitos alimentadores y la capacidad de conducción de corriente de los mismos, según las normas editadas por la Secretaría de Comercio a través de la Dirección General de Electricidad, como se muestra en el cuadro No. 4.5.1.

Debido a que existen cargas monofásicas, tales como: lámparas, contactos, etc. y cargas trifásicas, como son los motores de compresores, evaporadores y condensadores, se utilizó, el sig-

tema trifásico a cuatro hilos (3Ø-4H, tres hilos de corriente y - uno neutro).

CUADRO No. 4.5.1

CAIDAS DE TENSION MAXIMAS PERMITIDAS, SEGUN EL  
REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

| SISTEMA                       | TENSION (V) |      |      |
|-------------------------------|-------------|------|------|
|                               | 127         | 220  | 440  |
| <u>ALUMBRADO:</u> <u>3 %</u>  |             |      |      |
| Alimentadores<br>principales: | 1 %         | 1.27 | 2.2  |
| Circuitos<br>derivados:       | 2 %         | 2.54 | 4.4  |
| <u>FUERZA:</u> <u>4 %</u>     |             |      |      |
| Alimentadores<br>principales: | 3 %         | 6.6  | 13.2 |
| Circuitos<br>derivados:       | 1 %         | 2.2  | 4.4  |

Como la carga total no excede a los 1000 KVA, el sistema - de distribución que se usará será el tipo radial simple, como se muestra en el diagrama unifilar de la planta. Por esta razón y ya que la carga correspondiente al alumbrado no es elevada (6.91 KW) se utilizará un solo transformador tanto para fuerza como para -- alumbrado, con las características especificadas en el inciso 4.4 correspondiente a Selección y Especificaciones del Equipo.

La protección de los circuitos de fuerza y alumbrado se tendrá por medio de interruptores termomagnéticos, cuyas capacidades se indican en el diagrama unifilar correspondiente (plano No. - - 4.5.1).

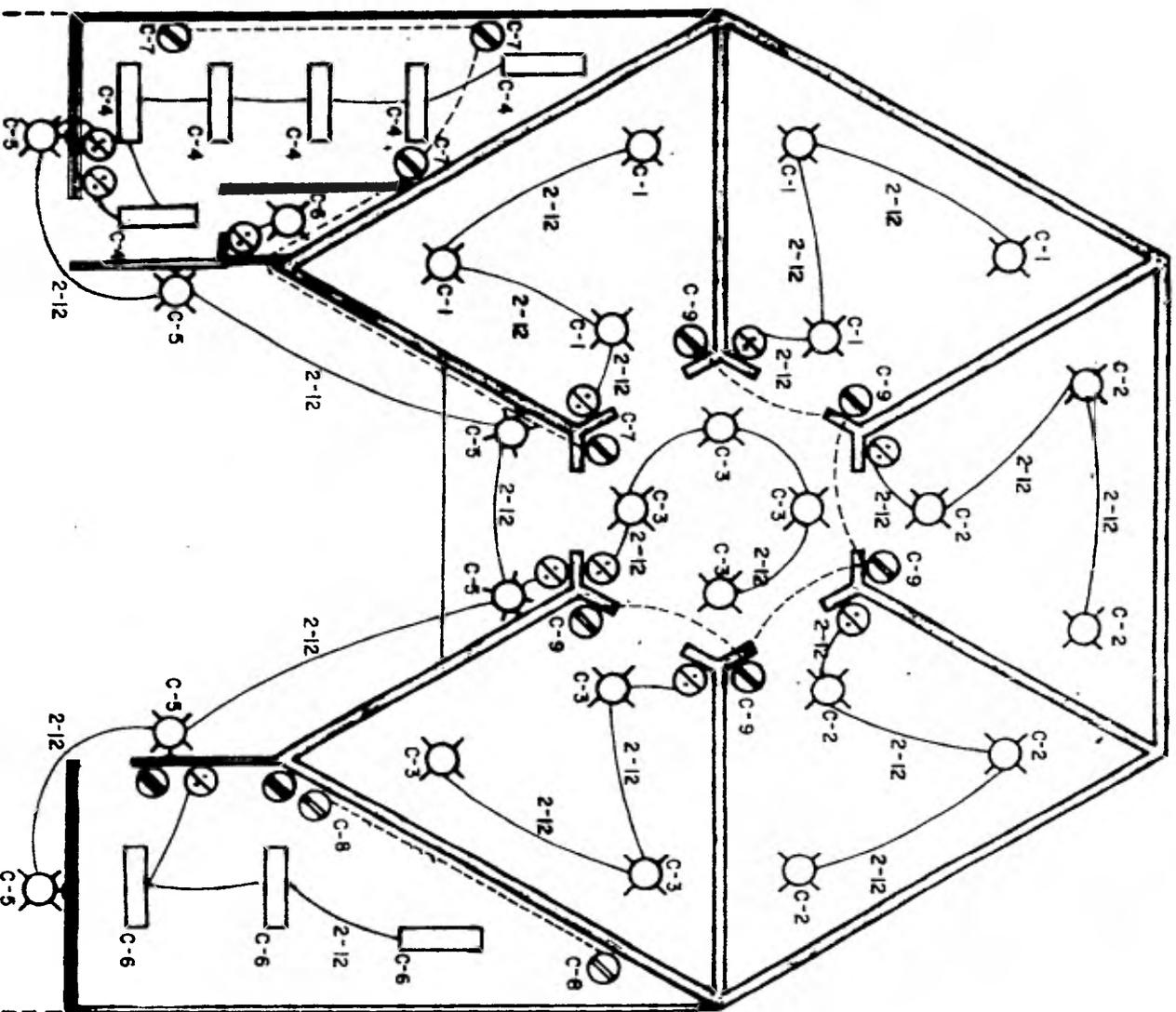
El sistema de alumbrado quedará distribuido en diferentes circuitos, de tal forma que las cargas se encuentren balanceadas como se muestra en el cuadro de cargas que aparece en el plano de alumbrado de la planta (plano No. 4.5.2). Cabe hacer notar que el desbalanceo entre fases permitido no deberá exceder al 5 %.

| CUADRO DE CARGAS (ALUMBRADO DE LA PLANTA). |                    |       |       |       |       |       |           |      |      |       |
|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|------|-------|
| CIRCUITO No.                               | CAP DE INT. (Amp.) | 100 W | 200 W | 2X40W | 3X40W | 250 W | F A S E S |      |      | TOTAL |
|  |                    |       |       |       |       |       | A         | B    | C    |       |
| C-1  | 1X15               | 6     |       |       |       |       | 600       |      |      |       |
| C-2  | 1X15               | 6     |       |       |       |       | 600       |      |      |       |
| C-3  | 1X15               | 7     |       |       |       |       | 700       |      |      |       |
| C-4  | 1X15               |       |       |       | 6     |       | 720       |      |      |       |
| C-5  | 1X15               |       | 6     |       |       |       | 1200      |      |      |       |
| C-6  | 1X15               |       |       | 3     |       |       | 1000      |      |      | 340   |
| C-7  | 1X15               |       |       |       |       | 2     | 500       |      |      | 1250  |
| C-8  | 1X15               |       |       |       |       | 5     |           |      |      |       |
| C-9  | 1X15               |       |       |       |       |       |           |      |      |       |
| C-10                                       | RESERV.            |       |       |       |       |       |           |      |      |       |
| C-11                                       | RESERV.            |       |       |       |       |       |           |      |      |       |
| C-12                                       | RESERV.            |       |       |       |       |       |           |      |      |       |
| <b>Σ</b>                                   |                    | 20    | 6     | 3     | 6     | 11    | 2320      | 2300 | 2290 |       |

TOTAL = 6910 W.H.

DESBALANCEO ENTRE FASES (A y C)

$$\frac{2320 - 2290}{2320} \times 100 = 1.29\%$$



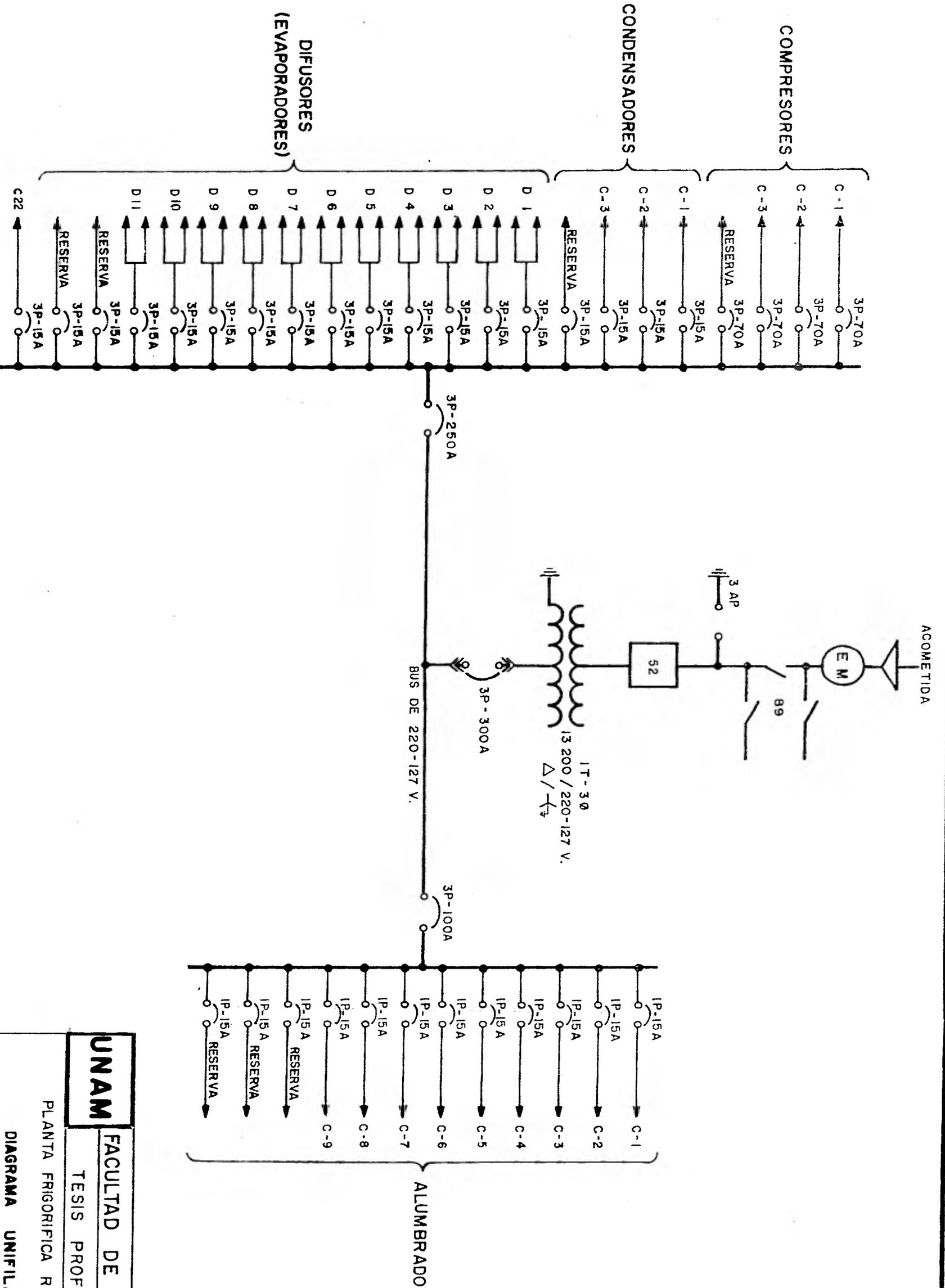
**SIMBOLOGIA**

- UNIDAD FLUORESCENTE.
- UNIDAD INCANDESCENTE DE 100 W.
- UNIDAD INCANDESCENTE DE 200 W. (ARBOTANTE)
- CONTACTO MONOFASICO.
- CONTACTO TRIFASICO.
- APAGADOR SENCILLO.
- LINEA DE CONDUCCION POR TECHO Y PAREO.
- - - LINEA DE CONDUCCION POR PISO.

**NOTA:**

Toda la tubería conduit para el alumbrado será de 13 mm de diámetro.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>UNAM</b>                   |           |
| <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> |           |
| TESIS PROFESIONAL             |           |
| PLANTA FRIGORIFICA RURAL      |           |
| <b>ALUMBRADO DE LA PLANTA</b> |           |
| ESC. 1:100                    | ACOT. S/A |



**UNAM**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL

PLANTA FRIGORIFICA RURAL

DIAGRAMA UNIFILAR  
 DE FUERZA Y ALUMBRADO

ESC. S/E      PLANO No 4.5.1      ACOT. S/A

## 4.5.1. ALUMBRADO.

Para seleccionar la instalación de alumbrado de la planta se consideraron los siguientes puntos:

## 1. Nivel de iluminación.

Se determinó el nivel de iluminación en base a los niveles recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, A. C., para áreas industriales. En el cuadro No. 4.5.2 se muestran los niveles de iluminación mínimos para las diferentes secciones de la planta.

CUADRO No. 4.5.2

## NIVELES DE ILUMINACION EN MEXICO (')

| LUGAR                                | LUXES |
|--------------------------------------|-------|
| Bodegas y cuartos de almacenamiento: |       |
| - Activos:                           | 100   |
| - Inactivos:                         | 50    |
| Sala de máquinas:                    | 200   |
| Oficinas (trabajos ordinarios):      | 600   |
| Baños y sanitarios:                  | 100   |
| Plataformas de carga y descarga:     | 100   |
| Estacionamientos y patios:           | 50    |

(') FUENTE: Revista "INGENIERIA DE ILUMINACION"-  
de mayo-junio de 1967.

## 2. Tipo de alumbrado.

El tipo de alumbrado se seleccionó del cuadro No. 4.5.3 donde se muestran los diferentes tipos que existen.

CUADRO No. 4.5.3

| TIPO DE ALUMBRADO | COMPONENTE HACIA ARRIBA (%) | COMPONENTE HACIA ABAJO (%) |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Directo           | 0 - 10                      | 90 - 100                   |
| Semidirecto       | 10 - 40                     | 60 - 90                    |
| Difuso            | 40 - 60                     | 40 - 60                    |
| Semi-indirecto    | 60 - 90                     | 10 - 40                    |
| Indirecto         | 90 - 100                    | 0 - 10                     |

La variedad es general y como el alumbrado industrial no tiene requisitos artísticos es siempre directo, aunque en las oficinas se acostumbra utilizar el tipo semi directo.

## 3. Tipo de fuente luminosa.

Las diferentes fuentes luminosas pueden ser: lámparas-incandescentes, fluorescentes, vapor de mercurio y vapor de sodio. En alumbrado industrial se propone la utilización de lámparas incandescentes y fluorescentes y la decisión está en función del costo de operación, - -

inversión inicial, mantenimiento y en nuestro caso, temperatura del lugar de instalación.

Cabe hacer notar, que para la iluminación de las cámaras frigoríficas y la antecámara se utilizarán lámparas incandescentes, ya que no les afecta las bajas temperaturas.

#### 4. Coeficiente de utilización.

En locales cerrados, el flujo luminoso emitido por los aparatos de alumbrado no llega en su totalidad a la superficie del plano de trabajo (plano horizontal a 76 cm. sobre el piso) ya que tanto paredes como techos absorben parte de este flujo. Por lo tanto, se puede decir que el coeficiente de utilización es la relación entre el flujo útil y el flujo total emitido por las lámparas.

El coeficiente de utilización se obtiene con el cálculo previo del índice del local, índice que resume las relaciones de las tres dimensiones del local que se iluminará. Una de las formas como se calcula este índice es la siguiente:

$$K = \frac{2L + 8A}{10H} \quad (4.5.1)$$

donde:

K : índice del local.

L : largo del local.

A : ancho del local.

H : altura del local.

Otros factores que intervienen en la determinación del coeficiente de utilización son los de reflexión en techo pisos y paredes. Los valores de estos factores son resultado de trabajos teóricos y experimentales. Por lo tanto los factores de reflexión y el índice del local son los que determinan el valor del coeficiente de utilización para cada tipo de lámpara.

##### 5. Factor de mantenimiento.

La selección de este factor debe ser determinado por un cuidadoso análisis de las tres condiciones principales - bajo las cuales opera cualquier sistema de alumbrado y - que afectan a la cantidad de luz obtenida. Estas condiciones son:

- a) Pérdida de luminosidad de la lámpara (10 a 25% más baja que su valor inicial) por causa de vida transcurrida.

- b) Pérdida debida a la acumulación de suciedad sobre techos y paredes.
- c) Pérdida debida a la acumulación de suciedad sobre la superficie reflectora y sobre las propias lámparas.

Los factores de mantenimiento para las luminarias, están definidos para tres situaciones, que son:

- 1o. Factor de mantenimiento bueno.
- 2o. Factor de mantenimiento medio.
- 3o. Factor de mantenimiento malo.

El primero de ellos se cumple cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se limpian frecuentemente y se cambian sistemáticamente. El segundo de ellos se cumple cuando existen condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de las luminarias no es frecuente y solo se sustituyen las lámparas cuando se funden. El tercero de ellos se cumple cuando la atmósfera es bastante sucia y la instalación tiene una conservación deficiente.

El coeficiente de utilización y el factor de mantenimiento se obtienen para cada tipo de luminaria de la literatura que publican los fabricantes de ellas.

## 6. Altura de suspensión de las luminarias.

La altura de montaje de los aparatos de alumbrado es -- una característica fundamental de todo proyecto de iluminación, y para el caso de alumbrado directo se reco-- mienda que se cumpla la siguiente relación:

$$d = \frac{2}{3} (h) \quad (4.5.2)$$

siendo:

d : distancia vertical de las lámparas al plano- de trabajo.

h : altura desde el techo al plano de trabajo.

## 7. Número de lámparas y luminarias.

Con el objeto de no adoptar un número insuficiente de - lámparas y en consecuencia una desfavorable uniformidad de iluminación, se determina el número de lámparas y lu minarias necesarias mediante la aplicación de las fórmu las dadas a continuación (método de los "lúmenes"):

$$N = \frac{(E) (A)}{(L) (CU) (FM)} \quad (4.5.3)$$

donde:

N : número de lámparas.

E : nivel de iluminación (luxes).

A : área del local ( $m^2$ ).

L : producción lumínica por lámpara (lómenes).

CU : coeficiente de utilización.

FM : factor de mantenimiento.

$$\text{No. de luminarias} = \frac{\text{No. de lámparas}}{\text{lámparas por luminaria}}$$

#### 4.5.1.1. CALCULO DEL ALUMBRADO DE LAS CAMARAS FRIGORIFICAS.

El nivel de iluminación requerido según el cuadro No. 4.5.2 deberá ser de 50 luxes.

El tipo de alumbrado será directo.

El área por iluminar será de  $125 m^2$  tomando en cuenta las cinco cámaras, pero tomando una sola tendremos  $25 m^2$  solamente.

El tipo de lámpara deberá ser incandescente ya que la fluorescente tiene poca vida a bajas temperaturas.

La potencia consumida por lámpara será de 100 watts.

La producción lumínica por lámpara será de 1600 lúmenes.

El coeficiente de utilización se obtiene con el cálculo --  
previo del índice del local, el cual se determina usando la fórmula  
(4.5.1) de tal manera que:

$$K = \frac{2 (5) + 8 (5)}{10 (4)} = 1.25$$

Y considerando la reflexión en techo y paredes que se estima de --  
0.3 por ser éstos de color medio, obtenemos que el coeficiente de  
utilización será igual a:

$$CU = (1.25) (0.3) = 0.375$$

Pero tomando en cuenta el dato que proporcionan los fabricantes --  
sobre el coeficiente de utilización para este tipo de lámparas, --  
obtenemos que éste deberá ser de 0.36, que comparándolo con el --  
calculado observamos que es muy similar.

El factor de mantenimiento usado será igual a 0.76 , que --  
corresponde a un factor de mantenimiento medio.

Finalmente, el número de lámparas se obtiene utilizando la  
ecuación (4.5.3), por lo que tendremos:

$$N = \frac{(50) (25)}{(1600) (0.36) (0.76)} = 2.86 \approx 3 \text{ lámparas.}$$

CUADRO No. 4.5.4

ALUMBRADO DE LA PLANTA

| CONCEPTO                        | UNIDAD         | CAMARA FRIGORIFICA                              | ANTE-CAMARA   | SALA DE MAQUINAS | OFICINA      | SERV. SANITARIO | ANDEN DE CARGA Y DESCARGA AREA EXT. |
|---------------------------------|----------------|---|---------------|------------------|--------------|-----------------|-------------------------------------|
| (1) NIVEL DE ILUMINACION        | lux            | 50  | 100           | 200              | 600          | 100             | 50                                  |
| (2) TIPO DE ALUMBRADO           |                | directo   | directo       | semi-directo     | semi-directo | directo         | directo                             |
| (3) AREA POR ILUMINAR           | m <sup>2</sup> | 25  | 16.25         | 26.50            | 24           | 2.50            | 115                                 |
| (4) TIPO DE LAMPARA             |                | incandescente                                   | incandescente | fluorescente     | fluorescente | incandescente   | incandescente (arte)                |
| (5) POTENCIA CONSUMIDA P/LAMP.  | watts          | 100   | 100           | 40               | 40           | 100             | 200                                 |
| (6) PRODUCCION LUMINICA P/LAMP. | lm/cm          | 1600  | 1600          | 3100             | 3100         | 1600            | 3800                                |
| (7) COEFICIENTE DE UTILIZACION  |                | 0.36  | 0.36          | 0.45             | 0.45         | 0.36            | 0.36                                |
| (8) FACTOR DE MANTENIMIENTO     | medio          | 0.76  | 0.76          | 0.60             | 0.60         | 0.76            | 0.76                                |
| (9) ALTURA DE MONTAJE           | m              | 4   | 4             | 3                | 3            | 3               | 2.50                                |
| (10) NUMERO DE LAMPARAS         |                | 3   | 4             | 6                | 18           | 1               | 6                                   |
|                                 |                | $\frac{(1) \cdot (3)}{(6) \cdot (7) \cdot (8)}$ |               |                  |              |                 |                                     |
| (11) NUMERO DE LUMINARIAS       |                | 3   | 4             | 3                | 6            | 1               | 6                                   |
|                                 |                | $\frac{(10)}{\text{Lamparas por luminaria}}$    |               |                  |              |                 |                                     |

Por lo tanto, se instalarán 3 lámparas incandescentes de 100 watts cada una, en cada cámara frigorífica.

La forma de cálculo presentada se tomó como base para el cálculo del alumbrado de las áreas restantes, como se puede observar en el cuadro No. 4.5.4 correspondiente al alumbrado de la planta.

#### 4.5.1.2. CALCULO DE LOS CABLES ALIMENTADORES.

El sistema de alumbrado de la planta se dividió en 9 circuitos, los cuales quedaron distribuidos en las tres fases, tratando con ello de obtener el balanceo de cargas recomendado para el sistema de distribución (ver plano No. 4.5.2).

La selección del calibre del conductor se realizó tomando en cuenta las dos condiciones siguientes:

- Capacidad de conducción de corriente.
- Caída de tensión (2% del voltaje de alimentación; ver cuadro No. 4.5.1).

Por ejemplo, para el circuito C-5 se tiene:

$$W = 1200 \text{ watts.}$$

$$V_n = 127 \text{ volts (1}\phi - 2\text{h) fase "B".}$$

$\cos \phi = 1$  ; por ser carga puramente resistiva (lámparas incandescentes). En el caso de los circuitos que tienen cargas inductivas (lámparas fluorescentes, motores, etc.) se utilizó el factor de potencia o  $\cos \phi = 0.85$  .

$$L = 40 \text{ m. aproximadamente.}$$

Se analizaron dos cables calibre # 14 y # 12 AWG, cuyas características son las siguientes:

| CALIBRE<br>AWG | TIPO DE<br>AISLAMIENTO | CAPACIDAD DE<br>CORRIENTE | RESISTENCIA<br>ohms/Km |
|----------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
| 14             | THW                    | 25                        | 8.45                   |
| 12             | THW                    | 30                        | 5.31                   |

- Por capacidad de conducción de corriente.

$$W = V_n I \cos \phi$$

$$I = \frac{W}{V_n \cos \phi} = \frac{1200}{(127) (1)} = 9.45 \text{ Amp.}$$

A esta corriente se le considera un incremento del 25 % para proteger la línea de transitorios y además para seleccionar la capacidad del interruptor correspondiente.

De tal manera que:

$$I = (9.45) (1.25) = 11.81 \text{ Amp.}$$

Por lo tanto, se usará un interruptor termomagnético de 15-Amp. para proteger este circuito.

Analizando la capacidad de corriente del cable calibre # 14 AWG, observamos que cumple con la primera condición, ya que:

$$11.81 < 25 \text{ Amp.}$$

- Por caída de tensión (C.T.).

Analizando la segunda condición:

$$\text{C.T. permitida} = (0.02) (127) = 2.54 \text{ V.}$$

Para  $\rho = 8.45 \Omega/\text{Km}$  y considerando la distancia aproximada del circuito (40 m.) se tiene por la Ley de Ohm ( $V = R I$ ):

$$\text{C.T.} = (8.45) (0.040) (11.81) = 3.99 \text{ V.}$$

y como:  $3.99 > 2.54 \text{ V.}$

se concluye que el cable calibre # 14 AWG no cumple con la segunda condición.

Analizando el cable calibre # 12 AWG, cumple con la primera condición:

$$11.81 < 30 \text{ Amp.}$$

Analizando la segunda condición tenemos:

$$\rho = 5.31 \Omega/\text{Km} \quad \text{y} \quad L = 40 \text{ m.}$$

entonces  $C.T. = (5.31) (0.040) (11.81) = 2.50 \text{ V.}$

y como:  $2.50 < 2.54 \text{ V.}$

por lo tanto se usará el cable calibre # 12 AWG tipo THW.

Ahora, el diámetro de la tubería conduit en que deben alojarse los conductores, se calcula de la siguiente manera:

Dos conductores calibre # 12 AWG ocupan un área total de 24.64 mm<sup>2</sup> y tomando en consideración el factor de relleno en los tubos conduit podemos decir que DOS conductores calibre # 12 deben alojarse en tubería conduit pared delgada de 13 mm. (1/2 pulg) de diámetro ya que de ésta pueden ocuparse hasta 78 mm<sup>2</sup> (40%).

La forma de cálculo presentada, se tomó como base para la selección de los cables alimentadores tanto de alumbrado como de fuerza, indicándose en los planos correspondientes los calibres de cables y tipos de canalización.

## 4.5.2. FUERZA.

La energía eléctrica de que disponemos para la alimentación del sistema de fuerza es de 220 VCA, 3 fases, 60 Hz., obtenida del secundario del transformador de distribución instalado para tal -- efecto.

El equipo que requiere la alimentación de fuerza es el siguiente:

| No. de unidades | Descripción del equipo.  |
|-----------------|--|
| 3               | Compresor, con motor de 15 H.P., 220 V., 3 Ø, 60 Hz.             |
| 3               | Condensador, con motor de 1/4 H.P., 220 V., - 3 Ø, 60 Hz.        |
| 22              | Evaporador (difusor), con motor de 1/4 H.P., 220 V., 3 Ø, 60 Hz. |

De ahí que la carga total que representa el sistema de fuerza será:

| No. de motores | H.P. unitarios | H.P. totales | CARGA TOTAL DE FUERZA: |
|----------------|----------------|--------------|------------------------|
| 3              | 15             | 45           | (51.25) (0.746)        |
| 3              | 1/4            | 0.75         | = <u>38.24 KW.</u>     |
| 22             | 1/4            | 5.5          |                        |

TOTAL 51.25 H.P.

El equipo anterior estará conectado como se muestra en el diagrama unifilar de fuerza (Ver plano No. 4.5.1).

En la distribución de fuerza no fue necesario el balanceo de fases, debido a que todos los motores usados son trifásicos y por lo tanto se consideran sus cargas balanceadas.

Para el cálculo del calibre de los conductores, diámetro de la tubería conduit y capacidad de los interruptores, se utilizó el mismo criterio que se empleó en el cálculo del alumbrado.

C A P I T U L O 5

CONCLUSIONES

## 5. CONCLUSIONES.

La instalación de la planta frigorífica en una comunidad rural que cuente con recursos naturales, humanos e institucionales disponibles, llevará consigo no sólo los beneficios que puede provocar ésta en forma aislada, sino que también impulsará la creación de industrias afines a la misma, y en el caso concreto que se ha presentado, impulsará de igual forma un mejor desarrollo de las plantaciones frutícolas existentes.

Entre las industrias afines a la actividad de la planta, se encuentran entre otras: fábricas de empaques, plantas procesadoras de productos derivados, etc., todas ellas organizadas a través de cooperativas; lo que se traducirá en un mayor beneficio para toda la comunidad.

Debido a la situación crítica que presenta el sector rural, es conveniente que se tomen medidas globales planificadas, basadas en los objetivos propuestos en el inciso 1.2.

Finalmente se puede concluir que, la problemática alimentaria nacional deberá encontrar soluciones de grandes alcances, en el adecuado beneficio de los productos agropecuarios y pesqueros, ya que éstos amplifican considerablemente la gama de posibilidades industriales conexas, dentro de las cuales destaca la refrige

ración de dichos productos como una actividad de carácter prioritario por su proyección en la evolución socioeconómica del país.

## BIBLIOGRAFIA

- PLANEACION DE LAS EMPRESAS AGROPECUARIAS.  
Ing. Juan F. Kaldman E., CENAPRO., 1971.
- PROBLEMAS ECONOMICOS DE MEXICO.  
Diego G. López Rosado., U.N.A.M., 1976.
- FORECASTING AND TIME SERIES ANALYSIS.  
Douglas C. Montgomery y L. A. Johnson., Ed. Mc Graw-Hill., 1976.
- APUNTES DE INGENIERIA INDUSTRIAL.  
Ing. Juan José Di Matteo C., FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM., 1975.
- MANUAL DE INGENIERIA DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL.  
H. B. Maynard., Ed. Reverté, S.A., 1978.
- MANUAL DE REFRIGERACION.  
Copeland Refrigeration de México, S.A., 1970.
- FUNDAMENTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION.  
Ing. Eduardo Hernández Goribar., Ed. Limusa., 1975.
- MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES.  
Ing. Gilberto Enriquez Harper., Ed. Limusa., 1976.
- TARIFAS GENERALES Y SUS DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA -  
PRESTACION DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA.  
Comisión Federal de Electricidad., 1977.
- LEY FEDERAL DEL TRABAJO.  
Alberto Trueba Urbina., Ed. Porrúa., 1981.

- Catálogos de productos industriales de:  
Mayekawa de México, S.A.; Gilvert Frigothem, S.A.; Recold, -  
Refrigeration and Air Conditioning; General Electric; IEM.; -  
Square D' de México, S.A.; Siemens, S.A.
  
- Estudios realizados por la Subdirección Comercial Frutícola de  
CONAFRUT y la Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H.