



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA DE  
MANTEQUILLA Y QUESO EN SENTISPAC  
NAYARIT.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :

Irma Lilia Canales Vázquez

MEXICO, D. F.

1973



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

TESIS 1973

ADQ. H.C. 80. 119

FECHA \_\_\_\_\_

PROG. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



QUÍMICA

JURADO ASIGNADO  
ORIGINALMENTE  
SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE: ING. SANTIAGO DE LA TORRE  
GALLINDO

VOCAL: ING. NICOLAS JAIMES VILLA-  
FAÑA

SECRETARIO: ING. GUILLERMO CARSOLIO  
PACHECO

1er. SUPLENTE: ING. JOSE LUIS PADILLA DE  
ALBA

2o. SUPLENTE: ING. MARIO RAMIREZ SOTERO

SITIO DONDE SE DESARROLLA EL TEMA: SENTISPAC, NAYARIT

IRMA LILLIA CANALES YANEZ

I.Q. NICOLAS JAIMES VILLAFANA

a la memoria de la mujer que con  
amor guio mis pasos por la vida  
mi madre

MARINA YÁÑEZ DE CANALES

a los sacrificios de mi padre

ING. MELQUIADES CANALES PEÑA

a mis hermanos

EDUARDO  
HILDA SONIA  
IRENE EDHIT

a mi abuela  
SILVIA PEÑA

con amor a mi esposo

RÓDOLFO LAMBARRI

a mis maestros

a el honorable jurado

## C O N T E N I D O

- I.- INTRODUCCION
- II.- PROCESO INDUSTRIAL
  - Elaboración de Mantequilla.
  - Elaboración de Queso Cheddar.
- III.- CALCULO TECNICO DEL EQUIPO
- IV.- EVALUACION ECONOMICA
- V.- DIAGRAMAS Y GRAFICAS
- VI.- CONCLUSIONES
- VII.- BIBLIOGRAFIA

I.- INTRODUCCION

## INTRODUCCION

La leche, es uno de los tres alimentos más completos e indispensables en la dieta humana. A la vaca se le ha llamado con esmerada razón "La madrastra de la raza humana".

En el Estado de Nayarit, en época de lluvia, hay una gran producción de leche que sobrepasa la demanda estatal, el cual, éste excedente no tiene mercado, y ha influido en el ánimo de los ganaderos al no ver un mercado seguro y estable, debido a la falta de una planta industrial, en tal suerte que el número de vacas de establo no es del 1% del total, ni se han preocupado en mejorar su ganado, ya que en las condiciones actuales sólo animales criollos, pueden subsistir junto con la raza cebú; siendo la alimentación de estos animales muy precaria, y el agua que consumen, el de cauces naturales o de pozos, es decir, se puede asegurar que la crianza del ganado es en la actualidad la que se practicaba en época de la colonia.

La leche es aprovechable como alimento en variados productos, siendo los más comunes: leche natural, crema fluida, queso, mantequilla, helado, leche evaporada y condensada, leche entera en polvo, leche descremada en polvo, etc. Las bases esenciales para un negocio próspero de leche son: un buen centro de población, adecuados medios de transporte y buenas vacas.

En los Estados Unidos de Norteamérica, el sólo valor de la leche representó el 12.4% del total de ingre

so agrícola del país. La industria lechera sobrepasó -- tanto a la industria automovilística, como a la del acero, panorama como en volúmen.

Las ventajas que ofrece la industria lechera a las granjas son:

- 1º.- Obtienen ingresos constantes.
- 2º.- Permanencia de empleados.
- 3º.- Las vacas transforman los pagtos de bajo contenido proteico en leche.
- 4º.- Se incrementa la agricultura, y emplearán mejores pastos.
- 5º.- Se mantiene mejor la fertilidad del suelo.

Mediante el retorno del estiércol a la tierra, se conservan las condiciones físicas y la fertilidad del suelo.

El presente anteproyecto tiene como objeto, la industrialización de la leche para obtener mantequilla y queso tipo cheddar, con una capacidad de 50,000 litros - de leche al día; que es la producción aproximada que se estima trabajar en dicha planta, para que tenga siempre una producción continúa en toda la época del año.

Los centros de consumo más cercanos son: Guadalajara, Tepic y Mazatlán, cuyo total de población es de 1'500,000 habitantes.

## II.- PROCESO INDUSTRIAL

Elaboración de Mantequilla

Elaboración de Queso Cheddar.

## PROCESO INDUSTRIAL

La leche una vez que se recibe se pasteuriza.

Pasteurización de la crema.- La pasteurización deriva su nombre del famoso científico francés Luis Pasteur cuyos experimentos aproximadamente en el año de 1870, demostraron que al calentar el vino mejoraba grandemente su cualidad de conservación. La pasteurización se usó por primera vez en la industria lechera en la década que siguió a 1880, en Alemania y Dinamarca.

En la actualidad, todos los abastos de leche y helado de las ciudades son pasteurizados.

La pasteurización destruye la mayor parte de las bacterias y todas aquellas que producen enfermedades, si se encuentran presentes o también es muy encomiable el que el producto conserva sus cualidades.

La pasteurización puede definirse; como el calentamiento de cada partícula de leche por lo menos a una temperatura de 143°F (61.7°C) y mantenida dicha temperatura durante 30 minutos o por lo menos a 160°F (71.1°C) y conservando dicha temperatura por lo menos durante 16 segundos. A continuación de la pasteurización pasa por el proceso de filtrado y clarificación.

Aún cuando la leche se maneje bajo condiciones óptimas en la planta y en la granja, es seguro que existirá cierta cantidad de sedimentos, lo mismo que células invisibles del tejido de ubre. Para producir un producto limpio, la planta deberá filtrar o clasificar la leche antes de procesarla.

El material del filtro generalmente lo constituye una tela de franela colocada sobre un bastidor o marco cilíndrico y perforado de metal o sobre una superficie lisa y perforada. En ambos casos, el filtro está encerrado en un marco o cubierta sellada de manera que la leche pueda pasar por éste a presión. El filtro se coloca en la tubería de manera que la leche precalentada pueda atravesarlo en el proceso de la pasterización. Es conveniente tener dos filtros con una derivación en la línea, de manera que uno siempre este uso, en tanto se cambia la tela en el otro. Las telas para el filtro sólo se deben usar una vez. El filtro recogerá las materias extrañas visibles en forma complemente efectiva, pero no retendrá los leucocitos (tejido de la ubre). Estos contribuyen a formar el fino sedimento que se observa en el fondo de una botella homogeneizada, y debido a esto es por lo que se clarifica.

Clarificación: igual que el separador, el clarificador opera sobre el principio de la fuerza centrífuga que arroja el sedimento, que es más pesado que la leche, al exterior del tazón, en donde se adhiere al interior de la cubierta de este o camisa, formando el llamado limo. A diferencia del separador, el clarificador sólo tiene una salida, de manera que no puede haber separación de la grasa. El clarificador se puede colocar en la línea de pasterización, entre el precalentador y el calentador.

A continuación la leche se manda a los tanques de enfriamiento, para efectuar a continuación cualquiera de los dos productos, mantequilla o queso.

### ELABORACION DE MANTEQUILLA

Definición de Mantequilla.- La mantequilla -- consiste principalmente en un aglomerado de leche que se une por medio de una agitación que se denomina batido. - La composición de la mantequilla es aproximadamente como sigue:

Grasa	82	a	84 %
Agua	14	a	16 %
Sal	0	a	4 %
Cuajado o requezón	0.1	a	3.5 %

Existen vestigios de otros constituyentes de la leche y de materiales liposolubles, tales como caroteno\_ y el colorante de la mantequilla, cuando éste se utili-- za.

Las etapas que componen en el proceso son las\_ siguientes:

1º.- Primeramente se separa la leche para formar la crema que deberá tener un contenido de grasa - de aproximadamente el 40%. La separación de - la crema que se efectua mediante una centrifu- ga.

2º.- La crema a este contenido de grasa, o se deses- tabiliza o se vuelve a separar hasta obtener - aproximadamente el 80% de grasa y se desestabi- liza. La desestabilización consiste en la ro- tura de la emulsión de los glóbulos de grasa\_ y crema, destruyendo la película que rodea a - los glóbulos, mediante lo cual se les permite\_ incorporarse posteriormente en el proceso. - -

Esto se logra por medio de una agitación de la crema con bomba a presión, empleando un equipo especial para tal fin.

3°.- Utilizando un separador especial de centrifugación, la crema se concentra hasta aproximadamente un 90% de contenido de grasa.

4°.- El siguiente paso consiste en someter la crema a la prueba de humedad, grasa y cuajada; para proporcionar la composición deseada.

5°.- Finalmente, la mezcla ya preparada se pasa por lo que se denomina templador de la mantequilla y después aún bajo presión, se fuerza a través de lo que se conoce como instalizador en donde la mantequilla realmente se cristaliza y toma la textura de la mantequilla.

6°.- Se puede empaquetar a granel o se puede imprimir y envolver para su venta.

#### ELABORACION DE QUESO TIPO CHEDDAR

El primer paso en la elaboración del queso tipo Cheddar es la maduración de la leche hasta que adquiere un punto de acidez de 0.18 a 0.20%, a fin de que el extracto de cuajo pueda operar en forma efectiva. El madurado puede efectuarse calentando la leche a una temperatura aproximada de 70°F (21.1°C) y dejándola reposar, pero generalmente se agrega del 0.5 al 2% de iniciador para lograrlo. El color del queso, por regla general, se añade en una proporción de 1 a 2 onzas (28 a 56 g) por cada mil libras (454 kg) de leche. A continuación, la leche se lleva a una temperatura de 86°F (30°C); se -

agrega el extracto de cuajo en la proporción de 3 ó 4 onzas (84 a 112 g) por cada 1000 lbs. (454 kg.) de leche. Primeramente se diluye el cuajo en agua fría, de manera que se incorpore bien a la leche antes de que se produzca alguna coagulación.

Una vez que la leche está firmemente coagulada lo que generalmente sucede a los 20 minutos, se corta por medio de cuchillo horizontal primeramente corta la cuajada en capas y el vertical lo hace en tiras de  $\frac{3}{8}$  de pulg., en cuadro y de una longitud tan larga como la cual; a continuación, el cuchillo vertical se pasa por lo ancho de la cula para cortar las tiras, en cubos. La acidez del suero es de más o menos 0.12 a 0.13%. Se eleva lentamente la temperatura hasta cerca de 98°F (36.7°C) y se mantiene así hasta que los cubos se encorvan hasta aproximadamente la mitad de su tamaño original. La acidez del suero deberá ser entonces de 0.17 o 0.20%. Entonces el suero se saca y la cuajada se "cheddariza por agitación, después de lo cual se deja que se una. La cuajada y aunida, se corta en bloques de aproximadamente 8 por 12 pulg. (20 por 30 cm.) Estos bloques se voltean a intervalos frecuentes hasta que el suero que sale de la cuajada tiene una acidez de 0.7 a 0.9%. Un trozo de cuajada puesta en una plancha caliente de estirar de  $\frac{1}{2}$  a 1 pulg. Enseguida se muelen los bloques, o se cortan en una máquina conocida como molino en tiras cortas de  $\frac{1}{2}$  ó 1 pulg. en cuadro. Se le deja reposar agitando las fuertemente, hasta que se les agrega la sal.

Las piezas se salan en la proporción de 2 lbs. (907 g) por cada 100 lbs. (45.4 kg.) de cuajada. Se deja enfriar la cuajada hasta una temperatura aproximada

de 80°F (25.7°C) antes de agregar la sal. Para este propósito, se utiliza una sal especial para quesos, que es un tanto más gruesa que la sal para mantequilla y se requiere un poco más de tiempo para disolverse. Una vez que la sal se ha disuelto completamente se empaquetan las cuajadas. Se forran los paquetes con papel de estopilla o se vendan; a continuación se llenan con la cuajada y se colocan en la prensa. A las pocas horas, se sacan de ella, se arreglan (se enderezan los vendajes), y se pone nuevamente la prensa durante 24 horas por lo menos. Se colocan en el cuarto de curado a una temperatura de 50 a 60°F (10-12.8 °C) y se dejan ahí por un periodo de 2 a 6 meses. El proceso de curación hace que el queso madure y desarrolle su sabor característico. Los quesos deberán voltearse con frecuencia. Con objeto de impedir que se encojan y desarrollen mohos, generalmente se parafinan después de unos cuantos días. El sedimento del queso cheddar varía de acuerdo con la composición de la leche. La proporción media es aproximadamente de 1 : 10 .

CALCULO TECNICO DEL EQUIPO

Datos: contenido de grasa, sólidos no grasosos y sólidos totales de la leche.

Grasa	5.14 %
Sólidos no grasosos	9.43 %
Sólidos total	14.57 %
Agua	85.43 %

Densidad específica:	1.032
Punto de ebullición:	100 - 101.1 °C
Viscosidad:	1.2 cps
Punto de congelación:	0.6 °C
Densidad de la grasa:	0.93
Densidad de los sólidos no grasosos:	1.616

Proteínas: Caseína y lactoalbúmina.

Minerales: Calcio y fósforo (principalmente)

Carbohidrato: Lactosa

Vitaminas: Todas las conocidas aunque en pequeña proporción.

Grasa de la leche: Acido butírico y una mezcla de otros ácidos grasosos.

Tanque de proceso (tanque receptor de leche).

Cálculo del tanque T-1: El proceso es constante, y con el fin de evitar desequilibrios en la planta, se da un tiempo de residencia en el tanque de 30 minutos.

Para dimensionar el tanque, tomamos la relación  $L/D = 1.0$  dónde:

L = altura de el tanque

D = diámetro del mismo

Como el recipiente será cilíndrico se usará --  
la siguiente ecuación:

$$\frac{\pi \times D^2}{4} \times L$$

Pero como  $L = D$  entonces

$$\frac{\pi \times D^2}{4} \times L = \frac{\pi \times D^3}{4}$$

Tenemos una capacidad total de 12,500 litros o  
sea  $12.5 \text{ M}^3$ .

$$D^3 = 12.5 \text{ M}^3$$
$$D^3 = \frac{12.5}{0.785} \text{ M}^3 = 15.85 \text{ M}^3$$

$$D = \sqrt[3]{15.85 \text{ M}^3} = 2.52 \text{ M}$$

la altura será también  $L = 2.52 \text{ M}$  = altura del tanque pa  
ra el cálculo de la presión interna, y se usará la ecua-  
ción:

$$P = L \times \rho$$

dónde  $\rho$  es la densidad = a  $1.032 \text{ g/M}^3$

$$P = L = 252 \text{ cm} \times 1.032 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2.55 \frac{\text{g}}{\text{cm}} = 2.55 \frac{\text{Kg}}{2}$$

el radio del tanque será:

$$r = \frac{D}{2} = \frac{2.52 \text{ M}}{2} = 1.26 \text{ M}$$

El material de construcción de éste tanque es  
acero inoxidable tipo 304. Que puede emplearse por su -  
resistencia a la corrosión y su facilidad de estiramien-

to. Para el diseño del tanque se dispone de la siguiente ecuación:

$$S_e = \frac{P \times r}{h} = \text{esfuerzo circunferencial} = 1770 \text{ Kg.}$$

$$S_e = \frac{P \times r}{2h} = \text{esfuerzo longitudinal} = 8850 \text{ Kg.}$$

Se diseñará con la ecuación que nos representa el mayor esfuerzo la cual se rige para tomar en cuenta la soldadura.

$$h = \frac{P \times r}{S_e \times E} + C = \text{espesor de la pared.}$$

dónde la C nos representa la constante de corrosión y — que se toma en cuenta para calcular el espesor. La E re presenta la eficiencia de la soldadura, por lo tanto:

$$E = \text{eficiencia de la soldadura} = 0.60$$

$$C = \text{constante de corrosión} = 0.158 \text{ cm.}$$

Entonces:

$$h = \frac{0.255 \text{ Kg/cm}^2 \times 1.17 \text{ M}}{1770 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.60} + 0.00158 \text{ M}$$

$$h = 0.00272 + 0.00158 \text{ M} = 0.00430 \text{ M}$$

$$h = 4.30 \text{ mm.}$$

### TANQUES HOMOGENIZADORES

Cálculo de los tanques homogenizadores para — una capacidad de 15,000 litros, con una holgura de 25%.— Estos tanques tienen la función de ajustar el contenido de grasa a las especificaciones requeridas en el proceso.

Aquí se dará un tiempo de residencia de 30 minutos, se tomará una relación de  $D/L = 1.0$  para dimensionar los tanques:

$$\frac{\pi D^3}{4} = 18.75 \text{ M}^3$$

$$D^3 = \frac{18.75 \text{ M}^3}{0.785} = 24 \text{ M}^3$$

$$D = \sqrt[3]{24 \text{ M}^3} = 2.9 \text{ M} = \text{diámetro de los tanques.}$$

$$L = 2.9 \text{ M} = \text{altura de los tanques.}$$

Cálculo de la presión interna:

$$P = L \times \rho$$

$$P = 290 \text{ cm} \times 1.032 \text{ g/cm}^3 = 299.2 \text{ g/cm}^2$$

$$P = 299.2 \text{ g/cm}^2 = 0.2992 \text{ Kg/cm}^2$$

el radio será:

$$r = \frac{D}{2} = \frac{2.90 \text{ M}}{2} = 1.45 \text{ M}$$

el material de construcción de los tanques será de acero inoxidable tipo 304, y ya se indicó anteriormente el por que de éste material. El espesor de la pared de los tanques será:

$$h = \frac{P \times r}{S_e \times E} + C$$

$$h = \frac{0.2992 \text{ Kg/cm}^2 \times 1.450 \text{ M}}{1770 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.60} + 0.00158 \text{ M}$$

$$h = \frac{0.2992 \text{ Kg/cm}^2 \times 145.0 \text{ cm.}}{1770 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.60} + 0.00158 \text{ M}$$

$$h = 0.00199 \text{ M}$$

$$h = 1.99 \text{ mm.}$$

TANQUES DE ENFRIAMIENTO

Para el cálculo de los tanques de enfriamiento por razones prácticas de los 50,000 litros de leche que se procesarán; se harán en dos tanques, o sea; se hará un cálculo para dos tanques con una capacidad de 25,000 litros cada uno con holgura del 25%.

Se tomará un tiempo de residencia de 24 horas, y se diseñará como en los casos anteriores tomando la relación de  $D/L = 1.0$ , empleando el mismo material de construcción que en los casos anteriores, o sea el tipo 304.

Cálculo del diámetro:

$$\frac{\pi D^3}{4} = 31.25 \text{ M}^3$$

$$D^3 = \frac{31.25 \text{ M}^3}{0.785} = 39.88 \text{ M}^3$$

$$D = \sqrt[3]{39.88 \text{ M}^3} = 3.4 \text{ M}$$

Como la relación  $L/D = 1.0$  entonces la longitud será igual a:

$$L = D = 3.4 \text{ M}$$

Cálculo de la presión interna, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P = L \times e$$

$$P = 340 \text{ cm} \times 1.032 \text{ Kg/cm}^3 = 341 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P = 341 \text{ Kg/cm}^2$$

El radio de cada uno de los tanques será de:

$$r = \frac{D}{2} = \frac{3.4 \text{ M}}{2} = 1.7 \text{ M}$$

El espesor de cada uno de ellos será:

$$h = \frac{P \times r}{S \times E} + C$$

$$h = \frac{0.341 \text{ Kg/cm}^2 \times 1.70 \text{ M}}{1770 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.60} + 0.00158 \text{ M.}$$

$$h = 0.002165 \text{ M}$$

$$h = 2.165 \text{ mm.}$$

El cálculo de la bomba # 1.- Esta bomba, construida en acero inoxidable y de tipo centrífuga, se calcula para una capacidad de 20,000 litros, que es una capacidad sobrada, y sirve para bombear la leche al tanque de recepción al pasteurizador.

Se tomarán en cuenta los siguientes datos de cálculo:

2 válvulas de globo de 2 pulgadas = 5.08 cm.

1 válvula de chek de 2 pulgadas = 5.08 cm.

4 codos de 90° de 2 pulgadas = 5.08 cm.

diferencia de altura entre la sección de recepción y descarga = 3 M eficiencia del motor de la bomba = 60 %. Diámetro interno de la tubería de 2 pulgadas = 2.067 (cédula 40) distancia total incluyendo las longitudes equivalentes de los accesorios:

2 válvulas de globo:  $300 \times 2 = 600$  veces el diámetro  
 $= 1,200 \text{ pulg} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg.}} = 3050 \text{ cm.}$   
 $= 30.50 \text{ m.}$

1 válvula chek 60 veces el diámetro  
 $60 \times 2 = 120 \text{ pulg} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg.}} = 304 \text{ cm.}$   
 $= 3.04 \text{ m.}$

4 codos de 90°  $32 \times 4 = 128$  veces el diámetro.  
 $= 128 \times 2 = 256 \text{ pulg} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg.}} = 650 \text{ cm.}$   
 $= 6.50 \text{ m.}$

diámetro total =  $(30.50 + 3.04 + 6.50) \text{ m.} = 40.04 \text{ m} = L$

Cálculo del número de Reynolds para saber el tipo de flujo:

$$Re = \frac{D V \rho}{u}$$

dónde:  $D = \text{diámetro} = 2.067 \text{ pulg} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg.}} = 5.21 \text{ cm.}$

$V = \text{Velocidad}$

$\rho = \text{Densidad} = 1.032 \text{ g/cm}^3$

$u = \text{Viscosidad} = 1.2 \text{ cps} = 1.2 \text{ cps} \times \frac{10^{-2} \text{ g/cm seg.}}{1 \text{ cps.}}$

$= 0.012 \text{ g/cm seg.}$

para el cálculo de la velocidad se tomará en cuenta la siguiente ecuación:

$$q = V \times A$$

dónde:  $q = \text{gasto} = 20,000 \text{ l/h} = 20,000 \text{ 000 cm}^3/\text{h}$

$A = \text{área} = \frac{D^2}{4} = 0.785 \left( \frac{2.067 \text{ pulg} \times 2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg.}} \right)^2$

$A = 21.1 \text{ cm}^2$

entonces:

$$V = \frac{q}{A} = \frac{20,000,000 \text{ cm}^3/\text{h}}{21.1 \text{ cm}^2} = 945,000 \frac{\text{cm}}{\text{h}}$$

$$V = 945,000 \frac{\text{cm}}{\text{h}} = 263 \frac{\text{cm}}{\text{seg.}}$$

por tanto:

$$N_{\text{Re}} = \frac{5.21 \text{ cm} \times 263 \text{ cm/seg} \times 1.032 \text{ g/cm}^3}{0.012 \text{ g/cm seg.}} = 115,000$$

Con este número de Re se encontrará la posición, en tablas, en éstas tablas (Mc Cabe pág # 68) se tomará una  $k = 0.00085$ , el diámetro de la tubería se convierte a pies por lo que  $k/D$  será a igual a  $0.00510$ , obteniéndose una  $f$  igual a  $0.008$ .

Cálculo de las pérdidas por fricción.

$$H_{f_s} = 4f \frac{L V}{D^2 g_c}$$

dónde

$f$	= factor de fricción	= 0.008
$L$	= longitud total	= 40.04 m.
$V$	= velocidad media	= 2.63 m/seg.
$D$	= diámetro = 5.08 cm	= 0.0508 m.
$g_c$	= constante de Newton	= 981 Kg m/Kg seg.

por lo tanto:

$$H_{f_s} = 4 \times 0.008 \times 40.04 \text{ m} \times (2.63 \text{ m/seg})^2 / 0.0508 \text{ m} \times 2 \times 9.81$$

$$H_{f_s} = 9.18 \frac{\text{Kg m}}{\text{Kg}}$$

Cálculo de la potencia de la bomba.- Se usa -  
la siguiente ecuación:

$$\frac{P_a}{\rho} + \frac{g}{g_c} a + \frac{V_a^2}{2\alpha a g_c} - W_s \eta = \frac{P_b}{\rho} + \frac{g}{g_c} Z_b + \frac{V_b^2}{2\alpha b g_c} + H_{f_s}$$

en dónde:

$P_a$  = presión atmosférica = presión en el tanque de almacenamiento.

$\alpha$  = coeficiente para corrección de velocidades = 1

$P_b$  = presión de descarga = presión atmosférica

$Z_a$  = nivel de referencia = 0

$Z_b$  = altura de descarga = 3 m.

$V_a$  = velocidad en el tanque de recepción = 0

$V_b$  = velocidad en la descarga = 2.63 m/seg

Por lo tanto la ecuación nos quedará de la siguiente forma:

$$- W_s \eta = \frac{g}{g_c} Z_b + \frac{V_b^2}{2\alpha b g_c} + H_{f_s}$$

$$- W_s \eta = 3 + \frac{(2.63)^2}{2 \times 9.81} + 9.18 = 12.53$$

$$- W_s = \frac{12.53}{\eta} = \frac{12.53}{0.60} = 20.8 \frac{\text{Kg m}}{\text{Kg}}$$

gasto en masa

$$20,00011 \times 1.032/3600 = 5.7 \frac{\text{Kg}}{\text{seg}}$$

cálculo de la potencia:

$$P = W \frac{W_s}{76} = 5.7 \times \frac{20.8}{76} = 1.56 \text{ H.P.}$$

Por lo tanto, se relacionará una bomba de - -  
2 H.P. por razones de seguridad y para preveer las expan

siones futuras.

Cálculo de la bomba # 2.- Esta bomba será del mismo tipo de la bomba # 1 y, para su cálculo se tomarán los siguientes datos:

3 válvulas de globo de 2 pulgadas = 5.08 cm.

4 codos de 90° de 2 pulgadas = 5.08 cm.

1 válvula chek de 2 pulgadas = 5.08 cm.

1 unión T de 2 pulgadas = 5.08 cm.

eficiencia del motor-bomba = 60%

diámetro interno de la tubería de 2 pulgadas = 2.067 - -  
(cédula 40) distancia total incluyendo las longitudes --  
equivalentes de los accesorios:

3 válvulas de globo: 300 X 3 = 900 veces el diámetro, co  
mo la tubería es de 2 pulgadas:

$$900 \times 2 = 1800 \text{ pulgadas} = 4580 \text{ cm} = 45.80 \text{ m.}$$

4 codos de 90°: 32 X 4 = 128 veces el diámetro.

$$= 128 \times 2 = 256 \text{ pulg} = 6.50 \text{ m.}$$

1 válvula chek: 60 veces el diámetro

$$60 \times 2 = 120 \text{ pulg} = 3.04 \text{ m.}$$

1 unión T: 60 veces el diámetro.

$$60 \times 2 = 120 \text{ pulg} = 3.04 \text{ m.}$$

distancia total = (45.80 + 6.50 + 3.04 + 3.04) m = 58.38 m =

Para saber el tipo de flujo se obtendrá el número de - -  
Reynolds.

$$Re = \frac{D \rho V}{\mu}$$

en dónde:

$$D = 5.21 \text{ cm.}$$

$$V = 263 \text{ cm/seg.}$$

$$\rho = 1.0005 \text{ g/cm}^3.$$

$$u = 1.19 \text{ cps} = 0.0119 \text{ g/cm seg.}$$

por lo tanto:

$$N_{Re} = \frac{5.21 \times 263 \times 1.0005}{0.0119} = 116,000$$

con éste número de Re se encontrará el factor de fricción (Mc Cabe pág 68) tomándose una  $K/D = 0.00510$  obteniéndose una  $f = 0.0081$

Cálculo de las pérdidas por fricción:

$$H_{fs} = 4f \frac{L \bar{V}^2}{D^2 g_c}$$

dónde:

$$f = 0.0081$$

$$L = 58.38 \text{ m.}$$

$$\bar{V} = 2.63 \text{ m/seg.}$$

$$D = 0.0508 \text{ m.}$$

$$g_c = 9.81 \text{ Kgm Kg seg}^2$$

por lo tanto:

$$H_{fs} = 4 \times 0.0081 \times 58.38 \times 2.63^2 / 0.0508 \times 2 \times 9.81 = 13.1 \frac{\text{Kg m}}{\text{Kg}}$$

cálculo de la potencia de la bomba.- igual que para el caso de la bomba # 1, se partirá de la siguiente ecuación:

$$\frac{P_a}{e} + \frac{g}{g_c} Z_a + \frac{V_a^2}{2\alpha a g_c} = \frac{P_b}{e} + \frac{g}{g_c} Z_b + \frac{V_b^2}{2\alpha b g_c} + H_{fs}$$

en donde:

$$\alpha = 1$$

$$P_a = \text{presión atmosférica} = 1.033 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_b = \text{presión en el fondo del tanque} = 1.033 + 0.2685 = 1.3015 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Z_a = Z_b = 0$$

$$V_a = V_b = 2.63 \text{ m/seg.}$$

la ecuación ya reducida queda como:

$$\frac{P_a}{\rho} - W_s \eta = \frac{P_b}{\rho} + H_{f_s}$$

$$- W_s \eta = \frac{0.2685 \text{ Kg/cm}^2}{1.0005 \text{ g/cm}^3 \times 1 \text{ Kg/1000 g}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} + 13.1 \frac{\text{Kg m}}{\text{Kg}}$$

$$- W_s \eta = 15.7 \frac{\text{Kg m}}{\text{Kg}}$$

$$- W_s = \frac{15.7}{0.60} = 26.2 \frac{\text{Kg m}}{\text{Kg}}$$

$$w = \text{gasto en masa} = 5.7 \frac{\text{Kg}}{\text{seg.}}$$

cálculo de la potencia:

$$P = w \frac{W_s}{76} = 5.7 \times \frac{26.2}{76} = 1.97 \text{ H.P.}$$

por lo tanto se seleccionará una bomba de 2.5 H.P. por razones de seguridad, y para preveer futuras expansiones.

#### CALCULO DEL PASTEURIZADOR

El pasteurizador es del tipo de placas, construido en acero inoxidable, su funcionamiento es como sigue:

Consta de dos secciones, siendo la primera de precalentamiento de la leche fresca, aprovechando el calor de la leche pasteurizada, en este paso la leche fresca alcanza una temperatura de 136.8° Farenheit (58.2°C), luego pasa a la sección de calentamiento donde alcanza la temperatura de pasteurización 161° - 162° F - - - (71.7 a 72.2°C), en esta sección el calentamiento se efectúa con vapor de 14.7 psia saturado, una vez que alcanza esta temperatura la leche pasa por el tubo de reposo, calculado para que tarde 15 ó 16 segundos en recorrerlo a una velocidad de flujo de 1 y 2 pies/seg. - - - (0.305 a 0.61 m/segundo) este tubo termina en la válvula desviadora de flujo, la cual le permite el paso si dicha temperatura es correcta, en caso contrario la regresa -- al tanque de recepción.

DATOS DE LA SECCION DE PRECALENTAMIENTO.

Leche fresca:

Gasto en masa = 20 640 Kg/h.

Temperatura de entrada = 20°C (68°F)

Temperatura de salida = 58.2°C (136.8°F)

Calor específico medio = 0.975 Cal/g °C  
(0.975 BTU/l

Leche pasteurizada:

Gasto en masa = 20 640 Kg/h

Temperatura de entrada = 72.2°C (162°F)

Calor específico del medio 0.973 Cal/g °C  
(0.975  $\frac{\text{BTU}}{\text{l b}}$ )

Temperatura de salida. = ?

Balance de calor:

Calor ganado = Calor perdido.

Ecuación de balance

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$20\ 640 \times 0.975 (58.2 - 20) = 20\ 640 \times 0.975 (72.2 - X)$$
$$X = 33.8^\circ\text{C} \quad (92.9^\circ\text{F})$$

Cálculo de área:

Ecuación de transmisión de calor.  $Q = U A (\Delta T)_{ml}$

donde:

$U$  = coeficiente total de transmisión de calor.

$(\Delta T)_{ml}$  = la diferencia media logarítmica de temperaturas.

$$(\overline{\Delta T})_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2.303 \log \Delta T_1 / \Delta T_2}$$

$A$  = Área de transmisión de calor.

El coeficiente de transmisión de calor reportado en la literatura especializada de la leche del autor. A.W. Farrall es de:

$$0\ 2,500 \text{ BTU/h ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} = 12,200 \text{ Kcal/h m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Cuando son muy cercanas, se toma la media aritmética.

$$\Delta T_1 = 14^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 13.8^\circ\text{C}$$

$$\overline{\Delta T} = \frac{14 + 13.8}{2} = 13.9^\circ\text{C}$$

$$Q = 20\ 640 \times 0.975 \times 38.2 = 770\ 000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$A = \frac{770,000 \text{ Kcal}}{12,200 \text{ Kcal/h m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \times 13.9^\circ\text{C}} = 4.45 \text{ m}^2$$

Las placas son de 60 X 40 cm.

El área por placa = 4,800 cm<sup>2</sup>.

$$\text{No. de placas} = \frac{44,500}{4,800} = 9.26$$

se seleccionan 10 placas.

#### CALCULO DE LA SECCION DE CALENTAMIENTO

Datos:

Gasto en masa = 20 640 Kg/h

Temperatura de entrada = 58.2°C (136.8°F)

Temperatura de salida = 72.2°C (162°F)

Calor específico medio = 0.973 Cal/g °C  
(0.973 BTU/lb °F)

Cofeciente de transmisión de calor  
= 2,600 BTU/h ft<sup>2</sup> °F  
= 12,700 Kcal/h m<sup>2</sup> °C

Calor latente del vapor = 970.3 BTU/lb = 540.  
Cal/g.

#### CALCULO DEL VAPOR DE CALENTAMIENTO

$$Q = m C_p \Delta T = w$$

$$20\ 640 \times 0.973 (72.2 - 58.2) = w \times 540$$

w = 521 Kg/h de vapor.

#### CALCULO DEL AREA DE TRANSMISION

$$Q = U A (\Delta T)_{ml}$$

$$\Delta T_1 = 100 - 58.2 = 41.80^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 100 - 72.2 = 27.80^\circ\text{C}$$

$$(\Delta T)_{ml} = \frac{41.80 - 27.80}{2.303 \log 41.80/27.80} = \frac{14}{0.406} = 34.5'$$

$$Q = m C_p \Delta T = 20\,640 \times 0.973 \times 14 = 282,000 \text{ Kcal/h.}$$

$$A = \frac{282,000}{12700 \times 345} = 0.645 \text{ m}^2$$

Cálculo del número de placas.

$$N = \frac{6450}{4800} = 1.342$$

Se seleccionan 2 placas.

#### CALCULO DEL TUBO DE REPOSO

Datos:

$$\text{Velocidad} = 2 \text{ ft/seg} = 61 \text{ cm/seg.}$$

$$\text{Gasto en volúmen} = 20,000 \text{ l/h}$$

Ecuación del cálculo:

$$Q = V \times A$$

$$20,640 = 61 \times A$$

$$A = 91 \text{ cm}^2$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = 91 \text{ cm}^2$$

$$D = 10.8 \text{ cm.}$$

Se selecciona un tubo de 5" cédula 40 y con esto nos resulta una velocidad de 1.23 ft/seg = 39 cm/seg.

$$\text{la longitud} = 0.39 \times 16 = 6.22 \text{ m.}$$

#### CALCULO DE LOS TANQUES DE ENFRIAMIENTO

Estos están contruidos en acero inoxidable tipo # 316, - están previstos de chaqueta del mismo material, y el enfriamiento se efectúa con agua a 0.5°C.

La temperatura de la leche debe ser de 40°F — (4.4°C). Dentro de los tanques ésta temperatura debe de ser constante las 24 horas del día. Los tanques están forrados con material aislante, pero el enfriamiento se efectúa en las paredes solamente, es decir el fondo de los mismos únicamente está recubierto de aislante.

Datos:

Leche a 33.8°C

Calor específico del medio 0.93 cal/g °C

Cantidad de leche = 51,600 Kg/día.

Balance de calor.

$$Q = m C_p T = 51,600 \times 0.93 (33.8 - 4.4) \\ = 1,420,000 \frac{\text{Kcal.}}{\text{día.}}$$

$$Q = 58,500 \frac{\text{Kcal.}}{\text{h}}$$

CALCULO DEL AREA DE TRANFERENCIA DE CALOR.

Datos.

$$U = 73.5 \text{ Cal/h cm}^2 \text{ °C}$$

$$(\Delta T)_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2.3 \log \Delta T_1 / \Delta T_2} \\ = \frac{33.3 - 3.9}{2.3 \log 33.3/3.9} \\ = \frac{29.4}{2.3 \times 0.93}$$

$$(\Delta T)_{ml} = 13.62 \text{ °C}$$

$$A = 3.06 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{tanque.}$$

por ser 2 tanques  $A = 6.12 \times 10^5 \text{ cm}^2$

CALOR QUITADO POR HORA.

$$Q = 73.5 \times 6.10 \times 10^5 \times 13.62 = 620,000 \text{ Kcal/h.}$$

con esta área se puede calcular el tiempo necesario para enfriar los 50,000 litros diarios.

$$\Theta = \frac{1,420,000}{620,000} = 2.3 = 2^{\circ}.13'$$

En conclusión, estamos con equipos sobrados de área, los cuales nos garantizan, que podemos enfrentar situaciones imprevistas.

CALCULO DEL NUMERO DE TONELADAS DE REFRIGERACION

$$1 \text{ tonelada de refrigeración} = \frac{288,000 \text{ BTU.}}{24 \text{ h}} = 12,500 \frac{\text{Kcal}}{\text{Día}}$$

$$X = \frac{1,420,000}{72,500} = 19.6 \text{ toneladas de refrigeración}$$

Para los fines estimativos del balance económico se considerarán 20 toneladas de refrigeración ya que existen pérdidas del orden del 1 %.

EQUIPO DE ELABORACION DE MANTEQUILLA

CALCULO DE LA CENTRIFUGA SEPARADORA DE CREMA

Datos.

Esta centrifuga esta construída en acero inoxidable con las siguientes características:

Motor de 1 H.P. 50-60 ciclos/seg.

Diámetro de giro = 0.20 m.

Temperatura de operación = 29.5°C-37.7°C

(85°F-100°F)

Velocidad de giro = 10,000 rpm.

Capacidad = 3,000 Kg/h de crema con 40% de grasa.

$$F_c = \frac{m V^2}{r}$$

donde:

$$m = \text{masa} = \frac{P}{g} \quad \text{en Kg peso por M-seg/seg.}$$

V = velocidad tangencial en m/seg.

r = radio de giro

$$m = \frac{1}{9.8} = 0.102 \text{ Kg masa} = \frac{P}{g}$$

$$V = \frac{2 \pi r \times 10,000}{60} = 104.2 \text{ m.}$$

$$F_c = \frac{0.102 \times (104.20)^2}{0.10} = 11,100 \text{ veces la fuerza de la gravedad.}$$

#### BALANCE DE MATERIALES PARA LA CENTRIFUGA

Un buen separador centrífugo es aquel, que obtiene leche descremada con un contenido máximo de 0.01% de grasa.

Datos.

% de grasa en la leche pasteurizada = 5.14%

% de grasa en la leche descremada = 0.01%

% de grasa en la crema . . . . . = 40.0%

Gasto en masa = 20,000 X 1.032 = 20,640 Kg/h.

Incógnitas:

L = Leche descremada

C = Crema

Grasa total = 20,640 X 0.0514 = 1060.90 Kg.

L + C = 20,640

$$L (0.0001) + C (0.40) = 1060.90$$

$$L = 17,995 \text{ Kg/h.}$$

$$C = 2,645 \text{ Kg/h.}$$

### CALCULO DE LA FUERZA CENTRIFUGA

Para el cálculo de ésta fuerza se usará la siguiente ecuación.

$$F_c = \frac{m v^2}{r}$$

donde:

$v$  = velocidad en m/seg = velocidad tangencial.

$m$  = masa

$r$  = radio = 10 cm = 0.10 m = radio ligero.

La masa de un kilogramo peso se encontrará de la siguiente forma:

$$m = \frac{P}{g}$$

donde:

$P$  = es el peso en Kg

$g$  = constante de gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

por tanto:

$$m = \frac{1}{9.81} = 0.102 \text{ Kg-masa}$$

Para encontrar la velocidad se usará la siguiente ecuación:

$$v = \frac{2 \pi r N}{60}$$

donde:

$$N = 5,000 \text{ rpm.}$$

por lo tanto:

$$V = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.10 \times 5,000}{60} + 52.4 \text{ m/seg}$$

Con lo anterior ya se podrá calcular la fuerza centrífuga necesaria:

$$F F_c = \frac{0.0.102 \times 52.4^2}{0.10} = 2,700 \text{ veces la fuerza de la gravedad.}$$

Como se tiene un flujo de 20,000 l, y se supone que se forma un rendimiento de 0.01%, por lo tanto:

$$20,000 \text{ l} \times 1.032 \text{ Kg/l} = 20,640 \text{ Kg.}$$

la cantidad de rendimientos se encontrará como sigue:

$$20,640 \times 0.0001 = 2.0640 \text{ Kg.}$$

la cantidad de rendimientos se encontrará como sigue:

$$20,640 \times 0.0001 = 2.0640 \text{ Kg.}$$

la centrífuga, que está construída en acero inoxidable y con un motor de 1 H.P. de 50.-60 Hertz, tiene una capacidad para separar 7 Kg. de sólidos, por lo que se ve que la centrífuga calculada es la indicada.

#### CALCULO DEL MOTOR DE LA MANTEQUERA

Para el cálculo de éste motor se necesitará -- saber primero las dimensiones de la mantequera; por lo -- que primero se calculará esto. El material de construcción de la mantequera será, también acero inoxidable tipo 316 y sus dimensiones serán las siguientes, tomando -- en cuenta la relación de  $L/D = 1.5$  y de forma cilíndrica colocada en forma horizontal.

$$\frac{L}{D} = 1.5$$

$$L = 1.5 \times D$$

como el recipiente es cilíndrico se usará la siguiente ecuación:

$$\frac{\pi D^2}{4} \times L$$

entonces:

$$\frac{\pi D^2}{4} \times 1.5 \times D = \frac{\pi D^3}{4} \times 1.5$$

antes de calcular el volumen se necesitará saber lo siguiente:

$$50,000 \times 1.032 = 51,600 \text{ Kg/día de leche fresca.}$$

Como el contenido de grasa en la leche fresca es de 5.14% entonces:

$$\text{grasa} = 51,600 \times 0.0514 = 2,660 \text{ Kg.}$$

La crema contiene un 35% de grasa con una densidad de 0.999, por lo que:

$$\text{Crema} = 2,660 / 0.35 \times 0.999 = 7,620 \text{ l.}$$

La mantequera deberá ser de un volumen del doble de los 7,620 l ya que la separación de la mantequilla en la crema se efectúa por golpe, por consiguiente debe de haber espacio vacío, en este caso la mitad.

$$7,620 \times 2 = 15,240 \text{ l} = 15.240 \text{ m}^3.$$

por lo tanto, este caso será el volumen de la mantequera obteniéndose lo siguiente:

$$\frac{\pi D^3}{4} \times 1.5 = 15.24 \text{ m}^3$$

$$D^3 = \frac{15.24 \text{ m}^3}{1.18} = 13.1 \text{ m}^3$$

$$D = \sqrt[3]{13.1} = 2.36 \text{ m} = \text{diámetro de la mantequera cómo:}$$

$$L/D = 1.5 \text{ entonces:}$$

$L = 1.5 \times D = 1.5 \times 2.36 = 3.53 \text{ m} = \text{longitud de la mantequera.}$

El radio de la mantequera será:

$$r = \frac{D}{2} = \frac{2.36}{2} = 1.18 \text{ m.}$$

Esta será la altura hasta donde la mantequera estara llena para trabajar.

Se supone que la carga estará concentrada a la mitad del radio de la mantequera por lo que:

$$\frac{r}{2} = \frac{1.18}{2} = 0.59 \text{ m.}$$

Por lo que la velocidad se encontrará con la ecuación:

$$V = 2 \pi r N$$

donde N son las revoluciones que serán igual a 45 rpm -- = 0.75 rps entonces:

$$V = 2 \times 3.1416 \times 0.59 \times 0.75 = 2.78 \text{ m/seg.}$$

entonces la energía cinética necesaria se encontrará con la ecuación.

$$K = \frac{1}{2} \times \frac{W}{g} \times V^2$$

dónde:

W = peso del cuerpo en Kg.

V = velocidad

g = aceleración debida a la gravedad.

$$K = \frac{1}{2} \times \frac{7,620 \text{ Kg}}{9.81 \text{ m/seg}^2} \times 2.78^2 \text{ m}^2/\text{seg}^2 = 3,000 \text{ Kg-m}$$

Por lo tanto, la potencia necesaria que deberá llevar el motor de la mantequera será:

$$3,000/76 = 39.5 \text{ H.P.}$$

Se usará un motor de 50 H.P. por razones de seguridad y para prevenir expansiones futuras.

CALCULO DE LOS MOTORES PARA LOS TANQUES DE ENFRIAMIENTO

Ecuación de diseño aplicable a Reynolds mayores de 10,000.

$$P = \frac{K_t \quad u \quad e \quad D_a^5}{g_c}$$

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 \quad n \quad e}{u}$$

datos:

- $u$  = viscosidad = 1.3 cps =  $8.75 \times 10^{-4}$  lb/ft seg  
 $D_a$  = diámetro del agitador = 3 ft  
 $n$  = revoluciones/segundo = 1 rps.  
 $e$  = densidad = 63.8 lb/ft<sup>3</sup>  
 $g_c$  = constante de Newton = 32.17 lb ft/lb seg<sup>2</sup>

por lo tanto:

$$N_{Re} = \frac{3^2 \times 1 \times 63.8}{8.75 \times 10^{-4}} = 6.55 \times 10^5$$

Este número de Reynolds es mayor de 10,000 por lo tanto se justifica el uso de la ecuación de diseño. - De la ecuación de diseño:

$$P = \frac{K_t \quad n^3 \quad D_a^5 \quad e}{g_c}$$

dónde:

- $P$  = potencia  
 $K_t$  = constante empírica = 1  
 $n$  = revoluciones por segundo = 1 = 60 rpm.  
 $D_a$  = diámetro del agitador = 3 ft  
 $e$  = densidad = 63.8 lb/ft<sup>3</sup>  
 $g_c$  = constante de Newton = 32.17 lb ft/lb seg<sup>2</sup>

encontramos la potencia.

$$P = \frac{1 \times 1^3 \times 3^5 \times 63.8}{32.17} = 483 \frac{\text{lb ft}}{\text{seg}}$$

$$P = \frac{483}{550} = 0.871 \text{ H.P.}$$

Se seleccionará un motor de 1 H.P. de fuerza.

CALCULO DE MOTORES PARA LOS AGITADORES DE LOS TANQUES  
HOMOGENIZADORES

Para números mayores de Reynolds de 10,000 se dispone de la siguiente ecuación: de diseño.

$$P = \frac{K_t n^3 D_a^5 e}{g_c}$$

Siendo:

P = potencia

$K_t$  = constante empírica = 1

$n$  = revoluciones por segundo

$D_a$  = diámetro del agitador en ft

$e$  = densidad en  $\text{lb/ft}^3$

$g_c$  = constante de Newton =  $32.17 \text{ lb ft/15 seg}^2$

Datos de diseño.

$$n = 1$$

$$D_a = 3 \text{ ft}$$

$$= 63.4 \text{ lb/ft}^3$$

$$u = 1.3 \text{ cps} = 8.1 \times 10^{-4} \text{ lb/ft seg.}$$

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 n e}{u} = \frac{9 \times 1 \times 63.4}{8.1 \times 10^{-4}} = 7.05 \times 10^5$$

$V_t = 1.00$  para agitadores de 3 hélices.

$$P = \frac{1 \times 1 \times 243 \times 63.4}{32.17} = 480 \frac{\text{lb ft}}{\text{seg.}}$$

$$P = \frac{480}{550} = 0.87 \text{ H.P.}$$

Se elige un motor de un H.P. Siendo el factor de transformación para H.P.

$$\frac{1 \text{ H.P.}}{\text{ft-IB/seg.}} = 550$$

CALCULO DEL AGITADOR PARA EL TANQUE DE CREMA

El volumen de este tanque es de 12,000 l. Construido en acero inoxidable tipo # 316 y con chaqueta para enfriamiento, se tomó la relación de L/D = 1.5

$$\frac{\pi L^2 D^2}{4} \times 1.5 D = 12 \text{ m}^3$$

$$D = 2.18 \text{ m.}$$

$$L = 3.27 \text{ m.}$$

Datos:

$$u = 100 \text{ cps} = 6.72 \times 10^{-2} \text{ lb/ft seg.}$$

$$D_a = 3 \text{ ft} = 91.5 \text{ cm.}$$

$$n = 1.5 \text{ rps}$$

$$\rho = 62.3 \text{ lb/ft}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$g_c = 32.17 \text{ lb ft/ lb seg}^2$$

$$N_{Re} = \frac{3^2 \times 1.5 \times 62.3}{6.72 \times 10^{-2}} = 12,550$$

$$P = \frac{1 \times 1.5^3 \times 3^5 \times 62.3}{32.17} = 1,582 \text{ IB ft/seg}$$

$$P = \frac{1,582}{550} = 2,88 \text{ H.P.}$$

Se toma un motor de 3 H.P.

CALCULO DEL AREA DE ENFRIAMIENTO PARA EL TANQUE  
RECEPTOR DE CREMA

Balance de Calor.

Datos de la crema.

Temperatura de entrada = 33.8°C (92.9°F)

Temperatura de enfriamiento = 10°C (50°F)

Gasto en masa = 7,620 Kg/día

Calor específico medio = 0.975 Cal/g °C

$$Q = m C_p \Delta T = 7,620 \times 0.975 \times 23.8 = 178,000 \text{ Kcal/día.}$$

$$Q = U A (\Delta T)_{ml}$$

$$U = 73.5 \text{ Cal/h cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$(\Delta T)_{ml} = \frac{33.3 - 9.5}{2.3 \log 33.3/9.5} = \frac{23.8}{1.25} = 19^\circ\text{C}$$

$$A = 2.25 \times 10^5 \text{ cm}^2.$$

Con estos datos del equipo, el calor quitado - por hora es:

$$Q = 73.5 \times 2.25 \times 10^5 \times 19 = 314,000 \text{ Kcal/h}$$

El tiempo necesario para enfriar la crema será:

$$= \frac{178,000}{314,000} = 0.535 \text{ h} = 32' 12''$$

El área de enfriamiento será por consiguiente sobrada, lo que indica una operación continúa.

El cálculo de las bombas 5 y 6 nos dá 1 H.P. - de potencia y las bombas 3 y 4 de 2.5 H.P. con el fin de hacerlas intercambiables.

FABRICACION DE QUESO CHEDDAR

El primer paso de elaboración de queso es la - maduración de la leche hasta que adquiera un punto de - acidez de 0.18 a 0.20%, a una temperatura de 21.1°C - - -

III.- CALCULO TECNICO DEL EQUIPO

(70°F). No es necesario calentar la leche, puesto que la temperatura media de Mayarit es de 33°C, generalmente se agrega del 1 al 2% de cultivo (iniciador), y el color -- del queso se añade de 28 gramos por cada 454 Kg. de leche. Luego se lleva la leche a una temperatura de 30°C (86°F); se agrega el extracto de cuajo en la porción de 84 gramos por cada 454 Kg de leche, el cuajo se diluye -- previamente con agua fría.

La leche coagula a los 20 minutos y se corta -- por medio de cuchillos especiales. Se eleva la temperatura lentamente hasta 36.7°C y se mantiene así hasta que los cubos decrezcan hasta la mitad de su tamaño original. Luego se saca el suero, y la cuajada se cheddariza por -- agitación, la acidez debe de estar entre los 0.17 a -- 0.20%, y se deja unir la cuajada, luego se corta en bloques de 20 X 30 cm, volteándose frecuentemente, hasta -- que se le agrega la sal.

El salado es en la proporción de 907 gramos por cada 45.4 Kg de cuajada, se deja enfriar la cuajada hasta una temperatura de 26.7°C (80°F) para agregar la sal. Luego se empaquetan los bloques o se vendan, en seguida -- se prensan; a las pocas horas se sacan, se enderezan los vendajes y nuevamente se prensan durante 24 horas por lo menos, luego se colocan en los cuartos de curado a una -- temperatura que varía de 10°C a 12.8°C y se deja allí -- por un período de 2 a 6 meses. Este proceso hace que el queso madure y desarrolle su sabor característico. Los -- quesos deberán voltearse con frecuencia, con el objeto -- de evitar que se encojan y se desarrollen mohos, general -- mente se parafinan después de unos cuantos días.

#### CALCULO DE LAS TINAS DE LA GUAJADA

El espesor de la lámina de acero inoxidable --

resultó de 1.63 mm sin embargo por motivos de rigidez se seleccionó un espesor de 2 mm. Estas tinas van enchaquetadas, y por necesidad de agitación se calcula con un 25% de exceso en volumen, son de forma rectangular.

Datos:

Volumen a procesar = 50,000 l.

Volumen de trabajo = 50,000 X 1.25 = 62,500 l.

Dimensiones para la tina:

Largo = 7 m.

Ancho = 3 m.

Profundidad 1 m.

Se requieren 3 tinas, ya que al añadir el cultivo y el extracto de cuajo, la sal se añade después de tirar el suero, en estas condiciones no intervienen el cálculo:

#### CALCULO DEL AREA DE CALENTAMIENTO

Datos:

Gasto en masa = 51,600 kg/día.

Calor específico medio = 0.973 Cal/g °C

Temperatura de entrada = 21.1°C

Temperatura final = 36.7°C

Balance de calor:

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$Q = 51,600 \times 0.973 \times 15.8 = 774,000 \text{ Kcal/día.}$$

Datos del equipo:

$$U = 12,200 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$T_{m1} = 72^\circ\text{C}$$

A = Considerando el 75 % de la misma =  $45 \text{ m}^2$

Vapor de calentamiento a  $100^\circ\text{C}$  =  $970 \text{ BTU/lb} = 540 \frac{\text{Cal}}{\text{g}}$

$$(T)_{\text{ml}} = \frac{78.9 - 63.3}{2.3 \log \frac{78.9}{63.3}} \frac{15.6}{2.3 \times 0.094} = 72^\circ\text{C}$$

Calor transferido:

$$Q = 12,200 \times 45 \times 72 = 3.96 \times 10^7 \text{ Kcal/h.}$$

Tiempo requerido para el calentamiento:

$$\Theta = \frac{774,000 \times 10^{-2}}{396,000} = 1.95 \times 10^{-2} \text{ horas} = 1' 10''$$

Se tiene por lo tanto un área de transferencia sobrada, y como lo requiere el proceso, se tendrá que — alimentar lentamente el vapor.

#### CALCULO DEL VAPOR DE CALENTAMIENTO

$$w = \frac{774,000}{540} = 1,440 \text{ Kilogramos de vapor saturado a } 100^\circ\text{C}$$

( presión 1 atm.)

#### CALCULO DE LAS BODEGAS DE CURADO

Son cuartos construídos en ladrillo y revestidos con capas de varios materiales aislantes, principalmente corcho, el piso es de concreto, y se calcula que — la ganancia no llega al 1%. El enfriamiento se logra — por medio de serpentines, construídos en tal forma que — sirven de anaqueles, sobre los cuales están las charolas metálicas con queso. El proceso de maduración varía en — tiempo de 2 a 6 meses, para el presente caso; se estimó — un tiempo de 4 meses que es el medio tiempo de la madura — ción.

Con el fin de evitar al máximo la entrada de — aire exterior se comunican entre sí los cuartos por una —

das de refrigeración es:

$$Q = m C_p \Delta T + 0.15 m C_p \Delta T$$

$$Q = 77,400 \times 0.975 \times 8.2 \times 1.15 = 715,000 \text{ Kcal.}$$

El enfriamiento se hace con agua a  $0.5^\circ\text{C}$  para evitar el depósito de hielo sobre la superficie del serpentín, se realiza enfriamiento también mediante el aire, y por esta razón el coeficiente de transmisión de calor es muy bajo.

Datos del equipo:

Diámetro del tubo del serpentín = 2.54 cm.  
BWG # 10

Area/metro de longitud =  $800 \text{ cm}^2$

$$U = \frac{12.2 \text{ Cal}}{h \text{ cm}^2 \text{ }^\circ\text{C.}}$$

$$(\Delta T)_{ml} = \frac{20.5 - 612.3}{2.3 \log \frac{20.5}{12.3}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

Calor transferido por hora, por metro de longitud.

$$Q = 12.2 \times 800 \times 16 = 156,000 \frac{\text{Kcal.}}{h \times \text{metro lineal de serpentín}}$$

Area del serpentín:

Están contruídos longitudinalmente sobre los cuartos, dejando un metro de separación longitudinal entre ellos, y mínimo un metro de las paredes separado, de tal modo que caben 2 con las siguientes dimensiones:

Largo = 6.3 metros

Ancho = 1 metro

Altura = 2 metros.

Separación de los tubos = 0.20 m en sentido horizontal.

Altura de tubos = 0.20 m en sentido vertical.

Estas separaciones se toman en cuenta tomando los centros de los tubos, siendo 5 tubos horizontales, y 10 el número de éstos que caben en 2 metros de altura.

$$\text{Area} = 10 \times 5 \times 6.3 \times 2 \times 800 = 504,000 \text{ cm}^2$$

Calor total transferido por hora.

$$Q = 12.2 \times 504,000 \times 16 = 98,300 \text{ Kcal/h}$$

Con esta área el tiempo requerido para enfriar el queso de 15 días, tomando como temperatura de entrada 21°C y la del curado de 12.8°C.

El tiempo de enfriamiento es:

$$= \frac{715,000}{98,000} = 7.25 \text{ horas} = 7^{\circ}, 15'$$

Este cálculo, no es el correcto, ya que conforme se fabrica el queso pasa a la bodega de refrigeración, es decir el calor que es necesario es 15 veces menor por día, ya que el 1% se pierde. Se hizo este cálculo con fines demostrativos, con el fin de ver la capacidad del equipo.

Cálculo del No. de toneladas de Refrigeración para 15 días.

$$X = \frac{715,000}{72,500} = 9.88 \text{ Toneladas.}$$

Se considera no obstante, de estar aisladas las paredes, que estos cuartos ganan en calor aproximada

mente el 1% al día, del calor que perdieron, en estas -- condiciones, descontando 15 días a 4 meses tendremos:

$Q = 105 \times 0.01 \times 715,000 = 751,000$  Kcal, que son necesarios de quitar.

Las toneladas de refrigeración son:

$$X = \frac{751,000}{72,500} = 10.4 \text{ Toneladas.}$$

El número de toneladas por bodega para 77,400 Kg. de queso durante 4 meses es:

$$X = 10.4 + 9.88 = 20.28 \text{ Toneladas.}$$

#### IV.- EVALUACION ECONOMICA.

EVALUACION ECONOMICA

El costo del equipo se obtuvo por cotización directa y por la literatura especializada, y actualizada en algunos casos usando los índices de Marshall y Stevens

Para el cálculo de la inversión requerida, se siguió el criterio de establecer la planta, efectuar el arranque y mantener la operación normal de los equipos adquiridos.

CAPITAL TOTAL = CAPITAL FIJO + CAPITAL DE TRABAJO

El capital fijo puede ser definido con el costo total de las instalaciones de proceso, construcción, servicios auxiliares e ingeniería en la creación de una nueva planta.

La siguiente tabla muestra los detalles del capital fijo y sus subdivisiones primarias.

CAPITAL FIJO

Equipo adquirido  
Instalación de equipo  
Tubería  
Instrumentación  
Aislamiento  
Electricidad  
Edificio  
Terreno  
Servicios

COSTO FISICO DE LA PLANTA

Ingeniería y Construcción

COSTOS DIRECTOS DE LA PLANTA

Honorarios del Contratista  
Imprevistos

CAPITAL FIJO

El costo físico de la planta más los gastos de Ingeniería y Construcción forman el costo directo de la planta, si a estos se añaden los honorarios al contratista y los imprevistos resulta el COSTO DE CAPITAL FIJO.

Para plantas de \$ 1,250,000.00 hasta - - - - - \$5,250,000.00 los gastos de Ingeniería y Construcción -- son de 30% respecto al costo físico, y baja al 25% para inversiones mayores.

Los honorarios del contratista pueden ser estimados como 4 a 10% de los costos directos de la planta, dependiendo del tamaño complejidad y localización de la planta.

Imprevistos.- Son los gastos que se cargan -- para compensar por cambios de precios, errores de estimación, cambios menores de procesos, etc, se aplica normalmente como un 15% en promedio del costo directo de la planta.

Capital de Trabajo.- Se puede definir como los fondos necesarios para el manejo del negocio, y en general es una cantidad que oscila entre el 10 y 15% del capital fijo invertido, o el 25% del producto de ventas -- anuales del producto, la siguiente tabla 6 muestra sus componentes:

- Inventario de materia prima
- Inventario de producto en proceso.
- Inventario del producto terminado
- Crédito extendido
- Caja

CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materia prima: Se estima como la materia para operar un día debido a la fácil descomposición de la misma.

Inventario del producto en proceso: Se puede estimar como la mitad de los gastos totales de manufactura ocurriendo durante un período equivalente al tiempo requerido para procesarlo.

Inventario del producto terminado: Se puede tomar un mes valuado al costo de manufactura.

Crédito extendido: Se puede estimar como un mes de producción valuado al precio de venta o al doble del costo de manufactura.

Caja: Se puede tomar como un mes de los gastos de manufactura.

DETERMINACION DEL CAPITAL FIJO -

PARA LA PLANTA DE MANTEQUILLA

EQUIPO ADQUIRIDO

Unidades	Equipo	Costo
6	Bombas centrífugas	\$140,000.00
2	Centrífugas	\$200,000.00
1	Mantequera y Empacadora	\$400,000.00
1	Pasteurizadora	\$ 45,000.00
6	Tanques de proceso	<u>\$700,000.00</u>
	Costo .....	1,485,000.00

Instalación del equipo: Se tomó el 45% referido al costo del equipo ..... \$ 670,000.00

Tubería Instalada: Se tomó 3% para tubos, 25% para conexiones y 10% para válvulas siendo el material de acero inoxidable tipo 304 como lo recomienda la literatura especializada ..... \$ 300,000.00

Intrumentación: Debido al poco control que se requiere en este tipo de equipos, se estimó en un 10% referido al costo del equipo ..... \$ 148,000.00

Aislamiento: Se tomó el 5% del equipo adquirido ..... \$ 74,250.00

Electricidad: Los gastos de subestación, alimentadores y alambrado se estimaron con un 10% referidos al costo del equipo, y por concepto de motores ... \$ 75,000.00

y ... \$ 75,000.00

para la instalación de los mismos ..... \$ 300,000.00

Edificios: Se tomó el 35% referido al costo del equipo ..... \$ 520,000.00

Terrenos y Mejoras del mismo: Se estimó como un 20% del costo del equipo ..... \$ 297,000.00

Servicios: Aquí quedan incluidos el vapor, el agua y refrigeración ..

Vapor: De acuerdo con el balance de materiales se requieren 1,150 Kg/h El costo del equipo instalado es de 143 Kg/h por lo que el equipo instalado es \$ 165,000.00

Refrigeración: El costo para el equipo instalado es de \$ 6,500.00/Ton. y de acuerdo con el balance de calor se requieren 20 Ton de refrigeración ..... \$ 130,000.00

Agua: No se hizo cargo por este concepto, ya que el condensado se recircula a la caldera.

COSTO FISICO DE LA PLANTA ..... \$ 4,088,250.00

Ingeniería y Construcción: Se tomó el 15% del costo - -  
físico ..... \$ 613,238.00

COSTO DIRECTO DE LA PLANTA: ..... \$ 4,701,488.00

Honorarios del contratista: Se tomó el 4% referido al --  
costo directo de la planta ..... \$ 188,060.00

Imprevistos: Se tomó el 15% del costo directo de la - -  
planta ..... \$ 705,221.00

CAPITAL FIJO ..... \$ 5,594,800.00

COSTO DE PRODUCCION: Es la suma de los costos directos,-  
indirectos y fijos, a continuación se dan sus componentes:

- Materia Prima
- Mano de Obra
- Supervisión
- Mantenimiento
- Materiales de Planta
- Regalías y Patente
- Servicios

COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION

- Envase
- Laboratorio

COSTOS FIJOS DE MANUFACTURA

- Depreciación
- Impuestos
- Seguros
- Costos fijos de producción
- Costos de producción

Para los siguientes cálculos se tomó como base una tonelada de producción a 100% de capacidad.

Materia Prima: Se tomó la materia prima necesaria para operar un día, o sea: ... \$4,600.00/ton.

Supervisión: Se requieren dos Ingenieros Químicos, con sueldos de \$5,000.00 mensuales, y se tomó un cargo indirecto por 25% ... \$417.00/ton.

Materiales de Planta.- Lo constituyen aquellos materiales tales como: empaque, grasas, lubricantes, etc. se tomó un 15% de los costos anuales de mantenimiento... .. \$81.00/ton

Mantenimiento: Generalmente éstos gastos están compuestos de un 50% de mano de obra y un 50% de materiales; se requieren 4 operadores con sueldos de \$30.00 y - \$50.00 diarios..... \$540.00/ton.

Servicios: Están constituidos por vapor, agua, electricidad y refrigeración.

Vapor: Se requieren 3,650 Kg. de vapor por -- tonelada de producto a un costo de \$25.00/ton \$92.00/ton

Agua: La mayor cantidad es por motivos de -- limpieza, se estimaron en 20 m<sup>3</sup>/día, a un costo unitario de \$ 0.35/ m<sup>3</sup> .... \$5.50/Ton.

Electricidad: La potencia requerida para el -- proceso es de 100 Kw-h. al costo de \$ 0.20 Kw-h ..... \$ 225.00/Ton.

Refrigeración: Se requieren 20 toneladas para -- el proceso con un costo de \$ 15.00/Ton.... \$237.00/Ton.

COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCION

Laboratorio: Se requieren los servicios de --  
1 Químico y un obrero calificado con sueldos de \$4,000.00  
y \$2,000.00, y un 15% para materiales ..... \$365.00/Ton.

Envase. La mantequilla se vende en barras de --  
100 g envueltas en papel parafinado ..... \$ 50.00

COSTOS FIJOS.

Depreciación. Se tomó el método de deprecia--  
ción lineal con un cargo de 10% referido al capital fi--  
jo.....\$1,210.00

Impuestos. Se tomó el 1 % anual del capital fi  
jo por impuesto prediales..... \$121.00

Seguros. Se tomó el 1 % con respecto al capi--  
tal fijo. \$121.00

GASTOS GENERALES.

Los gastos generales aunque incurre una compa--  
ña, por otras funciones no incluídas en los costos de --  
producción, son los gastos generales y cubren los gastos  
de administración, ventas, investigación e interés.

GASTOS DE ADMINISTRACION

Están comprendidos los salarios de la geren--  
cia, administración, honorarios legales y auditoría. Se  
requiere un gerente general, un contador, un auxiliar de  
contador y una secretaria con sueldos de \$3,000.00, --  
\$4,000.00, \$2,000.00 y \$1,500.00 respectivamente - - -  
\$ 410.00/ton.

DISTRIBUCION Y VENTA

Son variables, dependiendo del producto, éste

por ser muy conocido se estimó de 0.5% del precio de venta..... \$ 410.00/ton.

INVESTIGACION. No se hizo cargo por este concepto, por un producto cuya elaboración es sencilla.

INTERESES. Se supone que están dentro de las utilidades.

COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

Materia prima .....	\$ 4,600.00
Supervisión .....	\$ 417.00
Mantenimiento .....	\$ 540.00
Materiales de planta .....	\$ 81.00
Servicios .....	\$ 589.00
Laboratorio .....	\$ 365.00
Envases .....	\$ 50.00
Depreciación .....	\$ 1,210.00
Impuestos .....	\$ 121.00
Seguros .....	\$ 121.00
Administración .....	\$ 410.00
Ventas .....	\$ 100.00
Mano de obra .....	\$ 965.00
Costo total de Producción .....	\$ 9,569.00

DETERMINACION DEL CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materia prima.- Debido a que la leche es un producto de fácil descomposición, la leche recibida diariamente se procesa de inmediato. La leche que se recibe diariamente son 50,000 l, y el costo es de \$1.60 l..... \$ 80,000.00

Inventario del producto terminado.- Se tomaron 15 días de producción valuados al precio de venta -  
..... 3376,000.00

Inventario del producto en proceso.- Se tomó un día valuado al costo de producción ..... \$ 9,600.00

Crédito extendido.- Se tomó un mes de producción al precio de venta ..... \$ 752,000.00

Fondos de caja.- Se tomó un mes de producción al costo de manufactura ..... \$ 366,000.00

CAPITAL DE TRABAJO ..... \$1,583,000.00

### UTILIDAD Y RENTABILIDAD

El costo del producto es la suma del costo de manufactura, y los gastos generales, la diferencia entre las ventas netas y el costo total de producción, nos da la utilidad bruta, por concepto de ingresos mercantiles se paga el 3% de las ventas brutas la diferencia nos da los ingresos netos, la utilidad bruta resulta de restar a los ingresos netos el costo total de producción y, esta utilidad se encuentra grabada con el 42% por concepto de impuestos mercantiles nos resulta la utilidad neta.

Ventas Brutas .....	\$ 11,300,000.00
Ingresos mercantiles .....	\$ 340,000.00
Ventas netas .....	\$ 9,200,000.00
Costo total de producción .....	\$ 4,400,000.00
Utilidad bruta .....	\$ 5,800,000.00
Impuestos .....	\$ 2,400,000.00
Utilidad neta .....	\$ 3,400,000.00

Rentabilidad.- Es la relación, en por ciento, entre la utilidad anual y la inversión total.

$$R = \frac{3,400,000.00 \times 100}{7,194,000.00} = 48\%$$

Tiempo de retorno de inversión.- Es el tiempo en que la utilidad regresa la inversión, y se expresa mediante la ecuación siguiente:

$$T = \frac{I_t}{U_b + 0.1F}$$

Donde:

T = tiempo en años

$I_t$  = Capital total de la inversión

$U_b$  = Utilidad bruta

F = Depreciación anual.

Sustituyendo los valores se tiene:

$$T = \frac{7,194,800.00}{5.800,000.00 + 0.1 (1.470,000.00)}$$

Donde T = 1.08 años.

PROCESO DE FABRICACION DE QUESO

CHFDAR

EQUIPO ADQUIRIDO.

Unidades	Equipo	Costo
3	Bombas centrifugas	\$ 70,000.00
1	Centrifuga	\$ 100,000.00
1	Pasteurizador	\$ 45,000.00
3	Tanques de Proceso	\$ 350,000.00
3	Tinas de Proceso	\$ 300,000.00
		<hr/>
		\$ 865,000.00

Instalación del equipo.- Se tomará el 45% del costo del equipo .....	\$ 390,000.00
Tubería de acero y conexiones ..	\$ 290,000.00
Instrumentación.- Se tomó el 8% de equipo - - .....	\$ 69,000.00
Electricidad.- Se tomó el 10% en relación al costo del equipo, se incluyen los gastos de subestación, alimentadores y alumbrado, motores y su instalación - - .....	\$ 86,500.00
Edificios.- Se tomó el 140% del costo del - - equipo. ....	\$1 210,000.00
Terreno y Mejoras del mismo.- Se tomó el 20%- referido al costo del equipo .....	\$ 173,000.00

Servicios.

Vapor.- Se requieren 1,150 Kg/h, el costo del equipo instalado es de \$ 143.00/h .....

	\$ 165,000.00
--	---------------

Agua.- No se hizo cargo por este concepto ya que el condensado recircula a la caldera.

Refrigeración.- El costo del equipo instalado es de \$ 6,500.00/Ton de refrigeración y de acuerdo con - el balance de calor se requieren 21 toneladas - - - - - .....

	\$ 136,500.00
--	---------------

Costo físico de la planta .....	\$3,385,000.00
---------------------------------	----------------

Ingeniería y Construcción.- Se tomó el 15% -- del costo físico de la planta .....	\$ 510,000.00
---	---------------

Costo directo de la planta .....	\$3,895,000.00
----------------------------------	----------------

Honorarios del Contratista.- Se tomó el 10% - del costo directo de la planta .....	\$ 389,000.00
--	---------------

Imprevistos.- Se tomó el 20% del costo directo de la planta ..... \$ 779,000.00

CAPITAL FIJO ..... \$ 5,063,500.00

Costos de producción.- Se tomó como base una tonelada de queso.

Materia prima.- El rendimiento del queso cheddar varía de acuerdo con la composición de la leche, el rendimiento medio es de 1 al 10, debido a pérdidas de constituyentes en el suero. El costo unitario del litro de leche es de \$ 1.60 ..... \$ 16,000.00

Supervisión.- Se tomó el mismo personal requerido para el proceso de mantequilla .. \$ 110.00  
Ton.

Mano de obra.- Se tomó el mismo personal del proceso anterior..... \$ 234.00  
Ton.

Mantenimiento.- Con la misma consideración anterior se tiene: \$ 131.00  
Ton.

Materiales de la planta.- Se tomó un 15% de los costos anuales de mantenimiento ... \$ 19.60  
Ton.

Regalías y Patentes.- Se estima el 1 % del precio de venta y con las mismas consideraciones del proceso anterior ..... \$ 250.00

Servicios.-

Vapor.- Se requieran 890 Kg de vapor por tonelada de producto a un costo de \$ 25.00 por tonelada de vapor. .... \$ 22.40

Electricidad.- La potencia requerida para el proceso es de 50 Kw-h a un costo de 0.20 pesos el Kw-h - se tiene ..... \$ 48.00

Refrigeración.- Se requieren 21 toneladas para todo el proceso, con un costo de \$ 15.00 la tonelada. .... \$ 60.00

COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCION

Laboratorio.- Con las mismas consideraciones que el anterior proceso de la mantequilla. \$ 89.00

Envase.- El queso para su venta se envuelve en papel estañado por lo que se tiene .... \$1,000.00

COSTOS FIJOS.

Depreciación.- Se tomó el 10% lineal con pagos iguales respecto al capital fijo ..... \$ 278.00

Seguros.- Se hizo el mismo cargo del 1 % con respecto al capital fijo ..... \$ 27.80

Impuestos.- Se tomó el 1 % anual del capital fijo ..... \$ 27.80

Gastos generales.-

Gastos de administración.- Se supuso el mismo personal del proceso anterior ..... \$ 100.00

Distribución y Ventas.- Se tomó el 5% del precio de venta: ..... \$1,500.00

Investigación.- Se tomó el 1 % del costo de la venta. .... \$ 300.00

Intereses.- No se hizo cargo alguno por este concepto, porque se supone que están dentro de las utilidades.

GOSTO TOTAL DEL PRODUCTO

Materia prima .....	\$ 16,000.00
Supervisión .....	\$ 110.00
Mano de obra .....	\$ 334.00
Mantenimiento .....	\$ 131.00
Materiales de la planta .....	\$ 19.60
Regalias y Patentes .....	\$ 300.00
Servicios .....	\$ 130.40
Laboratorio .....	\$ 39.00
Envase .....	\$ 1,000.00
Depreciación .....	\$ 278.00
Impuestos .....	\$ 27.80
Seguros .....	\$ 27.80
Administración .....	\$ 100.00
Ventas .....	\$ 1,500.00
Investigación .....	\$ 300.00
<hr/>	
Costo Total del producto .....	\$ 20,247.60

DETERMINACION DEL CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materia prima.- Se hizo el mismo cargo del proceso anterior ..... \$ 80,000.00

Inventario del producto en proceso.- Se tomó un día valuado al costo de producción ... \$101,238.00

Inventario del producto terminado.- Se tomaron 15 días de producción valuado al precio de venta - -  
..... \$1,875,000.00

Crédito extendido.- Se tomó un mes de producción al precio de venta ..... \$ 3,750,000.00

Fondos de caja.- Se tomó un mes de producción al costo de manufactura ..... \$ 3,040,000.00

CAPITAL DE TRABAJO ..... \$ 8,846,238.00

UTILIDAD Y RENTABILIDAD

Ventas brutas	.....	\$45,500,000.00
Ingresos mercantiles	.....	<u>\$ 1,365,000.00</u>
Ventas netas	.....	\$44,135,000.00
Costo de producción	.....	<u>\$37,000,000.00</u>
Utilidad bruta	.....	\$ 7,135,000.00
Impuestos	.....	<u>\$ 3,000,000.00</u>
Utilidad neta	.....	\$ 4,135,000.00

RENTABILIDAD

$$\text{Rentabilidad} = \frac{4\ 135\ 000.00 \times 100}{13\ 909\ 738} = 29.7 \%$$

TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSION

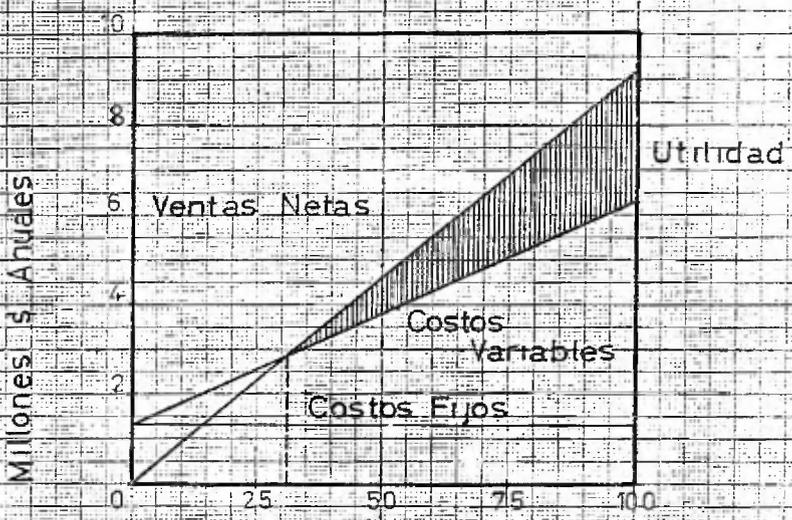
$$T = \frac{13\ 909\ 738.00}{4\ 135\ 000.00} = 3.36 \text{ años.}$$

V.- DIAGRAMAS Y GRAFICAS

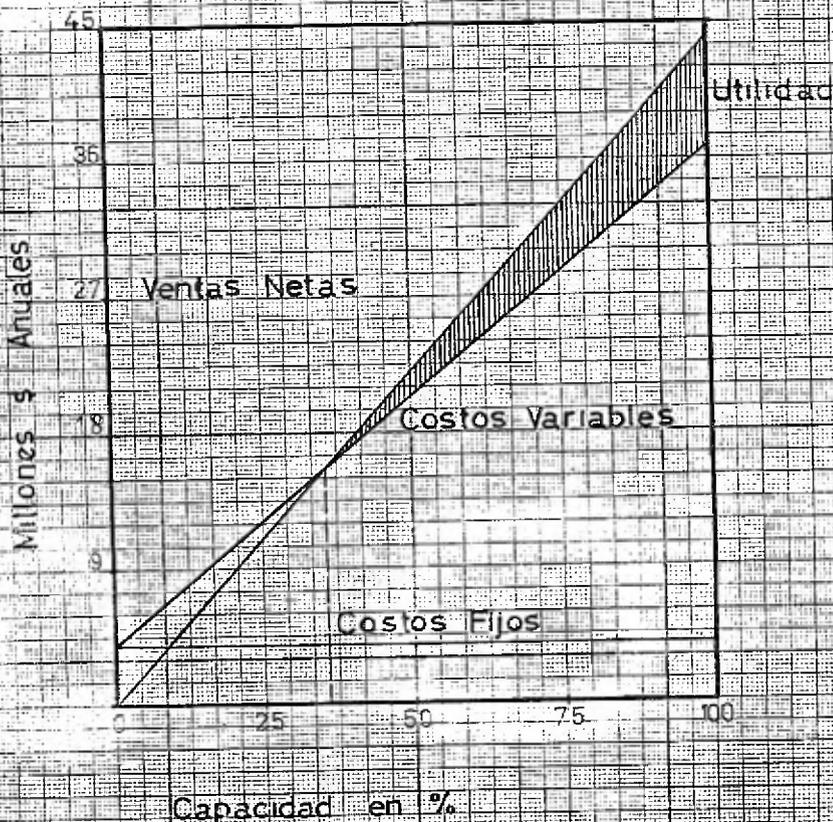
# Diagrama Del Punto De Equilibrio

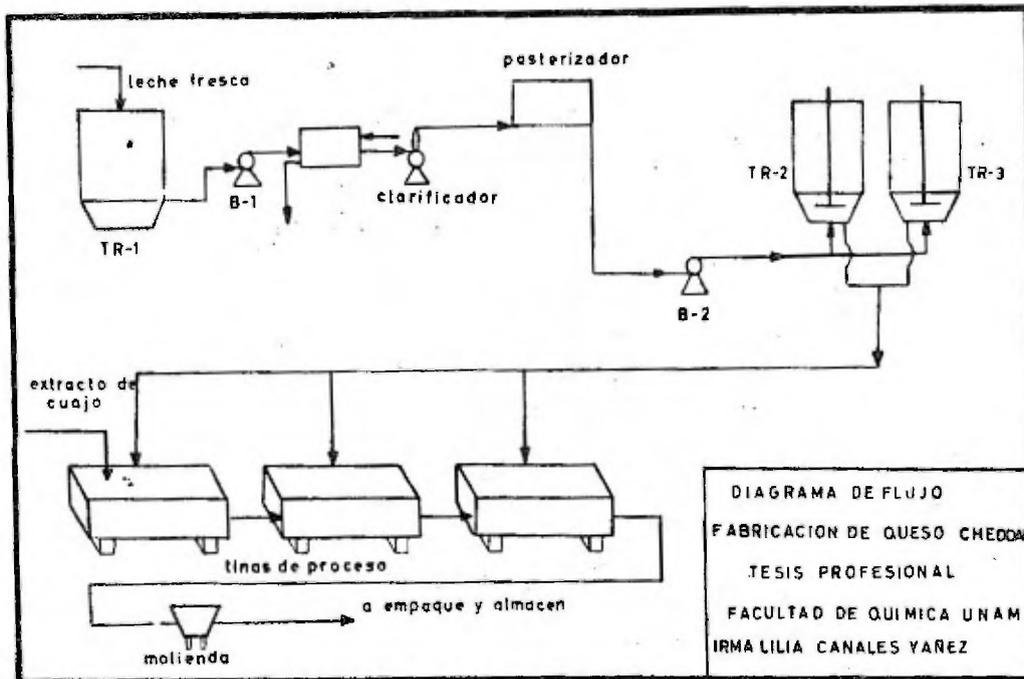
## Elaboracion de Mantequilla

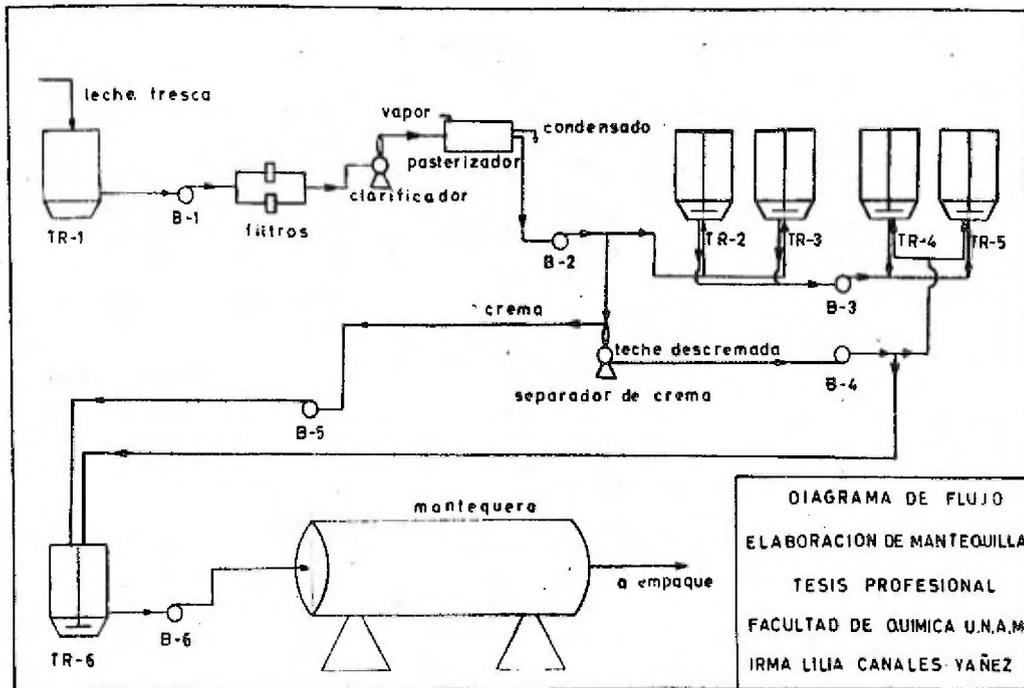
### Capacidad 460 Ton.



# Diagrama Del Punto De Equilibrio Elaboracion De Queso Cheddar Capacidad 1830 Ton.







**VI.- CONCLUSIONES**

### CONCLUSIONES

Para la elaboración de la mantequilla se tiene una rentabilidad del 43% y un tiempo de retorno de inversión de 1.06 años, esta rentabilidad es alta si se compara con el promedio que va del 15 al 25%, pudiendo operar la planta a una capacidad menor, y seguir obteniendo utilidad razonable, ya que de acuerdo al diagrama del punto de equilibrio, este se encuentra al 30% de capacidad. -- La conclusión es que es viable este proceso.

Para el proceso de la elaboración del queso -- Cheddar, tenemos una rentabilidad de 29.7% y un tiempo de retorno de inversión de 3.36 a dicha rentabilidad, -- también es alta estando el punto de equilibrio al 33.0% de la capacidad de la planta. Siendo la conclusión -- igual a la anterior.

VII.- BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Lillian Hoagland Meyer FOOD CHEMISTRY Ed, Reinhold Book Corp, New York Amsterdam London 1968
- 2.- Diggins & Bundy VACAS LECHE Y SUS DERIVADOS trad, al español por Alfonso Vasseur Walls Ed Continental Mexico España 1967
- 3.- Henry F, Judkins & Harry A, Keener LA LECHE SU PRODUCCION Y PROCESOS INDUSTRIALES trad, al español - por Alfonso Vasseur Walls Ed, Continental Mexico - España Argentina Chile 1962
- 4.- Foster, Nelson, Speck, Doetsch, Olson MICROBIOLOGIA DE LA LECHE trad, al español por Ramón Palazón Ed, Herrero 1957
- 5.- A, W, Farrall INGENIERIA PARA LA INDUSTRIA LECHERA trad, al español por Jack M, Verrey Ed, Herrero -- 1963
- 6.- Juan Minut ELABORACION DE QUESO Ed Ateneo 1951
- 7.- Alan S, Foust, Leonard A Wenzel, Curtis W Clump, - Boyce Andersen PRINCIPLES OF UNIT OPERATIONS Ed, John Wiley & Sons Inc New York 1960
- 8.- Kern, D. O. PROCESS HEAT TRANSFER Ed Mc Graw Hill New York 1950
- 9.- Perry J, H, CHEMICAL ENGINEERING HAND BOOK Ed Mc -- Hill New York 1950
- 10.- Robert S, Aries and Robert D. Newton CHEMICAL ENGINEERING COST ESTIMATION Ed, Mc Graw Hill New York - 1955

- 11.- Eckhard H, Centrifugal Separator Costs Chemical --  
Engineering Mayo 1947
- 12.- Tyler CHEMICAL ENGINEERING ECONOMICS Ed Mc Graw --  
Hill New York 1955