

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

ANTEPROYECTO TECNICO-ECONOMICO
PARA LA INSTALACION DE UNA
PLANTA INDUSTRIALIZADORA
DE LECHE Y SUS DERIVADOS
EN SAN JOSE DE GRACIA,
MICHOACAN.

50 T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERIA QUIMICA
P R E S E N T A N

MOISES CALVA CRUZ
RICARDO GONZALEZ PARTIDA

1974



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.

JURADO ASIGNADO:

ENRIQUE GARCIA GALEANO	PRESIDENTE	_____
JOSE L. PADILLA DE ALBA	VOCAL	_____
RUBEN BERRA GARCIA COSS	SECRETARIO	_____
OSCAR H. GALVAN FELIX	1er SUPLENTE	_____
MARIO RAMIREZ Y OTERO	2o. SUPLENTE	_____

Sitio donde se desarrolló el tema: San José de Gracia, Mich.

MOISES CALVA CRUZ _____

RICARDO GONZALEZ PARTIDA _____

A mis padres:

SR. RICARDO GONZALEZ FLORES
SRA. EVA PARTIDA DE GONZALEZ

Como una pequeña prueba de
cariño y agradecimiento de
mi persona a sus cualidades
de padres y amigos modelo.

A mis hermanos:

Francisco
Eva
Rosario
Guadalupe
Rocío

Por la unión que hay entre
nosotros y porque su deseo
de superación y dedicación
sean cada día más grandes.

A mi novia:

SRITA. GUADALUPE VILLANUEVA PEREZ

Por su amor único y la com-
prensión que me ha brindado.

A mi familia:

Con aprecio y gratitud.

A todos los amigos y compañeros:

Por su valiosa y enorme amistad.

RICARDO

A mis padres:

SR. AMADO CALVA CRUZ
SRA. JUANA C. DE CALVA

Con todo mi cariño y
agradecimiento

A mis hermanos:

Martín
Jorge
Carlos

Que sus deseos y anhelos
se realicen.

A mis familiares, amigos y compañeros

MOISES

A NUESTRA QUERIDA FACULTAD

A NUESTROS MAESTROS

A NUESTROS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Con agradecimiento a todos los educadores
que durante nuestra vida colaboraron a
nuestra formación

A los Señores Ingenieros: EDUARDO MOLINA B.

ENRIQUE G. TOLEDO

Por la ayuda y amistad que nos
brindaron

MOISES

RICARDO

I N D I C E

Página

CAPITULO I

1. <u>LECHE</u>	1
a) Generalidades	1
b) Definición	2
c) Temperamento	3
d) Etapa de lactancia	3
e) Etapa de Ordeño	4
f) Leche de distintos cuartos	4
g) Tiempo transcurrido entre ordeñas	4
h) Volumen de la leche	5
i) La leche en función de la alimentación del ganado.	5
j) La leche en función de la estación del año.	5
k) Otros factores	6

2. CARACTERISTICAS DE LOS CONSTITUYENTES DE

LA LECHE. 7

a) Agua 7

b) Grasa de la leche 7

c) Proteínas 8

d) Lactosa 9

e) Sales minerales 10

f) Vitaminas 10

g) Enzimas 11

h) Otras sustancias 11

3.- PROPIEDADES FISICAS DE LA LECHE 13

a) Sabor y olor 13

b) Color 13

c) Peso específico 14

d) Punto de ebullición 15

e) Punto de congelación 15

f) Calor específico 16

g) Viscosidad de la leche 16

4.-	<u>BACTERIOLOGIA LACTEA</u>	18
a)	Funciones de las bacterias	18
b)	Clasificación	20
	1) Bacterias formadoras de ácido	20
	2) Bacterias formadoras de gases	20
	3) Bacterias Peptonizantes	21
	4) Bacterias de la leche correosa	21
c)	Fuentes de bacterias en la leche	22
d)	Determinación del número de bacterias	23
e)	Bacteriología Láctea aplicada	24
f)	Problemas bacteriológicos	24
g)	Acidez (actual o aparente y real o - titulable.)	24
5.-	<u>CONTROLES DE CALIDAD PARA EL PAGO DE LA - LECHE SEGUN EL ESTADO DE LA MISMA.</u>	27
a)	La evaluación del precio según la calidad bacteriológica.	28
b)	La evaluación del precio según el conte- nido de materias nitrogenadas	28
c)	Definición de crema.	30
d)	Definición de queso.	33

CAPITULO II

<u>PANORAMA ACTUAL DE LA INDUSTRIA LECHERA EN MEXICO</u>	37
<u>Y EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE GRACIA, MICH.</u>	39

CAPITULO III

<u>OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO</u>	41
Determinación de la capacidad de la planta	43

CAPITULO IV

<u>PRODUCTOS PROPUESTOS PARA EL ESTUDIO EN ESTE TRABAJO.</u>	45
--	----

CAPITULO V

<u>DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES REALIZADAS EN CADA UNO DE LOS PROCESOS</u>	47
a) Recepción	47
b) Almacenamiento	49
c) Filtración	49

	<u>Página</u>
d) Clarificación	50
e) Pasteurización	51
f) Desnatado o descremado centrífugo	64
g) Homogenización	67
h) Envasado	68

CAPITULO VI

<u>DESCRIPCION DE CADA UNO DE LOS PROCESOS</u>	71
a) Proceso de pasteurización de leche	72
b) Elaboración de crema	73
c) Elaboración de queso de leche entera	75
d) Elaboración de queso con grasa vegetal	76
e) Diagramas de flujo	78

CAPITULO VII

<u>CALCULO DE EQUIPO PARA LOS DIFERENTES PROCESOS</u>	88
a) Cálculo de la Bomba No. 1	88
b) Cálculo de la Clarificadora	92
c) Cálculo de la Bomba No. 2	92

d) Cálculos simplificados para la determinación de la potencia de las Bombas 2,- 3, 4, 5, 6, 7, y 8	95
e) Cálculo del cambiador de calor	97
f) Cálculo del pasteurizador	105
g) Cálculo de la Homogenizadora	111
h) Cálculo del Pre-enfriador (P3)	113
i) Cálculo de la desnatadora centrífuga	118
j) Cálculo de la Torre de Enfriamiento	120
k) Cálculo de la Caldera	124
l) Cálculo de la carga de enfriamiento - para la Cámara de Refrigeración	128
1) Para la leche pasteurizada	134
2) Para la crema	136
3) Para el queso de leche entera	138
4) Para el queso de leche con grasa vegetal.	139
m) Cálculo de la Compresora del Sistema de Refrigeración.(Para cada proceso)	141

CAPITULO VIII

✓ EVALUACION ECONOMICA

a) En el proceso de pasteurización de leche	144
	147

	<u>Página</u>
b) En la elaboración de la crema	168
c) En la elaboración de leche entera	181
d) Para el proceso simultáneo en la elaboración de queso "San José" y crema.	194
e) Conclusiones sobre el cálculo económico	207

CAPITULO IX

CONCLUSIONES GENERALES	209
------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	211
--------------	-----

CAPITULO I

1.- LECHE

a).- GENERALIDADES

La leche y los productos de la leche forman una parte importante en la dieta del hombre desde el principio de la historia. No se sabe cuando el hombre domesticó el primer animal, pero tan pronto como lo hizo, los empezó a cuidar y ayudar a reproducirse.

Todos los mamíferos producen leche después del nacimiento del niño o la cría, y el hombre ha usado la leche de varios animales para su propio alimento. La vaca es -- por supuesto, la más importante de todos los animales como abastecedor de alimentos para el hombre; hay otras especies que son más importantes en otras partes del mundo como lo es el búfalo, cabra, camello, burra, oveja, etc.

El término "leche" es usado siempre refiriéndose a la leche de vaca. Si la leche de otra especie es usada, el nombre de aquella especie le seguirá; ejemplo: de cabra (lecha de cabra); humana (leche de mujer), etc.

b).- DEFINICION

- 1).- Biológicamente. El líquido normalmente secretado por los mamíferos femeninos, para la alimentación de sus hijos.
- 2).- Químicamente. Una mezcla compleja de sustancias -- alimenticias orgánicas e inorgánicas, que consiste -- de agua, grasas, carbohidratos, proteínas, sales minerales, gases, bacterias, enzimas y vitaminas.
- 3).- Legalmente. La secreción láctea entera, limpia y -- fresca, obtenida al ordeñar una o más vacas sanas de -- bidamente alimentadas y mantenidas, excluyendo aque -- lla que se obtiene 15 días antes y 5 días después -- del parto.

La leche es el único alimento específicamente adapta do por la naturaleza para la nutrición de los mamíferos. - Está calculada exactamente para aportar al organismo joven y en crecimiento, la mayor parte de los elementos necesa -- rios.

c).- TEMPERAMENTO.

La leche obtenida de distintas vacas de una misma raza, variará considerablemente en su composición general debido a las características heredadas y del medio ambiente.

A este respecto, las características heredadas son - las más importantes y los programas de mejora ganadera tratan de aprovechar, ya sea directamente a través de una vaca altamente productora o a través de un semental utilizado; buenas líneas de sangre para conseguir terneras que -- llegarán a producir gran cantidad de leche con alto contenido de grasa.

d).- ETAPA DE LACTANCIA

Ese período entre partos (10 meses) (calostro).

El contenido de grasa disminuye ligeramente luego -- del primer mes, más o menos, y todos los constituyentes -- permanecen constantes más o menos durante la larga etapa - de la lactancia. Durante la etapa final, cuando la cantidad empieza a decrecer, la grasa y la caseína aumentan en proporción.

e).- ETAPA DEL ORDEÑO

Durante el ordeño la última leche que se obtiene siempre contiene más grasa.

Primera leche:	1.37%
Segunda leche:	3.02%
Tercera leche:	4.82%
Leche final:	8.73%

f).- LECHE DE DISTINTOS CUARTOS

Frontal derecho:	3.4 %	(grasa)
Frontal izquierdo:	4.2 %	"
Trasero derecho:	3.4 %	"
Trasero izquierdo:	3.6 %	"

g).- TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE ORDEÑAS

La leche con más contenido de grasa, es aquella obtenida de la espera más corta desde el ordeño anterior. Cuando la vaca se ordeña a intervalos iguales, la leche del --atardecer es la que contiene más grasa.

h).- VOLUMEN DE LA LECHE

Mientras más leche se obtiene, menos porcentaje de -
grasa contiene y viceversa. Las razas que dan leche con -
mayor contenido de grasa son las que dan menos volumen de -
leche.

i).- ALIMENTACION

La cantidad y calidad de los alimentos utilizados ge -
neralmente no altera notablemente la cantidad. Si la die -
ta influye sobre las funciones fisiológicas adversamente, -
afectarán el volumen de producción disminuyéndola.

j).- ESTACION DEL AÑO

La leche contiene un porcentaje máximo de grasa en -
el invierno y mínimo en el verano.

Las causas de variación, son las siguientes:

- 1.- La mayoría de las vacas "paren" en primavera.
- 2.- Cambio de tipo alimenticio (pasto en verano, ali -
mentos secos en invierno).
- 3.- Cambios en la temperatura y condiciones atmosféricas. Altas temperaturas de algunos meses afec -

tan los pastos durante esa época del año.

k).- OTROS FACTORES

Son menos importantes pero afectan o causan variaciones en la composición de la leche.

- 1.- Edad de la vaca.
- 2.- Condiciones de la vaca al parir.
- 3.- Cambio de ordeñadora.
- 4.- Excitación.
- 5.- Enfermedad.
- 6.- Drogas.
- 7.- Menstruación.
- 8.- Mastitis o enfermedad de la ubre (infección).

2.- CARACTERISTICAS DE LOS CONSTITUYENTES DE LA LECHE.

La leche es una mezcla compleja de lípidos, carbohidratos, proteínas y algunos otros compuestos orgánicos e inorgánicos, sales dispersas o disueltas en agua.

Algunos autores reportan listas sobre 100 compuestos en ella; algunos de estos compuestos tales como los carbohidratos, lactosa y la mayoría de las sales y vitaminas -- son solubles en agua. Otras tales como los lípidos, proteínas y fosfato di-cálcico están dispersos a través del agua, en el agua coloidal, o sea, cerca del estado coloidal.

a).- AGUA

El agua contenida en la leche es idéntica a cualquier otra agua. Su función es actuar de vehículo o medio en lo cual se dispersa y se disuelven otros ingredientes.- Además, le dá humedad al ternero que la recibe, lo cual es muy importante.

b).- GRASA DE LA LECHE

Químicamente la grasa de la leche es una mezcla de -

tri-gliceridos (compuestos de glicerol y una gran cantidad de ácidos grasos), aunque también hay pequeñas cantidades de fosfolípidos, esteroides, vitaminas solubles en grasa -- "A" y "D", carotenos y xantofila. Los glóbulos varían en tamaño desde 0.8 hasta 20.0 micrones de diámetro y una sola gota de leche contiene 100×10^6 de éstos (tamaño promedio 4 micrones). Los glóbulos grasos tienen en su superficie una capa de sustancias (principalmente proteínas y -- fosfolípidos) que les impide unirse por fusión, que ayuda a estabilizar más o mejor la solución. Una propiedad de los glóbulos grasos es su tendencia a agruparse en racimos. Esto explica la rapidez del cremado, la viscosidad de la leche. La grasa de la leche es soluble en los solventes usuales: éter, cloroformo, alcohol, tetracloruro de carbono, etc.

c).- PROTEINAS

Las proteínas son numerosas y son tradicionalmente -- clasificadas de la siguiente forma o fracciones, las cuales no consisten de proteínas puras.

- 1.- Caseína. (80% de los prótidos totales) precipitada por la renina o ácidos).
- 2.- Lactoalbúmina. (precipitan por calor).
- 3.- Lactoglobulina. (precipitan por calor).

Se usa en alimentos procesados (caseinato de sodio y calcio). Deshidratada la caseína se usa en engrudo impermeable en la fabricación de maderas terciadas, elaboración de botones, imitaciones de hueso y marfil, pinturas, ceras, bolas de billar, papel, jabón de tocador, tónicos, fibra textil para la fabricación de géneros y filtros (aralac).

d).- LACTOSA

El azúcar de la leche, carbohidrato que se halla en la leche, en solución verdadera. Es el único carbohidrato presente en la leche. La lactosa no es muy dulce, solamente la quinta parte de la dulzura de la sacarosa.

Usos.- Cobertura para píldoras y como relleno en los medicamentos de consumo humano. En la preparación de alimentos para niños. Ingrediente necesario

en los cultivos de mohos utilizados para la producción de la penicilina.

e).- SALES MINERALES

Son importantes desde el punto de vista de la nutrición, haciendo que la leche sea uno de los alimentos más importantes, debido a la cantidad de minerales que contiene y su utilidad al cuerpo humano.— Es valiosa por el contenido de calcio y fósforo, pero es deficiente en hierro.

Las sales no provienen solamente de ácidos orgánicos e inorgánicos, como ejemplo de los primeros tenemos el AC. CITRICO. Parte del fosfato se le encuentra como fosfo proteína y fosfolípidos; parte combinada con calcio. Contiene Na, K, Mg, Cl, Cu, Fe, Zn, Mn, Al, I; el azufre está presente en alguno de los aminoácidos de la proteína.

f).- VITAMINAS

Se encuentran todas en la leche a excepción o en limitadas cantidades de vitamina C y D, y éstas pueden no estar después de la pasteurización, pero las otras solu---

bles en agua o en grasa están en cantidades buenas.

El complejo B está disuelto en agua, vitamina A y D, en la grasa. En invierno, la leche es rica en vitamina D, a menos que la dieta de la vaca se enriquezca con ella.

g).- ENZIMAS

(Amilaza, galactaza, catalaza, peroxidaza, fosfataza, lipaza, xantina, oxidaza, etc.), así como la reductaza. Algunas de ellas aparentemente secretadas en la leche y otras formadas por microorganismos que habitan en la leche.

Algunas de las enzimas son destruidas en la pasteurización o reducidas y análisis de su presencia o nivel - pueden ser usados como una prueba de la efectividad de la pasteurización.

h).- OTRAS SUBSTANCIAS

En cantidades sumamente pequeñas:

Gases.- (O₂ , N₂, y CO₂ constituyen la acidez apa

rente.

Acidez.- Debida a la fermentación de la lactosa o-
la llamada acidez aparente de la leche.
Bacterias, leucositos, células epitelia--
les.

3.- PROPIEDADES DE LA LECHE

a).- SABOR Y OLOR

La leche tiene un sabor dulce y un olor suave, característico. Ambas de estas propiedades pueden ser alteradas por la alimentación de la vaca, mala higienización de los utensilios, desarrollo excesivo de bacterias y acidez, etc., algunos alimentos tales como el ajo o la cebolla silvestre, o aún el ensilaje cuando se lo dá a la vaca demasiado próximo a la hora del ordeño, afectarán o saldrán en el sabor de la leche. La pasteurización causa un sabor a cocido imperceptible.

b).- COLOR

La leche normal tiene un color blanco amarillento. Si bien el color blanco se debe en gran parte a la caseína de la leche, la emulsión de grasa también contribuye al efecto blancuzco.

El color amarillento proviene de los glóbulos de grasa, pero también del color del suero (el cual tiene siem--

pre un color amarillento).

El pigmento de la grasa es en su mayoría el Caróteno (productor de vitamina A).

El pigmento del suero es Riboflavina o vitamina B₂.

c).- PESO ESPECIFICO

El término según se aplica a la leche significa: el peso de un volumen dado de leche a 60°F (15.6°C). Comparando con el peso de un volumen igual de agua destilada, - también a 60°F. (15.6°C).

1 litro de agua a 60°F pesa 0.99999 Kgs.

1 litro de leche a 60°F pesa 0.96889 Kgs.

de donde: $\frac{0.99999}{0.96889} = 1.032$ peso específico de la leche.

peso específico = P é (varía desde 1.028-1.036).

Cualquier leche que tenga un peso específico menor - al límite mínimo indicado, se sospechará de haber sido --aguada.

Se determina con el lactodensímetro según Quevene, - graduado desde 1540 unidades y a 15.6°C . Una lectura en el lactómetro de 31.5° equivale a un peso específico de - 1.0315.

d).- PUNTO DE EBULLICION

La leche hierbe a 212.5°F (100.28°C), que es ligeramente superior al punto de hervor del agua 212°F ---- (100°C) al nivel del mar (por los sólidos disueltos).

e).- PUNTO DE CONGELACION

El punto de congelación, en consecuencia, será menor que el del agua ($- 0.550^{\circ}\text{C}$) comparando con el del -- agua que es de (0°C).

Este es constante dentro de límites estrechos, no obstante la raza, estación del año, temperamento o cualquier otro factor que afecte la composición de la leche.

El punto de congelación promedio de la leche pura - normal es de ($- 0.550^{\circ}\text{C}$) varía de (-0.530 a -0.566°C).

Una muestra que se congele a una temperatura superior a (-0.530°C) es casi seguro que fue aguada.

f).- CALOR ESPECIFICO

Calor (calorías o BTU). Es un número conocido de grados para elevar la temperatura de una cantidad de leche.

Hace falta menos calor para calentar la leche y la crema, que lo que hace falta para elevar la temperatura del agua en igual número de grados.

<u>Tipo de leche</u>	<u>Calor específico a 15°C</u>
Leche entera	0.938
Leche descremada	0.943
Crema del 20%	0.940
Grasa de leche	0.467

g).- VISCOSIDAD DE LA LECHE

Se afecta por:

- 1.- Temperatura.
 - 2.- Tamaño y agrupación de los "racimos" de -
glóbulos grasos.
 - 3.- Efecto del ácido sobre la caseína.
 - 4.- Proporción de sólidos.
- a 20°C () leche es 1.7 veces mayor que
la del agua.
- a 0°C () leche es 2.4 veces mayor que
la del agua.

4.- BACTERIOLOGIA LACTEA

a).- FUNCIONES DE LAS BACTERIAS

Las funciones de las bacterias, con algunas excepciones, es la descomposición, destrucción y reducción de la materia orgánica hasta su más mínima expresión básica, a fin de que pueda ser utilizada nuevamente por otros miembros del ciclo biológico.

La mayoría de las bacterias sólo son capaces de actuar sobre un solo tipo de substancias. Algunas descomponen los carbohidratos, otras las proteínas, algunas las grasas, algunas son todavía más selectivas, sólo actúan por y en ciertos carbohidratos, ciertas proteínas, etc.

Hay unas muy primitivas que sólo actúan sobre los minerales, hay otras muy evolucionadas que actúan sobre los organismos patógenos, que sólo actúan sobre los tejidos vivos.

La leche es un campo especialmente fértil para el desarrollo de las bacterias, porque contiene muchas subs-

tancias alimenticias (composición) que están dispersas en un medio acuoso, que es casi un cultivo ideal para la procreación de las bacterias. Cuando a la leche se le permite que permanezca a una temperatura favorable a esta acción, la fermentación bacteriana, no tarda en desarrollarse.

En la fermentación espontánea normal, la acidez se desarrolla como resultado de la división de la lactosa, - frecuentemente se produce una cierta cantidad de gas.

Las proteínas primeramente se coagulan como resultado del aumento de acidez. La acidez aumenta a 1%, las bacterias hallan el medio demasiado ácido y gradualmente dejan de actuar.

Entonces los mohos y las levaduras toman las riendas en la destrucción sistemática de la leche, ya que toleran una gran acidez, procediendo a continuar la descomposición dividiendo las grasas y utilizando los productos de la degradación para sus propios metabolismos durante - cuya acción ocasionan una disminución en la acidez y por-

supuesto las bacterias nuevamente vuelven a tornarse acti
vas.

b).- CLASIFICACION

Bacterias de la leche por el resultado que producen.

1).- Baterias formadoras de ácido.

Streptococcus Lactics, St. Cremaris. (del grupo del ácido láctico). Comúnmente, se utilizan co
mo cultivos lácticos o Starters.

Lactobacillus Bulgaris, L Acidophilus y L. Ca-
sei. Se utilizan también en la preparación de
leches fermentadas.

2).- Bacterias formadoras de gases.

Estas producen tanto ácido como gas, cuando se
les cultiva en leche.

Escherichia Coli y Aerobacter Aerogenes, son -
organismos formadores de gas que más comúnmen-
te se encuentran en la leche, generalmente se-
les llama o denomina, organismos de colón o --

del grupo colón-aerogenes.

Algunas levaduras del género *Clostridium* también producen gas en los productos lácteos.

Las bacterias formadoras de gas en la leche - pasteurizada o una contaminación después de - pasteurización, generalmente indican una mala pasteurización.

3).- Bacterias Peptonizantes

Organismos que digieren las proteínas (caseína) o la licúan; va acompañado de sabores y - olores muy desagradables, ocasionado por los - productos de la degradación.

Streptococcus Licuefacient (*St. Fecalis*) y *Bacilo Subtilis*, son organismos peptonizantes.

4).- Bacterias de la leche correosa.

Estos hacen que la leche se torne correosa. El que se halla más comúnmente es el *Alcalígenes-*

Viscosus, se han encontrado otros tipos de --
Escherichia Aerogenes. Este brote de infec--
ción en algunas plantas es difícil de contro--
lar.

Organismos inertes.

Son aquellos que no producen ninguna acción--
sobre las sustancias integrantes de la leche.
Estos no hallan en la leche un medio apropia--
do para su crecimiento, por lo que no se mul--
tiplican mayormente. Los organismos importan--
tes de este grupo son los patógenos, que por--
supuesto son muy importantes desde el punto --
de vista de salud pública. La leche se pas--
teuriza justamente debido a la posibilidad de
que contenga organismos patógenos en ella.

c).- FUENTES DE BACTERIAS EN LA LECHE

La leche al salir de la ubre, no está libre de bac--
terias, casi siempre hay una cantidad que puede oscilar --
de unas pocas a 10,000 bac/ml.

Por lo general, la primera leche es la que contiene el mayor número de bacterias, lo cual probablemente indica que las bacterias entran a la leche a través del canal del pezón.

Las bacterias llegan a la leche junto con el polvo durante el ordeño, durante la manipulación de la leche en la granja; si el enfriamiento no es rápido y eficiente -- (baja temperatura) los organismos presentes se multiplican hasta alcanzar una cantidad elevada.

d).- DETERMINACION DEL NUMERO DE BACTERIAS

- 1.- Recuento directo al microscopio o método de Breed (azul de metileno).
- 2.- Recuento en placa de agar (medio sólido. (Tinción).

El primer método es malo por el error ya que el factor es de 300,000, que corresponde a 30 campos del microscopio.

e).- BACTERIOLOGIA LACTEA APLICADA

Es indispensable tener conocimientos de la bacteriología para poder manipular correctamente la leche y elaborar subproductos de la misma; habrá que evitar la contaminación bacteriana.

f).- PROBLEMAS BACTERIOLOGICOS

Se acepta que la leche es un cultivo ideal para el desarrollo bacteriano, por tanto, a la leche habrá que -- mantenerla limpia y fría.

g).- ACIDEZ DE LA LECHE

Hay dos tipos de acidez de la leche:

a).- Acidez actual o aparente.

b).- Acidez real o titulable.

Acidez actual o aparente

Inmediatamente después de ordeñada la leche tiene -- una reacción ligeramente ácida. Esta acidez es causada --

por la caseína, albúmina y citratos disueltos en ella.

Sus valores medios son: 0.14 - 0.17 %. La acidez actual no puede medirse por titulación, sino por el cuanteo de la concentración de iones hidrógeno (p^H).

Acidez real o titulable.

Se puede medir inmediatamente después de ordeñada - la leche, nunca tiene más de dos milésimos de porcentaje de ácido láctico, cualquier aumento se debe a la acción - de las bacterias ácido lácticas.

Esta prueba se obtiene o determina por medio del - NaOH 0.1N. Es una prueba de rutina de más aplicación - en la industria lechera, ya que de ella dependen todas -- las operaciones de la cantidad de ácido láctico presente.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{\text{ml de NaOH} \times 0.1N \times 0.009}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

0.009 = miliequivalente del ácido láctico a 15.6°C.

Si se pesan o miden 9 ml. o 9 gramos de muestra, el

número de cc. gastados de NaOH indica exactamente la cantidad de porcentaje de ácido láctico.

La acidez puede variar por múltiples causas: la proliferación bacteriana por deficiente refrigeración, por el estado de lactancia del animal (el calostro), tiene -- acidez muy elevada, por la raza del ganado, por las adulteraciones (como el aguado y la neutralización).

5.- CONTROLES DE CALIDAD PARA EL PAGO DE LA LECHE SEGUN
EL ESTADO DE LA MISMA.

Hasta hace pocos años el precio de la leche solía fijarse por volúmenes o pesos, como si su composición fuese constante y su calidad invariable.

Esta forma de evaluación no solamente es injusta, sino que puede tener consecuencias nefastas:

- Sobre la selección bovina:

Búsqueda de animales de elevada producción.

- Sobre la calidad bacteriológica media de la leche:

Negligencia del productor, que no es sancionado o recompensado.

- Falta de interés para seguir el proceso técnico.

Actualmente se ha preconizado el principio de compra de la leche a la producción según la calidad; no obstante, muchas veces sólo se considera el contenido en materia -- grasa para la valoración.

La evaluación según la cantidad de materia grasa no ofrece dificultades. El método de análisis (Gerber) se -

practica en todas partes.

Habitualmente se toman 4 muestras por mes de cada subministrador y se obtiene la media de los resultados. La toma de muestra proporcional es más equitativa; de cada entrega de leche, se toma un volumen en relación con la cantidad total suministrada; las tomas sucesivas se van añadiendo a un frasco con el número de producto que contiene bicarbonato potásico. El análisis se hace cada quincena.

Los dos problemas de mayor actualidad son:

- a) La evaluación del precio según la calidad bacteriológica, es sin duda el más importante.
- b) La evaluación del precio según el contenido en materias nitrogenadas.

Se ha visto que la relación entre el contenido de grasa y el de materias nitrogenadas totales, es real pero débil. Por otra parte, las diferencias comprobadas entre el contenido en materias nitrogenadas de la leche de los productos son tales, que este sistema de pago se impone -

en las regiones queseras: por ejemplo, tal sucede en el Municipio de San José de Gracia, donde más del 80% de la leche producida se destina a la fabricación de queso.

El productor de leche no tiene, corrientemente, más que ideas imprecisas sobre los peligros de la leche en ma las condiciones y las consecuencias técnicas de su alteración.

La leche mala no debe pagarse al mismo precio que la buena, ya que esta última cuesta más cara, exige más cuidados, y por tanto, más tiempo de dedicación y mejor material, lo que equivale a gastos suplementarios. La transformación de la leche de mala calidad presenta dificultades y gastos mucho más importantes de lo que generalmente se cree:

- Necesidad de una doble pasteurización.
- Frecuente limpieza de los escuitos de pasteurización.
- Accidentes de fabricación.

La industria láctea tiene el máximo interés en gene

ralizar el pago de la leche, según la calidad bacteriológica.

(Nota): Como este trabajo es la evaluación técnica, así como el estudio económico de los procesos para la producción y manufactura de los derivados de la leche, no se incluyen los métodos para llevar a cabo los controles de calidad de los productos terminados, en virtud de que se salen de los fines que se persiguen en este trabajo.

c).- Definición de crema.

La crema es leche enriquecida en materia grasa, mediante el desnatado espontáneo o centrífugo. El estado físico permanece sin cambio en el curso del desnatado; la proporción de los glóbulos grasos se eleva considerablemente; el plasma en el cual están dispersos los glóbulos grasos, es idéntico al de la leche.

La riqueza de la crema en materia grasa puede variar mucho según la forma de desnatado (del 30 al 60%); -

en general, se sitúa hacia el 35% lo que corresponde a un desnatado regulado al 10% (10 de crema extraída de 100 litros de leche). En mantequería, es interesante trabajar con cremas de esta concentración.

En la leche desnatada, el extracto seco desengrasado representa alrededor del 1/11 del total en peso (9.1 g por 100 g). La relación entre el extracto seco total de la crema y el contenido en materia grasa en la siguiente:

$$MG = 1.1 \text{ E.S. } -10$$

De esta manera puede determinarse indirectamente la materia grasa de las cremas: se pesa el extracto seco de la muestra, en lugar de valorar la grasa. En la práctica, la determinación de la materia grasa suele hacerse por un método ácido-butirométrico, derivado del método Gerber.

El extracto seco desengrasado comprende la lactosa, las proteínas y los pequeños componentes en las mismas proporciones relativas que en la leche; la lactosa se destruye parcialmente en el curso de la fermentación láctica

que ocurre durante la maduración de las cremas.

La parte no grasa de la crema obtenida del suero -- de quesería, tiene evidentemente una composición muy diferente a causa de la desaparición de la caseína.

Dado que en la crema, la grasa forma una importante masa, es preciso referir algunos datos analíticos a la -- parte "no grasa". Es el caso especial de la acidez, -- que no tiene significado más que en relación con la fase acuosa. Para una crema rica, del 50% de M.G., 30° D en la crema, representan 60° D en el elemento no graso; es decir, una acidez que corresponde aproximadamente a la -- precipitación de la caseína a la temperatura ambiente.

En el cuadro 68 puede verse la composición media de la crema y de la mantequilla.

Composición de la crema y de la mantequilla (p.100g)

	Leche	Leche	Crema (1)			Mantequilla.
	entera	Descremada.	Fluida	Media	Espesa	
Materia grasa	3.4	0.1	29.0	35	50.0	82
E.S.D. (no graso)	8.9	9.2	6.5	6	4.5	2
Agua	87.7	90.7	64.5	59	45.5	16

(1) Correspondiente a un desnatado del 12, 10 y 7%, respectivamente.

d).- Definición de queso.

Los quesos son una forma de conservación de los dos-componentes insolubles de la leche: la caseína y la materia grasa; se obtienen por la coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada. El lactosuero contiene la mayor parte del agua y de los componentes solubles de la leche, quedando una pequeña parte aprisionada en la cuajada. La definición legal de queso precisa que "el producto puede estar o no fermentado", de hecho, experimenta por lo me--

nos una fermentación láctica. El queso descremado se obtiene a partir de la leche descremada.

El queso es un alimento universal que se produce en casi todas las regiones del globo a partir de leche de diversas especies de mamíferos. Los quesos se encuentran entre los mejores alimentos del hombre, no solamente en razón de las cualidades organolépticas extremadamente variadas que poseen, ya que la variedad es fuente de placer.

Variedades:

La gran variedad de quesos se explica por dos hechos esenciales:

- 1) La naturaleza de la leche. Las pequeñas diferencias en la composición, independientemente de las diferencias existentes entre leches de especies o de razas diferentes, tienen repercusiones sobre las propiedades del queso.
- 2) Las formas de preparación. Presentan una diversidad cuyos límites son difíciles de fijar. Antes se determinaban por las condiciones climato

lógicas, geográficas, económicas e históricas. El progreso técnico y el desarrollo de los medios de comunicación han modificado estas condiciones; sin embargo, algunos tipos de quesos permanecen aún hoy día ligados a una región y no se fabrican, o se fabrican en escasa proporción, en otros lugares.

Las formas de preparación diversifican los quesos - por la influencia que tienen sobre la estructura y sobre las fermentaciones:

Los quesos tienen una "armazón de paracseinato de cal; su estructura depende de la forma de coagulación, del desarrollo de la acidez, de la cantidad de agua retenida, de la proporción de la materia grasa y del grado de proteólisis, que le hace perder su rigidez.

Las posibilidades de fermentación de la caseína y de la materia grasa son diversas; su realización depende de un conjunto de condiciones fisicoquímicas, y de las enzimas presentes. El aspecto de los quesos y su sabor se-

deben principalmente a la actividad de los microorganismos y a las fermentaciones que experimentan la caseína, la materia grasa y la lactosa que queda en la cuajada.

CAPITULO II

PANORAMA ACTUAL DE LA INDUSTRIA LECHERA EN MEXICO

El Ingeniero Ramos Córdoba, en su artículo de la -
Industria Lechera en México, menciona los principales --
problemas por los cuales atravesamos. Entre estos, pode
mos mencionar el siguiente:

① El fuerte incremento en el consumo de los produc--
tos lácteos se debe primordialmente al crecimiento demo-
gráfico estratosférico, el cual no ha estado a la par --
con el desarrollo en la elaboración de los productos lác
teos, lo que ha originado que actualmente no se estén sa
tisfaciendo completamente las necesidades de nuestra po-
blación.

Esto ha originado que las autoridades gubernamenta
les realicen importaciones por medio de la Conasupo, de
leche descremada, en polvo.

Los principales factores que han motivado el estado
actual en nuestra producción de leche, son los siguientes:

- 1).- Los métodos adoptados para mejorar la calidad del ganado, por parte de los ganaderos no han sido suficientes.
- 2).- No se ha recibido el suficiente apoyo económico por parte de los inversionistas mexicanos - para incrementar la producción de la leche y - sus derivados en el país.
- 3).- La industria lechera mexicana no cuenta actualmente con la tecnología y la maquinaria adecuada para explotar al máximo los recursos naturales con los que contamos.

Ante esta problemática nacional, las autoridades correspondientes han propuesto la creación de centros agropecuarios para difundir las mejores técnicas en la explotación y la producción de lácteos.

Asimismo, las autoridades han dado toda clase de facilidades para la inversión en las plantas que se destinan en la elaboración de productos lácteos en el país.

SITUACION ACTUAL DE LA INDUSTRIA LECHERA EN EL MUNICIPIO
DE SAN JOSE DE GRACIA, MICHOACAN

El pueblo de San José de Gracia, ahora conocido con el nombre de Municipio de Marcos Castellanos, se encuentra ubicado en el cruce del Paralelo 20 y del Meridiano - 103, en el Estado de Michoacán, 30 Kms. adelante de Jiquilpan, por la carretera a Manzanillo.

La población, a pesar de la emigración, es cada vez más numerosa, de acuerdo al censo de 1970 registró 8360 habitantes, de los cuales 4553 radican en el pueblo y el restante en las rancherías.

La industria de la leche y la ganadería, se han enfrentado a numerosas problemas entre los cuales se pueden destacar los siguientes:

- 1).- El bajo rendimiento en la elaboración de los mismos, originado por los procedimientos rudimentarios que se utilizan en su fabricación, ya que éstos se elaboran a un nivel de ranche

ría, y a un nivel casero.

- 2).- Aunado a ésto, las condiciones sanitarias para su elaboración no reunían los mínimos requisitos establecidos por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, por lo que los productos terminados tenían elevadas cuentas bacterianas que hacían peligroso su consumo.

CAPITULO III

OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO

En virtud de la problemática planteada anteriormente, este trabajo tiene como objeto primordial hacer un -- servicio social a la comunidad, proponiendo la tecnología adecuada para la industrialización de la leche y sus derivados.

Asimismo, proponer la instalación de una planta industrializadora de leche en donde, de acuerdo con el análisis respectivo del mercado, establecer los procesos a -- seguir para la elaboración de aquellos productos que de -- acuerdo a su rentabilidad, aportarán los mayores benefi-- cios a los ganaderos inversionistas.

Este estudio técnico y económico realizado en este -- trabajo, estará dividido en los siguientes puntos:

- 1.- Determinación de la capacidad de la planta.
- 2.- Descripción de los productos a elaborarse en -- esa planta, y su control de calidad.

- 3.- Descripción de cada uno de los procesos para cada producto y sus líneas de grupos.
- 4.- Lista del equipo para cada uno de los procesos.
- 5.- Cálculo del equipo para cada uno de los procesos.
- 6.- Cálculo económico para cada uno de los procesos.
- 7.- Conclusiones sobre el cálculo económico.
- 8.- Conclusiones generales.

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA

(5)
Para determinar la capacidad de la planta, hemos tratado de cuantificar el número de cabezas de ganado en producción, que existen en el Municipio de San José de Gracia, Mich. *se han*

Para la obtención de estos datos, se recurrió al censo realizado en 1973 por la Secretaría de Agricultura y Ganadería, la cual arrojó la siguiente información:

- 20,000 cabezas de raza fina, principalmente de raza holandesa.
- 1000 cabezas de ganado criollo.
- 800 de cruzados. Estas producen aproximadamente $60000 \times 12000 \times 8000 = 80,000$ 14,000, 3,000 y 3,200 litros al día dándonos un total de 20,200 litros al día.

Estimando que solamente el 50% de los ganaderos en el Municipio, se podrían agrupar en una asociación, consideramos que la cantidad total de leche que se podría recolectar por día, serían de 10,100 litros. *capacidad del*
17000

Con el fin de confirmar estos datos, realizamos un sondeo entre los ganaderos dispuestos a formar esta agrupación, y encontramos que se podrían recolectar realmente 12,000 litros por día.

CAPITULO IV

PRODUCTOS PROPUESTOS PARA EL ESTUDIO EN ESTE TRABAJO

Estudio del mercado de los derivados de leche en -
el mercado del Distrito Federal, así como circundantes -
al Municipio de San José de Gracia, Mich.

En virtud de que la mayoría de los productos que -
se procesan en el Municipio de San José de Gracia, a un-
nivel rudimentario en las rancherías respectivas, es des-
tinado primordialmente al mercado del Distrito Federal, -
así como circundantes al Municipio como es el caso de --
Guadalajara, León e Irapuato, nuestro estudio lo canali-
zaremos a los productos que se han estado elaborando en-
forma tradicional desde hace varios años en el pueblo.

Esto obedece también a la fuerte demanda que tie--
nen los mismos en dichos mercados, así como a las limita-
ciones tanto técnicas como económicas y de transportes -
con las cuales contaría la empresa.

Los productos propuestos para el estudio de este -

trabajo son los siguientes:

- a).- Pasteurización y envasado de leche.
- b).- Elaboración de crema a granel, y en envases - puro-pack.
- c).- Elaboración de queso de leche entera, fresco.
- d).- Elaboración de queso relleno con grasa vegetal.

CAPITULO V

DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES REALIZADAS EN CADA UNO DE LOS PROCESOS.

- a).- Recepción y enfriamiento de la leche fresca.
- b).- Almacenamiento de la leche.
- c).- Filtración y Clarificación.
- d).- Pasteurización.
- e).- Desnatado o descremado o centrifugado.
- f).- Homogenizado.
- g).- Envasado.

a).- Recepción y enfriamiento de la leche fresca.

La leche fresca generalmente se recibe en dos formas: en cántaros o en carros-tanque. Cuando se recibe en cántaros, comúnmente se pesa la leche en una báscula; como la leche que llega en carros-tanque proviene de depósitos de enfriamiento, donde se recibe en cántaros, únicamente se mide el volumen para constatar que no hay faltantes o posibles adulteraciones, se hace la medición

volumétrica ya que es una operación más rápida que la gravimétrica, además ya se cuenta con los resultados de los exámenes físicos y químicos que nos permiten hacer la transformación de volumen a peso.

Al tiempo de la recepción de la leche se hace una macrolimpieza; esta operación se hace con el objeto de remover partículas ajenas a la leche, de tamaño grande, tales como paja, pastos, pelos, insectos, etc.

La refrigeración inmediata de la leche después de ordeñada es muy importante para evitar, hasta donde sea posible, la reproducción microbiana. La leche en el momento de la ordeña tiene factores bacteriostáticos, que evitan el crecimiento inmediato de las bacterias, sin embargo, después de cierto tiempo los microorganismos vencen esta dificultad, pudiéndose reproducir rápidamente cuando la temperatura es favorable.

De esta forma, el enfriamiento previene el crecimiento de las bacterias, pero no lo detiene absolutamente, puesto que hay gérmenes que pueden reproducirse a temperaturas de refrigeración.

Para enfriar la leche se utilizan actualmente principalmente intercambiadores de placas, aunque también se usan intercambiadores tubulares y en mucho menor escala cortinas. El medio de enfriamiento es agua helada, ya -- que ésto nos garantiza que aún en caso de accidente, nuestra materia prima no sufrirá una alteración tal, que no nos permita ya utilizarla.

b).- Almacenamiento.

Como no es posible trabajar la leche en forma inmediata, se hace necesario almacenarla mientras le toca su turno de fabricación. Para ésto, después del enfriamiento, la leche se manda a tanques aislados que nos permiten conservar la leche a una temperatura inferior a 10°C, estos tanques deben contar con agitación para conservar la composición homogénea, así como la temperatura también.

c).- Filtración.

En este paso se trata de hacer una microlimpieza, - por medios mecánicos, para separar las partículas con un-

peso específico mayor que el de la leche, que no hayan sido detenidas en la filtración hecha al tiempo de la recepción, son por ejemplo: leucositos, eritrocitos, pelos, pedazos de insectos, etc.

d).- Clarificación.

Al actuar la fuerza centrífuga, separa las partículas mencionadas, llevándolas hacia la periferia del aparato. Este método es llamado clarificación.

La clarificación podría causar una separación de la grasa de la leche, ya que una descremadora está basada en el mismo principio, pero se ha demostrado que la operación llevada a cabo a una temperatura de 34-36°C tiene un efecto casi imperceptible en la separación de la grasa.

Por ésto, se hace necesario precalentar la leche -- hasta esta temperatura; y se hace inmediatamente antes de empezar el proceso, para evitar la reproducción bacteriana, que tendría lugar si la leche es conservada a esta -- temperatura durante un lapso de tiempo grande, más aún sa

biendo que la clarificación lleva aunada la ruptura de las cadenas de bacterias, aumentando el potencial de reproducción.

e).- Pasteurización.

Desde época inmemorial el hombre hubo de dedicarse a la conservación de los alimentos, para atender sus más mínimas necesidades en la lucha por la vida y para prevenirse de los períodos de escasez de aquellos tiempos.

Para eso se usan distintos procedimientos, basados en la observación de los procesos naturales y que luego fueron mejorando y perfeccionando para llevarlos al nivel que ocupan hoy dentro de la técnica de la conservación de los alimentos.

El salado y Desecación, el enfriamiento y el uso de azúcar, etc., fueron los sistemas aplicados en primer término.

[En el año de 1811, Nicolás Appert (francés), así como en los años de 1860-1864, el sabio francés Luis ---

Pasteur, revolucionaron la técnica de conservación de --
alimentos.

Appert notó que las substancias tapadas hermética-
mente y expuestas en seguida a temperaturas altas se con-
servan indefinidamente.

Pasteur, dijo que un tratamiento por calor por espa-
cio de pocos minutos a una temperatura de 60°C, evitaba -
la descomposición del vino. Pasteur fue quien más hizo -
por la aceptación de la teoría bacteriana de la descompo-
sición de las substancias y la teoría de las enfermedades-
y su relación con los gérmenes patógenos. El término ---
pasteurización, deriva del nombre del sabio francés. J

El Método de Retención

Varias investigaciones sobre el punto térmico de --
muerte de los organismos de seguridad.

Método Relámpago o de A. T. C.T.

En el año de 1922 y 1932 se perfeccionó un equipo -

para leche por medio de corriente eléctrica que empleaba electrodos para celntar la leche a una temperatura entre 75 y 77°C por espacio de 18 segundos; actualmente se -- usan equipos que emplean agua caliente y vapor en lugar- de los electrodos originales.

Hoy en vía se reconoce que a una temperatura de -- 75°C por espacio de 15 segundos, produce más o menos los mismos efectos o resultados bacteriológicos, físicos y - químicos en la leche que por el método de retención.]

Efecto de la Pasteurización sobre la leche.

Investigaciones hechas en laboratorio, en animales, y con niños infantes, que se mantuvieron en grupos separados, no han demostrado ningún efecto serio de la pas-- teurización de la leche sobre las propiedades nutritivas de la misma. }

Resumen de los efectos de la pasteurización.

61 a 63°C por 30 minutos.

75 a 77°C por 15-16 segundos.

Bacterianos.

- a) Destrucción total de los patógenos.
- b) 85-99% de todas las bacterias destruídas.
- c) No se destruyen las esporas, algunos tipos de bacterias termódicas pueden hasta multiplicarse.
- d) Aparentemente, las bacterias psicrófilas se -- destruyen.

Generalmente, el tipo de pasteurización deja - algunas bacterias proteolíticas o bacterias -- lácticas.

- e) Hay una tendencia a dejar una mayor proporción de proteolíticas o lácticas (a veces la leche-pasteurizada no se agria naturalmente).

Efectos leves.

- a) Los iones Ca disminuyen ligeramente (se tornan coloides).
- b) La acidez titulable es ligeramente menor (disminuye el CO_2).

- c) La tensión de la cuajada disminuye ligeramente.
- d) La coagulación de la renina es más lenta.
- e) Se nota la precipitación de una pequeña cantidad de albúmina (pero no es visible al ojo humano).
- f) Se destruye la fosfatasa casi por completo y -- otras enzimas en forma más o menos extensiva.

Físicas.

- a) La habilidad de crema se reduce ligeramente -- (1.0- 2.0%) en base al volumen de leche, ---- 7.0-14% en base al volumen de crema.
- b) Sabor ligeramente ácido o a cocido o a calentado.
- c) Mayor tendencia hacia el sabor oxidado (solamente con el método de retención).

Nutritivos

La pasteurización no cambia las cualidades nutriti-

vas de la leche. (Estudios sobre alimentación de niños).

Solamente en estudios dirigidos sobre vitaminas re
velan que:

- a) La pasteurización disminuye la vitamina B o B₁
(tiamina) en un 20-30%.
- b) La pasteurización disminuye la vitamina C (áci
do ascórbico) en más o menos 35% (solamente en
la pasteurización por cargas).

Estos cambios no son muy notables ya que la vitami
na B nunca aparece en la leche en grandes cantidades y -
la vitamina C se oxida fácilmente al contacto con la at-
mósfera y la luz.]

Equipos comerciales para la pasteurización.

Para pocos volúmenes de producción, en pequeñas --
instalaciones, para la leche achocolatada, en pequeñas -
cantidades, crema, etc., se usan los pasteurizadores del
tipo tanque o de retención (61-63°C durante 30 minutos).

La pasteurización de A.T.C.T. (75-77°C por 15-16 seg.) permite un flujo constante del producto, se usa -- más este método. En Europa usan esterilizando la bote-- lla, poco usual por mucho espacio y botellas resistentes a la expansión.

Recientemente se han usado métodos de temperaturas ultra-elevadas y de corto tiempo que, prácticamente ha-- blando, esterilizan el producto y hacen que la leche se-- mantenga inalterable aún sin refrigeración a una tempera-- tura de 138-153°C por espacio de 3-7 segundos no afectan-- do el color de la leche.

Pasteurización por cargas.

Desde el punto de vista de costo de producción -- cuando el volumen es menor de 2,500 kilos de leche, el -- método preferido es el de Cargas.

Los pasteurizadores son generalmente cilíndricos o rectangulares y todos más o menos funcionan en la misma-- forma.

Tienen un forro o doble pared exterior y están bien aislados para evitar pérdidas de temperatura.

Funcionamiento.

Se llena de leche y se calienta a la temperatura de pasteurización por medio de agua caliente, que circula -- por entre la doble pared exterior.

El agua se manda o se circula por una bomba impulsora y se vuelve a calentar cuando sale por el extremo de - descarga de la doble pared, volviendo a circular por la - pasteurizadora para mantener la temperatura constante.

Durante el calentamiento la leche se agita lentamente por medio de agitadores de paletas, alcanzando la temperatura para la circulación del agua caliente y se corta la circulación del vapor que la calienta.

Se mantiene la leche por el período de retención establecida, a la vez que se inyecta una cantidad pequeña - de vapor de agua en el espacio comprendido entre la superficie y la tapa a fin de evitar que se enfríe en el tiempo.

po de retención.

Al final del período de retención, se circula agua fría por la doble pared a fin de disminuir rápidamente la temperatura por abajo de la temperatura de pasteurización se enfría allí a 4-5°C o si se desea se puede mandar a una enfriadora para ahorrar tiempo.

Pasteurizador de A.T.C.T.

Su proceso es continuo y de menor espacio, automático. La leche está en un tanque de retención, se manda por medio de una bomba a la zona de regeneración y de ahí sale a la zona de pasteurización donde se eleva a 76°C y luego pasa al tubo de retención. Es un tubo de aproximadamente 1 1/2- 2" de diámetro, y de una longitud media, de tal suerte que la leche demore exactamente 15-16 seg. en pasar a través del mismo. A la salida de éste hay una válvula de desvío que actúa térmicamente. Si la temperatura de la leche es la aproximada o la apropiada, esta válvula permite que continúe su recorrido por el mecanismo de pasteurización, pero si la temperatura está por lo

bajo de la temperatura de pasteurización, la devuelve al tanque de leche cruda para que vuelva a pasar por la pasteurización.

Cuando la leche sigue su curso hacia el enfriador-inmediato, cede parte de su calor, reduce el costo de calentamiento y refrigeración, baja la leche entre 10-11°C, finalmente la leche pasa por la última sección donde se enfría por medio de un refrigerante normalmente agua -- fría común hasta 2-4°C, de ahí pasa a un tanque de almacenamiento antes de su embotellado.

Precauciones de la Pasteurización.

1. Equipo limpio.
2. Evitar formación de espuma en los de cargas por diferencias de temperatura.
3. Verificar la exactitud de los termómetros.
4. Evitar y tener precauciones con las contamina--ciones.

Eficiencia de la pasteurización.

La eficiencia de la pasteurización consiste en el porcentaje de destrucción de las bacterias.

La leche con cuentas de 30,000 o más, se consideran leches de baja calidad (normalmente son de 10,000 col/gr.)

Aumentar un poco la temperatura y el tiempo cuando:

- a) Tienen menos contenido de agua.
- b) Tienen una mayor concentración de sustancias - solubles (azúcar, etc.)
- c). La viscosidad es más elevada.
- d) Las condiciones de crecimiento han sido desfavorables por un tiempo.

Las bacterias aquí son más resistentes. Es por estas razones que en aquellos productos como crema, leche - concentrada, mezcla de helados, deben de mantenerse a mayor temperatura y a un tiempo de pasteurización más dilatado.

Ejemplo:

En U.S.A., mezcla de helados.- Debe ser temperatura

de 68°C y 30 minutos de tiempo o 79°C por 25 segundos.

Prueba de la fosfatasa para probar la eficiencia de la pasteurización.

Fosfatasa.

Enzima presente en la leche. Su acción en la leche consiste en acelerar la descomposición de los esteres del ácido fosfórico, liberando fosfatos inorgánicos y alcohol.

En la leche hay dos fosfatasas: la ácida y la alcalina.

La alcalina es la más abundante, es la que sirve de base para determinar si una leche ha sido o no pasteurizada.

En Lactología, cuando se habla de fosfatasa se refiere a la fosfatasa alcalina, que es una fosfomonoestearasa.

Prueba

Enzima más substrato amortiguador (fenil fosfato di-

sódico y di-etil barbiturado de sodio (Veronal).

Cuando la leche es cruda o no ha sido bien pasteurizada, queda algo de fosfatasa, la que al actuar sobre el ester fenilfosfórico, libera fenol la que se cuantea después colorimétricamente (por medio de la bromoquinina cloroimida) dando un color azul, indicando el color producido en un lovibond. Si no hay fosfatasa no hay color azul.

Prueba rápida de la Fosfatasa por el método "Lactognost" - Hayl.

Reactivos:

Lactognost 1.- Es sal sódica del ester fenílico del ácido fosfórico en tabletas.

Lactognost 2.- Substancia tamponalcalina en tabletas.

Lactognost 3.- Reactivo de fenol, 2.5 clorhimida de dibromoquinon en polvo.

1.- 10 ml. de agua destilada a 37°C, se le agrega una tableta del #1, además, se le agrega una tableta del #2.

2.- Disueltos se agrega 1 ml. de leche, se mezcla en baño maría 10 minutos a 37°C.

3.- Se agrega lactognost #3, una cucharita; se agita, y a los 2-3 minutos se observa el color desarrollado.

Reacción débil o fuerte de azules reacción Positiva - (mal pasteurizada).

Reacción con color pardo café es reacción Negativa - (bien pasteurizada).

f).- Desnatado o descremado centrífugo.

Al tener los glóbulos grasos una densidad inferior a la del líquido en que se encuentran emulsionando, tienden a elevarse hacia la superficie, donde forman una capa llamada comúnmente crema o nata; ésto se debe a la fuerza de gravedad; en este caso, se dice que se trata de un desnatado espontáneo. Cuando la crema se forma por una acción mecánica, en este caso la aplicación de una fuerza centrífuga, se dice entonces que se trata de un desnatado centrífugo. La velocidad de ascensión de los glóbulos depende de-

varios factores determinados por la fórmula clásica se -- Stokes, aunque hay que tomar un factor muy importante que es la temperatura, que causa variaciones prácticas con respecto a la teoría.

La leche se calienta a unos 35°C. y luego se introduce en el bol de la desnatadora que gira a gran velocidad.

La leche descremada se proyecta hacia la pared, la crema se dirige hasta la parte más cercana al eje de rotación.

La eficacia de la separación depende, aparte de los factores incluidos en la fórmula de Stokes, del campo centrífugo y por lo tanto, de la velocidad del bol y de su -- diámetro. Desde el punto de vista mecánico, es preferible aumentar la velocidad de rotación del bol y reducir sus dimensiones. Además, con un bol más pequeño la potencia -- eléctrica necesaria para la puesta en marcha es menor y la velocidad de régimen se alcanza más rápidamente.

El desnatado centrífugo provoca al mismo tiempo una limpieza; las impurezas mayores se depositan en las pare--

des del bol en forma de lodo. Estos lodos se evacúan por unos orificios calibrados a medida que se van formando.

Las descremadoras pueden ser abiertas o herméticas; siendo estas últimas las más perfeccionadas y con varias ventajas:

- Grado de descremado muy acusado.
- Ausencia de espuma; la espuma procede de los gases de la leche y sobre todo del aire incorporado al bol. La espuma se forma durante la expansión a la salida, y tiene muchos inconvenientes: disminución de la capacidad útil de los recipientes, - irregularidad en la pasteurización y falta de homogeneidad en las cuajadas de quesería.
- Evacuación bajo presión, suficiente para el envío al pasteurizador.
- Posibilidad de normalización de la leche (regulación de su contenido en materia grasa) por recombinación calculada de la crema y la leche descremada, a la salida.

Condiciones del desnatado.

- 1.- La temperatura debe ser superior a 30°C, incluso puede desnatarse a las temperaturas de pasteurización.
- 2.- La velocidad de trabajo indicada por el constructor debe mantenerse rigurosamente constante.
- 3.- La calidad de la leche tiene gran influencia. Con una leche sucia y de fuerte acidez, la formación de los lodos ya es considerable desde el principio del desnatado.
- 4.- Limpieza: después de cada operación debe desmontarse el bol y las armaduras, y limpiarlas perfectamente. Una desnatadora sucia es una causa importante de contaminación de la leche y de la crema.

g).- Homogenización.

Consiste en romper mecánicamente y dispersar los glóbulos grasos con los siguientes efectos:

- a).- Reducción del diámetro de los glóbulos grasos que de esta manera permanecen más tiempo dispersos en la leche.

- b).- Reducción de la tensión de la cuajada formada en el estómago que se vuelve blanda y más digestiva (la tensión se reduce en un 50%).
- c).- Aumento de la viscosidad. Más cuerpo que la no homogenizada.
- d).- Mayor capacidad (la leche parece más blanca).
- e).- Activación de las enzimas que atacan a la materia grasa.

La homogenización mecánica de la materia grasa de la leche dispersa los glóbulos grasos en fragmentos muy pequeños que no vuelven a aglutinarse en las condiciones normales.

h).- Envasado.

La elección del recipiente a usar depende principalmente de consideraciones económicas y de la preferencia de los consumidores.

La botella de vidrio blanco tiene las siguientes ventajas: inercia química, impermeabilidad a los gases e in--

sensibilidad a la humedad, pero tiene también inconvenientes, entre los cuales, desde el punto de vista de la calidad de la leche, es la transparencia a los rayos solares.

Incluso con la luz difusa se observa una pérdida rápida de vitaminas C y B² y la aparición de sabores anormales.

Otro inconveniente es la gran dificultad de obtener botellas con pocos gérmenes después del lavado.

El envase de cartón tiene indudables ventajas, las más importantes son su poco peso y su capacidad.

Envasado aséptico.

Desde el punto de vista tecnológico, la producción de leche pasteurizada plantea el problema de la esterilización del recipiente que la contiene, o más exactamente, de la pared interna del recipiente que se encuentra en contacto con ella.

El procedimiento más recomendable en el momento actual consiste en hacer pasar el cartón, soldado, por un --

baño de agua oxigenada, que se descompone por calentamiento a 200°C, esterilizando las superficies. Esta operación se realiza inmediatamente antes del llenado.

CAPITULO VI

DESCRIPCION DE CADA UNO DE LOS PROCESOS

En todos los procesos, la primera parte, que es la --
operación de recepción de leche, es la misma, y su secuen-
cia es la siguiente:

- 1) Recibo de leche.
- 2) Control de calidad de la leche cruda.
- 3) Pesado
- 4) Filtrado
- 5) Clarificado
- 6) Preenfriado
- 7) Almacenado en tanque termo

La leche se recibe en botes de 40 litros que son --
transportados por los ganaderos hasta la planta. En el --
andén de recibo se descargan y se vacían a la báscula, en-
la cual se registra el número del proveedor, el peso y la-
fecha. Previamente a ésto, la leche se muestrea para de--
terminar su calidad.

Una vez que ha pasado satisfactoriamente las pruebas de control de calidad y que ha sido pesada, por gravedad, pasa al tanque de recibo, de donde será bombeada hasta el tanque termo de almacenamiento de leche cruda.

Para su mejor conservación, la leche pasará por el filtro doble, posteriormente a la clarificadora y por último al cambiador de placas, en donde se enfriará hasta una temperatura de 4°C y pasará al tanque termo. Aquí quedará lista para las siguientes operaciones de producción.

a).- Proceso de pasteurización de leche.

Operación de producción.

Del tanque termo de leche cruda se bombea hasta el pasteurizador de placas y simultáneamente al homogenizador, y por último se recolecta en el tanque termo de almacenamiento de leche pasteurizada a una temperatura de 4°C que es la temperatura a la cual se lleva a cabo el envasado.

Del tanque termo se bombea hasta la envasadora, en donde se forma el envase, se dosifica y se sella.

Finalmente, pasará a la cámara de refrigeración, donde será transportada al mercado de consumo, previa confirmación de su calidad, llevada a cabo en el laboratorio de la planta.

b).- Elaboración de crema.

Las operaciones de producción son las siguientes:

- 1.- Pasteurización de leche cruda y desnatado simultáneo.
- 2.- Estandarización.
- 3.- Homogenización.
- 4.- Preenfriamiento.
- 5.- Enfriamiento.
- 6.- Almacenado en tanque termo de crema pasteurizada.
- 7.- Envasado.
- 8.- Refrigeración.

Del tanque termo de leche cruda, por medio de una --
bomba, se pasa al pasteurizador de placas. La operación -

de desnatado se realiza simultáneamente con la pasteurización, saliendo la leche entera de la zona de calentamiento a la centrifuga y recirculándose la leche descremada a la zona de preenfriamiento en el cambiador de placas, obteniéndose en la desnatadora una crema con 30% mínimo de grasa butírica. Por medio de una línea pasa al tanque de estandarización y pasteurización (63°C, durante 30 minutos).

La crema estandarizada y pasteurizada se pasa a través del homogenizador, después a un preenfriador de placas, y posteriormente, a un enfriador de cortina de donde será bombeada al tanque termo de crema pasteurizada, en donde, a una temperatura de 4°C, es envasada en envases de cartón tipo Pure-Pack de 1/4 de litro.

Por medio de un transportador de rodillos se manda a la cámara de refrigeración, lista para salir al mercado.

La leche descremada se pasa a un tanque termo de almacenamiento y se mantiene a 4°C hasta su venta a granel.

c) .- Elaboración de queso de leche entera.

Para el queso de leche entera, las operaciones que se llevan a cabo, son:

- 1.- Pasteurizado de leche.
- 2.- Paso a las tinas de cuajado.
- 3.- Cuajado.
- 4.- Desuerado.
- 5.- Salado.
- 6.- Prensado.
- 7.- Refrigeración.

Del tanque termo de leche cruda, por medio de una -- bomba, se manda la leche al pasteurizador de placas; una -- vez pasteurizada la leche, se distribuye en las tinas de -- cuajado, en donde se llevará a cabo la coagulación de la -- leche y el desuerado; posteriormente el queso pasa al sala -- dero. De aquí pasará a la prensa, en donde, con moldes es -- peciales se le dará la forma deseada, así como el tamaño -- conveniente.

Ya que se tienen las pastas prensadas, son conduci--

das a la cámara de refrigeración en donde se almacenan durante varios días; los suficientes para que puedan ser consumidos en el mercado dentro de los 15 días posteriores a su fabricación.

Una vez checada su calidad en el laboratorio, quedarán listas para salir al mercado.

d).- Elaboración de queso con grasa vegetal.

En el caso de queso relleno de grasa vegetal, las -- operaciones son semejantes, excepto que después de la pasteurización de la leche, ésta pasa por la descreamadora.

La leche descremada se mezcla con la grasa vegetal - la cual ha sido fundida anteriormente en el tanque de almacenamiento de grasa vegetal.

Posteriormente, pasa al homogenizador, que tiene como función la de homogenizar los grumos de grasa vegetal - en la leche descremada.

El proceso es el siguiente:

La leche cruda se bombea del tanque termo de almacenamiento al pasteurizador de placas; ya pasteurizada pasa a la descremadora; de la descremadora, la crema se recolecta en un tanque termo de crema pasteurizada y la leche descremada se almacena en un tanque termo de leche descremada, en donde se le agregará, previo balance de materiales, la grasa vegetal. La mezcla de leche descremada y de grasa vegetal se pasa a través del homogenizador y de allí a las tinajas de cuajado. Los pasos descritos anteriormente, son exactamente los mismos que para el caso de los quesos de leche entera.

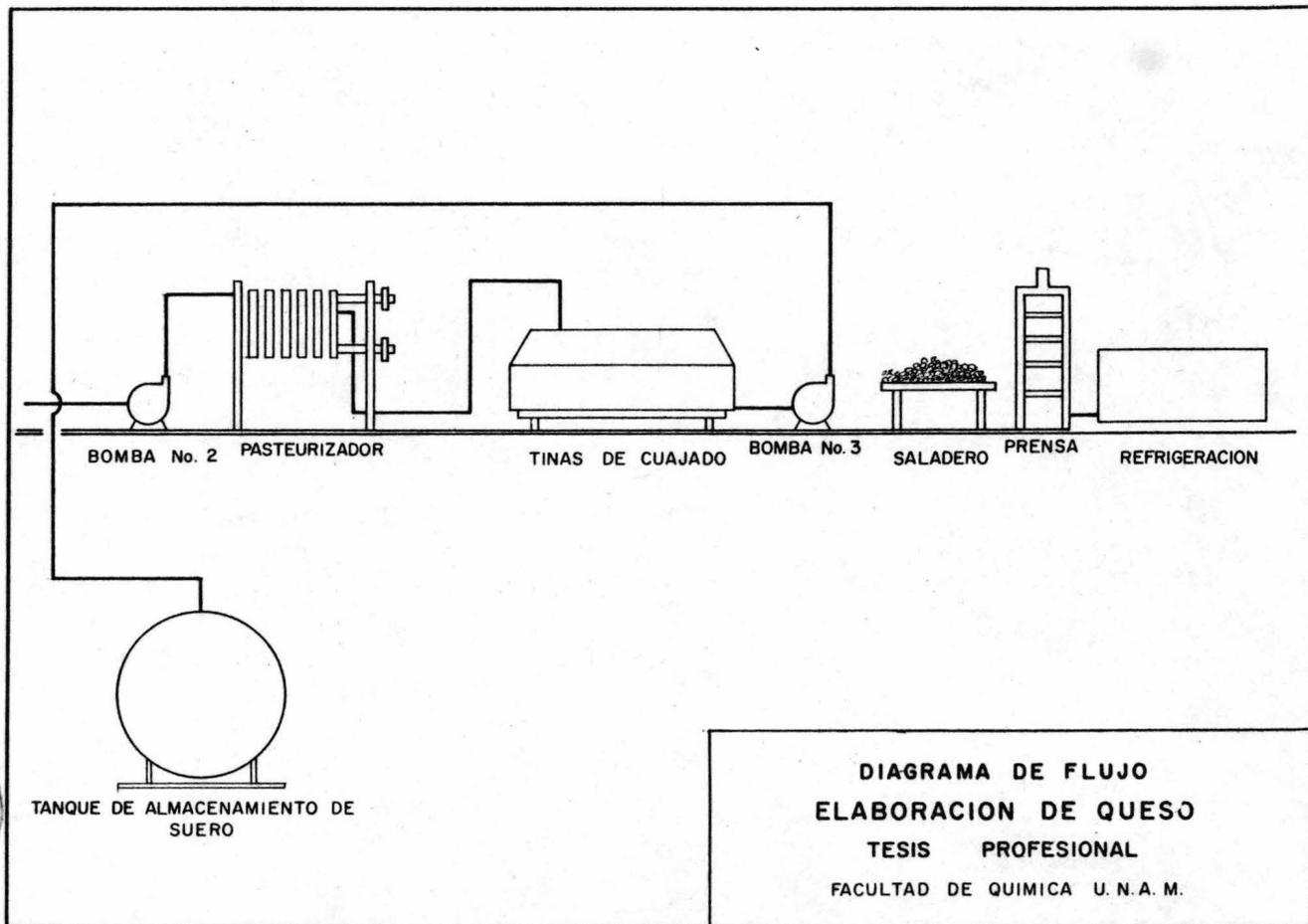
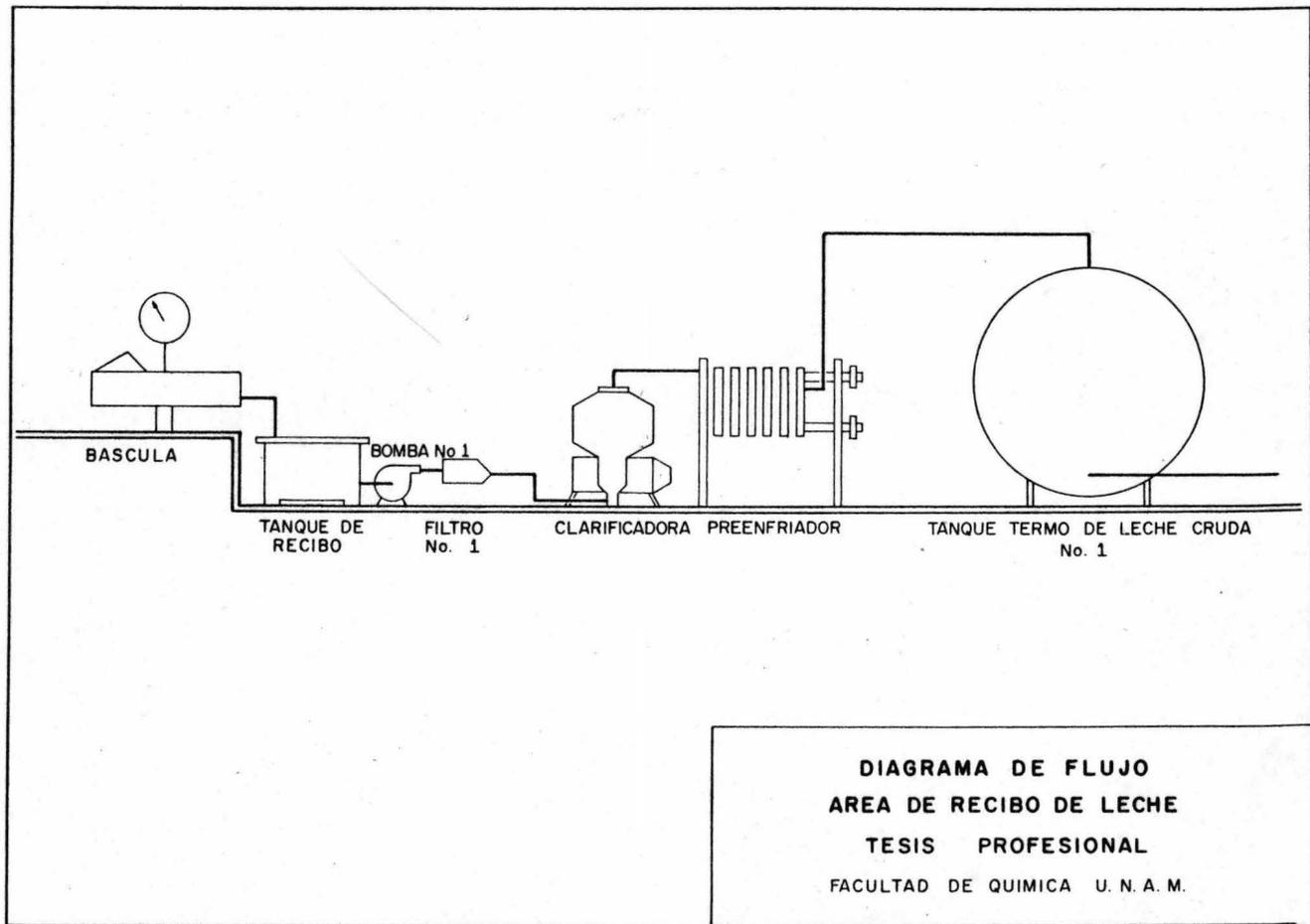
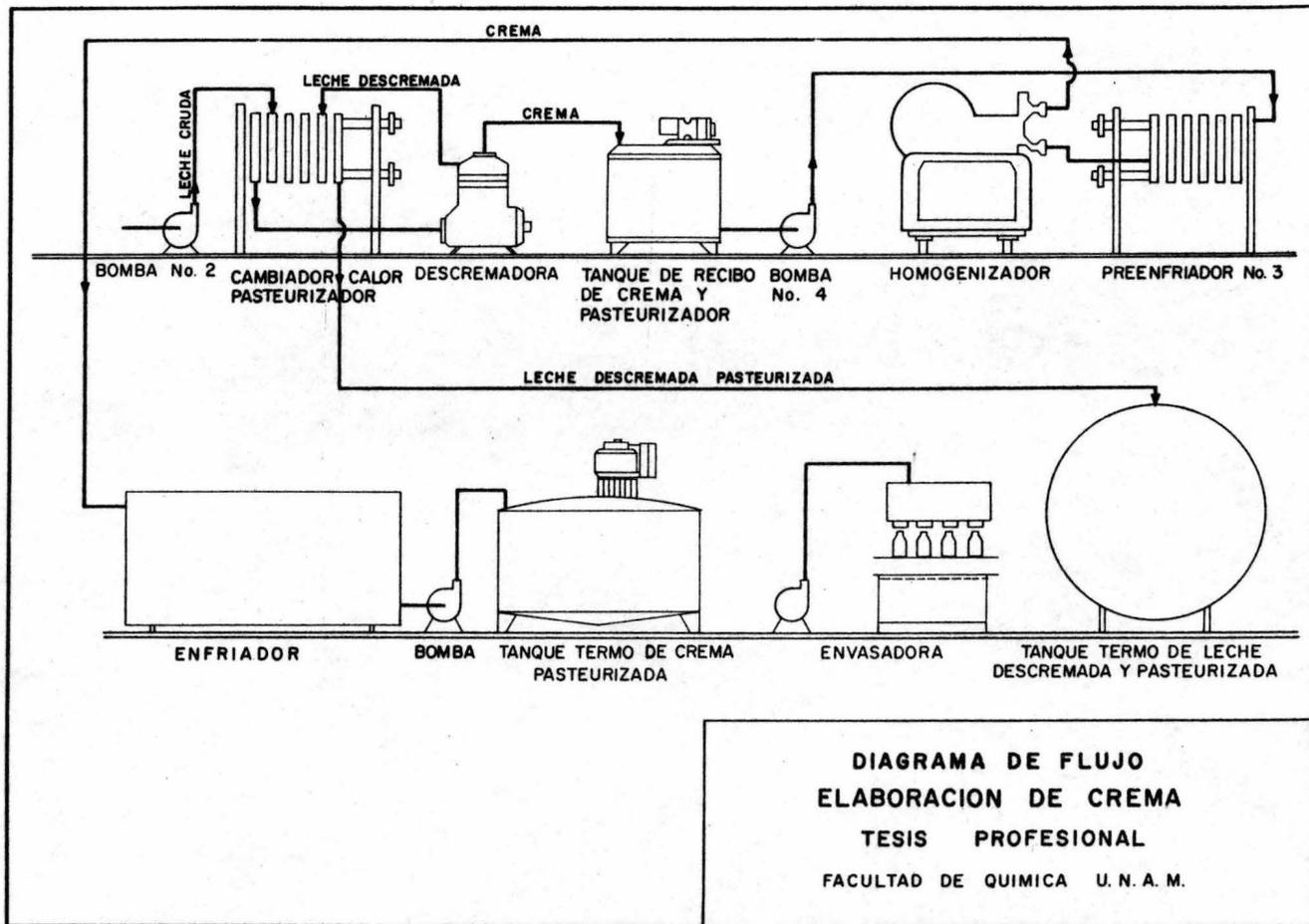
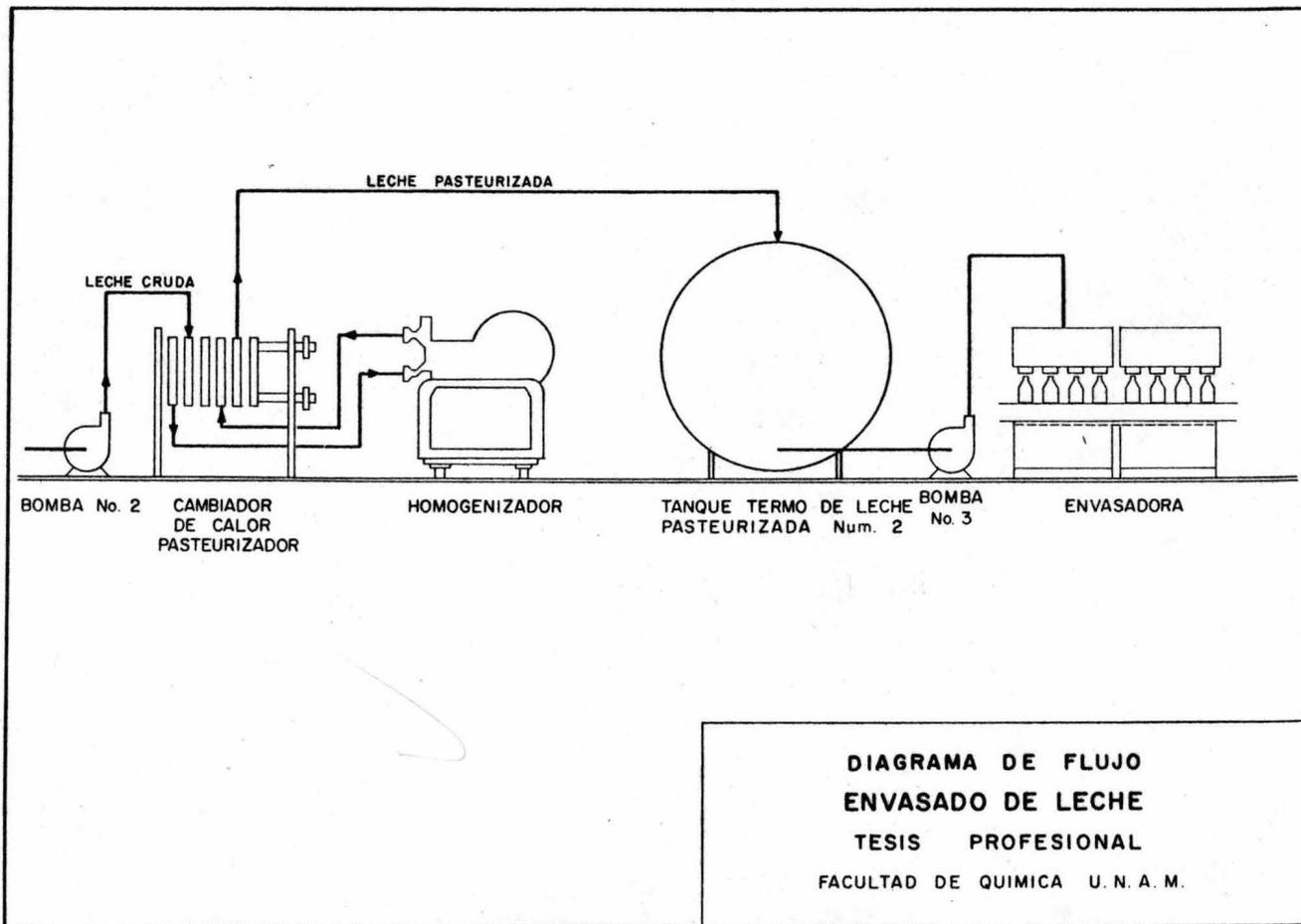


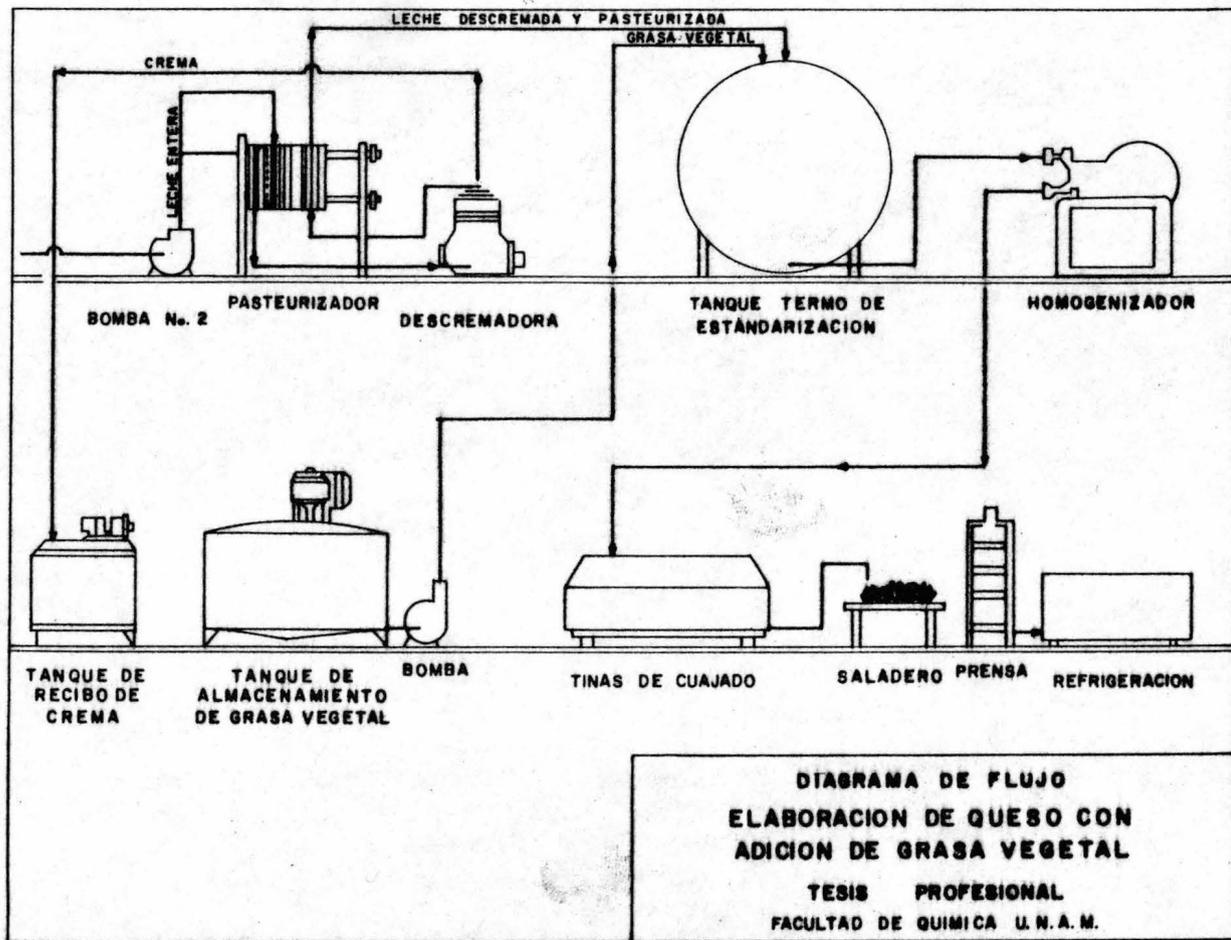
DIAGRAMA DE FLUJO
ELABORACION DE QUESO
TESIS PROFESIONAL
FACULTAD DE QUIMICA U. N. A. M.











Balance de materia para los distintos procesos.

1) Pasteurización de leche.

$$\text{Entrada} = \text{salida}$$

$$10320 \text{ Kgs.} = 10320 \text{ Kgs.}$$

2) Elaboración de crema.

En el desnatado que se lleva a cabo en la centrifuga, se obtendrá una leche descremada con un 0.15% de grasa butírica, por lo que:

Balance total:

$$L_e = C + L_d$$

Balance parcial (materia grasa):

$$x_e L_e = x_c C + x_d D$$

Donde:

x_e , x_c , x_d , son las fracciones en peso de grasa butírica de la leche entera, de la crema y de la leche descremada, respectivamente.

Balance parcial de grasa: ()

$$(2) \quad x_d L_d + G_v = x_q (R A) = x_q Q$$

Donde:

G_v : cantidad de grasa vegetal por añadir:
Kgs.

x_q : fracción de grasa en el queso: 0.300

R : rendimiento: 0.122 (Charles Alais, --
Ciencia de la leche).

A : cantidad de leche descremada con gra-
sa vegetal: Kgs.

Q : cantidad de queso producida: Kgs.

Substituyendo en las ecuaciones propuestas:

$$9\ 161.00 + G_v = A$$

$$(0.0015) (9161.00) + G_v = (0.300)(0.122) A;$$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$A = 9\ 494.80 \text{ Kgs.}$$

$$G_v = 333.57 \text{ Kgs.}$$

$$Q = 1\ 158.37 \text{ Kgs.}$$

CAPITULO VII

CALCULO DE EQUIPO PARA LOS DIFERENTES PROCESOS

a) .- Cálculo de la Bomba No. 1.

La potencia de esta bomba va a estar dada en función de la cabeza de succión que necesita la clarificadora, ya que según el catálogo de la Compañía Alfa-Laval (Cheese -- Making Systems), ésta sólo podrá operar con una cabeza de succión de 20 ft. (610 cms.).

La capacidad de la planta, como ya se mencionó anteriormente, es de 10,000 lts/día, la operación de recibo se hará en tres horas, como máximo, por lo que se necesitará una bomba con capacidad de 4,000 l/h, que es una capacidad más que suficiente para este requerimiento.

Datos y ecuaciones:

Leche cruda:

(35°C) : densidad: 1.032 g/cm³.
: viscosidad: 1.2 c.poise:0.012 g/cm.seg
Gv : gasto en vol : 4000 l/h: 1110 cm³/seg
Gm : Gv. : 1140 g/seg.

La tubería y accesorios son de acero inoxidable estándar de 1.5 in de diámetro nominal.

di : diámetro interno: 3.35 cms.

v : $Gv/\text{área transversal} = 1110/8.72 = 127 \text{ cm/seg.}$

Z : diferencia de alturas entre los dos puntos de referencia = 110 cms.

P : diferencia de presiones = 0 (es la presión atmosférica tanto en el tanque de recibo como en la descarga.

$\rho = 1.02$ (la densidad de la leche no varía).

$$Ec(1) \quad Re = \frac{di \ v}{\nu}$$

$$Ec(2) \quad -W_s \ n = Z + 144 \left(\frac{P_2}{2} - \frac{P_1}{1} \right) + \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right) + h_{fs} + H \text{ succión (clarificadora)}$$

$$Ec(3) \quad h_{fs} = (L/D) v^2 / 2g$$

Donde:

N_{Re} : Número de Reynolds: Adimensional.

-ws : Altura proporcionada por la bomba: cms.

hfs : Pérdidas por fricción: cms.

- : Factor de fricción: adimensional.
- g : Aceleración de la gravedad: 980 cm/seg².
- n : Eficiencia de la bomba.

Determinación del tipo de flujo: $Ec(1)$.

$$N_{Re} = \frac{(3.34)(127)(1.032)}{(0.012)} = 36500 \text{ (flujo turbulento)}$$

Determinación de las pérdidas por fricción y por velocidad:

Datos de tubería y accesorios:

	L/D
L ; largo de la tubería: 1000 cm	= 300
2 Válvulas tipo plug. :	L/D = 2(44) = 88
1 Válvula = globo :	L/D = 340 = 340
6 Codos	L/D = 6(30) = 180
	<hr/>
	L/D = 908

El factor de fricción se determina mediante la gráfica A-25 del Crane:

: factor de fricción = 0.029

Substituyendo datos en la ecuación No. 3, tenemos:

$$hfs = \frac{(0.029)(908)(127^2)}{(2)(980)} = 212 \text{ cms.}$$

Para determinar las pérdidas por velocidad, suponemos $v_1 = 0$, entonces:

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{127^2}{2(980)} = 8.2 \text{ cms.}$$

Substituyendo los valores obtenidos, la ecuación (2) quedará:

$$-W_s n = 110 + 0 + 8.2 + 212 + 610 = 940.2 \text{ cms.}$$

Suponiendo una eficiencia de la bomba de 0.75, entonces:

$$-W_s = 940.2/0.75 = 1260 \text{ cms.}$$

La potencia requerida se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia} = \frac{Gm (-W_s)}{7600000} = \frac{(g/\text{seg})(\text{cm})}{(g \text{ cm}/\text{seg})/\text{Hp}} = \text{Hp}$$

Substituyendo:

$$\text{Potencia} = \frac{(1140)(1260)}{7600000} = 0.19 \text{ Hp}$$

b).- Clarificadora.

La clarificadora no fue calculada debido a que no se encontró suficiente información para hacerlo; sin embargo, se investigó en revistas especializadas de las compañías - Fraw y de la Alfa-Laval, coincidiendo ambas en lo siguiente:

Capacidad: 4000 l/h.

Potencia del motor: 4 Hp

Consumo de potencia: 3.2 Hp, que es la potencia requerida por la clarificadora más las pérdidas en el motor eléctrico.

c).- Cálculo de la Bomba No. 2.

Los puntos de referencia que se tomarán para calcular esta bomba serán:

Punto 1: el nivel del tanque de balanceo.

Punto 2: Será la salida de la sección de precalentamiento del pasteurizador de placas, ya que

en este punto es donde la leche pasará a -
homogenizarse.

Datos y ecuaciones:

Leche cruda:

- (4°) : densidad: 1.032 g/cm³.
: viscosidad media 1.7 cpoise: .
0.017 g/cm/seg.
Gv : gasto en volumen: 3000 l/h :
834 cm³/seg.
Gm : gasto en masa = Gv.
Gm = 834 x 1.032 = 860 g/seg.

La tubería y accesorios son de acero inoxidable es--
tándar de 1.5 in de diámetro nominal.

- di : diámetro interno : 3.35 cms.
v₂ : Gv/A transversal = 830/ 8.72 = 95.5 cm/seg
Z : diferencia de alturas entre los dos pun-
tos de referencia = 195 cms.
P₁ : presión atmosférica.
P₂ : g/cm².
l⁼ 2 (La variación no es sensible)

Se usarán las tres ecuaciones utilizadas para el --
cálculo de la Bomba No. 1.

Determinación del tipo de flujo:

$$N_{Re} = \frac{(3.35)(95.5)(1.032)}{(0.017)} = 19400$$

Las pérdidas por fricción se considerarán despreciables, tomando en cuenta que lo que determinará la potencia de la bomba será la caída de presión causada por el pasteurizador; entonces, la ecuación (2) quedará en la forma siguiente:

$$-W_s n = P_2 / 2 - P_1 / 1$$

Substituyendo datos, tenemos:

$$-W_s n = (5000 \text{ g/cm}^2) / (1.032 \text{ g/cm}^3) - 0$$

$$-W_s n = 48500 \text{ cm}$$

Si la eficiencia n de la bomba es de 0.8, entonces:

$$-W_s = 48500 / 0.8 = 6050.0 \text{ cm}$$

La potencia requerida por la bomba será:

$$\text{Potencia} = \frac{(860)(6050.0)}{(7600000)} = 0.52 \text{ Hp}$$

d).- Cálculos simplificados para la determinación de la potencia de cada una de las bombas que se usan en los diferentes procesos tratados en este trabajo.

BOMBA NUM.	3	4	5	6	7	8
Fluido	Leche pas- teurizada.	Crema pas teurizada	Crema pas teurizada	Crema pas teurizada	Crema pas teurizada	Crema Pa teurizad
Temperatura °C	4	65	4	4	30	55
Densidad g/cm ³ .	1.032	1.002	1.004	1.004	1.000	0.824
Viscosidad c poise	2.7	2.8	6.8	6.8	1.4	4.4
Gasto en volu- men l/h.	3000	2500	2500	2500	5000	3000
G.en masa g/seg.	899	691	691	691	1340	717
Diámetro interno tubería y Acc. cm	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35

Ecuaciones: $NRe = \frac{d_i v s}{\mu}$

$$- W_s N = A = + 144 (P_2/2 - P_1/1) + v_2^2 = v_1^2) 2 g + Hfs$$

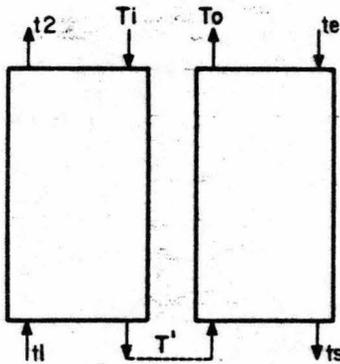
BOMBA NUM.	3	4	5	6	7	8
	Leche pas- teurizada.	Crema pas teurizada				
Az: entre los dos puntos de referencia cm.	0	0	250	150	250	150
$(P_2/P_2 - P_1/P_1)$ cm.	0	0	0	0	0	0
$(V_2^2 - V_1^2)/2$ g cm.	0	0	0	0	0	0
Area transver- sal de la tube- ría cm ²	8.720	8.720	8.720	8.720	8.720	8.720
Velocidad de - Flujo cm/seg.	99.8	87.1	87.1	87.1	154.7	99.8
NRe	12800	10400	4300	4300	11700	6250
-w cm.	240.0	393.3	622.7	573.3	1100.0	680.0
Potencia teóri- ca requerida. Hp	0.028	0.036	0.057	0.052	0.147	0.064

La bomba de mínima potencia que puede proporcionar -
un proveedor es de medio caballo, por lo que se comprarán-
todas las bombas de 0.5 Hp.

e).- Cálculo del cambiador de calor (P_1)

Este cambiador de calor de placas servirá para enfriar la leche cruda desde una temperatura de 35°C que es la temperatura de recibo, hasta 4°C , que es la temperatura requerida para su almacenamiento en el tanque de leche cruda.

El cambiador consta de dos secciones: una de preenfriamiento y otra de enfriamiento.



En la figura anterior se ilustra el cambiador con las temperaturas de entrada y de salida de cada fluido.

a).- Cálculo de la sección de preenfriamiento.

Datos:

Leche cruda:

$$T_i = 35^{\circ}\text{C}$$

$$T' = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_1 = 1.032 \text{ g/cm}^3$$

$$C_{p1} = 0.920 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

$$G_{v1} = 3500 \text{ l/h}$$

$$G_{m1} = (3500)(1.032)(1000/3600) = 1000 \text{ g/seg.}$$

Agua de la torre de enfriamiento:

$$t_1 = 19^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 30^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_2 = 1.00 \text{ g/cm}^3$$

$$G_{m2} = x$$

Determinación del calor transferido:

$$Q = G_{m1} C_{p1} (T_i - T') = G_{m2} C_{p2} (t_2 - t_1)$$

Substituyendo datos, tenemos:

$$Q = (1000)(0.920)(35-25) = 9200 \text{ cal/seg.}$$

Determinación del gasto de agua de la torre:

$$Q = 9200 = Gm_2 (1.00) (30-19) = Gm_2 (11)$$

De donde:

$$Gm_2 = 864 \text{ g/seg}$$

Determinación del área total de esta sección y del número de placas:

Usando la ecuación general de transferencia de calor:

$$Q = U A LMTD \quad (1)$$

Donde:

$$U = 400 \text{ Btu/h ft}^2\text{°F} = 5.4 \times 10^{-2} \text{ cal/seg cm}^2\text{°C}$$

U : Coeficiente total de transferencia de calor.

A = Area total de transferencia de calor.

LMTD = Temperatura media logarítmica.

Determinación de la temperatura media logarítmica:

$$(T' - t_1) = (25 - 19) = 6^\circ\text{C} \quad (T_i - t_2) = (35 - 30) = 5^\circ\text{C}$$

Como las dos diferencias de temperatura son muy cercanas, se tomará la media aritmética.

$$\text{Media aritmética} = (6+5)/2 = 5.5^{\circ}\text{C} = \text{LMTD}$$

Substituyendo en la ecuación general:

$$A = Q/U \text{ LMTD}$$

$$A = 9200 / 5.4 \times 10^{-2} \times 5.5 = 30950 \text{ cm}^2$$

El área de transferencia de calor por placa reportada por la Compañía Alfa Laval, para este tipo de cambiador, es de 1400 cm²/placa.

Por lo tanto, el número de placas requerido para esta sección será:

$$\text{No. de placas} = 30950/1400 = 22.1 \text{ placas.}$$

El número de placas requerido para esta sección, es:
23.

b) .- Cálculo de la Sección de Enfriamiento:

Datos:

Leche cruda:

$$T' = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_o = 4^{\circ}\text{C}$$

Agua fría:

$$t_e = 0.56^{\circ}\text{C}$$

$$t_s = 18^{\circ}\text{C}$$

Determinación del calor transferido:

$$Q = Gm_1 Cp_1 (T' - T_o) = Gm_3 Cp_3 (t_s - t_e)$$

Substituyendo, tenemos:

$$Q = (1000)(0.920)(25-4) = 19325 \text{ cal/seg}$$

Determinación del gasto de agua fría:

$$Q = 19325 = Gm_3 (1.00)(18-0.56)$$

$$Gm_3 = 1110 \text{ g/seg}$$

Determinación del área total de transferencia de esta sección y del número de placas.

Utilizando la ecuación (1), y determinando el LMTD; la U es la misma, se determinará el área de transferencia.

Determinación de la temperatura media logarítmica:

$$(T' - t_s) = (25 - 18) = 7^\circ\text{C} \quad (T_o - t_e) = (4 - 0.56) = 3.44^\circ\text{C}$$

$$\text{LMTD} = \frac{(T' - t_s) - (T_o - t_e)}{2.3 \log \frac{(T' - t_s)}{(T_o - t_e)}}$$

$$\text{LMTD} = \frac{(7 - 3.44)}{2.3 \log \frac{7}{3.44}} = 5.025^\circ\text{C}$$

Substituyendo la ecuación (1) y despejando A, tenemos:

$$A = Q/U \text{ LMTD} = 19325 / 5.4 \times 10^{-2} \times 5.025 =$$

$$A = 71250 \text{ cm}^2.$$

El área de transferencia por placa es de 1400 cm² ∴
el número de placas, será:

$$\text{No. de placas} = 71250 / 1400 = 50.9$$

Se usarán 51 placas.

Como son muy cercanas las dos diferencias de temperatura, se puede tomar la media aritmética.

$$\text{Media aritmética} = \frac{37 + 37.2}{2} = 37.1^{\circ}\text{C}$$

Substituyendo en la ecuación de transferencia:

$$A = \frac{Q}{U \text{ LMTD}} = \frac{24700}{(5.4 \times 10^{-2})(37.5)} = 12200 \text{ cm}^2.$$

El área de transferencia de calor por placa es de --
1400 cm², según el catálogo de la Compañía Alfa Laval.

Por lo tanto, para determinar el número de placas de
esta Sección, tenemos:

$$\text{No. de placas} = \frac{\text{Area total}}{\text{Area por placa}} = \frac{12000}{1400} = 8.6$$

El número de placas será de: 9

b).- Cálculo de la Sección de Calentamiento: (SC)

Datos:

Lecha precalentada:

Gm : 860 g/seg

T2 : 35°C

T3 : 72.2°C

\overline{Cp}_2 : 0.920 cal/g°C

Agua de calentamiento:

$$t_1 : 97^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 : 55^{\circ}\text{C}$$

$$\overline{C_{p3}} : 1.010 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C} \quad G_{\text{H}_2\text{O}} : x \text{ g/seg}$$

Calor transmitido en esta Sección por unidad de tiempo:

$$Q = G_m \overline{C_p} (T_3 - T_2) = G_{\text{H}_2\text{O}} \overline{C_p} (t_1 - t_2)$$

Substituyendo datos:

$$Q = (860) (0.920) (72.2 - 35.0) = 29450 \text{ cal/seg}$$

Utilizando la ecuación anterior, podemos determinar el gasto de agua; o sea:

$$29450 = G_{\text{H}_2\text{O}} (1.010) (97 - 55)$$

Resolviendo, tenemos que:

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = 692 \text{ g/seg}$$

Determinación del área de transferencia de calor:

De la ecuación general de transferencia de calor, tenemos:

$$A = \frac{Q}{U \text{ LMTD}}$$

Donde:

$$Q = 29450 \text{ cal/seg}$$

$$U = 5.40 \times 10^{-2} \text{ cal/seg cm}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

Determinación de LMTD:

$$\begin{aligned} \text{LMTD} &= \frac{(t_1 - T_3) - (t_2 - T_4)}{2.3 \log \frac{(t_1 - T_3)}{(t_2 - T_4)}} = \\ &= \frac{(97 - 72.2) - (55 - 35)}{2.3 \log \frac{(97 - 72.2)}{(55 - 35.0)}} = 22 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Substituyendo datos, tenemos:

$$A = 29450 / (5.4 \times 10^{-2}) (22) = 24650 \text{ cm}^2$$

f) - Cálculo del pasteurizador.

El pasteurizador de placas consta de tres secciones,-

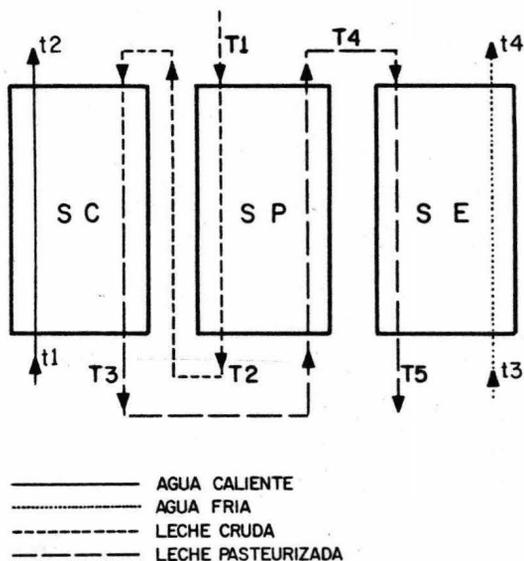
las cuales son:

SP: Sección de precalentamiento de leche cruda.

SC: Sección de calentamiento.

SE : Sección de enfriamiento de leche pasteurizada.

En la figura siguiente se ilustrarán las condiciones de temperatura en las tres secciones del agua de calentamiento, del agua de enfriamiento y de la leche.



a) .- Cálculo de la Sección de Pre calentamiento. (SP)

Datos:

Leche fresca:

Gm : gasto en masa : = 860 g/seg.

T_1 : Temp. de entrada : 4°C

T_2 : Temp. de salida : 35°C

— : Densidad: 1.032 g/cm³.

C_p : Calor específico medio: 0.925 cal/g°C
(Farrall)

Leche pasteurizada:

Gm : gasto en masa : 860 g/seg.

T3 : temperatura de entrada: 72.2°C

T4 : temperatura de salida: x

\overline{Cp}_2 : capacidad calorífica media: 0.920 cal/g°C

Determinación del calor transferido en la unidad de tiempo:

$$Q = Gm_1 \overline{Cp}_1 (T_2 - T_1) = Gm_2 \overline{Cp}_2 (T_4 - T_3)$$

Substituyendo, tenemos:

$$Q = (860) (0.925) (35-4) = 24700 \text{ cal/seg.}$$

Utilizando la ecuación anterior, podremos determinar-

T₃, o sea:

$$24700 = (860) (0.920) (T_4 - 72.2)$$

Resolviéndola, tenemos que:

$$T_4 = 41.0^\circ\text{C}$$

Determinación del área total de transferencia de calor:

Usando la ecuación general de transferencia de calor:

$$Q = U A \text{ LMTD}$$

El coeficiente de transferencia de calor U , reportado en la literatura especializada de la leche por el autor -- A. W. Farrall, está en el rango de 300-400 Btu/h ft² °F ;-- por otra parte, en el catálogo de la Compañía Alfa Laval, - dá un rango de 400-1000 Btu/h ft² °F, para este tipo de cam biadores de calor; se decidió tomar como base una -----
 $U = 400 \text{ Btu/h}^\circ\text{F ft}^2 = 5.400 \text{ cal/seg cm}^2 \text{ }^\circ\text{C} \times 10^{-2}$

Determinación de la temperatura media logarítmica:

LMTD

$$T_4 - T_1 = 41.4 = 37^\circ\text{C} \quad T_3 - T_2 = 72.2 - 35 = 37.2^\circ\text{C}$$

Ya el área de transferencia por placa es = 1400 cm²,
entonces:

$$\text{No. de placas} = \frac{24650}{1400} = 17.6$$

Se usarán: 18 placas.

c) .- Cálculo de la Sección de Enfriamiento (SE)

Datos:

Leche pasteurizada:

$$G_m = 860 \text{ g/seg.}$$

$$\overline{C_p} = 0.925 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$T_4^1 = 41^\circ\text{C}$$

$$T_5 = 4^\circ\text{C}$$

Agua de enfriamiento:

$$t_3 ; 0.56^\circ\text{C}$$

$$t_4 ; 16^\circ\text{C}$$

$$\overline{C_{p2}} : 1.000 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$G_E : \text{gasto de agua de enfriamiento: } x \text{ g/seg.}$$

Calor transferido por unidad de tiempo:

$$Q = G_m \overline{C_{p1}} (T_4 - T_5) = G_E \overline{C_{p2}} (t_4 - t_3)$$

Substituyendo datos:

$$Q = (860) (0.925) (41 - 4) = 29450 \text{ cal/seg.}$$

Con lo que se ve que el calor cedido por el agua de calentamiento en aquella Sección, debe ser el mismo que -cede la leche al agua de enfriamiento.

Utilizando la ecuación anterior, podemos determinar la cantidad de agua requerida, por unidad de tiempo, para enfriar la leche; ésto es:

$$29450 = G_E (1.000) (16-0.56)$$

De donde:

$$G_E = 1900 \text{ g/seg}$$

Determinación del área de transferencia de calor:

De la ecuación mencionada anteriormente, tenemos que:

$$A = \frac{Q}{U \text{ LMTD}}$$

Donde:

$$Q = 29450 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$U = 5.4 \times 10^{-2} \text{ cal/seg cm}^2\text{ }^\circ\text{F}$$

Determinación de LMTD:

$$\text{LMDT} = \frac{(41-16) - (4-0.56)}{2.3 \log \frac{(41-16)}{(4-0.56)}} = 10.8^{\circ}\text{C}$$

Substituyendo los datos:

$$A = \frac{29450}{(5.4 \times 10^{-2}) (10.8)} = 50200 \text{ cm}^2$$

Para determinar el número de placas, tenemos que:

$$\text{No. de placas} = \frac{50200}{1400} = 35.9$$

Se usarán: 36 placas.

Por lo tanto, se usará un pasteurizador con el siguiente número de placas:

SP :	Sección de precalentamiento:	9 placas
SC :	Sección de calentamiento :	18 placas
SE :	Sección de enfriamiento :	36 placas
		<hr/>
	Total:	63 placas

g) .- Cálculo de la Homogenizadora.

Datos:

Gm : 860 g/seg (3000l/h)

P : presión de trabajo: 152000 g/cm², la cual es-
equivalente a H = 140000 cm. de altura.

La ecuación a usar, será:

$$Hp = \frac{Gm \times H}{x 7.6 \times 10^6} = \frac{g/seg \times cm}{adim \times \left(\frac{g \times cm}{seg} \right) / Hp}$$

Si, es la eficiencia de la homogenizadora = 0.8, en-
tonces:

$$Hp = \frac{(860) (140000)}{(0.8) (7.6 \times 10^6)} = \frac{1.2 \times 10^8}{6.2 \times 10^6} = 19.8$$

Entonces, la potencia requerida en la homogenizadora,
será:

$$\text{Potencia} = 20.0 \text{ Hp.}$$

Existe una gráfica (Pág. 277 del A. W. Farrall), en-
la cual a una cierta presión de trabajo y a un cierto gasto
en volumen, se tiene una cierta potencia requerida; ésto es:

$$P = 2000 \text{ lb/in}^2 \quad (152000 \text{ g/cm}^2)$$

$$Gv = 760 \text{ gal/h} \quad (3000 \text{ l/seg})$$

Potencia requerida para una eficiencia de 1000% = 16 Hp

o sea:

$$\text{Potencia real} = \frac{16}{.8} = 20 \text{ Hp}$$

h).- Cálculo del pre-enfriador de placas P3, que bajará -
la temperatura de la crema, de acuerdo a los siguien-
tes datos:

Crema:

$$Gv_1 = 2500 \text{ l/h} : \text{gasto en volumen.}$$

$$l = 1.004 \text{ g/cm}^3$$

$$Gm_1 = 697.00 \text{ g/seg}$$

$$Te = 67^\circ\text{C} : \text{temperatura de entrada.}$$

$$Ts = 25^\circ\text{C} : \text{temperatura de salida.}$$

$$\overline{Cp}_1 = 0.823 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Agua de enfriamiento:

$$Gv = x$$

$$2 = 0.990 \text{ g/cm}^3$$

$$te = 19^\circ\text{C} : \text{temperatura de entrada.}$$

$$ts = 55^\circ\text{C} : \text{temperatura de salida.}$$

$$\overline{Cp}_2 = 1.005 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

El calor transmitido en la unidad de tiempo, será:

$$Q = Gm_1 \overline{Cp}_1 (Te-Ts) = Gm_2 \overline{Cp}_2 (te-ts)$$

Substituyendo datos:

$$Q = 697.2 \times 0.823 \times 42 = 24100 \text{ cal/seg.}$$

El gasto de agua será:

$$Gm_2 = \frac{Q}{\overline{Cp}_2 (te-ts)} = \frac{24100}{1.005 \times 36}$$

$$Gm_2 = 615 \text{ g/seg.}$$

De idéntica manera que en los cálculos anteriores, -
se obtiene el área total de transferencia:

$$A = Q / U \text{ LMTD}$$

Donde:

$$U = 5.4 \times 10^{-2} \text{ cal/seg cm}^2 \cdot \text{F}$$

$$Q = 24100 \text{ cal/seg}$$

$$\text{LMTD} = 8.7^\circ\text{C}$$

Entonces:

$$A = \frac{24100}{5.4 \times 10^{-2} \times 8.7} =$$

$$A = 51300 \text{ cm}^2.$$

El número de placas estará dado por:

$$\text{No. de placas} = \frac{A \text{ (Area total de transferencia)}}{A_p \text{ (Area de transferencia por placa)}}$$

$$\text{No. de placas} = \frac{51300}{1400} = 36.6$$

El número de placas que necesita este cambiador, es:
de: 37.

Determinación de la cantidad de calor absorbida por el enfriador de cortina que bajará la temperatura de la crema - desde la temperatura de salida del pre-enfriador, hasta la -

temperatura de envasado.

Datos:

Crema:

G_m : 697.2 g/seg

$\overline{C_p}$: 0.969 cal/g°C

T_i : 25°C : temperatura de entrada.

T_o : 4°C : temperatura de salida.

Q : Cantidad de calor absorbida por el enfriador.

CREMA 25°C

AGUA 12°C

CREMA 4°C

AGUA 0.56°C

Agua de Enfriamiento:

G_{m2} = x

t_s = 12°C

t_e = 0.56°C

$\overline{C_p}$ = 1.00 cal/g°C

Entonces, el calor absorbido por el agua fría de la cortina, es:

$$Q = Gm_1 \overline{Cp}_1 (Ti-To) = Gm_2 \overline{Cp}_2 (ts-te)$$

Substituyendo:

$$Q = 697.2 \times 0.969 \times (25-4)$$

$$Q = 51100 \text{ Kcal/h}$$

$$Gm_2 = 1358.24 \text{ g/seg.}$$

El área de transmisión de calor está dada por la ecuación:

$$A = \frac{Q}{U \text{ LMTD}}$$

Donde:

$$U = 1.028 \times 10^{-2} \text{ cal/seg cm}^2\text{°F}$$

$$\text{LMTD} = 7.91\text{°C}$$

Entonces:

$$A = 50470.0 \text{ cm}^2.$$

Si cada hoja de cortina de enfriamiento tiene un --
área de transferencia de calor de 26791.1 cm², entonces :

$$\begin{aligned}\text{Número de hojas} &= 50470.0/26791.1 \\ &= 1.884 = 2 \text{ hojas.}\end{aligned}$$

Tomando en cuenta expansiones futuras, se usará una cortina de 3 hojas.

En toneladas de refrigeración, la cantidad de calor transmitida, será:

$$\begin{aligned}Q &= 51100 \text{ kcal/h} / 69800 \text{ Kcal/Tr} \\ Q &= 0.733 \text{ Tr/h}\end{aligned}$$

Tomando un tiempo máximo de operación de 1 hora, el calor absorbido en el enfriador, es de 0.733 toneladas de refrigeración.

i).- Desnatadora centrífuga.

La desnatadora centrífuga está hecha de acero inoxidable en todas sus partes que están en contacto con el pro ducto.

La Compañía Alfa-Laval, en su catálogo "Cheese Making Systems", recomienda la siguiente centrífuga:

Capacidad : 3000 l/h de leche

Finalidad : Desnatado.

Motor : 4 HP de potencia.

Consumo de

Fuerza HP : 3.4 (tomando en cuenta la fuerza
requerida por la centrifuga,
más pérdidas en el motor --
eléctrico).

La desnatadora es de tipo hermético y el desnate se lleva a cabo en la bola, siendo la crema y la leche desnatadas descargadas bajo presión. Las impurezas, células y leucocitos se depositan en la pared de la bola.

La densidad deseada de la crema es fácilmente escogida mediante la regulación a la salida de la crema. La cantidad de crema se mide en un medidor de flujo para crema.

Las ventajas que presentan este tipo de desnatadoras al depositar las impurezas, agrupaciones, glóbulos y colonias enteras son: mayor eficiencia en el desnate; crema de alta calidad y fácil batido.

La carencia de aire, asegura que no se forma espuma ni en la leche desnatada, ni en la crema.

j).- Cálculo de la torre de enfriamiento.

Una torre de enfriamiento atmosférica es aquella en la cual el agua fría es obtenida por el movimiento natural del viento a través de su estructura.

La capacidad de enfriamiento de cualquier torre con una temperatura de bulbo húmedo y velocidad de viento dadas, varía con la concentración del agua; el área de la torre con una cierta altura puede fácilmente calcularse dividiendo la capacidad de la torre entre el factor de concentración, para lo cual haremos uso de las gráficas 15.17, - 15.18, 15.19, 15.20, y 15.21, del J. Perry, Chem Eng Handbook.

Datos:

T_1 : temperatura de entrada del agua: 30°C (86°F)

T_2 : temperatura del agua fría: 19°C (66.2°F)

T_w : temperatura de bulbo húmedo: 15°C (59°F)

G_{H_2O} : 3500 g/seg (55.5 gal/min) de agua a enfriarse en base a la cantidad de agua de enfriamiento requerida.

Vair : 1.8 m/seg (4mi/h): velocidad del viento.

H : Altura de la torre: 610 cm (20ft)

$$(T_1 - T_2) = 30 - 19 = 11^\circ\text{C} (19.8^\circ\text{F})$$

$$(T_2 - T_1) = 19 - 15 = 4^\circ\text{C} (7.2^\circ\text{F})$$

Resolución:

En la gráfica 15.17, tenemos que a esas condiciones de temperatura, la capacidad de la torres, es de:

$$C = 0.0821 \text{ g/cm}^2 \text{ seg} = 1.35 \text{ gal/ft}^2 \text{ min}$$

Mediante la gráfica 15.20, se hace la corrección de velocidad del viento:

$$C_w = 0.9 : \text{Factor de velocidad del viento.}$$

Con la 15.18, se hace la corrección de T_w

$$C_w = 0.68 : \text{Factor de } T_w$$

Con la 15.19, se hará la corrección de altura:

$$C_h = 0.60 : \text{corrección por altura.}$$

Para este caso, el ancho de la torre es de 366 cm.
(12ft).

La ecuación propuesta, es la siguiente:

$$Z_t = \frac{GH_2 O C_w}{366 C C_w Ch} = \text{largo de la torre}$$

Substituyendo datos, tenemos:

$$Z_t = \frac{(3500) (0.9)}{(366) (0.0821) (0.68) (0.6)}$$

$$Z_t = 256 \text{ cm}$$

Con lo cual el área total de la torre, será de:

$$A_t = 2(366 \times 610) + 2(256 \times 610)$$

$$A_t = 448000 + 272000$$

$$A_t = 720000 \text{ cm}^2 = 7.20 \text{ m}^2$$

Entonces: las dimensiones de la torre son de:

Largo : 256 cm

Ancho : 366 cm

Altura : 610 cm

Cálculo de las toneladas de refrigeración necesarias para proporcionar la suficiente agua de enfriamiento al -- pre-enfriador de placas (P1) y a la sección de enfriamiento en el pasteurizador (P2); en base al calor absorbido en ambos equipos y dando un factor de seguridad, se tendrá:

El calor absorbido en el pre-enfriador de placas por unidad de tiempo, es de:

$$Q_{p1} = 19325 \text{ cal/seg} = 69500 \text{ Kcal/h}$$

El calor absorbido en el pasteurizador de placas en la Sección de Enfriamiento, es de:

$$Q_{p2} = 29450 \text{ cal/seg} = 111000 \text{ Kcal/h}$$

El calor total absorbido será:

$$Q_t = 179500 \text{ Kcal/h}$$

Tomando un tiempo de operación de los dos cambiadores, de acuerdo al diagrama de operaciones de producción, de 4.5 horas, entonces el calor total es:

$$Q_T = 179500 \text{ Kcal/h} \times 4.5 \text{ h}$$

$$Q_T = 718000 \text{ Kcal/h}$$

Las toneladas de refrigeración necesarias, són:

$$N_{Tr} = 718000 \text{ Kcal} / 69800 \text{ Kcal/Tr}$$

$$N_{Tr} = 9.37 \text{ Tr}$$

k).- Cálculo de la Caldera.

Para determinar la capacidad de la caldera, se deberá conocer la cantidad de calor necesario para el calentamiento de agua que será utilizada tanto en equipos de procesos, como para lavado en general y servicios auxiliares.

El autor Farrall, en su libro sobre el diseño de una planta lechera, recomienda que para una planta de esta capacidad, la cantidad de agua para limpieza y servicios auxiliares, sea en las siguientes cantidades para cada concepto dado:

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD DE AGUA/UNIDAD</u>	<u>TOTAL</u>
6 Obreros	18.93 l/obrero/día	6.05 l/h
4 Oficinistas	6.33 l/Ofic./día	11.14 =
4 Lavabos	45.50 l/Lavabo/h	182.00 =
2 Regaderas	852.50 l/regadera/h	1705.00 =
1 Lavadora de botes.	1138.00 l/h	1138.00 =
3 Mangueras o llaves de agua.	1138.00 l/llave/h	3414.00 =
		6546.19 l/h

Puesto que esta cantidad de agua caliente se recomienda tenerla a una temperatura de 60°C, entonces, la cantidad de calor necesaria para calentarla, desde los 20°C, será:

$$Q = m \overline{c_p} (T_2 - T_1) \quad \text{Donde:}$$

m : cantidad de agua a calentar = 6546.19 Kg/h.

$\overline{c_p}$: calor específico medio del agua: 0.990 Kcal/Kg°C

T₁, T₂: temperaturas del agua fría y caliente respectivamente.

Substituyendo datos, tenemos:

$$Q_1 = 6550 \times 0.990 \times (60 - 20) = 259000 \text{ Kcal/h}$$

La cantidad de calor para pasteurización de la leche, calculada en hoja aparte, fue de:

$$Q_2 = 29450 \text{ cal/seg} \times 3600 \text{ seg/h} = 105600 \text{ Kcal/h}$$

La cantidad de calor utilizada en el cambiador de -- placas para calentar la leche pasteurizada, fue:

$$Q_3 = 24500 \text{ cal/seg} \times 3600 \text{ seg/h} = 88000 \text{ Kcal/h}$$

El calor total necesario, será:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_t = 259000 + 105600 + 88000 = 449600 \text{ Kcal/h}$$

Determinación de los caballos de caldera requeridos (C. de C.).

La cantidad de vapor saturado, necesaria para transmitir el calor Q_T , se obtendrá mediante la siguiente ecuación:

$$Q_T = M_v \times$$

Donde:

M_v : masa del vapor: Kg.

: calor latente de vaporización: $338.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

$$M_v = Q_T /$$

$$M_v = 449600/538.0 = 836 \text{ Kg de vapor/h}$$

La capacidad de la caldera con una eficiencia de --
0.8, es:

(C de C = 15.17 Kg de vapor saturado producidos)

$$\text{Capacidad} = 836 \text{ Kg} / (15.67 \text{ Kg/CdeC}) (0.85)$$

$$\text{Capacidad} = 62.2 \text{ Caballos de caldera.}$$

Se comprará una caldera con una capacidad de 70 caballos de caldera.

Especificaciones sobre la tubería de vapor:

Una vez obtenido el vapor máximo utilizado en una hora determinada, se podrá obtener también un flujo máximo;-

dicho flujo será :

$$V = 836 \text{ Kg/h} = 30.6 \text{ lb/min}$$

La presión manométrica de la tubería es de 50 lb/in^2

Utilizando la gráfica No. nos indica que a esas condiciones de gasto y de presión, el diámetro recomendado de tubería será de: (Farrall, Pág. 131).

Diámetro nominal = 215"

El material será de acero al carbón, ced. 40.

El aislamiento de magnesio recomendado es de un grueso estándar, acorde a este diámetro.

1) .- Cálculo de la carga de enfriamiento para la Cámara de refrigeración.

1. Carga total de ganancia de pared.

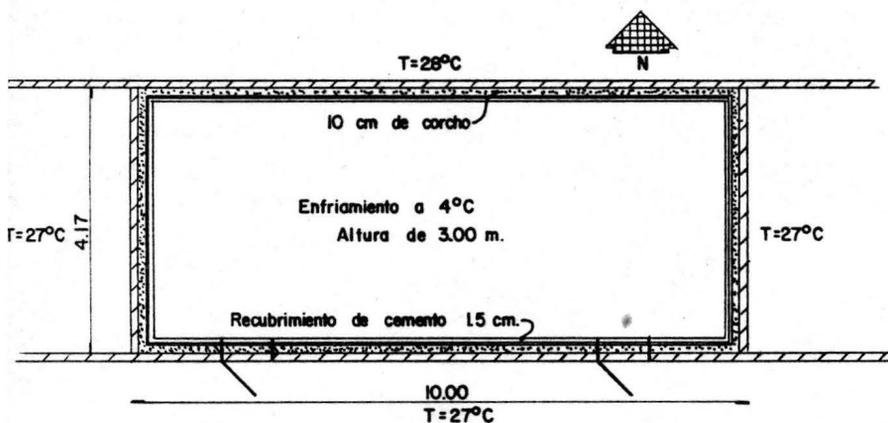
Datos:

Dimensiones de la cámara:

Largo = 10.00 m.

Ancho = 4.17 m.

Altura = 3.00 m.



Materiales usados: en la parte exterior de las paredes y techo se usará tabique ordinario; como aislante una placa de corcho y en el interior un recubrimiento de cemento. Estos materiales tienen las características dadas a continuación:

Material	k	e	U
1 Tabique ordinario	62.00	20.0 cm	
2 Placa de corcho	3.47	10.2	0.306
3 Cemento	99.20	1.5	

Donde:

k : conductividad del material: Kcal/m²°C h/cm
de espesor.

e : espesor de material: cm

U : Coeficiente de transmisión de calor para el --
conjunto de materiales, tomando una velocidad-
del viento de 24 Km/h.

Determinación del coeficiente (U):

Ecuación:

$$1/U = 1/(k_1/e_1) + 1/(K_2/e_2) + 1/(K_3/e_3)$$

Substituyendo datos:

$$1/U = 1/62.00/20.0 + 1/3.47/10.2 + 1/99.2/1.5$$

$$1/U = 0.322 + 2.940 + 0.015$$

$$1/U = 3.277$$

$$U = 0.306 \text{ Kcal/h}^\circ\text{C m}^2$$

Para el piso se tienen los siguientes materiales --
con sus respectivas especificaciones:

Material	e	U
Losa	12.50	
Placa de corcho	10.00	0.322
Concreto	7.60	

La U se determinó usando la Tabla 10.3 del libro --
"Principios de Refrigeración" de Roy J. Dossat.

Tomando una temperatura de bulbo seco en verano de -
28°C, para esa región, y una temperatura de diseño de piso
de 22°C para efectos de cálculo.

En la siguiente tabla se dan los datos adicionales -
necesarios para determinar la carga total de ganancia de -
pared.

	T de diseño ext. °C	T. interior (Td-Ti) °C		A m ²
Muro Norte	28.0	4.0	24.0	30.00
Muro Sur	27.0	4.0	23.0	30.00
Muro Este	27.0	4.0	23.0	14.51
Muro Oeste	27.0	4.0	23.0	14.51
Techo	28.0	4.0	24.0	41.70
Piso	22.0	4.0	18.0	41.70

Aplicando la ecuación general de transferencia de calor, tenemos:

$$Q_i = U A (T_d - T_i)$$

Donde:

Q_i = calor absorbido por la cámara a través de paredes, techo y piso: Kcal/h.

Substituyendo datos de la tabla anterior:

Muro Norte	$Q_1 = 0.306 \times 30.00 \times (24) = 220.00$	Kcal/h
Muro Sur	$Q_2 = 0.306 \times 30.00 \times (23) = 215.00$	"
Muro Este	$Q_3 = 0.306 \times 14.51 \times (23) = 102.00$	"
Muro Oeste	$Q_4 = 0.306 \times 14.51 \times (23) = 102.00$	"
Techo	$Q_4 = 0.306 \times 41.70 \times (24) = 306.00$	"
Piso	$Q_5 = 0.322 \times 41.70 \times (18) = 242.00$	"

$$Q_T = 1287.00 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_T = 31688.00 \text{ Kcal/24 h}$$

Q_T : cantidad de calor absorbida a través de las paredes de la cámara de refrigeración o carga de ganancia de pared.

2.- Cálculo de la carga miscelánea.

La carga miscelánea está determinada por el calor desarrollado por luces y motores eléctricos, así como personas que trabajan en esta área. El calor cedido por estas luces equivale a 8.6 Kcal/watt/h. El calor cedido por los motores eléctricos y las personas que trabajan en este espacio se indica en las tablas 10-15 y 10-16, del libro "Principios de Refrigeración", de Dossat.

$$Q_{\text{Luces}} = \text{watts} \times 8.6 \text{ Kcal/watt/h} \times 24 \text{ h}$$

$$Q_{\text{Motores eléctricos}} = \text{Factor} \times \text{potencia (Hp)} \times 24 \text{ h}$$

$$Q_{\text{Personas}} = \text{Factor (tabla 10-15)} \times \text{número de personas} \\ \times \text{h}$$

Datos:

La carga de alumbrado es de 300 watts.

Se encuentran 4 motores de 1/4 Hp = 1 Hp

Trabajan como máximo 2 personas; entonces:

$$Q_{\text{Luces}} = 300 \text{ watts} \times 8.6 \text{ Kcal/watt/h} \times 24 \text{ h} = 6109.00 \\ \text{kcal/24h}$$

$$Q_{\text{Motores eléctricos}} = 1071 \text{ Kcal/ Hp-h} \times 1 \text{ Hp} \times 24 \text{ h} \\ = 25750 \text{ Kcal/24h}$$

$$Q_{\text{personas}} = 211 \text{ Kcal/h} \times 2 \times 24 \text{ h} = 10140.00 \text{ Kcal/24 h}$$

Calor total de la carga miscelánea = $Q_L + Q_M = Q_P$

$$Q_T = 6109.00 + 25750 + 10140 = 41999.00 \text{ Kcal/24h}$$

Calor total de la carga miscelánea = 41999.00 Kcal/24h

Cálculo de la carga de enfriamiento de la cámara de refrigeración para la conservación de la leche pasteurizada.

En este caso, la función de la cámara de refrigeración es la de conservar la temperatura (4°C) de la leche pasteurizada una vez que ésta es envasada en envases de cartón pure-pack; puesto que no hay gradiente de temperatura, no hay transferencia de calor entre la cámara y el producto; lo que implica que la carga de enfriamiento total será la suma de las cargas de ganancia de pared más la de la carga miscelánea, tomando también un factor de seguridad de 0.1; ésto es:

$$Q_I = (Q_P + Q_M) (1.1)$$

Donde:

Q_P y Q_M son respectivamente, las cargas de ganancia de pared y miscelánea.

$$Q_I = (31668.00 + 41999.00) \text{ (1.1)}$$

$$Q_I = 73687 \text{ (1.1)} = 81100 \text{ Kcal/24 h}$$

Desde un punto de vista práctico, y de acuerdo a la experiencia, se recomienda tomar una temperatura de entrada a la cámara de refrigeración de 10°C , tomando en cuenta el tiempo en que la leche está en contacto con el medio ambiente; por lo tanto, la carga de producto será de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$Q = W C_p (T_2 - T_1)$$

Donde:

Q : cantidad de calor cedido por la leche. (Kcal)
Kg $^\circ\text{C}$

C_p : capacidad calorífica (Kcal/Kg $^\circ\text{C}$)

W : peso del producto (Kg)

T_1 : temperatura inicial $^\circ\text{C}$

T_2 : temperatura final $^\circ\text{C}$

Substituyendo datos, tenemos:

$$Q = 10320 \times 0.920 \times (10^{-4})$$

$$Q = 57000 \text{ Kcal/24h}$$

Entonces, la carga total será de:

$$Q_t = (73687 + 57000) = 130687 \text{ Kcal/24h};$$

Tomando un factor de seguridad de 10%, tenemos:

$$Q_t = 130687(1.1) = 144000 \text{ Kcal/24h}$$

La carga de enfriamiento dada en toneladas de refrigeración será de:

$$Q_t = (144000 \text{ Kcal/24h}) / 69800 \text{ Kcal/Tr}$$

$$Q = 2.26 \text{ toneladas de refrigeración/24h}$$

Cálculo de la carga de enfriamiento de la cámara de refrigeración para la conservación de crema.

Para el cálculo de la carga de producto, se recurrirá al balance de materia hecho en hoja aparte:

Datos:

$$W = 1159.00 \text{ Kg}$$

$$C_p = 0.920 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \text{ (Pág. 2, Farrall, Ing. - para la Ind. Lechera).}$$

$$T_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 4^\circ\text{C}$$

Substituyendo los datos:

$$Q = 1159.00 \times 0.920 \times (10 - 4)$$

$$Q = 6400 \text{ Kcal/24h}$$

Tomando en cuenta las cargas de ganancia de pared y de carga miscelánea, la carga total será:

$$Q_t = 73687 + 6400 = 80087 \text{ Kcal/24h}$$

Tomando en cuenta un factor de seguridad de 10%:

$$Q_T = (80087)(1.1) = 88200 \text{ Kcal/24h}$$

La carga de enfriamiento dada en toneladas de refrigeración, será de:

$$Q_T = (88200 \text{ Kcal}/24\text{h}) / (69800 \text{ Kcal}/\text{Tr})$$

$$Q_T = 1.18 \text{ toneladas de refrigeración}/24\text{h}$$

Cálculo de la carga de enfriamiento de la cámara de refrigeración para la conservación del queso de leche entera tipo Sierra.

En igual forma que en los cálculos anteriores, la carga de producto se determinará usando la ecuación anterior y el balance de materiales hecho en hoja aparte.

Datos:

$$W = 1140.00 \text{ kg}$$

$$C_p = 0.70 \text{ Kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$$

$T_e = 10^\circ\text{C}$: temperatura de entrada del queso a la cámara de refrigeración.

$T_s = 4^\circ\text{C}$ temperatura que adquiere el queso dentro de la cámara.

Entonces, la cantidad de calor cedida por el queso dentro de la cámara es:

$$Q = 1140.00 \times 0.70 \times (10 - 4)$$

$$Q = 4780.00 \text{ Kcal} = 478000 \text{ cal}$$

La carga total será de:

$$Q_t = 73687 + 4780 = 78467.00 \text{ Kcal/24h}$$

Tomando un factor de seguridad de 0.1, tenemos:

$$Q_T = 78647.00 \times 1.1 = 86500.00 \text{ kcal}$$

La carga de enfriamiento dada entoneladas de refrigeración, será de:

$$Q_T = (86500.00 \text{ Kcal/24h})/69800 \text{ Kcal/Tr}$$

$$Q_T = 1.24 \text{ toneladas de refrigeración/24h}$$

Determinación de la carga de enfriamiento de la cámara -
de refrigeración para la conservación del queso con adi-
ción de grasa vegetal.

De manera similar el cálculo anterior tenemos los si-
guientes datos:

$$W = 1158.37 \text{ Kg}$$

$$C_p = 0.70 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$T_e = 10^\circ\text{C}$$

$$T_s = 4^\circ\text{C}$$

La cantidad absorbida de calor por la cámara de refrigeración, es:

$$Q = 1158.37 \times 0.70 \times (10-4)$$

$$Q = 4860.0 \text{ Kcal/24h}$$

La carga total, tomando en cuenta la carga de ganancia de pared y la carga miscelánea, de la cámara, estará dada por:

$$Q_t = 73687 + 4860 = 78547 \text{ Kcal/24h}$$

Tomando el mismo factor de seguridad que en los casos anteriores:

$$Q_T = 78547 \times 1.1 = 86470 \text{ Kcal/24h}$$

Que transformadas a toneladas de refrigeración nos dá:

$$Q_T = 86470 \text{ Kcal}/24\text{h}/69800 \text{ Kcal}/\text{Tr}$$

$$Q_T = 1.28 \text{ toneladas de refrigeración}$$

m).- Cálculo de la Compresora del Sistema de Refrigeración.

La potencia de la compresora se calculará en base a las toneladas de refrigeración que se requieren para cada uno de los procesos.

El fluido de enfriamiento es amoníaco y en base a sus propiedades físicoquímicas se ha obtenido una relación entre la presión de succión y la presión de cabecera con las toneladas de refrigeración que se desean. Ver Gráfica y Tabla: 68 y XXXII, respectivamente.

Suponiendo una presión de succión igual a 0, nos dá directamente el equivalente a 1.76 Hp por tonelada de refrigeración.

I) PASTEURIZACION DE LECHE

a) Por concepto del enfriado P-1	1.00 Tr/h
b) Pasteurizados P-2	1.52 Tr/h
c) Cámara de Refrigeración	<u>0.10 Tr/h</u>
	2.62 Tr/h

$$\text{Potencia: } 2.62 \text{ Tr/h} \times 1.76 \frac{\text{Hp}}{\text{Tr/h}} = 4.6112 \text{ Hp}$$

Tomando un factor de seguridad de 10%, se tiene que:

$$\text{Potencia} = 5 \text{ Hp}$$

II) ELABORACION DE CREMA

a) Enfriado P-1	1.000 Tr/h
b) Pasteurizador P-2	1.520 Tr/h
c) Cortina de Enfriamiento	0.733 Tr/h
d) Cámara de Refrigeración	<u>0.050 Tr/h</u>
	3.303 Tr/h

$$\text{Potencia} = 2.233 \text{ Tr/h} \times 1.76 \frac{\text{Hp}}{\text{Tr/h}} = 5.808 \text{ Hp} + 0.580 \text{ (factor de seguridad)}$$

$$\text{Potencia real} = 6.388 \text{ Hp}$$

III) ELABORACION DE QUESO DE LECHE ENTERA

a) Enfriado P-1	1.000 Tr/h
b) Pasteurizador	1.520 Tr/h
c) Cámara de refrigeración	<u>0.050 Tr/h</u>
	2.600 Tr/h

$$\text{Potencia} = 2.6 \text{ Tr} \times 1.76 \frac{\text{Hp}}{\text{Tr/h}} = 4.576 \text{ Hp} + 0.4576 \text{ (F.de Seg.)}$$

$$\text{Potencia} = 5 \text{ Hp}$$

IV) ELABORACION DE QUESO CON ADICION
DE GRASA VEGETAL

La potencia es exactamente la misma que para el inciso III, o sea, 5 Hp.

V) ELABORACION SIMULTANEA DE CREMA Y
QUESO CON ADICION DE GRASA VEGETAL

a) Enfriado P-1	1.000 Tr/h
b) Cortina de Enfriamiento	0.733 Tr/h
c) Cámara de Refrigeración	0.100 Tr/h
d) Pasteurizador	<u>1.520 Tr/h</u>
	3.353 Tr/h

$$\text{Potencia} = 3.353 \text{ Tr/h} \times \frac{1.75 \text{ Hp}}{\text{Tr/h}} = 5.9 + 0.649 \text{ (F. de Seg.)}$$

$$\text{Potencia} = 6.5 \text{ Hp.}$$

CAPITULO VIII

EVALUACION ECONOMICA

El costo del equipo, se obtuvo por cotizaciones directas de los fabricantes, y de la literatura especializada.

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 = Inversión fija + Capital de trabajo.

La Inversión fija, puede ser definida como 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 de la inversión fija y sus subdivisiones primarias.

Equipo de proceso adquirido

Montaje e instalación

Instalación eléctrica

Aislamiento

Terreno

Obra Civil

Ingeniería de detalle

Equipo de laboratorio

Equipo de oficina

Camión de transporte

Camionetas de reparto

Imprevistos.

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 muestra sus componentes:

Inventario de materia prima

Inventario de producto en proceso

Inventario de producto terminado

Crédito otorgado a clientes

Caja

Rentabilidad (R)

$$R = \frac{\text{Utilidad neta anual}}{\text{Cap. total = Inversión fija + Cap. de trabajo}} \times 100$$

Tiempo de recuperación de la inversión (T)

$$T = \frac{\text{CTI}}{\text{UNT + DEP}}$$

CTI = Capital total de inversión.

DEP = 10% de la inversión fija.

UNT = Utilidad neta total

T = Años

a).- Cálculo económico en el proceso de pasteurización de leche.

Inversión fija

Datos sobre el equipo de proceso:

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Báscula de leche cruda con capacidad de 500 Kgs.	\$ 25,000.00 ✓
1	Tanque de recibo de 1,000 lts.	^{10,500} 5,000.00 ✓
3	Bombas centrífugas de 3,000 l/h	30,000.00 ✓
1	Clarificado centrífugo de 3,000 l/h	75,000.00
1	Filtro doble para 3,000 l/h	20,000.00
1	Pre-enfriador de placas de 3,000 l/h	45,000.00 ✓
2	Tanques termos de leche de 10,000 lts.	120,000.00 ✓
1	Pasteurizador de placas de 3,500 l/h	200,000.00 ✓
1	Homogenizador para 3,500 l/h	60,000.00 ✓
1	Envasadora EP-35P/min.	<u>580,000.00</u>
		\$ 1,165,500.00

Equipos auxiliares:

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Caldera integral de 70 CC	\$ 100,000.00 ✓
1	Equipo para tramiento de agua - para la caldera	5,000.00 ✓
1	Equipo de tratamiento de agua - para la planta	30,000.00 ↙
1	Equipo de tubería y conexiones- auxiliares	70,000.00 ✓
1	Sub-estación eléctrico	60,000.00 ✓
1	Unidad de refrigeración	60,000.00 ✓
1	Unidad para el lavado de botes	<u>9,000.00</u> ✓
		\$ 334,000.00

de donde:

1.165,500.00

+ 334,000.00

Costo total del equipo de proceso: \$ 1.499,500.00

Montaje e instalación del equipo. Se tomó

el 30% del costo total del equipo. 450,000.00

Instalación eléctrica. Se tomó a razón

de (\$1,200.00/HP instalado) x 70 HP. 84,000.00

in Difosida

<u>Aislamiento.</u> (Se tomó el 5% del costo del equipo).	\$ 75,000.00
<u>Terreno.</u>	75,000.00
<u>Obra Civil.</u> (Incluyendo los honorarios de los contratistas)	463,000.00
<u>Ingeniería de detalle.</u> (Se tomó el 5% del costo de la obra civil)	23,150.00
<u>Imprevistos.</u> (Se tomó un 15% del costo de la obra civil)	69,400.00
<u>Equipo de Oficina.</u>	15,000.00 ^{19.5}
<u>Equipo de laboratorio.</u> (Incluyendo los reactivos analíticos)	25,000.00
<u>Camión para transporte.</u>	130,000.00
<u>Camionetas de reparto</u> (cinco)	350,000.00
<u>Canastillas para leche</u> (800 a \$25,00 c/u).	20,000.00
	<hr/>
INVERSION:	\$ 1.779,550.00
	\$ 1,499,500.00
	† \$ 1.779,550.00
INVERSION FIJA:	<u>\$ 3.279,050.00</u>

COSTOS DE PRODUCCION.

Costos variables:

	<u>C O S T O</u>
<u>Materia prima.</u> - Se procesan 10,000 lts. de leche diarios a razón de \$2,00/lt.	\$ 20,000.00
<u>Energía eléctrica.</u> Se requieren 424 Kwh. a razón de \$0.3 Kwh.	127.00
<u>Vap^{or}.</u> Se calculó con la siguiente rela- ción: (\$0.4/lt diesel)x(8hr/día)x (74 -- lts. de diesel/hr.)	236.00
<u>Agua.</u> Se tomó una relación de 10 lts. de agua por lt. de leche, equivalentes a 100 m3 de agua, a razón de \$0.3/m3.	30.00
<u>Materiales de consumo.</u>	1 6500 55.00
<u>Empaque.</u> A razón de \$0.28 pieza, suponien- do un consumo diario de 10,000 piezas.	840,000 <u>2,800.00</u>
	\$ 23,248.00
	6974,400

Costos fijos.

Mano de obra directa. Se requieren cinco obreros con sueldo de \$35,00 diarios c/u, y un supervisor de producción, con sueldo de \$167.00 diarios.

103600

342

Mantenimiento. Se requieren dos mecánicos especializados con sueldo de \$80.00 diarios c/u.

98,000

\$ 160.00

Ventas. Se requieren cinco vendedores con sueldo de \$200.00 diarios, c/u.

300,000

1,000.00

Compras. Se requiere un chofer, con sueldo de \$70.00 diarios.

21,000

70.00

Laboratorio. Se requiere un laboratorista con sueldo de \$65.00 diarios.

19,500

65.00

Administración. Se requiere de un gerente general, con sueldo de \$230.00 diarios y 2 secretarias con sueldo de \$ 40.00 diarios c/u

93,000

310.00

\$ 1,947.00

584100

<u>Otros gastos de administración.</u> Correos, -	82500
teléfonos, papelería, vigilancia, etc.	\$ 275.00
<u>Depreciación de la obra civil.</u> Se tomó el-	
3% del costo total de la obra civil anual.	
Para un día, será de:	11,100 37.00
<u>Depreciación de maquinaria.</u> Se tomó el 5%-	
anual sobre el costo del equipo, para un -	
día será de:	63000 210.00
<u>Prestaciones al personal.</u> Aproximadamente-	
el 35% de la nómina.	201,000 670.00
<u>Seguros y Fianzas.</u> Se tomó el 0.2% sobre-	
el valor de la maquinaria anual, para un -	
día, es de:	24900 83.00 60000
<u>Mantenimiento del equipo.</u>	200.00 30,000
<u>Reposición de canastillas.</u>	100.00 30,000
<u>Gasolina</u>	300.00 90,000
	<hr/>
	\$ 1,841.00
De donde:	1,947 1,917.00
	<hr/>
	+ 1,841.00
<u>Costos fijos:</u>	\$ 3,758.00
y por lo tanto:	\$ 23,245.00
	+ 3,758.00
<u>COSTO TOTAL DE PRODUCCION:</u>	\$ 27,003.00

CAPITAL DE TRABAJO.

Inventario de materia prima. Por concepto de leche se tomó el equivalente a 10,000-lts. procesados en un día al proceso de compra. *6,000,000*
\$ 20,000.00.

Por concepto de empaque. Se tomó el equivalente al consumo de un mes, que es el stock que se tiene en almacén de materias primas. *25952*
84,840.00.

+ Inventario del producto en proceso. Se tomó el equivalente a un día de producción valuado al costo de producción. *8100001*
27,000.00.

+ Inventario de producto terminado. Se tomó el equivalente a un día de producción valuado al precio de venta. *9.6*
32,000.00.

+ Crédito otorgado a clientes. Se tomó el equivalente a 15 días de producción al precio de venta. *144,00*
480,000.00.

+ Caja. Se tomó el equivalente a 8 días - *64.8*
de producción al costo de producción. \$ 216,000.00

- Crédito otorgado por los productores
Se tomó el equivalente a 8 días de produc--
ción valuado al precio de compra de materia *48.00*
prima. 160,000.00

CAPITAL DE TRABAJO: \$ 699,840.00

209.9520

ESTIMADO DE LA RENTABILIDAD

El precio de venta del producto terminado en el mercado de Guadalajara y circundantes, es de \$3.20⁶⁻⁴⁰ lt.

Ventas diarias (ventas (brutas)

\$3.20 x 10,000 lts. \$ ⁶⁴ 32,000.00

Menos costo de producción: - 27,000.00
\$ 5,000.00

Menos los ingresos mercantiles que se -
estimaron como el 3% de las ventas brutas.

- 960.00

Utilidad bruta: 4,040.00

Menos impuestos que se estimaron como el

42% de las utilidades brutas: - 1,860.00

UTILIDAD NETA: \$ 2,220.00

RENTABILIDAD (R)

$$R = \frac{\text{Utilidad neta anual}}{\text{Cap. total} = \text{Inversión fija} + \text{Cap. de trabajo}}$$

$$R = \frac{\$ 2,220.00 \times 360}{\$ 3,279,050.00 + (\$ 699,840.00)} \times 100$$

$$R = \frac{\$ 799,200.00}{\$ 3,978,890.00} \times 100 = 20\%$$

TIEMPO DE RECUPERACION DE LA INVERSION (T)

$$T = \frac{CTI}{UNT + DEP}$$

CTI = Capital total de inversión.

DEP = 10% de la inversión fija.

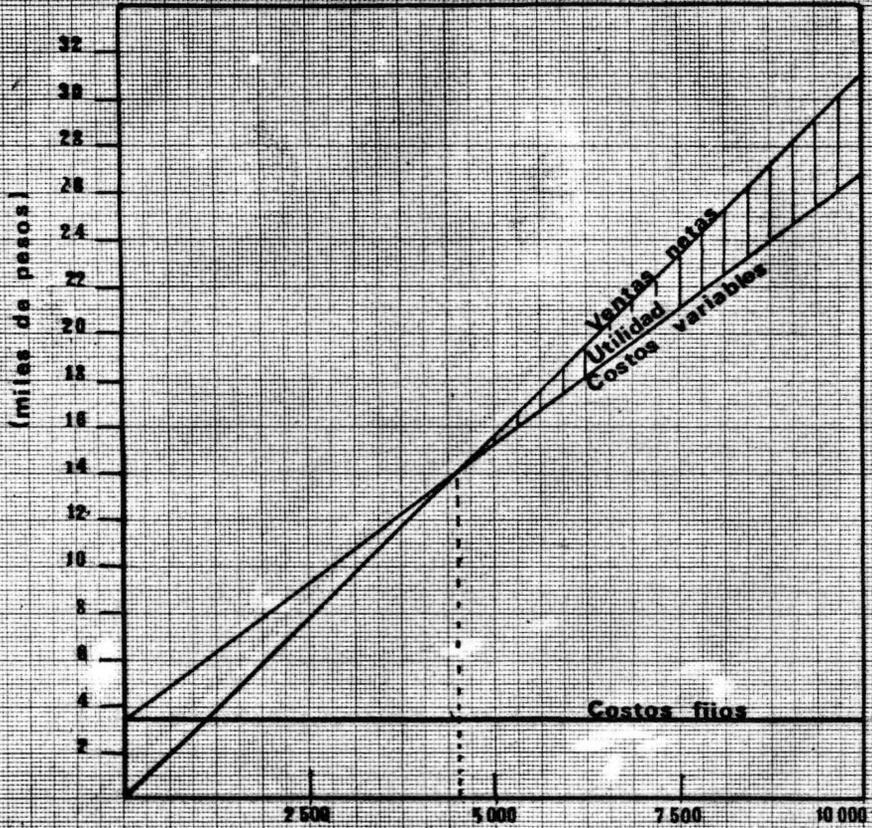
UNT = Utilidad neta total.

T = Años.

$$T = \frac{\$ 3.279,050.00 + \$699,840.00}{\$ 799,200.00 + \$327,905.00}$$

$$T = \frac{\$ 3.798,890.00}{\$ 1.127,105.00} = 3.4 \text{ años}$$

**DIAGRAMA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA
PASTEURIZACION DE LECHE**



Costos fijos	\$ 3,758
Costos variables	\$ 23,245
Ventas netas	\$ 31,640

CALCULO ECONOMICO EN LA ELABORACION DE QUESO

(QUESO "SIERRA")

INVERSION FIJA:

Datos sobre el equipo de proceso.

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Báscula de leche de 500 Kgs.	\$ 25,000.00
1	Tanque de recibo de 1,000 lts.	5,000.00
1	Filtro doble de 3,500 l/h.	20,000.00
3	Bombas centrífugas sanitarias de 3,500 l/h.	30,000.00
1	Clarificado centrífugo de 3,500-1/h.	75,000.00
1	Pre-enfriador de placas de 3,500 l/h.	45,000.00
1	Tanque termo de leche cruda de - 10,000 lts.	60,000.00
1	Pasteurizador de placas de 3,500 l/h	200,000.00
3	Tinas de cuajado.	90,000.00
1	Tanque de recibo de suero de -- 10,000 lts.	30,000.00
4	Mesas de salado.	12,000.00
1	Equipo de prensado.	<u>3,000.00</u>
		\$ 595,000.00

Equipo Auxiliar:

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Caldera integral de 70 cc.	\$ 100,000.00.
1	Equipo de tratamiento de agua para la caldera.	5,000.00.
1	Equipo de tratamiento de agua para la planta.	30,000.00.
1	Equipo de tubería y conexiones auxiliares.	70,000.00.
1	Subestación eléctrica.	60,000.00.
1	Unidad de refrigeración.	60,000.00.
1	Unidad para lavado de botes.	<u>9,000.00.</u>
		\$ 334,000.00.

de donde:

595,000.00.

+ 334,000.00.

Costo total del equipo de proceso. \$ 929,000.00.

Montaje e instalación del equipo. Se cal

culó como el 30% del costo total del equi

po.

277,000.00.

Instalación eléctrica. Se tomó la rela--

ción de \$\$1,200.00/HP instalado)x 70 HP.

84,000.00.

<u>Aislamiento.</u> Se tomó el 5% del costo total del equipo de proceso.	\$ 4,640.00
<u>Terreno.</u>	75,000.00
<u>Obra Civil.-</u> (Incluyendo los honorarios de los contratistas.	463,000.00
<u>Ingeniería de detalle.</u> Se tomó el 5% del -- costo total del equipo.	4,640.00
<u>Imprevistos.</u> Se tomó el 15% del costo del -- valor total de la Obra Civil.	69,400.00
<u>Equipo de laboratorio.</u> (Incluyendo los reactivos analíticos).	25,000.00
<u>Equipo de oficina.</u>	15,000.00
<u>Camión de transporte.</u>	130,000.00
<u>Camionetas de reparto (cinco)</u>	<u>350,000.00</u>
de donde:	929,000.00
	<u>+ 1.497,680.00</u>
<u>INVERSION FIJA:</u>	<u>\$ 2.426,680.00</u>

COSTOS DE PRODUCCION.

Los costos se refieren a un turno de trabajo.

Costos Variables.

Materia prima. Se procesan 10,000 lts. de leche a razón de \$2,00/lt. \$ 20,000.00

Energía eléctrica. Se requieren 424 KWH a razón de \$0.3/KWh 127.00

Vapor. Se calculó con la siguiente relación :
($\$0.40/\text{lt diesel}$) \times (8hr/día) \times (74 lts.diesel/hr) 236.00

Aqua. Se tomó una relación de 10 lts. de agua por lt. de leche procesado, equivalentes a --
100 m3 de agua, a razón de \$0.3 m3. 30.00

Materiales de consumo. 55.00

Empaque. Para 65 unidades, se estima que el precio de empaque es de \$2.00 c/u. 130.00

Costos variables: \$ 20,578.00

Costos fijos.

<u>Mano de Obra directa.</u> Se requieren 5 obreros con un sueldo de \$35.00 diarios, y 1 supervisor de producción con un sueldo de \$167.00 - diarios.	\$ 342.00
<u>Mantenimiento.</u> Se requieren 2 mecánicos especializados con sueldo de \$80.00 diarios c/u.	160.00
<u>Ventas.-</u> Se requieren 5 vendedores con sueldo de \$200.00 diarios, c/u.	1,000.00
<u>Compras.-</u> Un chofer con sueldo de \$40.00 diarios.	40.00
<u>Laboratorio.-</u> Se requiere un laboratorista -- con sueldo de \$65.00 diarios.	65.00
<u>Administración.</u> Se requiere de un gerente general con sueldo de \$230.00 diarios, y de 2 - secretarias con sueldo de \$40.00 diarios c/u.	<u>310.00</u>
	\$ 1,917.00
<u>Otros gastos de administración.-</u> Correos, teléfonos, papelería, vigilancia, etc.	275.00
<u>Prestaciones al personal.-</u> Aproximadamente el 35% de la nómina.	670.00

Depreciación de la Obra Civil. Se tomó el
3% del costo total de la obra civil anual,
para un día será de: \$ 37.00.

Depreciación de la maquinaria.- 5% anual -
sobre el costo del equipo; para un día --
será de: 129.00.

Seguros y fianzas.- 0.2% sobre el valor de
la maquinaria (anual); para un día será de: 52.00.

Mantenimiento para el equipo. 200.00.

Gasolina. 300.00.

\$ 1,663.00.

De donde: + \$ 1,917.00.

Costos fijos: \$ 3,580.00.

Y por lo tanto: 20,578.00.

+ 3,580.00.

Costo Total de Producción: \$ 24,158.00.

CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materia prima. Por concepto -
de leche se tomó el equivalente a 10,000 --
lts.procesados en un día al precio de compra \$ 20,000.00

+ Inventario de producto en proceso. Se to-
mó el equivalente a un día de producción al-
costo de producción. 24,158.00

+ Inventario de producto terminado. Se tomó
el equivalente a 10 días de producción al --
precio de venta. 300,000.00

+ Crédito otorgado a clientes. Se tomó el --
equivalente a 15 días de producción al pre--
cio de venta. 450,000.00

+ Caja. Se tomó el equivalente a 8 días de-
producción al costo de producción. 193,264.00

- Crédito otorgado por los proveedores. Se to
mó el equivalente a 8 días de producción va--
luado al precio de compra de materia prima. 160,000.00

CAPITAL DE TRABAJO. \$ 827,158.00

RENTABILIDAD (R)

De acuerdo al balance de material, se requieren de - 6 lts. de leche para obtener un kilo de queso "Sierra", - con un contenido de 40% de humedad y un 22% de grasa butírica. En el proceso de 10,000 lts. de leche, se obtienen 1,600 Kgs. de queso "Sierra".

El precio de venta del producto terminado en el mercado de Guadalajara y circundantes, es de \$25.00/Kg.

Ventas diarias (ventas brutas)

25.00 x 1,600 Kgs.	\$ 30,000.00.
Menos costo de producción:	<u>- 24,158.00.</u>
	\$ 5,842.00.
Menos ingresos mercantiles que se estimaron como el 3% de las ventas brutas	<u>- 900.00.</u>
Utilidad bruta:	\$ 4,942.00.
Menos impuestos que se estimaron como el 42% de la utilidad bruta:	<u>- 2,060.00.</u>
Utilidad neta:	\$ 2,822.00.

Rentabilidad.

Al igual que en los procesos anteriores:

$$R = \frac{\$ 2,822.00 \times 360}{\$2.426,680.00 + \$ 827,158.00} \times 100$$

$$R = \frac{\$1.015,920.00}{\$3.253,838.00} \times 100 = 31.2\%$$

Retorno de la inversión.

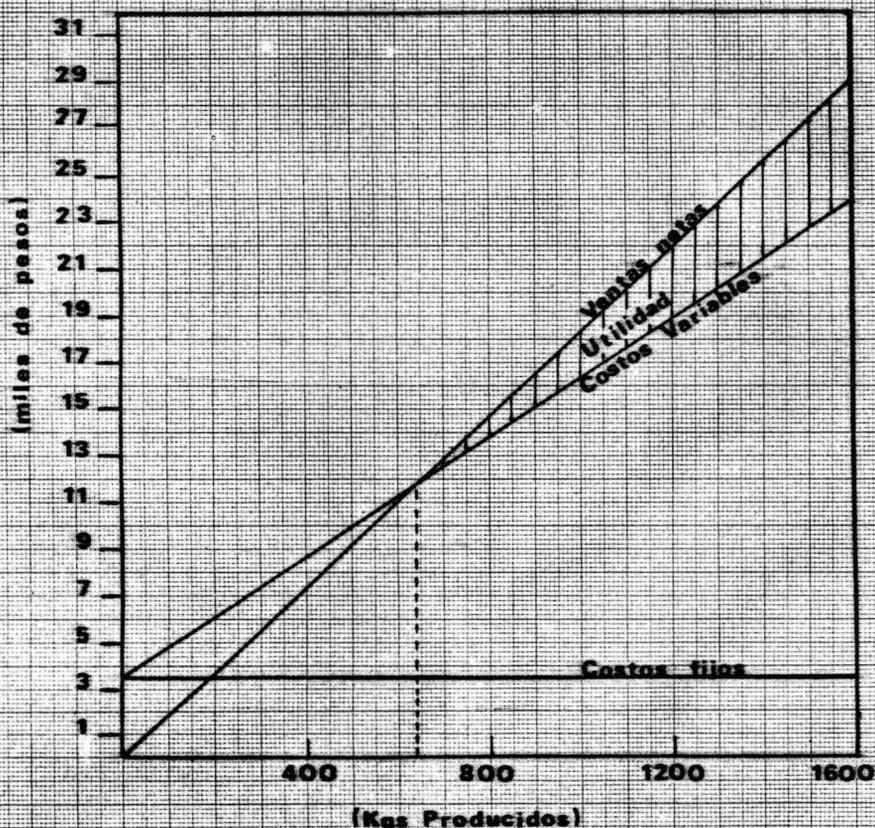
Al igual que en los procesos anteriores:

$$T = \frac{\$2.426,680.00 + \$ 827,158.00}{\$2,882.00 \times 360 + \$242,668.00}$$

$$T = \frac{\$ 3.253,838.00}{\$ 1.258,588.00}$$

$$T = 2.6 \text{ años}$$

**DIAGRAMA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA
ELABORACION DE QUESO "SIERRA"**



(Kgs Producidos)	
Costos fijos	\$ 3,580.00
Costos variables	\$ 20,578.00
Ventas netas	\$ 29,100.00

b).- Cálculo económico en la elaboración de crema.

Inversión Fija.

Datos sobre el equipo de proceso:

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Báscula de leche cruda de 500 Kgs.	\$ 25,000.00
1	Tanque de recibo de 1,000 lts.	5,000.00
5	Bombas centrífugas de 3,500 l/h	50,000.00
1	Filtro doble de 3,500 l/h	20,000.00
1	Clarificador centrífugo de 3,500 l/h	75,000.00
1	Pre-enfriador de placas de 3,500 l/h	45,000.00
2	Tanques termo de leche de 10,000 lts	120,000.00
1	Cambiador de calor de placas de --- 3,500 l/h.	45,000.00
1	Descremadora de 3,550 l/h.	100,000.00
2	Tanques de recibo de crema con agi- tador, de 2,000 lts. c/u.	15,000.00
1	Pasteurizador de placas de 3,550 l/h	200,000.00
1	Homogenizador para 3,500 l/h.	60,000.00
1	Envasadora.	580,000.00
		<hr/>
		\$ 1.340,000.00

Equipos Auxiliares:

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Caldera integral de 70 cc.	\$ 100,000.00
1	Equipo de tratamiento de agua para la caldera.	5,000.00
1	Equipo de tratamiento de agua para la planta.	30,000.00
1	Equipo de tubería y conexiones auxiliares.	70,000.00
1	Sub-estación eléctrica.	60,000.00
1	Unidad de refrigeración.	60,000.00
1	Unidad para lavado de botes.	9,000.00
		<hr/>
		\$ 334,000.00

De donde:

	1.340,000.00
	<hr/>
	+ 334,000.00
<u>Costo total del equipo de proceso.</u>	\$ 1.674,000.00

<u>Montaje e instalación del equipo.</u> Se calculó- como el 30% del valor del costo del equipo. \$ 500,000.00	
<u>Instalación eléctrica.</u> Se tomó a razón de : (\$1,200.00/HP instalado) x 70 HP.	84,000.00
<u>Aislamiento.</u> Se tomó el 5% del costo del --- equipo.	83,500.00
<u>Terreno.</u>	75,000.00
<u>Obra Civil.</u> (Incluyendo los honorarios de -- los contratistas).	463,000.00
<u>Ingeniería de detalle.</u> Se tomó el 5% del costo total del equipo.	83,500.00
<u>Imprevistos.</u> Se tomó el 15% del costo de la- Obra Civil.	69,400.00
<u>Equipo de oficina.</u>	15,000.00
<u>Equipo de laboratorio.</u> (Incluyendo los reactivos analíticos).	25,000.00

Camión de transporte. \$ 130,000.00

Camionetas de reparto (cinco) 350,000.00

Cajas de plástico para empaquetar.

1,600 piezas x \$10.00. 16,000.00

\$ 1.894,400.00

de donde:

1.674,000.00

+ 1.894,400.00

INVERSION FIJA.

\$ 3.568,400.00

Costos de Producción.

(Se refieren a un turno de trabajo).

Costos variables:

Materia prima.- Se procesan 10,000 lts. de leche diarios, a razón de \$2.00/lt. \$ 20,000.00

Energía eléctrica.- Se requieren 424 kWh a razón de \$0.3/KWh. 127.00

Vapor. Se calculó con la siguiente relación :
(\$.40/lt diesel)x (8hr/día)x(74 lts diesel-por hora) 236.00

Agua.- Se tomó una relación de 10 lts. de agua por lt. de leche, equivalentes a 100 m3 de --- agua para proceso de 10,000 lts. de leche y si el m3 está a \$0.3, tenemos: 30.00

Materiales de consumo. 55.00

Empaque.- Se tomó un consumo de 5,000 piezas -
diarias a razón de \$0.25 950.00

Costos Variables: 21,938.00

Costos Fijos:

Mano de Obra Directa.- Se requieren 5 obreros con un sueldo de \$35.00 diarios c/u, y un supervisor de producción con sueldo de \$167.00-
diarios. \$ 342.00.

Mantenimiento.- Se requieren 2 mecánicos especializados, con sueldo de \$80.00 diarios c/u. 160.00.

Ventas.- Se requieren 5 vendedores con sueldo de \$200.00 diarios, c/u. 1,000.00.

Compras.- Un chofer con sueldo de \$40.00/día 40.00.

Laboratorio.- Se requiere de un laboratorista con sueldo de \$65.00 diarios. 65.00.

Administración.- Se requiere de un gerente general, con sueldo de \$230.00 diarios, y dos secretarias con sueldo de \$40.00 diarios, c/u. 310.00.

\$ 1,917.00.

<u>Otros gastos de administración.-</u> Correos, - teléfonos, papelería, vigilancia, etc.	\$ 275.00
<u>Prestaciones al personal.-</u> Aproximadamen- te el 35% de la nómina.	670.00
<u>Depreciación de la Obra Civil.-</u> Se tomó el 3% del costo total de la obra civil anual;- para un día, será de :	37.00
<u>Depreciación de maquinaria.-</u> Se tomó el 5% anual sobre el costo del equipo; para un -- día, será de:	230.00
<u>Seguros y fianzas.-</u> Se tomó el 0.2% sobre - el valor de la maquinaria anual; para un día será de:	90.00
	<hr/>
	\$ 1,302.00
<u>Mantenimiento del equipo.</u>	200.00
<u>Reposición de canastillas.</u>	100.00
<u>Gasolina.</u>	300.00
	<hr/>
	\$ 1,902.00
	...

\$ 1,902.00

+ 1,917.00

Costos Fijos.

\$ 3,819.00

De donde:

21,938.00

+ 1,917.00

+ 1,902.00

COSTO TOTAL DE PRODUCCION:

\$ 25,757.00

Capital de Trabajo.

<u>Inventario de materia prima.</u> - Por concepto de leche se tomó el equivalente a 10,000 lts. -- que se procesan en un día:	\$ 20,000.00
<u>Por concepto de empaque.</u> Se tomó el equivalente al consumo de un mes, que es el stock- que se tiene en almacén de materias primas.	37,500.00
+ <u>Inventario de producto en proceso.</u> - Se - tomó el equivalente a un día de producción - valuado al costo de producción.	25,757.00
+ <u>Inventario de producto terminado.</u> - Se -- tomó el equivalente a un día de producción - valuado al precio de venta.	152,000.00
+ <u>Crédito otorgado a clientes.</u> - Se tomó el equivalente a 15 días de producción al precio de venta.	285,000.00
+ <u>Caja.</u> - Se tomó el equivalente a 8 días - de producción al costo de producción.	206,056.00

- Crédito otorgado por los proveedores.-

Se tomó el equivalente a 8 días de producción valuadas al precio de compra de materia prima (leche).

\$ 160,000.00

CAPITAL DE TRABAJO.

566,306.00

ESTIMADO DE LA RENTABILIDAD

Se estimó un valor promedio de grasa en la leche de 3.5%.

De acuerdo al balance de material, se requieren 81 lts. de leche fresca para obtener un litro de crema con un contenido -- del 30% de grasa butírica, de acuerdo con lo establecido por la Ley.

En el proceso de 10,000 lts. de leche, se obtiene 1,170 litros de crema al 30% de -- grasa butírica, que se pueden estimar como 5,000 cuartos de leche, que es la forma como se suministra al mercado.

El precio de venta del producto terminado en el mercado de Guadalajara y circundantes, es de \$3.80 1/4 de litro.

<u>Ventas diarias.</u> (Ventas brutas). \$3.80 x 5,000.	\$ 19,000.00
Venta de leche descremada \$1.60 x 9,700 -- lts.	<u>15,500.00</u>
	\$ 34,500.00
Menos costo de producción:	<u>- 25,757.00</u>
	\$ 8,743.00
Menos los ingresos mercantiles que se es- timaron como el 3% de las ventas brutas:	- 1,040.00
de donde:	
	\$ 8,743.00
	<u>- 1,040.00</u>
<u>Utilidad neta:</u>	\$ 4,453.00

RENTABILIDAD (R)

Al igual que en el proceso anterior.

$$R = \frac{\$4,453.00 \times 360}{\$3,568,400.00 + \$566,306.00} \times 100$$

$$R = \frac{\$ 1,603,080.00}{\$ 4,134,706.00} \times 100$$

$$R = 38.77\%$$

Al igual que en el proceso anterior.

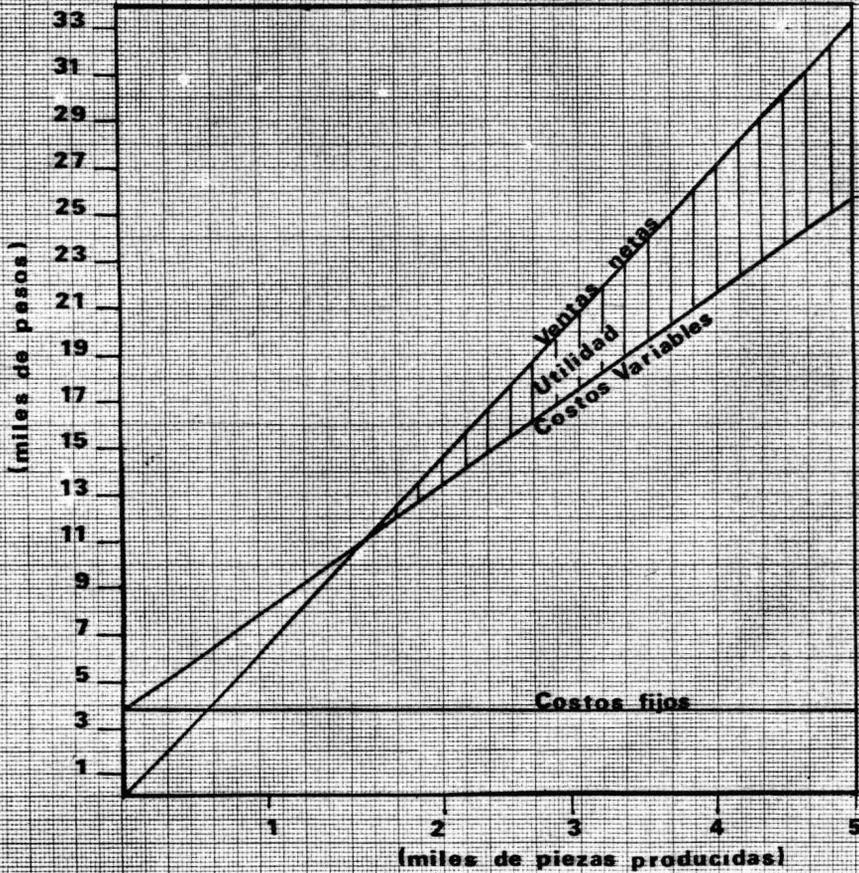
El tiempo de recuperación de la inversión será:

$$T = \frac{\$3,568,400.00 + \$ 566,306.00}{\$4,453.00 \times 360 + \$356,800.00}$$

$$T = \frac{\$ 4,134,706.00}{\$ 1,959,880.00}$$

$$T = 2.11 \text{ años}$$

DIAGRAMA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA ELABORACION DE CREMA



Costos fijos	\$ 3,819.00
Costos variables	\$ 21,938.00
Ventas netas	\$ 34,460.00

c).- Cálculo económico para la elaboración de queso "San José".

Inversión fija.

Datos sobre el equipo de proceso.

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Báscula de recibo de 500 Kgs.	\$ 25,000.00.
1	Tanque de recibo de 1,000 lts.	5,000.00.
1	Filtro doble de 3,500 l/h.	20,000.00.
4	Bombas centrífugas de 3,500 l/h.	40,000.00.
1	Clarificador centrífugo 3500 l/h	75,000.00.
1	Pre-enfriador de placas 3500 l/h	45,000.00.
2	Tanques termos de leche de 10,000 lts. de capacidad c/u.	120,000.00.
1	Pasteurizador de placas de 3,500 l/h.	200,000.00.
1	Descremadora	100,000.00.
1	Tanque de recibo de crema con - agitador de 2,000 lts.capacidad	15,000.00.
1	Tanque de recibo de suero de -- 10 000 lts.	30,000.00.
1	Homogenizador de 3,500 l/h.	60,000.00.
3	Tinas de cuajado.	90,000.00.
4	Mesas de salado.	12,000.00.
1	Equipo de prensado.	<u>3,000.00.</u>
		\$ 840,000.00.

Equipos Auxiliares.

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Caldera integral de 70 cc.	\$ 100,000.00.
1	Equipo de tratamiento de agua para la caldera.	5,000.00.
1	Equipo de tratamiento de agua para la planta.	30,000.00.
1	Equipo de tubería y conexiones auxiliares.	70,000.00.
1	Subestación eléctrica	60,000.00.
1	Unidad de refrigeración	60,000.00.
1	Unidad para lavado de botes.	<u>9,000.00.</u>
		\$ 334,000.00.
de Donde:		840,000.00.
		<u>+ 334,000.00.</u>
<u>Costo total del equipo de proceso:</u>		\$ 1.174,000.00.

Montaje e instalación del equipo. Se calculó como el 30% del valor del costo del equipo. 350,000.00.

<u>Instalación eléctrica.</u> Se tomó a razón de (\$1,200.00/HP instalado) x 70 HP	\$ 84,000.00
<u>Aislamiento.-</u> Se tomó el 5% del costo - del equipo.	59,000.00
<u>Terreno.</u>	75,000.00
<u>Obra Civil.</u> - (Incluyendo los honorarios- de los contratistas).	463,000.00
<u>Ingeniería de detalle.-</u> Se tomó el 5% del costo total del equipo.	59,000.00
<u>Imprevistos.-</u> Se tomó el 15% del costo de- la Obra Civil.	69,400.00
<u>Equipos de Oficina.-</u>	15,000.00
<u>Equipo de laboratorio.-</u> (Incluyendo los re- activos analíticos).	25,000.00
<u>Camión de transporte.-</u>	130,000.00

Camionetas de reparto (cinco) \$ 350,000.00

\$1.679,400.00

De donde:

1.174,000.00

+ 1.679,400.00

INVERSION FIJA:

\$ 2.853,400.00

COSTOS DE PRODUCCION

(Todos se refieren a un turno de trabajo).

Costos Variables:

<u>Materia prima.</u> - Se procesan 10,000 lts. de leche diarios a razón de \$2.00/lt.	\$ 20,000.00
<u>Grasa vegetal.</u> - Se requieren 300 Kgs. de grasa vegetal a \$10.00/Kg.	3,000.00
<u>Energía Eléctrica.</u> - Se requieren 424 KWh a razón de \$0.3/KWh.	127.00
<u>Vapor.</u> - Se calculó con la siguiente relación ($\$0.40/\text{lt diesel} \times (8\text{hr}/\text{día}) \times (74 \text{ lts. diesel}/\text{hr.})$)	236.00
<u>Agua.</u> - Se tomó una relación de 10 lts.de agua por lt.de leche, equivalentes a 100 m3 de agua para proceso y si el m3 es a \$0.3, tenemos:	30.00
<u>Materiales de consumo.</u>	55.00
<u>Empaque.</u> - Para 65 unidades, se estima que el precio de empaque es de \$2.00 c/u.	<u>130.00</u>
<u>Costos Variables:</u>	<u>\$ 23,578.00</u>

Costos Fijos.

Mano de Obra Directa.- Se requieren 5 obreros con un sueldo de \$35.00 diarios c/u y un supervisor de producción con sueldo de \$167.00, diarios. \$ 342.00.

Mantenimiento.- Se requieren 2 mecánicos especializados con sueldo de \$80.00 diarios c/u. 160.00.

Ventas.- Se requieren 5 vendedores con sueldo de \$200.00 diarios, c/u. 1,000.00.

Compras.- Un chofer consuelo de \$40.00 diarios. 40.00.

Laboratorio.- Se requiere de un laboratorista con sueldo de \$65.00 diarios. 65.00.

Administración.- Se requiere de un gerente general con sueldo de \$230.00 diarios y de 2 secretarias con sueldo de \$40.00 diarios, c/u. 310.00.

\$ 1,917.00.

Otros gastos de administración.- Correos, teléfonos, papelería, vigilancia, etc. 275.00.

<u>Prestaciones al personal.-</u> Aproximadamente - el 35% de la nómina.	\$ 670.00
<u>Depreciación de la Obra Civil.-</u> Se tomó el 3% del costo de la Obra Civil, anual, para- un día, será de:	37.00
<u>Depreciación de la maquinaria.-</u> 5% anual del costo del equipo, para un día será de:	129.00
<u>Seguros y fianzas.-</u> 0.2% sobre el valor de - la maquinaria (anual) para un día será de:	65.00
<u>Mantenimiento para el equipo.</u>	200.00
<u>Gasolina.</u>	<u>300.00</u>
	\$ 1,676.00
de donde:	1,917.00
	<u>+ 1,676.00</u>
<u>Costos fijos.-</u>	\$ 3,593.00
y por lo tanto:	23,578.00
	<u>+ 3,593.00</u>
COSTO TOTAL DE LA PRODUCCION:	\$ 27,171.00

Capital de trabajo.

Inversión en materia prima. Por concepto -
de leche se tomó el equivalente a 10,000 -
lts. procesados en un día al precio de com
pra. \$ 20,000.00

Por concepto de empaque.- Se tomó el equi-
valente al consumo de un año, que es el --
stock que se tiene en el almacén de mate--
rias primas. 40,150.00

+ Inversión de producto en proceso. (se to-
mó el equivalente a un día de producción). 27,171.00

+ Inversión de producto terminado.- Se to-
mó el equivalente a 10 días de producción -
al precio de venta. 244,400.00

+ El equivalente a un día de producción de-
crema vendida a granel. 10,000.00

+ Crédito otorgado a clientes.- Equivalente a 15 días de producción valuados al precio de venta (tanto del queso como de la crema vendida a granel como subproducto). \$516,000.00

+ Caja.- Equivalente a 8 días de producción valuados al costo de producción 217,168.00

- Crédito otorgado por los proveedores.
Se tomó el equivalente a 8 días de producción valuados al precio de compra de materia prima (leche). 160,000.00

CAPITAL DE TRABAJO. \$ 915,721.00

El capital de trabajo se estimó como 1/12 del costo total de producción. 2,250.00

RENTABILIDAD (R)

Del balance de material, se obtienen aproximadamente -- 9,700 lts. de leche descremada (a una concentración de 0.05 de materia grasa y 3.2 de contenido protéico) y -- 300 Kgs. de grasa butírica para 10,000 lts. de leche --

\$ 34,400.00.

Menos los impuestos sobre ingresos mercantiles que se estimaron como el 3% de las ventas brutas:

\$- 1,020.00.

\$ 33,380.00.

Menos el costo de producción:

\$- 27,171.00.

Utilidad bruta:

\$ 6,209.00.

Menos los impuestos que se estimaron --
como el 42% de la utilidad bruta:

\$ - 2,600.00.

Utilidad neta:

\$ 3,609.00.

RENTABILIDAD (R)

Al igual que en los procesos anteriores.

$$R = \frac{\$3,609.00 \times 360}{\$2,853,400.00 + \$915,721.00}$$

$$R = \frac{\$1,299,240.00}{\$3,764,121.00}$$

$$R = 34.5\%$$

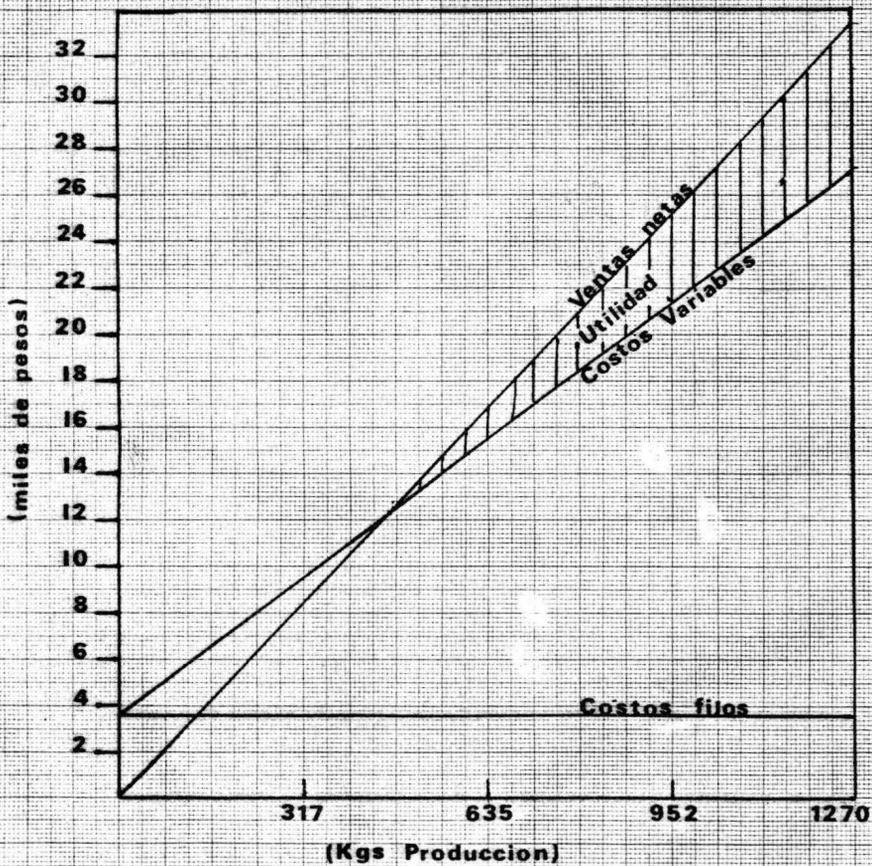
El tiempo de recuperación de la inversión es:

$$T = \frac{\$ 2.853,400.00 + \$915,721.00}{(\$3,609.00 \times 360) + \$285,340.00}$$

$$T = \frac{\$ 3.769,121.00}{\$ 1.584,580.00}$$

$$T = 2.4 \text{ años.}$$

**DIAGRAMA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA
ELABORACION DE QUESO "SAN JOSE"**



Costos fijos	\$ 3,593.00
Costos variables	\$23,578.00
Ventas netas	\$33,800.00

d).- Cálculo económico para el proceso simultáneo en la elaboración de queso "San José" y crema.

Inversión fija.

Datos sobre el equipo de proceso.

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Báscula de leche de 500 Kgs.	\$ 25,000.00
1	Tanque de recibo de 1,000 lt.	5,000.00
5	Bombas centrífugas de 3500 l/h	50,000.00
1	Filtro doble de 3500 l/h	20,000.00
1	Clarificador centrífugo de -- 3500 l/h	75,000.00
1	Pre-enfriador de placas de -- 3,500 l/h	45,000.00
2	Tanques termo de leche con 10,000 litros de capacidad c/u.	120,000.00
1	Cambiador de calor de placas de- 3,500 l/h.	45,000.00
1	Descremadora de 3,500 l/h	100,000.00
2	Tanques de recibo de crema con - agitador y de 2,000 lts. de capa cidad c/u.	15,000.00

<u>UNIDADES</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>COSTO</u>
1	Pasteurizador de placas de 3500 l/h.	\$ 200,000.00
1	Homogenizador de 3,500 l/h	60,000.00
1	Tanque de recibo de suero de- 10,000 lts.	30,000.00
1	Equipo de prensado.	3,000.00
3	Tinas de cuajado.	
4	Mesas de salado	12,000.00
1	Envasadora	<u>580,000.00</u>
		\$1.475,000.00

Equipos Auxiliares.

1	Caldera integral de 70 cc.	100,000.00
1	Equipo de tratamiento de agua para la caldera.	5,000.00
1	Equipo de tratamiento de agua para la planta.	30,000.00
1	Equipo de tubería y conexiones	70,000.00
1	Subestación eléctrica	60,000.00
1	Unidad de refrigeración	60,000.00

<u>UNIDADES</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>C O S T O</u>
1	Unidad para el lavado de botes	\$ 9,000.00
		<hr/>
		\$ 334,000.00
De donde:		
		1.475,000.00
		+ <u>334,000.00</u>
	<u>Costo total del equipo de proceso:</u>	\$ 1.809,000.00
 <u>Montaje e instalación del equipo.</u> Se -- calculó como el 30% del valor total del equipo. 540,000.00		
 <u>Instalación eléctrica.</u> - Se tomó a razón de (\$1,200.00/HP instalado) x 70 HP 84,000.00		
 <u>Aislamiento.</u> - Se tomó como el 15% del - costo del equipo. 900,000.00		
 <u>Terreno</u> 75,000.00		
 <u>Obra Civil.</u> - (Incluyendo los honorarios- de los contratistas). 463,000.00		

C O S T O

<u>Ingeniería de detalle.</u> - Se tomó el 5% del costo total del equipo.	\$ 900,000.00
<u>Imprevistos.</u> - Se tomó el 15% del costo de la Obra Civil.	69,400.00
<u>Equipo de Oficina.</u>	15,000.00
<u>Equipo de laboratorio.</u> (Incluyendo los -- reactivos analíticos)	25,000.00
<u>Camión de transporte.</u>	130,000.00
<u>Camionetas de reparto.</u> (cinco)	350,000.00
<u>Cajas de plástico para empacuetar la crema</u> 10,000 x \$10.00	<u>16,000.00</u>
	\$3.567,400.00
De donde:	1.809,000.00
	<u>+ 3.567,400.00</u>
<u>Inversión Fija.</u>	<u>\$ 5.376,400.00</u>

COSTOS DE PRODUCCION.

Costos Variables.

C O S T O

<u>Materia prima.</u> - Se procesan 10,000 lts. de leche diarios a razón de \$2.00/lt. \$	20,000.00.
<u>Energía Eléctrica.</u> - Se requieren 424 KWh a razón de \$0.3/KWh.	127.00.
<u>Vapor.</u> - Se calculó con la siguiente rela- ción (\$0.40/lt diesel)x(8hr/día)x(74 lts. diesel/hr.)	236.00.
<u>Agua.</u> Se tomó una relación de 10 lts. de- agua/litro leche, equivalentes a 100 m3 - de agua para proceso, y si el m3 está a - \$0.3, tenemos :	30.00.
<u>Materiales de consumo.</u>	55.00.
<u>Empaque.</u> - Se tomó un consumo de 5,000 pzas. para la crema a razón de \$0.25 c/u. El empa- que para el queso se estimó en \$2.00 c/u. pa- ra 65 unidades diarias.	<u>1,080.00.</u>
<u>Costos Variables:</u>	\$ 21,528.00.

Costos Fijos:

C O S T O

Mano de Obra Directa.- Se requieren 5 -
obreros con sueldo de \$35.00 diarios c/u
y un supervisor de producción con sueldo
de \$167.00 diarios. \$ 342.00

Mantenimiento. Se requieren 2 mecánicos-
especializados con sueldo de \$80.00 dia-
rios c/u. 160.00

Ventas.- Se requieren 5 vendedores con -
sueldo de \$200.00 diarios cada uno. 1,000.00

Compras.- Se requiere un chofer con suel-
do de \$40.00 diarios. 40.00

Laboratorio. Se requiere de un laborato-
rista con sueldo de \$65.00 diarios. 65.00

Administración. Se requiere de un gerente
general, con sueldo de \$230.00 diarios y-
de 2 secretarias con sueldo de \$40.00 dia-
rios cada una. 310.00

\$ 1,917.00

C O S T O S

<u>Otros gastos de administración.-</u> Correos, teléfonos, papelería, vigilancia, etc.	\$ 275.00
<u>Prestaciones al personal.-</u> Aproximada- mente el 35% de la nómina.	670.00
<u>Depreciación de la Obra Civil.-</u> Se tomó- el 3% del costo total de la Obra Civil -- anual; para un día, será de:	37.00
<u>Depreciación de la maquinaria.-</u> Se tomó- el 5% anual, sobre el costo del equipo; - para un día será de:	230.00
<u>Seguros y Fianzas.-</u> Se tomó el 0.2% sobre el valor de la maquinaria (anual); para -- día será de:	90.00
<u>Mantenimiento del equipo.</u>	200.00
<u>Reposición de canastillas.</u>	100.00

C O S T O S

<u>Gasolina.</u>	\$ 300.00
	<hr/>
	\$ 1,902.00
De donde:	
	1,902.00
	<hr/>
	+ 1,917.00
<u>Costos Fijos:</u>	\$ 3,819.00
Y por lo tanto:	21,528.00
	<hr/>
	+ 3,819.00
<u>Costo Total de Producción:</u>	\$25,347.00

Capital de trabajo:

Inventario de materia prima. Por concepto de leche se tomó el equivalente a 10,000-lts. procesados en un día al precio de -- compra \$ 20,000.00

Por concepto de empaque.- Para el empaque de crema se tomó un stock equivalente a - un mes de producción. 37,500.00

C O S T O S

<u>Para el empaque de queso</u> se tomó el equivalente al consumo de un año.	\$ 40,150.00
<u>+ Inventario del producto en proceso.-</u> Se tomó el equivalente a un día de producción al costo de producción.	25,347.00
<u>+ Inventario de producto terminado.</u> Se tomó el equivalente a un día de producción de crema valuado al precio de venta.	152,000.00
Se tomó el equivalente a 10 días de <u>producción de queso</u> , valuado al precio de venta.	244,400.00
<u>+ Crédito otorgado a clientes.-</u> Se tomó el equivalente a 15 días de producción, <u>valuados</u> al precio de venta.	624,000.00
<u>+ Caja.-</u> Equivalente a 6 días de <u>producción</u> valuados al costo de producción.	202,776.00

C O S T O S

- Crédito otorgado por los proveedores.-

Se tomó el equivalente a 8 días de producción valuados al precio de compra de materia prima.

\$ 160,000.00

Capital de Trabajo:

\$1.186,173.00

ESTIMADO DE LA RENTABILIDAD (R)

Del Balance de material, se obtienen de los 10,000 lts. de leche de proceso, se obtienen 1,130 lts. de crema al 30% de grasa butírica (correspondientes a 300 Kgs. de - grasa butírica 100%), y 9,700 lts. de leche descremada, que procesados para la obtención de queso, equivalen a 1,270 kgs. de queso terminado con la grasa vegetal.

Ventas diarias (ventas brutas)

Queso "San José"

1,270 Kgs x \$20.00/Kg.

\$ 24,400.00

C O S T O S

Crema al 30% de grasa butírica en 1/4 de lt. \$3.80 1/4 de lt. x 4,500 pzas. de -- 1/4.	\$ 17,200.00
	<u> </u>
	\$ 41,600.00
Menos ingresos mercantiles que se estimaron como el 3% de las ventas brutas.	- 1,250.00
	<u> </u>
	\$ 40,350.00
Menos costo de producción	- 25,347.00
	<u> </u>
<u>Utilidad bruta:</u>	\$ 15,003.00
Menos los impuestos que se estimaron como el 42% de las utilidades brutas	- 6,300.00
	<u> </u>
<u>Utilidad neta total:</u>	\$ 8,703.00

RENTABILIDAD (R)

En forma semejante a los procesos anteriores, tenemos que:

$$R = \frac{\$8.703.00 \times 360}{\$5.376,400.00 + \$ 1.186,173.00} \times 100$$

$$R = \frac{\$ 3.133,080.00}{\$ 6.562,573.00} \times 100$$

$$R = 55.7\%$$

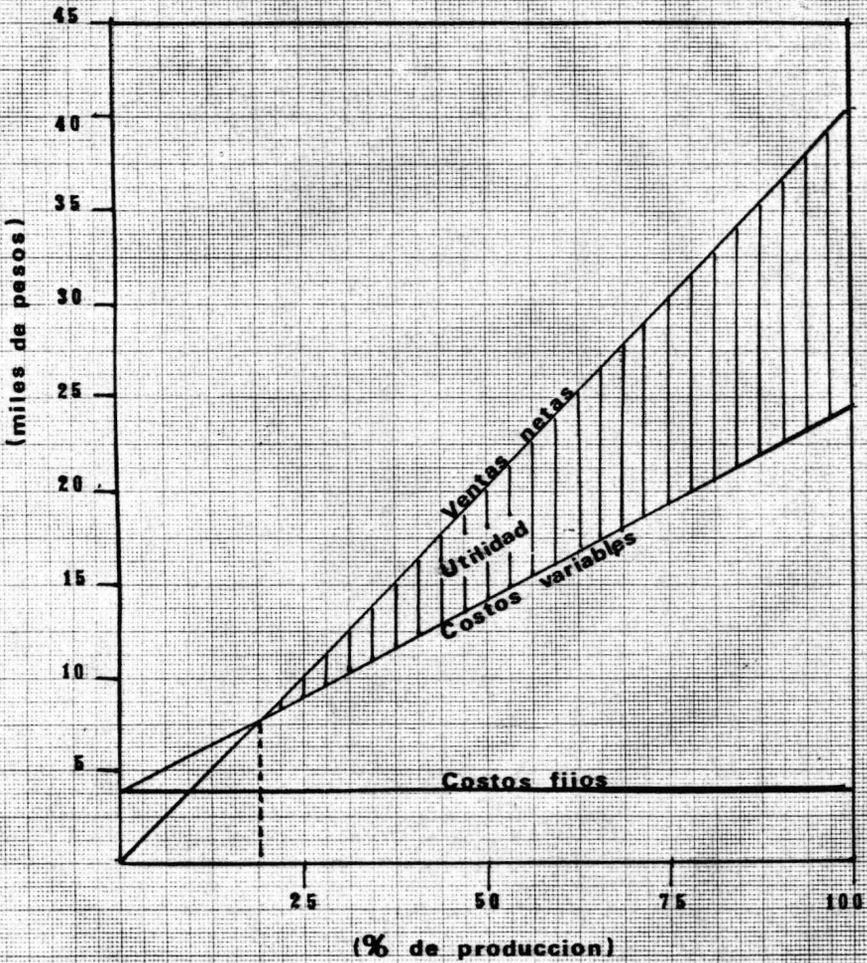
El tiempo de retorno de la inversión, será:

$$T = \frac{\$5.376,400.00 + \$ 1.118,173.00}{\$3.133,080.00 + \$ 537,640.00}$$

$$T = \frac{\$6.562,573.00}{\$3.670,720.00}$$

$$T = 1.79 \text{ años.}$$

**DIAGRAMA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA ELABORACION
CREMA Y QUESO "SAN JOSE"**



e).- Conclusiones sobre el Cálculo Económico.

Después de haber realizado las evaluaciones económicas para cada proceso, se obtuvieron los siguientes resultados:

	<u>Rentabilidad</u>	<u>Retorno de la In-</u> <u>versión</u>
<u>Pasteurización de leche</u>	<u>20%</u>	<u>3.4 años</u>
<u>Queso Sierra</u>	<u>31.2%</u>	<u>2.6 años</u>
<u>Crema</u>	<u>38.7%</u>	<u>2.1 años</u>
<u>Queso "San José"</u>	<u>34.5%</u>	<u>2.4 años</u>
Elaboración simultánea- de crema y queso "San - José"	<u>55.7%</u>	<u>1.79 años</u>

Como se puede ver de la tabla anterior, en el proceso de elaboración simultánea de crema y de queso -- "San José", tenemos una rentabilidad del 55.7% y un tiempo de retorno de la inversión de 1.79 años, el cual resultó más costeable, por lo que se concluye que en fun--

ción de la disponibilidad de materia prima, así como de -
la demanda de los productos terminados la producción se -
debe canalizar hacia estos productos.

CAPITULO IX

CONCLUSIONES GENERALES:

Con el objeto de cubrir en forma total una de -- las principales necesidades del pueblo mexicano, como -- es la alimentación, la Industria de los Alimentos; y en este caso, la Industria Lechera, tiene que volverse sumamente técnica y casi enteramente mecanizada. Se considera, en la época actual, como una de las más grandes industrias en nuestro país, ya que representa inversiones de varios cientos de miles de pesos.

Los requisitos sumamente estrictos implantados -- por las dependencias oficiales, como es el caso de la -- Secretaría de Salubridad y Asistencia, así como por par te de la Secretaría de Industria y Comercio, aunado a -- los múltiples procesos indispensables para el tratamiento de la leche y sus derivados, requieren muchos tipos de equipo especializado, además de maquinaria común y --

corriente. La mayor parte de las operaciones a que se somete la leche tiene que ver con su calentamiento o enfriamiento y, por ende, con el uso de la fuerza motriz. Los controles exactos de los distintos procesos y las operaciones más eficientes han sido necesarios, con el fin de poder cubrir la demanda del pueblo mexicano. Es por ésto que la gran mayoría de los procesos tienda a hacerse en forma continúa, de acuerdo con la tendencia moderna.

La intención de este trabajo ha sido la de reunir toda la información posible relacionada con la parte técnica de la Industria Lechera, en una hora fácil de entender, así como un breve estudio económico de la misma, para presentar a la Comunidad de San José de Gracia, la necesidad tanto industrial como económica de formar plantas agropecuarias, con el fin de explotar más eficazmente los recursos naturales de la región.

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

- 1.- CIENCIA DE LA LECHE. PRINCIPIOS DE LA TECNICA LECHE
RA.- Charles Alais. Traducido por Antonio Lacasa G.
Cía. Editorial Continental,S.A. (1970).

- 2.- INGENIERIA PARA LA INDUSTRIA LECHERA.
A. W. Farrall. Traducido por Ramón Palazón.
Editorial Herrero. (1963).

- 3.- PRINCIPIOS DE REFRIGERACION.
Roy J. Dossat. Traducido por Lionel Dignowity.
Cía. Editorial Continental,S.A. (1963).

- 4.- CHEESE MAKING SYSTEMS.
Rolf Henden. Cía. Alfa-Laval. (1972).

- 5.- CHEMICAL ENGINEERING COST ESTIMATION.
Robert S. Aries & Robert D. Newton.
Mc Graw Hill Book,Co. N.Y. (1955).

- 6.- LA LECHE, SU PRODUCCION Y PROCESOS INDUSTRIALES.
Henry F. Judkins & Harry A. Keener.
Traducción por Alfonso Vasseur Walls.
Editorial Continental, S.A. (1962).

- 7.- CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK
John H. Perry. 4a. edición.
Mc Graw Hill Book, Co. N.Y.

- 8.- PROCESS HEAT TRANSFER
Donald O. Kern.
Mc Graw Hill Book, Co. Inc. N.Y. (1970)

- 9.- FLOW OF FLUIDS THROUGH VALVES, FITTINGS AND PIPE.
Engineering Division CRANE.
Crane, Co. 10a. edición. (1969)

- 10.- ELABORACION DE QUESO.
Minut Juan.
Editorial Ateneo.- (1951).

- 11.- LA INDUSTRIA LECHERA EN MEXICO
Mario Ramos Córdoba.
Food Technology. Junio de 1970. (1970).

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

	Calor específico	Gravedad específica
	B.t.u./lb./°F.	
Aire	0.243	0.0012
Aluminio	0.218	2.56
Crema	0.56	0.86-0.87
Queso (Cheddar)	0.64	
Cobre	0.093	8.93-8.95
Leche evaporada 50° F.	0.92	1.0552
Crema al 40%	0.58-1.105 *	0.995
Gelatina		1.27
Helado mezclado	0.80	1.05-1.09
Hierro	0.119	7.85-7.88
Níquel	0.109	8.60-8.90
Leche condensada	0.94	1.16
Leche descremada	0.95	1.037
Azúcar	0.27	1.61
Agua	1.00	1.00
Vapor a 212° F.	0.47	0.000596
Leche entera	0.93-0.94	1.028-1.035
Madera (encino)	0.42	0.60-0.90

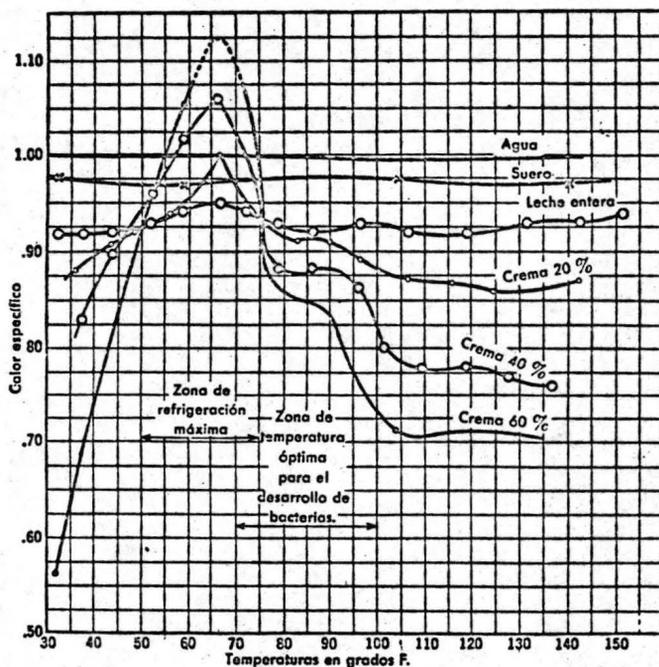


FIG. 1. El calor específico de productos lácteos.

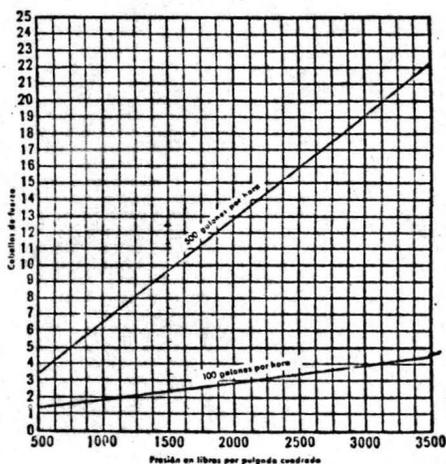


Fig. 138. Efecto de la presión en la operación de las homogenizadoras sobre la necesidad de fuerza motriz.

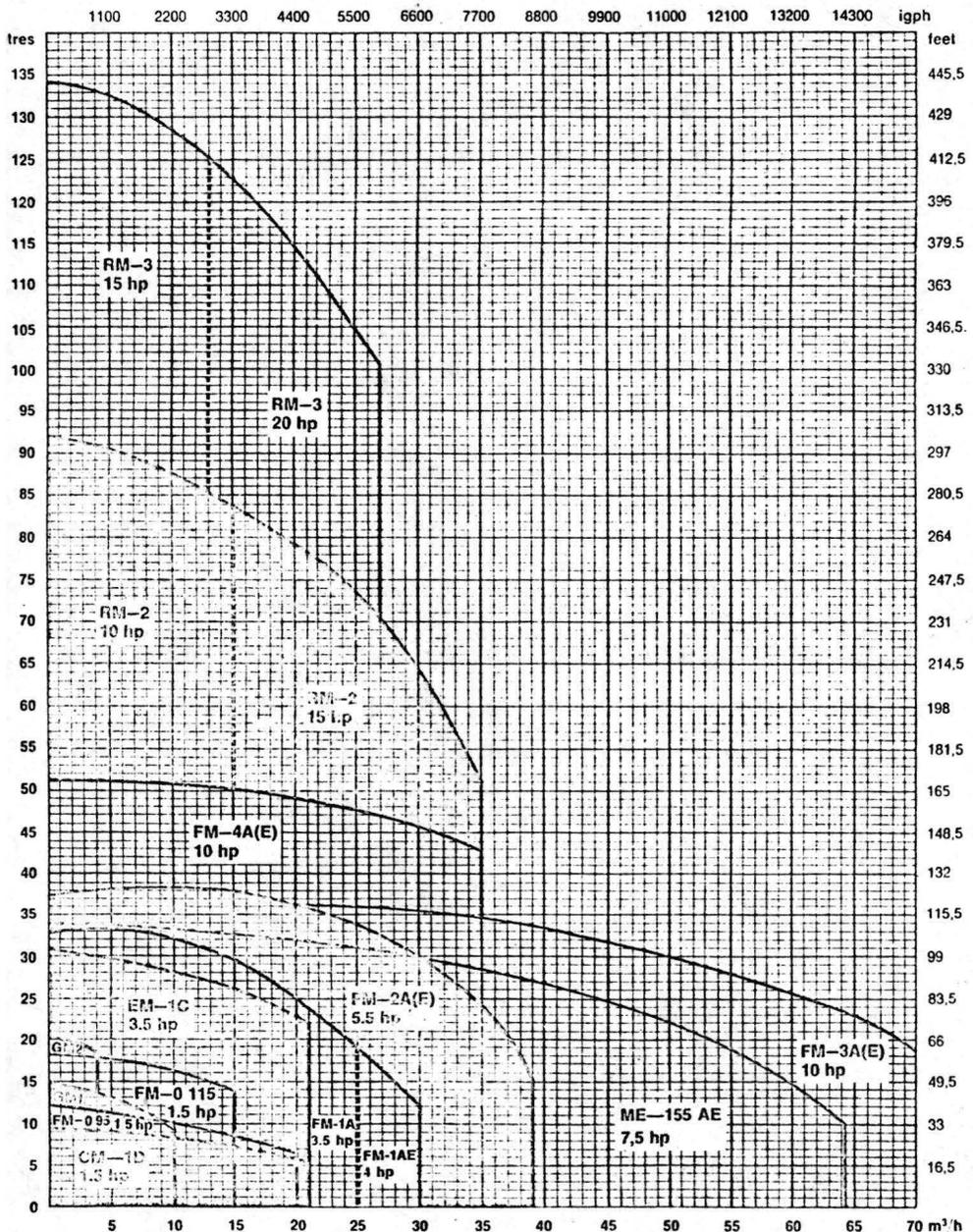
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA LECHE Y LA CREMA DE DISTINTOS PORCENTAJES

Porcentaje de grasa	Gravedad específica						
0.025	1.037	11	1.024	21	1.012	31	1.003
1	1.036	12	1.022	22	1.011	32	1.002
2	1.035	13	1.020	23	1.010	33	1.001
3	1.034	14	1.019	24	1.009	34	1.000
4	1.032	15	1.018	25	1.008	35	0.999
5	1.031	16	1.017	26	1.008	36	0.999
6	1.030	17	1.016	27	1.007	37	0.998
7	1.029	18	1.015	28	1.006	38	0.997
8	1.027	19	1.014	29	1.005	39	0.996
9	1.026	20	1.013	30	1.004	40	0.995
10	1.025						

DENSIDAD DE LECHE Y CREMAS DE VARIAS COMPOSICIONES

Grasa %	Sólidos no-grasos %	Total sólidos %	Gravedad específica a 68° F.	Libras por galón
3.0	8.33	11.33	1.034	8.61
3.5	8.60	12.10	1.033	8.60
4.0	8.79	12.79	1.032	8.59
4.5	8.95	13.45	1.032	8.58
5.0	9.10	14.10	1.031	8.58
20.0	7.13	27.13	1.013	8.43
30.0	6.24	36.24	1.004	8.36
40.0	5.35	45.35	0.995	8.28
50.0	4.50	54.50	0.980	8.17

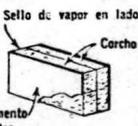
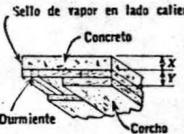
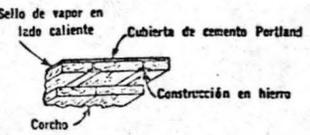
tal head water column



Flow rate

TABLA 10-3. COEFICIENTES DE TRANSMISION DE CALOR (U) PARA CUARTOS DE ALMACENAMIENTO FRIO (Sistema inglés)

Btu por hora, por pie² y por °F de diferencia de temperatura entre caras.
Velocidad del viento, 15 mph.

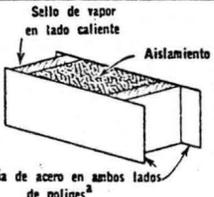
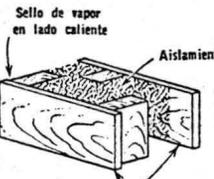
	Espesor de la pared piso o techo, X plg	Espesor del aislamiento, Y plg						
		2	3	4	5	6	7	8
Partición autoportada*								
	Partición en corcho	0.13	0.089	0.069	0.056	0.047	0.041	0.036
Piso*								
	Losas, 2	corcho^a						
	Acabado, 2	0.12	0.087	0.067	0.055	0.046	0.040	0.035
	Losas, 5	corcho^a						
	Acabado, 3	0.12	0.084	0.066	0.054	0.046	0.040	0.035
	Losas, 6	corcho^a						
	Acabado, 4	0.11	0.083	0.065	0.054	0.045	0.039	0.035
	Espuma de vidrio*							
	Losas, 2	0.15	0.11	0.087	0.071	0.060	0.053	0.046
	Acabado, 2	Espuma de vidrio*						
	Losas, 5	0.15	0.11	0.084	0.070	0.059	0.052	0.046
Acabado, 3	Espuma de vidrio*							
Losas, 6	0.14	0.10	0.083	0.069	0.059	0.051	0.045	
Acabado, 4	Espuma de vidrio*							
Techo*								
	Concreto, 4	0.12	0.089	0.069	0.056	0.048	0.042	0.036
	Concreto, 8	0.12	0.086	0.067	0.055	0.047	0.041	0.036
Techo*								
	Madera 2 1/2 (real)	0.11	0.082	0.064	0.053	0.045	0.039	0.035
Techo*								
		0.13	0.092	0.072	0.059	0.050	0.043	0.038

* Estos valores pueden también usarse para pisos en tierra.

* Superficie de conductancia para aire tranquilo, 1.65, usado en ambos lados.

Sistema inglés

TABLA 10-2. COEFICIENTES DE TRANSMISION DE CALOR (U) PARA CUARTOS DE ALMACENAMIENTO FRIO
Btu por hora, por pie² y por °F de diferencia de temperatura entre caras
Velocidad del viento, 15 mph.

Tipo de construcción	Material aislante	Espesor del aislamiento (plg)						
		3½	5½	2	3	4	5	6
 <p>Sello de vapor en lado caliente</p> <p>Aislamiento</p> <p>Tabla de 1 plg en ambos lados de polines^a</p>	Corcho granulado	0.079	0.055					
	Lana de roca o palco	0.072	0.050					
	Aserrín	0.097	0.069					
	Tabla de corcho	-----	-----	0.11	0.084	0.067	0.055	0.047
 <p>Sello de vapor en lado caliente</p> <p>Aislamiento</p> <p>Lámina de acero en ambos lados de polines^a</p>	Relleno de lana de roca o vidrio	0.084	0.055		0.100	0.077	0.062	0.052
 <p>Sello de vapor en lado caliente</p> <p>Aislamiento</p> <p>Tabla de 1 plg en ambos lados de polines de 2 plg x 4 plg, a 16 plg c^b</p>		Espesor del aislamiento (plg)						
		Material aislante	8	10	12			
		Corcho granulado	0.040	0.033	0.027			
		Lana de roca o palco	0.036	0.029	0.025			
	Aserrín	0.051	0.042	0.035				

NOTES:

^a Coeficientes corregidos para polines de 2 x 4 o 2 x 6 con centros a 16 plg

^b Coeficientes corregidos para polines de 2 x 4

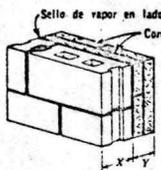
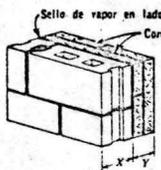
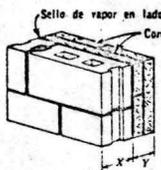
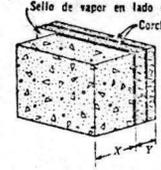
^c Espesor real 35/32 plg

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

Sistema métrico decimal

TABLA 10-1. COEFICIENTES DE TRANSMISION DE CALOR (U) PARA CUARTOS DE ALMACENAMIENTO FRIO

Kcal por hora, por m² y por °C de diferencia de temperatura entre caras.
Velocidad del viento, 24 kph.

	Espesor de la pared, X cm	Espesor del aislamiento, Y cm						
		5	7.6	10.2	12.7	15.2	17.8	20.3
	Bloque de concreto, 20	0.58	0.414	0.322	0.263	0.224	0.195	0.170
	Bloque de concreto, 30	0.58	0.405	0.317	0.258	0.214	0.190	0.170
	Bloque de ceniza, 20	0.53	0.395	0.312	0.253	0.219	0.190	0.165
	Bloque de ceniza, 30	0.53	0.385	0.307*	0.253	0.214	0.190	0.165
	Tabique ordinario, 20	0.53	0.395	0.312	0.258	0.219	0.190	0.165
	Tabique ordinario, 30	0.48	0.370	0.297	0.244	0.209	0.185	0.165
	Azulejo de barro, 10	0.58	0.414	0.322	0.263	0.224	0.195	0.170
	Azulejo de barro, 15	0.53	0.395	0.312	0.258	0.219	0.190	0.170
	Azulejo de barro, 20	0.53	0.395	0.312	0.253	0.219	0.190	0.165
	Concreto, 15	0.63	0.434	0.336	0.273	0.229	0.200	0.175
	Concreto, 20	0.58	0.424	0.331	0.268	0.229	0.195	0.175
	Concreto, 25	0.58	0.419	0.326	0.268	0.224	0.195	0.170
	Concreto, 30	0.58	0.414	0.322	0.263	0.224	0.195	0.170

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

TABLA 10-18. GANANCIA DE CALOR DE PARED
(btu por pie² por 24 h)

Aislamiento		Diferencia de Temperatura (Temperatura ambiente menos Temperatura del refrigerador), F																	
Corecho o equivalente plg		1	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
3	2.4	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	264	267	288	
4	1.8	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198	207	216	
5	1.44	58	65	72	79	87	94	101	108	115	122	130	137	144	151	159	166	173	
6	1.2	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	
7	1.03	41	46	52	57	62	67	72	77	82	88	93	98	103	108	113	118	124	
8	0.90	36	41	45	50	54	59	63	68	72	77	81	86	90	95	99	104	108	
9	0.80	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	
10	0.72	29	32	36	40	43	47	50	54	58	61	65	68	72	76	79	83	86	
11	0.66	26	30	33	36	40	43	46	50	53	56	60	63	66	69	73	76	79	
12	0.60	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	
13	0.55	22	25	28	30	33	36	39	41	44	47	50	52	55	58	61	63	66	
14	0.51	20	23	26	28	31	33	36	38	41	43	46	49	51	54	56	59	61	
Un Cristal	27.0	1080	1220	1350	1490	1620	1760	1890	2030	2160	2290	2440	2560	2700	2840	2970	3100	3240	
Dos Cristales	11.0	440	500	550	610	660	715	770	825	880	936	990	1050	1100	1160	1210	1270	1320	
Tres Cristales	7.0	280	320	350	390	420	454	490	525	560	595	630	665	700	740	770	810	840	

TABLA 10-4. CONDUCTIVIDAD TERMICA DE LOS MATERIALES
EMPLEADOS EN CUARTOS DE ALMACENAMIENTO FRIO
(Sistema inglés)

Material	Conductividad Térmica (k) (Btu por h por pie ² por °F por plg de espesor)	Conductancia Térmica (C) (Btu por h por pie ² por °F por espesor de prueba)	Autoridad para las Columnas 2a. y 3a.	Conductividad Térmica Práctica* (A) (Btu por h por pie ² por °F por plg de espesor)
Tabique, común	5.0	—	1	—
Cemento	8.0	—	1	—
Concreto	12.0	—	1	—
Bloque agregado de ceniza de 8 plg	—	0.60	1	—
Bloque de agregado de ceniza de 12 plg	—	0.53	1	—
Bloque de agregado de grava de 8 plg	—	1.0	1	—
Bloque de agregado de grava de 12 plg	—	0.80	1	—
Placa de corcho	0.28	—	2	0.30
Corcho, granulado grueso	0.31	—	2	0.34
Espuma de vidrio	0.40	—	4	0.40
Lana de vidrio, densidad 1.5 lb por pie ³	0.27	—	1	0.30
Placa de lana mineral	0.33	—	3	0.36
Lana de palco Redwood	0.26	—	1	0.29
Lana de roca, densidad 10.0 lb por pie ³	0.27	—	1	0.30
Aserrín de varias maderas	0.41	—	2	0.45
Azulejo, arcilla hueca, 4 plg	—	1.0	1	—
Azulejo, arcilla hueca, 6 plg	—	0.64	1	—
Azulejo arcilla hueca, 8 plg	—	0.60	1	—
Madera, pino amarillo o abeto	0.80	—	1	—

TABLA 10-16. EQUIVALENTE CALORIFICO DE OCUPANTES

Sistema métrico decimal

Temperatura del enfriador °C	Calor Equivalente/Persona Kcal/h
10.0	181.44
4.44	211.68
- 1.11	239.40
- 6.67	264.60
-12.1	302.40
-17.8	327.60
-27.55	352.86