

J-27

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**



---

---

**ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PRODUCTORA**  
**DE LECHE CONCENTRADA ULTRAPASTEURIZADA**

**T E S I S**

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

**FERNANDO JOSE CASTILLA GARCIA**

**México, D. F.**

**15832**

**1979**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## I N D I C E

### ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE LECHE CONCENTRADA ULTRA - PASTEURIZADA.

		Pag.
CAP. I.-	Introducción .....	3
CAP. II.-	Preservación de Alimentos.....	6
	2.1 Propósito.....	6
	2.2 Técnicas de Preservación.....	7
	2.3 Principios sobre preservación de alimentos.....	10
	2.4 Deterioro de los alimentos.....	11
CAP. III.-	Esterilización de los Alimentos.....	16
	3.1 Tipos de esterilización.....	16
	3.2 Esterilización térmica.....	17
	3.3 Relación entre la mecánica de flujo y la letalidad...	24
CAP. IV.-	Efectos de la ultrapasteurización sobre el valor nutritivo de la leche.....	25
	4.1 Efectos sobre las proteínas.....	25
	4.2 Efecto sobre las vitaminas.....	28
	4.3 Efecto sobre las propiedades organolépticas.....	38
	4.4 Efectos en la leche concentrada.....	42
CAP. V.-	Sistemas para Ultrapasteurización de leche.....	45
	5.1 Tipos de sistemas.....	45
	5.2 Sistema Indirecto.....	46
	5.3 Sistema Directo.....	49
	5.4 Principales diferencias entre el sistema directo y el indirecto para ultrapasteurización de leche.....	52

	Pag.
CAP. VI.-	Desarrollo de la Ingeniería Básica..... 58
6.1	Bases de Diseño..... 58
6.2	Descripción del proceso..... 72
6.3	Balace de Materia y Energía..... 94
6.4	Lista de Equipo..... 117
6.5	Servicios: Consumos y Lista de equipo..... 130
6.6	Arreglo General de Planta..... 152
6.7	Normas de Diseño..... 156
CAP. VII.-	Estudio Económico..... 162
7.1	Inversión Fija..... 162
7.2	Costos de Producción..... 168
7.3	Precio de Venta..... 173
7.4	Capital de Trabajo..... 174
7.5	Inversión Total..... 175
7.6	Utilidad Bruta..... 175
7.7	Utilidad Neta..... 176
7.8	Rentabilidad del Proyecto..... 176
7.9	Punto de Equilibrio..... 176
CAP. VIII.-	Conclusiones y Recomendaciones..... 178
CAP. IX.-	Bibliografía..... 184

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE**

**LECHE CONCENTRADA ULTRAPASTEURIZADA**

**FERNANDO JOSE CASTILLA GARCIA**

**INGENIERO QUIMICO**

**1 9 7 9.**

**PRESIDENTE:** Ing. Adalberto Tirado Arroyave.

**Jurado asignado** **VOCAL:** Ing. Enrique García Galeano.

**originalmente** **SECRETARIO:** Ing. Eduardo Rojo y de Regil.

**según el tema:** **1<sup>er</sup> SUPLENTE:** Ing. Enrique Bravo Medina.

**2<sup>do</sup> SUPLENTE:** Ing. Rafael García Nava.

**Sitio donde se desarrolló el tema:** LICONSA

**Sustentante:** FERNANDO JOSE CASTILLA GARCIA

**Asesor del Tema:** ING. ENRIQUE GARCIA GALEANO.

## C A P I T U L O I

### INTRODUCCION.

La historia de la preservación de la leche está marcada por el desarrollo de muchos procesos diseñados para prolongar el tiempo en que puede permanecer la leche sin que se presente descomposición alguna, procurando que el proceso afecte al mínimo su calidad.

Esto ha conducido a la producción de otros alimentos - valiosos tales como leche en polvo, queso, mantequilla, yogurt - y muchos otros. Sin embargo, los productos líquidos de leche - son los que requieren medidas más caras para conservarse en buen estado para que puedan ser consumidos por el hombre. Estos productos son muy propensos a la descomposición y, en el pasado, no siempre era posible evitar ciertas pérdidas de éstos valiosos alimentos.

El enfriamiento de la leche en cada etapa del proceso y manejo desde la planta hasta el cliente o consumidor, requiere una fuerte inversión en equipo y también implica un alto consumo de energía. El almacenamiento de productos que no se venden inmediatamente implica un elevado costo adicional aumentando los problemas de planeación y reduciendo el margen de utilidades.

Sin embargo, actualmente todos éstos problemas pueden evitarse mediante la ultrapasteurización de la leche, mejor co-

nocida como tratamiento UHT (Ultra High Temperature).

La leche ultrapasteurizada puede ser repartida hasta el consumidor sin previa refrigeración, sin que la calidad de la leche se vea afectada por el paso del tiempo o por las condiciones climatológicas.

El principio de la ultrapasteurización está basado en el calentamiento de la leche a temperaturas elevadas durante un tiempo muy corto. A diferencia de los métodos comunes de pasteurización, el tratamiento UHT destruye todos los microorganismos y sus esporas, por lo que se obtiene una leche estéril.

Una definición comúnmente usada establece que un producto ultrapasteurizado debe estar en condiciones tales que no ocurran cambios producidos por microorganismos durante su almacenamiento.

El rango de temperaturas usual para la ultrapasteurización es de 130° a 150°C (266-302°F), y el tiempo en que el producto permanece a esa temperatura es de 2 a 6 segundos. Una vez que ha sido aplicado el tratamiento UHT a la leche, ésta es empacada y sellada en recipientes bajo condiciones estériles.

El gran incremento en la vida de anaquel de la leche que se consigue con el tratamiento UHT, elimina los problemas relacionados con el almacenamiento y transporte del producto -- debido a que no es necesaria la refrigeración.

La producción de leche concentrada también disminuye-

los costos de transportación debido a que se reduce el volúmen del envase.

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer el tratamiento de ultrapasteurización de la leche, debido a la gran importancia que éste representa como medio para conservar y almacenar a bajo costo un producto indispensable en la alimentación del ser humano.

## C A P I T U L O   I I

### PRESERVACION DE ALIMENTOS.

#### 2.1 PROPOSITO

Durante muchos años se han usado varias técnicas para preservar los alimentos, siendo el secado una de las más antiguas.

A través de los siglos se han desarrollado nuevas técnicas que son más flexibles y aplicables que el secado. El enlatado fué desarrollado por Appert a principios del siglo pasado y muchos de los principios relacionados con el enlatado son utilizados en operaciones asépticas. El término aséptico implica la exclusión o ausencia de todos los microorganismos no deseados en un área.

Originalmente, la principal razón para desarrollar las técnicas asépticas fué el obtener un producto enlatado de mejor calidad. El propósito del enlatado es preservar el alimento -- hasta que sea usado, protegiéndolo del ataque químico o bacteriológico. Las operaciones convencionales de enlatado mantienen al alimento bacteriológicamente inactivo, pero en ocasiones hay degradación física o química.

La mayoría de las técnicas de preservación de alimentos tienen como objetivo mantener al producto química y bacteriológica-

mente inerte hasta que el alimento sea consumido.

## 2.2 TECNICAS DE PRESERVACION.

Existen diversas técnicas para la preservación de los alimentos, cuyo uso depende principalmente de las características del alimento que se desea preservar, así como de los organismos que producen su descomposición. A continuación se presenta una lista de las principales técnicas que se conocen.

A) .- Asepsia.- Esta técnica consiste en mantener fuera del alimento a los organismos, y es muy común en la naturaleza, donde una película protectora mantiene a los contaminantes fuera del alimento. Como ejemplo se puede mencionar el cascarón de los huevos, la película protectora en frutos como manzanas, etc. Estos productos permanecen bacteriológicamente inactivos hasta que los contaminantes penetran la capa protectora.

B).- Remoción de los Organismos.- Esta técnica emplea la remoción de los microorganismos indeseables del producto alimenticio y mantiene al producto de tal manera que no ocurre recontaminación. Un ejemplo de ésta técnica es la remoción de levaduras indeseables de la cerveza por filtración. Estos productos se encuentran bacteriológicamente inactivos y son mantenidos de ésta manera en recipientes sellados, de tal manera que el producto se mantenga así hasta que sea consumido.

C).- Mantenimiento de condiciones anaeróbicas.- Esta técnica de preservación requiere que solamente los organismos -

de tipo aeróbico causen deterioro del alimento. Al no proporcionarles las condiciones adecuadas, los microorganismos no pueden desarrollarse y causar problemas. Esta técnica es usada con productos fermentados, tales como el vino, donde se mantiene sobre el producto una atmósfera de gas inerte para inhibir los organismos aeróbicos indeseables.

D).- Uso de altas temperaturas.- Esta es la técnica normal que se usa en las operaciones convencionales de enlatado. La temperatura mantiene inactivos a aquellos organismos que pueden ser dañinos. Esta técnica sólo puede aplicarse para alimentos cuyo deterioro es producido por organismos que no resisten altas temperaturas.

E).- Uso de Bajas Temperaturas (Congelación o Refrigeración).- Si se mantuviera un cero absoluto, todas las reacciones químicas y la actividad bacteriológica se detendrían. Reduciendo la temperatura a los rangos normales de congelación usados en productos alimenticios, las reacciones químicas se retardan, las acciones de las enzimas se reducen y la actividad microbiológica disminuye a un punto tal que pueden obtenerse períodos largos de conservación. La congelación no destruye necesariamente a los microorganismos, y si se permite que el producto suba su temperatura, la actividad bacteriológica puede sobrevenir.

F).- Secado.- Usualmente, el secado implica la eliminación de humedad de un producto alimenticio al punto tal que -

las reacciones de degradación química no pueden llevarse a cabo, o se efectúan a una velocidad muy baja, y la actividad bacteriológica no está presente. El mismo efecto puede obtenerse por cualquier otro método que reduzca la humedad disponible en el alimento a un punto en que las reacciones químicas y la actividad bacteriológica no constituyan un problema. Por ejemplo, la leche condensada azucarada exhibe propiedades de preservación similares a las de productos que han sido sometidos a secado. El azúcar en la leche condensada azucarada absorbe la humedad y no la deja disponible para los microorganismos. Un fenómeno similar se presenta en carnes saladas y pescado.

G).- Preservativos químicos.- Los aditivos que se usan son muy específicos y se añaden para prevenir una determinada reacción química o actividad bacteriológica. Los antioxidantes se usan a menudo para prevenir la degradación causada por reacciones de oxidación. Los preservativos usados para reducir la actividad bacteriológica son numerosos y usualmente producen interferencia en las membranas celulares, actividades enzimáticas o mecanismos genéticos de los microorganismos.

H).- Irradiación.- Esta es una técnica relativamente nueva que se ha aplicado exitosamente a gran variedad de productos. Esta técnica puede aplicarse en frío, por lo que muchos de los problemas de calidad que se presentan en alimentos procesados térmicamente no ocurren. Por otro lado, ciertas reaccio-

nes químicas se presentan como resultado de la irradiación causando efectos muy dañinos al alimento.

1).- Preservación por medios mecánicos.- Se ha examinado la aplicación de altas y bajas presiones para matar microorganismos e inactivar enzimas y se ha encontrado que en algunas áreas resulta exitosa ésta técnica, la cual es muy usada en forma comercial.

### 2.3 PRINCIPIOS SOBRE PRESERVACION DE ALIMENTOS.

1) Prevención de la descomposición microbiológica. (Técnicas de preservación).

a) Manteniendo a los microorganismos indeseables fuera del alimento asepsia).

b) Eliminando los microorganismos que se encuentran en el alimento, por ejemplo mediante filtración.

c) Impidiendo el crecimiento y actividad de los microorganismos, mediante bajas temperaturas, secado, condiciones anaeróbicas o preservativos químicos.

d) Matando los microorganismos presentes en el alimento por acción del calor, radiaciones o medios mecánicos.

2) Prevención de la descomposición propia del alimento (deterioro químico).

a) Por la destrucción o inactivación de las enzimas del alimento.

b) Prevención o disminución de las reacciones químicas.

3) Prevención de daños al alimento ocasionados por insectos, animales, medios mecánicos, etc.(empacado).

El uso de combinaciones de estos principios gobiernan la calidad del producto y está relacionado con el tiempo de almacén y temperatura.

La vida de anaquel dependerá de las condiciones de almacén, técnicas de proceso empleadas, empaque, etc.

#### 2.4 DETERIORO DE LOS ALIMENTOS.

El deterioro de los alimentos puede tomar muchas formas y puede medirse de muchas maneras. La descomposición bacteriológica es usualmente el resultado de compuestos que son desarrollados por microorganismos. La descomposición provoca que el alimento no pueda ser consumido debido a que no tiene buen sabor o puede ser peligroso. En el caso de leche fresca, es producido ácido láctico por organismos a tal grado que el producto cambia de forma y no tiene buen sabor. Otros tipos de descomposición están relacionados con el exceso de otros compuestos químicos tales como ácidos, alcoholes, aldehidos, cetonas, etc. Estos son producidos por una gran variedad de microorganismos. En la mayoría de los casos, el producto cambiará de textura, sabor, color u olor. En ocasiones un producto puede estar descom

puesto sin que esto pueda apreciarse a simple vista. Trazas -- de toxina botulínica es un ejemplo que hace que el producto sea peligroso para el consumo humano.

Usualmente, mientras más microorganismos estén presentes, habrá más compuestos indeseables que puedan desarrollarse. Esta es la principal razón por la que se quiere limitar la velocidad de crecimiento de los microorganismos indeseables en los alimentos.

La congelación y el uso de bajas temperaturas mantiene la velocidad de crecimiento a un mínimo disminuyendo las funciones biológicas requeridas para la reproducción. También minimiza la velocidad de crecimiento el hecho de mantener alejados de los microorganismos los nutrientes requeridos mediante la deshidratación, adición de materiales para formar soluciones concentradas, coloides hidrofílicos, etc.

Otras maneras de reducir la velocidad de crecimiento -- son controlando el oxígeno requerido, el pH, adición de inhibidores químicos, aplicación de calor, radiaciones, etc.

Crecimiento de las bacterias:

Las bacterias se reproducen por fisión; esto es, un organismo se divide en dos, dos en cuatro, etc. Esta reproducción se efectúa a diferentes velocidades que dependen de muchos factores que serán discutidos posteriormente. Si un organismo -- está situado en un medio favorable para su desarrollo empezará --

a multiplicarse pasando por varias fases. La velocidad a la cual se multiplica se indica en la gráfica de la figura 1.

Las fases implicadas son:

- 1.- Fase inicial lag o de retraso (A-B) durante la cual no hay crecimiento o inclusive hay una disminución en el número de microorganismos.
- 2.- Fase de aceleración positiva (B-C) durante la cual la velocidad de crecimiento se incrementa en forma continua.
- 3.- Fase logarítmica (C-D) donde el crecimiento es más rápido y constante.
- 4.- Fase de aceleración negativa (D-E) donde la velocidad de crecimiento disminuye.
- 5.- Fase máxima estacionaria (E-F) donde el número de microorganismos permanece constante.
- 6.- Fase de muerte acelerada (F-G) donde el número de bacterias viables se reduce a una velocidad acelerada.
- 7.- Fase final de muerte (G-H) durante la cual el número de microorganismos decrece a una velocidad constante.

De la fig. 1 puede verse que si la fase 1 y 2 se extienden, la vida de anaquel se extenderá. Si las condiciones son apropiadas para los microorganismos y éstos avanzan a la fase 3, entonces puede esperarse que el alimento se descomponga en poco tiempo.

Las fases 1 y 2 pueden alargarse de muchas maneras.

Algunas de las técnicas de preservación tales como congelación - deshidratación, métodos de proceso, control de la atmósfera, etc. son dirigidas a alargar el tiempo en que el producto se encuentra en las fases 1 o 2.

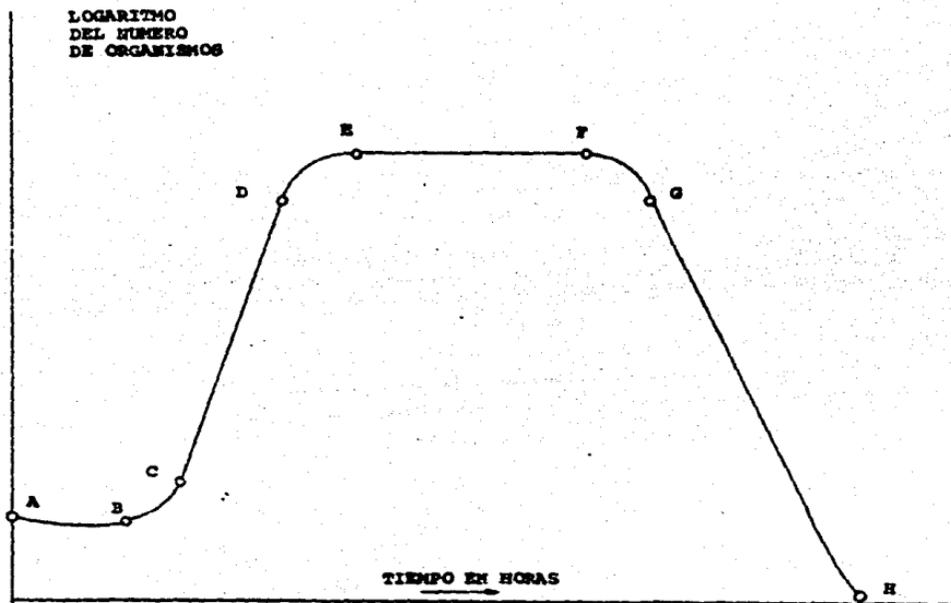


FIG. 1 .- FASES DEL CRECIMIENTO DE LAS BACTERIAS.

UNAM	FACULTAD DE QUIMICA
	TESIS PROFESIONAL
	FERNANDO CASTILLA GARCIA
	FASES DEL CRECIMIENTO DE LAS BACTERIAS.

## C A P I T U L O III

### ESTERILIZACION DE LOS ALIMENTOS.

#### 3.1 TIPOS DE ESTERILIZACION.

Esterilización significa la completa remoción o muerte de todos los organismos vivientes en un material determinado.

Hasta hace poco tiempo, el calor era el único método usado para esterilizar comercialmente productos procesados asépticamente. En la actualidad, la filtración se ha aplicado con éxito en la industria de la cerveza, y han sido investigados otros métodos de esterilización, como la radiación, electricidad y la aplicación de presión.

La aplicación de calor ha sido probada satisfactoriamente para una gran variedad de productos que pueden ser esterilizados continuamente sin que se vea afectada su calidad. Pueden ser diseñados cambiadores de calor continuos y arreglados de tal manera que prácticamente puede obtenerse cualquier perfil de temperatura deseado.

La disponibilidad de accesorios atómicos ha renovado el interés en la posibilidad de esterilizar los alimentos sin calentarlos exponiéndolos a radiaciones tales como los rayos gamma. Si se aplican con suficiente intensidad, estos rayos son capaces de penetrar los alimentos y destruir todos los tipos de microorganismos. Los alimentos pueden ser fácilmente esta

rilizados de esta manera, pero en el caso de productos lácteos ha sido imposible evitar que este tratamiento afecte el sabor del producto.

La radiación ultravioleta es también altamente letal para los microorganismos, aunque no puede penetrar efectivamente las sustancias opacas por lo que los microorganismos que se encuentran en una película de leche estarán bien protegidos.

La aplicación de electricidad ha sido intentada para la destrucción de microorganismos en líquidos. Los organismos tales como las bacterias parecen ser resistentes a la electricidad como tal. Sin embargo, si la resistencia al paso de la corriente a través del líquido causa un incremento en la temperatura los microorganismos son destruidos por la temperatura. Este era el principio del proceso de pasteurización Electropura, ahora obsoleto.

### 3.2 ESTERILIZACION TERMICA.

Las esporas son más resistentes al calor que sus respectivas células vegetativas. De aquí que la mayoría de los procesos térmicos sean diseñados para inactivar esporas que puedan estar presentes.

En esencia, las bacterias son inactivadas por el calor a una velocidad logarítmica, una vez que una temperatura mínima predeterminada es alcanzada. A medida que se eleva la temperatura, la velocidad de inactivación aumenta disminuyendo el

tiempo requerido. Para muchos organismos, una elevación de 10°C en la temperatura reduce 10 veces el tiempo requerido para la inactivación de la población. Por ejemplo, si se requirieran 5 minutos para inactivar una población de organismos a 120°C, entonces se necesitarían 30 segundos para hacer el mismo trabajo a 130°C.

El número de grados Fahrenheit para alterar 10 veces el tiempo requerido para una inactivación equivalente es conocido como el valor Z. Como se mencionó, para muchos productos es cercano a 18°F (10°C), pero puede ser mayor o menor.

Por definición el tiempo en minutos requerido para inactivar una población de microorganismos en un medio ambiente especificado a 250°F es denominado valor F.

Varios tipos de bacterias responden de maneras diferentes al calor y existen variaciones dentro de una población dada de microorganismos de tal manera que algunos son más resistentes al calor que otros. Los factores que afectan la resistencia al calor de las esporas y células son los siguientes:

1.- Concentración inicial.- Mientras mayor sea el número de células o esporas presentes, mayor será el tratamiento térmico requerido para matarlas a todas.

2.- Antecedentes.

a) Medio de cultivo.- En general, mientras mejor sea el medio para el crecimiento, más resistente será la célula-

o la espora.

b) Temperatura de incubación.- La resistencia usualmente incrementa a medida que la temperatura de incubación es elevada hacia la óptima para el microorganismo.

c) Fase de crecimiento o edad.- Las células son menos resistentes durante la fase logarítmica de crecimiento y más resistentes durante la fase lag y la fase máxima estacionaria.

d) Desecación.- Algunas esporas incrementan su resistencia después del secado, mientras que en otras ésto no es un factor importante.

3.- Composición del sustrato en el cual las células o esporas son calentadas.

a) Humedad.- El calor húmedo es más efectivo que el calor seco. Esto está probablemente relacionado con la cantidad incrementada o con la eficiencia de la energía térmica y la velocidad de coagulación de las proteínas en las células o esporas.

b) pH.- Generalmente las células o esporas son menos resistentes en medios ácidos y un poco más resistentes en medios alcalinos. Su mayor resistencia es en medios neutros.

c) Otros constituyentes.- El cloruro de sodio y el azúcar proporcionan un cierto grado de protección a las células y esporas arriba de una cierta concentración. Cantidades mayo-

res tienden a reducir la resistencia.

4.- Tipo de célula o spora.

a) Aquellas con elevadas temperaturas óptimas de crecimiento son usualmente más resistentes que aquellas con temperaturas óptimas de crecimiento más bajas.

b) Las bacterias que forman cápsulas son más resistentes que aquellas que no lo hacen.

c) Las células con alto contenido de grasa son más resistentes que las demás.

Los factores anteriores, relacionados con el tiempo y temperatura de exposición, afectarán la velocidad de mortalidad.

Para que un sistema de esterilización produzca alimentos estériles de la calidad deseada, debe arreglarse adecuadamente, para lo cual es necesario determinar los parámetros de proceso y considerar ciertos aspectos mecánicos.

Los factores que deben determinarse son los siguientes:

- a) El valor requerido de F y el valor existente de Z.
- b) Las velocidades de penetración de calor.
- c) Máximas temperaturas que resistirá el producto.
- d) Tiempo de calentamiento y enfriamiento en el rango letal de temperaturas, y que no dañará al producto.
- e) Relación tiempo-temperatura y efecto de letalidad.

f) Efecto letal durante el calentamiento y el enfriamiento.

g) Posibles cambios en las condiciones de proceso y su efecto sobre la letalidad y degradación térmica.

El valor de  $F$  requerido, y el valor  $Z$  asociado con el producto puede haber sido determinado previamente en caso de que el producto sea ampliamente conocido. Con ésta información la relación tiempo-temperatura puede ser determinada.

La temperatura máxima que el producto resistirá, así como los perfiles de calentamiento y enfriamiento en el rango letal, deben considerarse para calcular el tiempo de retención - decir, el tiempo que el producto permanecerá a la temperatura de esterilización. Los productos extremadamente sensibles al calor como el plátano, deben ser procesados de tal manera que el calentamiento excesivo y el tiempo de retención sean minimizados.

En base a la transferencia de calor, los sistemas de esterilización pueden ser de dos tipos: directos o indirectos.

Cuando se usan sistemas indirectos de transferencia de calor, es posible considerar efectos de letalidad durante las etapas de elevación de la temperatura y de enfriamiento además de la letalidad que existe durante el tiempo de retención. Esto no es posible en sistemas directos. Las etapas de elevación de la temperatura y de enfriamiento del proceso, a temperaturas

lo suficientemente elevadas para causar letalidad, son infinitesimales, por lo que en un sistema directo solo puede considerarse que existe letalidad durante el tiempo en que el producto permanece a la temperatura de esterilización (tiempo de retención).

La fig. 2 indica la letalidad y la degradación térmica para un producto típico no ácido cuando es procesado por -- los diferentes sistemas de esterilización.

Siempre existe cierta degradación térmica del producto, que va asociada con las condiciones de esterilización. Como puede verse en la Fig. 2, la degradación térmica que sufre el producto es menor en un sistema de esterilización directo -- que en uno indirecto, pero probablemente la letalidad es mayor en un sistema indirecto.

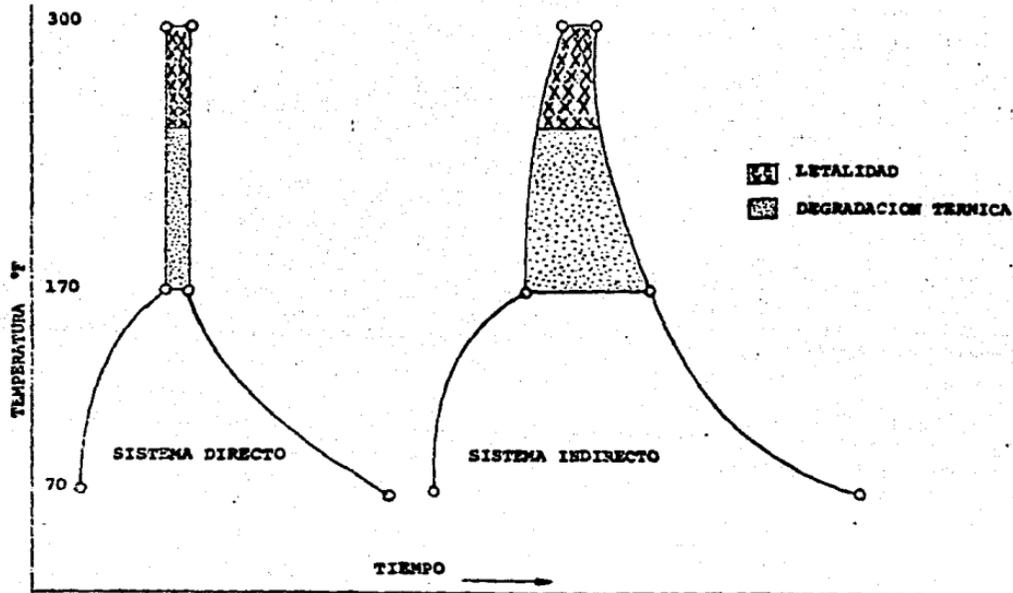


Fig. 2.- PERFILES DE TEMPERATURA PARA DOS SISTEMAS DE ESTERILIZACION

UNAM FACULTAD DE QUIMICA
TESIS PROFESIONAL
FERNANDO CASTILLA GARCIA
PERFILES DE TEMPERATURA PARA DOS SISTEMAS DE ESTERILIZACION.

### 3.3 RELACION ENTRE LA MECANICA DE FLUJO Y LA LETALIDAD.

En todos los cambiadores de calor y tubos de retención, debe conocerse el tiempo mínimo que cualquier partícula se encuentre a una temperatura especificada. Si existen condiciones de flujo turbulento puede suponerse que todas las partículas tienen la velocidad de la masa total. En base a esto, el tiempo de residencia en el tubo de retención debe calcularse tomando en cuenta la velocidad real calculada ya que se supone que no existen varias velocidades en el tubo.

Es altamente deseable que existan condiciones de flujo turbulento en los tubos de retención y en los cambiadores de calor. Si tales condiciones no existen en los cambiadores de calor, puede incrementarse la incrustación. La incrustación causa una reducción en el diámetro interno efectivo del tubo, se incrementa la velocidad, y se produce una reducción en el tiempo de residencia, lo cual provoca una disminución en la letalidad de los microorganismos.

Las dimensiones de los tubos de retención deben calcularse de tal manera que exista flujo turbulento. Las razones técnicas que justifican el uso de un flujo turbulento son, como en el caso de los cambiadores de calor, reducir la incrustación, asegurar una velocidad constante para todas las partículas, etc.

## C A P I T U L O IV.

### EFFECTOS DE LA ULTRAPASTEURIZACION SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE.

Una vez que se demostró que la leche ultrapasteurizada y envasada asépticamente constituía un producto de excelente sabor y larga vida de anaquel, el tema de las investigaciones fue el valor nutritivo de ésta leche ultrapasteurizada.

Se han realizado numerosas investigaciones al respecto. En algunos casos, se hicieron comparaciones entre el valor nutritivo de la leche fresca, leche pasteurizada y leche ultrapasteurizada. Con ésta última, fue necesario hacer comparaciones entre el método directo y el indirecto para ultrapasteurización de leche.

#### 4.1 EFFECTOS DE LA ULTRAPASTEURIZACION SOBRE LAS PROTEINAS.

El investigador Fricker (7) reportó un estudio sobre el valor nutritivo de la leche pasteurizada y ultrapasteurizada, en el cual utilizó 5 generaciones de ratas cuya dieta diaria era 25% de polvo de trigo y 75% de leche ultrapasteurizada o pasteurizada.

Se checó el incremento de peso de los animales durante las primeras 16 semanas de sus vidas.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Incremento de Peso en Gramos.

Generación.	Sexo	Después de 4 semanas.		Después de 8 semanas.		Después de 12 semanas.		Después de 16 semanas.	
		UHT	Past	UHT	Past	UHT	Past	UHT	Past
I	Macho	113	124	204	205	227	213	252	247
	Hembra	90	88	141	140	183	174	190	192
II	Macho	116	129	231	241	-	-	335	341
	Hembra	95	102	164	171	-	-	252	249
III	Macho	147	140	257	241	297	276	370	340
	Hembra	111	113	176	173	198	203	254	253
IV	Macho	124	127	226	229	304	306	354	357
	Hembra	109	106	176	170	241	226	281	251
V	Macho	165	159	227	264	-	-	-	-
	Hembra	124	120	186	182	-	-	-	-

UHT = Leche Ultrapasteurizada.

Past = Leche Pasteurizada.

(Ref, 7).

Es evidente que el incremento de peso generalmente se vuelve mayor de generación en generación.

Las ratas alimentadas con leche ultrapasteurizada no resultaron con incrementos de peso mucho menores que las alimentadas con leche pasteurizada.

La longevidad de ambos grupos de animales de prueba resultó igual y la examinación anatómica de los animales no reveló ninguna diferencia entre ambos grupos.

Esto demuestra que el valor biológico de la proteína de la leche no fue afectado considerablemente al ultrapasteurizar la leche.

En Alemania Occidental se han hecho investigaciones para considerar la posibilidad de utilizar leche ultrapasteurizada como alimento para infantes. Las investigaciones fueron conducidas por el Dr. Püschell (15) Director General de la Westfälischer Klinik en Bochum. Los experimentos se realizaron con 400 infantes, de los cuales 200 fueron alimentados con leche pasteurizada y 200 con leche ultrapasteurizada. Ambos tipos de leche fueron suministrados en iguales cantidades (150 calorías por día).

Los infantes alimentados con leche ultrapasteurizada crecieron más rápido y su incremento de peso excedió al de los infantes alimentados con leche pasteurizada en 7 gramos por día.

Además, fue notable que la pérdida de peso que ocurre

inmediatamente después del nacimiento fue compensada tres días más pronto en niños alimentados con leche ultrapasteurizada.

En resumen, puede decirse que el tratamiento de ultrapasteurización no afecta de ninguna manera el valor nutritivo de la proteína de la leche. De hecho, la leche ultrapasteurizada como alimento para infantes es más adecuada que la leche pasteurizada común.

#### 4.2.- EFECTO DE LA ULTRAPASTEURIZACION SOBRE LAS VITAMINAS.

Las vitaminas son indispensables para la vida. Las vitaminas no son formadas directamente por el organismo humano sino que son tomadas de los alimentos en forma de provitaminas y posteriormente son convertidas en vitaminas por el organismo.

Generalmente hablando, las vitaminas son constituyentes indispensables de una nutrición balanceada, lo que también se aplica a ciertos aminoácidos, ácidos grasos no saturados y minerales.

El comportamiento de las vitaminas en la leche durante el calentamiento varía. Por supuesto, todas las técnicas con tratamientos térmicos dirigidas a la preservación de la leche pretenden mantener el contenido de vitaminas en la leche.

Clasificación de las Vitaminas.- Se ha hecho una clasificación de las Vitaminas en base a su solubilidad en grasas o en agua.

Esta clasificación se muestra a continuación.

1).- Vitaminas solubles en grasas:

- Vitamina A
- Vitamina D
- Vitamina E
- Vitamina F
- Vitamina K

2).- Vitaminas solubles en agua:

- Vitamina B
- Vitamina B-Complejo (B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub>-B<sub>6</sub>-B<sub>12</sub>)
- Vitamina C
- Vitamina H

El término "International Unit" (I.U.) denota la cantidad de ciertas vitaminas en alimentos y bebidas.

1 I.U. de Vitamina A = 0.0006 mg de caroteno.

1 I.U. de Vitamina B<sub>1</sub> = 0.003 mg de aneurina.

1 I.U. de Vitamina C = 0.05 mg de ácido ascórbico.

1 I.U. de Vitamina D = 0.000025 mg de Vit. D<sub>2</sub> cristalizada.

Contenido Vitamínico de la Lache.- En la Literatura se encuentra un gran número de datos relativos al contenido de vitaminas en la leche pero existe mucha discordancia entre todos los datos.

Esto no es raro si se toma en cuenta que el contenido de vitaminas en la leche depende de factores tales como la alimentación del ganado, el número de horas que ha sido expuesto al sol el ganado, etc.

La tabla 2 muestra una especificación del contenido de vitaminas de la leche. Al interpretar ésta tabla, debe tomarse en consideración una posible variación debido a los factores mencionados anteriormente. En ésta tabla se encuentran -- los datos de 7 fuentes diferentes de la literatura.

**Necesidades Normales Promedio de Vitaminas en el Hombre.** -- Ya se mencionó anteriormente que las vitaminas son indispensables para la vida. Para que el cuerpo humano sea capaz de realizar propiamente todas sus funciones, es necesario que adquiera la cantidad mínima de vitaminas. Las necesidades normales promedio en un día son mostradas en la tabla 3.

Tabla 3.- Necesidad normal promedio de vitaminas.

Tipo de Vitamina	mg/persona/día
Vitamina A	1.50
Caroteno	3.00
Vitamina D <sub>3</sub>	0.011
Vitamina D <sub>2</sub> , Calciferol	0.011
Vitamina E, Tocoferol	10-30
Vitamina K	4.00
Vitamina B <sub>1</sub> , Aneurina	1-2
Vitamina B <sub>2</sub> , Lactoflavina	1.5-2
Niacina	10-18
Acido pantoténico	5-10
Vitamina B <sub>6</sub> , Adermina	7.00
Biotina	0.15-0.30
Acido Fólico	0.10-0.20
Vitamina B <sub>12</sub>	0.005
Vitamina C, Acido ascórbico	50-100

**TABLA No. 2 CONTENIDO DE VITAMINAS EN LA LECHE**

Vitamina	Por 100 gr. Leche	Por 100 ml. Leche	Por 100 gr. Leche	Por 100 gr. Leche	Por 100 ml. Leche	Por 100 gr. Leche	Por 100 ml. Leche
Vitamina A (axeroftol)	65-110 I.U.	0.02-0.02 mg.	0.005 mg. 0.015 mg.	150 I.U.	132 I.U.	156 I.U.	150 I.U.
Caroteno	0.005-0.02mg.	-	0.015 mg.		0.03 mg.	-	-
Vitamina B <sub>1</sub> (aneurina)	0.04 mg.	0.04 mg.	0.04 mg.	0.035 mg.	0.038 mg.	0.044 mg.	-
Vitamina B <sub>2</sub> (riboflavina)	0.06-0.30mg.	0.17 mg.	0.17 mg.	0.15 mg.	0.10-0.15mg	0.107mg.	0.10 mg.
Vitamina B Complejo: Piridoxina	0.05 mg.	0.15 mg.	0.07 mg.	0.07 mg.	-	-	0.30 mg.
Acido nico- tinico.	0.09 mg.	0.05-0.4 mg.	0.10 mg.	0.09 mg.	0.08-0.15mg.	0.94 mg.	0.35 mg.
Acido Panto- ténico.	0.10-0.4 mg.	0.28-0.36 mg.	0.30 mg.	0.35 mg.	0.27-0.46mg.	0.346mg.	0.025 mg.
Biotina	0.005 mg.	0.001- 0.003 mg.	0.005 mg.	0.002- 0.008 mg.	0.0011- 0.0037 mg.	0.0031-mg.	0.0015mg.
Acido fólico	-	-	0.0003 mg.	Esporas	-	0.00028mg.	-
B <sub>12</sub>	0.00035 mg.	0.0002- 0.0005 mg.					
Inositol	7-8 mg.	-	-	18 mg.	-	-	-
Vitamina C (ácido ascor- bico)	1-1.5 mg.	0.5-2.8 mg.	1-3 mg.	2 mg.	2 mg.	2.11 mg.	2 mg.

Vitamina	Por 100 gr. Leche	Por 100 ml. Leche	Por 100 gr. Leche	Por 100 gr. Leche	Por 100 ml. Leche	Por 100 gr. Leche	Por 100 ml. Leche
Vitamina D <sub>2</sub> (calciferol) Vitamina D <sub>3</sub> }	0.3-8.4 I.U.	0.0002 mg.	- 0.00009 mg }	4 I.U. }	0.5-40 IU	-	2 I.U.
Vitamina E (tocoferol)	0.02-0.15mg.	0.06 mg.	0.03 mg.	0.10 mg.	0.06 mg.	0.098 mg.	-

(Ref. 4 y 9)

El comportamiento de las vitaminas con respecto a factores químicos y térmicos varía considerablemente. Algunas vitaminas son sensitivas a la oxidación, mientras que otras lo son a la luz, oxígeno y altas temperaturas.

Ciertas vitaminas pueden ser destruídas por ácidos, álcalis y otros compuestos químicos, así como por trazas de metales. Algunas vitaminas pueden ser extraídas por agua o por lípidos e inactivadas por medio de enzimas.

Uno de los objetivos de la industria alimenticia es asegurar que durante la preparación, preservación y almacenamiento del alimento, se producirá un daño mínimo a las vitaminas. Sin embargo, cuando la leche es sometida a un tratamiento térmico tal como el proceso de ultrapasteurización, no puede evitarse que la acción de ciertas vitaminas se vea afectada en cierto grado.

El investigador Lembke (12) realizó ciertas investigaciones para determinar la pérdida de vitaminas A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> y B<sub>12</sub> que se produce cuando la leche es sometida a tratamientos con temperaturas muy elevadas. Los experimentos se realizaron en instalaciones que utilizaban calentamiento directo y en instalaciones con calentamiento indirecto. Además, se checó la pérdida de las mencionadas vitaminas después de tener almacenada la leche envasada por un período de 4 semanas. Los resultados obtenidos en éstas investigaciones se muestran en la tabla 4.

Tabla 4.- Resultado de las investigaciones sobre la pérdida de vitaminas en leche esterilizada con diferentes sistemas de calentamiento y degüese en un período de almacén de 4 semanas.

Sistema de Calentamiento		Vit. A			Vit. B <sub>1</sub>			Vit. B <sub>2</sub>			Vit. B <sub>6</sub>			Vit. B <sub>12</sub>		
		F	U	P	F	U	P	F	U	P	F	U	P	F	U	P
A.P.V.	I	33	22	19	82	64	50	250	231	225	60	48	43	1.38	0.93	0.75
	Directo II	28	23	18	75	62	49	230	219	208	45	40	37	1.10	0.86	0.65
	III	31	24	19	79	71	63	237	221	207	52	47	41	1.17	1.02	0.97
	IV	29	21	19	72	65	62	228	221	216	58	52	47	1.07	0.99	0.87
Alfa	I	28	24	20	102	76	56	265	232	223	45	40	40	0.98	0.98	0.81
	Laval II	24	21	17	87	72	60	210	201	196	60	53	48	0.93	0.87	0.78
	Director III	27	22	18	110	85	78	230	219	213	65	55	62	1.20	0.91	0.72
	IV	25	22	20	97	57	55	237	224	220	58	47	42	0.97	0.88	0.81
Alfa	I	25	20	18	80	64	64	187	172	170	72	54	52	1.31	0.80	0.78
	Laval II	25	21	19	76	61	53	198	175	168	65	56	50	1.12	0.85	0.80
	Indirecto III	23	19	17	82	61	57	180	170	163	70	55	51	1.10	0.90	0.90
	IV	21	21	19	82	68	63	182	171	170	69	60	56	1.22	1.03	0.97
Schmidt	I	30	25	20	77	60	51	210	193	190	55	49	43	1.20	0.99	0.86
	II	27	21	18	82	67	60	197	182	178	66	58	53	1.11	0.96	0.87
	III	27	24	19	80	70	67	225	198	187	65	54	50	1.28	0.98	0.87
	IV	31	26	22	81	73	62	207	194	187	57	51	42	1.18	0.92	0.79
Stork	I	23	18	15	98	82	77	198	187	187	68	48	48	0.95	0.81	0.70
	Ster-ideal II	25	22	17	85	72	65	220	211	208	65	50	48	1.10	0.86	0.73
	III	24	22	19	90	70	67	180	175	168	62	53	46	0.99	0.85	0.81
	Indirecto IV	27	23	20	95	77	68	203	192	171	64	59	56	0.92	0.90	0.79
Ahlborn	I	27	24	21	90	77	71	170	166	159	63	52	50	0.85	0.80	0.73
	II	25	22	17	85	72	65	193	184	180	65	55	52	0.92	0.82	0.76
	III	30	27	23	81	72	67	210	198	178	72	51	47	0.98	0.92	0.90
	IV	28	26	23	87	69	62	193	182	175	67	62	60	1.01	0.92	0.86

Concentraciones de las vitaminas en gammas/100 ml

F = Leche Fresca

U = Leche Fresca Esterilizada

P = Leche Esterilizada después de 4 semanas de almacén.

(Ref. 12)

Los resultados de ésta investigación muestran que -- cuando la leche es sometida al tratamiento de ultrapasteurización, la pérdida promedio de vitaminas A, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> y B<sub>12</sub> es de 16 a 17% y la pérdida promedio de vitamina B<sub>2</sub> es 6 a 7%. Estas pérdidas no exceden a las que se presentan cuando los alimentos son preparados en la cocina de las amas de casa.

Debe notarse que dependiendo del sistema de calentamiento usado, un tipo de vitamina es más influenciado que otro.

Después de un almacenamiento de 4 semanas de la leche esterilizada, la reducción que se presenta no es igual para todas las vitaminas. La reducción que se presenta como resultado del almacenamiento es más pequeña que la pérdida causada por el tratamiento de ultrapasteurización a que se sometió la leche.

Wagner (18) comparó el valor nutritivo de la leche fresca con el de la leche ultrapasteurizada. La tabla 5 muestra los porcentajes de varias vitaminas en leche fresca y en leche ultrapasteurizada:

Tabla 5.- Porcentaje de Vitaminas en leche Fresca y en leche Ultrapasteurizada.

Tipo de Vitamina	Leche Fresca	Leche Ultrapast.
$\beta$ Caroteno	14 $\mu$ g.	11 $\mu$ g.
Vitamina A	112 I.U.	92 I.U.
Vitamina E	320 $\mu$ g.	295 $\mu$ g.
Vitamina B <sub>1</sub>	16 $\mu$ g.	13 $\mu$ g.
Vitamina B <sub>2</sub>	93 $\mu$ g.	77 $\mu$ g.
Acido Nicotínico	114 $\mu$ g.	112 $\mu$ g.

De los detalles de la Tabla 5 puede derivarse que -- la ultrapasteurización afecta en pequeña cantidad a las vitaminas allí mencionadas.

Burton y Perkin (2) publicaron los resultados de una investigación realizada sobre la esterilización de leche en -- una instalación de 1100 l/h para calentamiento directo así como para indirecto.

Ambos sistemas de calentamiento solo ejercieron influencia sobre las vitaminas termosensibles. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6:

Tabla 6.- Pérdidas de vitaminas en sistemas de ultrapasteurización directo e indirecto.

Tipo de Vitaminas	PERDIDAS EN %	
	Sistema Directo	Sistema Indirecto.
Vitamina C	25	28
Acido Fólico (B <sub>9</sub> )	9	6
Vitamina B <sub>6</sub>	14	7

(Ref. 2)

Las pérdidas de tiamina y vitamina B<sub>12</sub> fueron muy pequeñas para ambos sistemas de calentamiento. Posteriormente

el investigador Ford ha establecido que el proceso de ultrapasteurización no causa significantes pérdidas de vitaminas. La única pérdida de alguna importancia es la que ocurre con la Vitamina C.

Parece ser que el contenido de oxígeno de la leche constituye un importante factor en la preservación de la Vitamina C en leche esterilizada. Hace muchos años, Kon y Watson (11) probaron que, en general, el contenido de Vitamina C en la leche permanece constante si el nivel de oxígeno es reducido a un mínimo. De acuerdo a Ford, el contenido de oxígeno es el que determina la pérdida de Vitamina C en la leche ultrapasteurizada durante su almacenamiento. En leche calentada en el sistema directo de calentamiento y conteniendo poca cantidad o nada de oxígeno, la cantidad de Vitamina C permanece constante por lo menos tres meses.

En leche que ha sido calentada indirectamente y que contiene cerca del 9% de oxígeno, el ácido ascórbico desaparece después de unos cuantos días. Si la leche ha sido calentada indirectamente y también desaerada, es decir, el contenido de oxígeno es de aproximadamente el 1%, el ácido ascórbico desaparece después de 14 días aproximadamente.

Sin embargo, la pérdida de Vitamina C que ocurre con la ultrapasteurización de la leche no se considera de gran importancia debido a que existen muchos alimentos que contienen grandes - -

cantidades de Vitamina C, como son algunos vegetales y todos los frutos cítricos. Además, la leche nunca ha sido considerada como una importante fuente de Vitamina C para el organismo - debido a que tiene un contenido relativamente bajo de Vitamina C. Esto significa que el tratamiento de ultrapasteurización - no afecta en forma significativa el contenido de Vitaminas de la leche.

#### 4.3 EFECTO DE LA ULTRAPASTEURIZACIÓN SOBRE LAS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS DE LA LECHE.

Las técnicas de conservación de la leche basadas en el principio del calentamiento tienen el propósito de dar a la leche una máxima vida de anaquel con un cambio mínimo en el color y el sabor.

Es conocido que la pasteurización no afecta seriamente las propiedades organolépticas de la leche. La esterilización de la leche ya envasada sí produce cambios en el color y sabor de la leche.

La ultrapasteurización es una técnica con la que la leche es esterilizada en un flujo continuo y posteriormente envasada asépticamente, con lo que se obtiene un producto estéril con propiedades organolépticas casi idénticas a las de la leche fresca.

Color de leche.- Al calentar la leche, toman lugar-

dos reacciones que afectan al color de la leche. Estas son:

1.- Reacción que produce un color más blanco en la leche, como resultado de un incremento en la reflectancia.

2.- Reacción que produce un color café en la leche como resultado de una disminución en la reflectancia durante un calentamiento prolongado.

El investigador Burton (2) encontró que el color más blanco en la leche, y el subsecuente color café que se forma durante un calentamiento continuado, son dos procesos individuales.

El blanqueamiento de la leche se inicia a una temperatura un poco arriba de los 60°C. Este color más blanco aparentemente se debe a un incremento en la reflectancia en el espectro visible. Es causado por la desnaturalización seguida de coagulación de proteínas solubles, lo que produce que la cantidad de partículas opacas en la leche se incremente.

La leche ultrapasteurizada, tiene que ser homogenizada para que los glóbulos de grasa se incorporen perfectamente a la leche. La homogenización reduce el tamaño de los glóbulos de grasa, lo que significa un incremento en el número original de glóbulos. Al existir más glóbulos de grasa, la luz es más dispersada y reflejada, lo que produce un color más opaco y más blanco.

Los dos factores mencionados contribuyen a que la leche-

ultrapasteurizada y envasada asépticamente tenga un color más blanco que la leche fresca. Dependiendo de la intensidad del tratamiento térmico, también puede presentarse un color café en la leche. Esto es conocido como la reacción de Maillard. En 1912 Maillard inició una serie de investigaciones encaminadas a encontrar las causas que producen un color café en la leche sujeta a calentamientos prolongados. Se ha probado que la lactosa tiene un papel muy importante en ésta decoloración. Esto se vuelve evidente cuando se calienta leche libre de lactosa. La reacción de Maillard no toma lugar y la reflectancia aumenta a un valor máximo.

El tratamiento de ultrapasteurización, en el que la leche es sometida a una temperatura elevada durante un tiempo corto, el efecto de la reacción de blanqueamiento excede al de la reacción de Maillard, de tal manera que el color blanco predomina.

El efecto total de todos éstos factores es que el color de la leche ultrapasteurizada es más blanco que el de la leche fresca original. Esta propiedad ha resultado atractiva y ha contribuido grandemente a la popularidad de la leche ultrapasteurizada en países de todo el mundo, principalmente de Europa.

Sabor de la leche.- Las técnicas de ultrapasteurización usadas en conjunción con sistemas de envasado aséptico no

deben afectar al sabor de la leche. El proceso debe satisfacer las siguientes demandas; la máxima temperatura de calentamiento (135 a 140°C) debe mantenerse durante un tiempo muy corto en el que la leche esté en turbulencia y posteriormente debe tener lugar un rápido descenso en la temperatura.

Como ya se mencionó antes, la leche toma un color más obscuro cuando es sometida a tratamientos térmicos prolongados. Este oscurecimiento se atribuye a la reacción de Maillard que tiene lugar entre la lactosa y los grupos amino de las proteínas.

El calentamiento severo produce la formación de compuestos de azufre y una pequeña cantidad de ácido sulfhídrico es liberada. Esto causa una ligera descomposición de la lactosa conocida como caramelización, lo que da lugar a un sabor caramelizado como el que se encuentra en leche que se esteriliza dentro de su envase.

Antes de que se envase asépticamente, la leche debe ser absolutamente estéril. Esto necesita la aplicación de altas temperaturas que, sin embargo, no causan la aparición del color café en la leche debido a que la destrucción de todos los microorganismos depende principalmente de la temperatura de calentamiento mientras que la reacción de Maillard depende primordialmente del tiempo de calentamiento.

Se ha encontrado que el sabor de la leche está más --

influenciado en sistemas indirectos que en sistemas directos de calentamiento. Esto se debe a que en los sistemas, directos el tiempo que permanece la leche a elevadas temperaturas es menor que en los sistemas indirectos.

En general, el sabor de la leche ultrapasteurizada es mejor después de unos cuantos días de almacenamiento que inmediatamente después de la esterilización. En ocasiones, la leche ultrapasteurizada tiene un sabor a leche "hervida" durante 1 a 2 días después de la esterilización. Después de éstos días éste sabor desaparece enteramente como resultado de una incipiente oxidación.

#### 4.4 EFECTOS DE LA ULTRAPASTEURIZACION EN LA LECHE CONCENTRADA.

La leche concentrada es aquella en la que el contenido de sólidos totales es superior al 12% que es el valor que se presenta en la leche normal.

Uno de los principales motivos por los que se produce leche concentrada es para reducir el volumen del envase con lo que se reducen considerablemente los costos de transportación. La leche concentrada usualmente tiene una concentración de sólidos totales de 20 a 26%. La leche condensada tiene un contenido total de sólidos de 28 a 42%.

Los problemas más comunes que se encuentran al someter leche concentrada a ultrapasteurización son la sedimenta-

ción y la gelificación. Estos dos problemas rara vez se presentan juntos. La sedimentación se presenta al poco tiempo de haberse realizado la esterilización.

La homogenización previene la formación de sedimento, y si el problema persiste puede usarse una presión de homogenización mayor. El caso más usual de problemas de sedimentación se debe a una baja calidad de la leche fresca. El primer paso que debe seguirse cuando se encuentra sedimentación, es mejorar la calidad de la leche fresca.

La gelificación es un defecto que generalmente aparece después de cierto período de almacenamiento. Concretamente la gelificación se debe a la coagulación de la caseína, que es una fosfoproteína heterogénea. No se ha demostrado que la gelificación de la leche ultrapasteurizada durante su almacenamiento, sea debida a un proceso de coagulación iniciado durante el tratamiento térmico.

La gelificación puede ser corregida aumentando el tiempo en que se mantiene la temperatura de ultrapasteurización-- aunque ésto, sin embargo, afecta las propiedades organolépticas de la leche. El factor más importante en el problema de la gelificación es la temperatura de almacenamiento de la leche. A mayor temperatura de almacenamiento, mayor será la gelificación del producto.

El uso de algunos aditivos tales como el hexametafos-

fato de sodio puede resultar efectivo para prevenir la gelificación.

El aumento del tiempo en que se mantiene la leche a la temperatura de esterilización, resulta efectivo, como ya se dijo, para aumentar la estabilidad de la leche durante el almacenamiento. Es necesario establecer un equilibrio entre el -- tiempo de retención y la calidad deseada de producto, ya que los tiempos de retención más largos afectan las propiedades del producto final.

## C A P I T U L O V

### SISTEMAS PARA ULTRAPASTEURIZACION DE LECHE.

#### 5.1 TIPOS DE SISTEMAS.-

Como se mencionó anteriormente, la ultrapasteurización consiste en someter al producto a elevadas temperaturas - (130 a 150°C) durante un tiempo muy corto (2 a 6 segundos). Es te tratamiento destruye todos los microorganismos y sus esporas, por lo que se obtiene una leche estéril que tiene una vida de anaquel muy larga.

Básicamente existen dos tipos de sistemas de ultrapasteurización. La clasificación de los sistemas se ha hecho en base al equipo de intercambio de calor que se utiliza en cada sistema. Los dos tipos de sistemas que existen son:

A.- Procesos basados en el calentamiento directo -- del producto mediante la inyección de vapor.

B.- Procesos basados en el calentamiento indirecto-- empleando intercambiadores de calor de placas o tubulares.

En el calentamiento indirecto, el producto es llevado a la temperatura de esterilización en algún tipo de cambiador de calor. El agua para calentamiento o el vapor, no entran en contacto directo con el producto.

En el calentamiento directo, se inyecta al producto-- vapor vivo purificado, lo que produce que se alcance la temperatura de esterilización en fracciones de segundo.

La elección entre calentamiento directo e indirecto es muy importante. Deben considerarse muchos factores y es imposible establecer reglas al respecto. Los factores que afectan la selección incluyen la naturaleza del producto, la calidad del vapor disponible, y aspectos legales. Estos factores serán tratados en detalle más adelante.

## 5.2 SISTEMAS INDIRECTOS.-

En éste tipo de sistema, la temperatura de esterilización se alcanza mediante el calentamiento indirecto en cambiadores de calor. Estos cambiadores pueden ser tubulares o de placas. Los cambiadores tubulares son muy eficientes para éste proceso, debido a que el producto es mantenido a alta velocidad, lo que produce una elevada transferencia de calor y minimiza la incrustación ya que existen condiciones de turbulencia en las áreas de calentamiento.

Los cambiadores de calor de placas presentan las ventajas de que ofrecen una gran superficie de transferencia y, además, se pueden limpiar con gran facilidad.

En la Fig. 3 se muestra un diagrama esquemático de un sistema de ultrapasteurización indirecto.

El producto es alimentado a una sección de precalentamiento de un cambiador de calor, donde es calentado por medio de agua caliente. Una vez que ha sido precalentado el producto es enviado a un recipiente a vacío donde se lleva a cabo

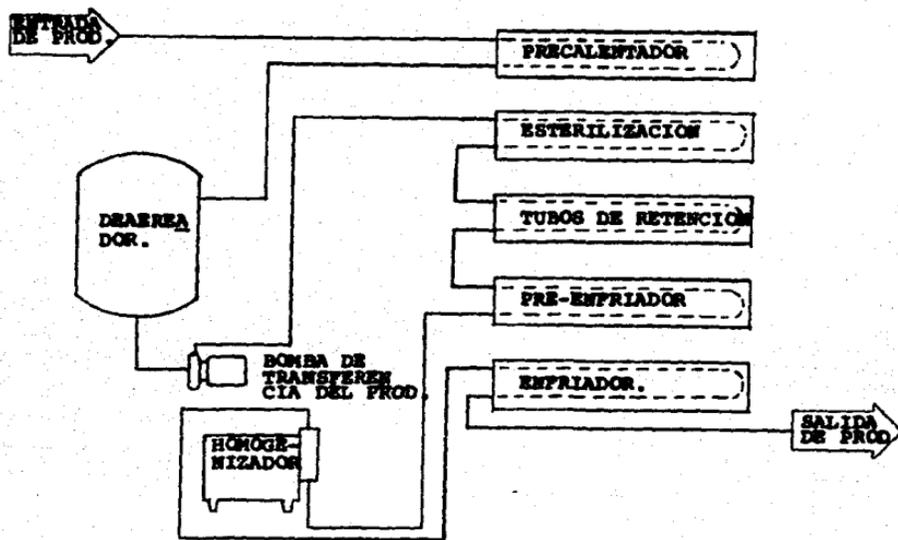


Fig. 3.- DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ULTRA PASTEURIZACION.

UNAM FACULTAD DE QUIMICA
TESIS PROFESIONAL
FERNANDO CASTILLA GARCIA
SISTEMA INDIRECTO DE ULTRA PASTEURIZACION

la deodorización y deaeración. El vacío en éste recipiente es mantenido por medio de una bomba de vacío. No hay pérdidas de producto al efectuar la deodorización debido a que en el recipiente a vacío se encuentra integrado un condensador que condensa el vapor que se flasha y lo retorna al producto.

Una vez deodorizado, el producto es enviado a otra sección del mismo cambiador de calor donde es calentado hasta la temperatura de esterilización por medio de agua caliente. Esta temperatura generalmente es de 140°C y es mantenida durante un tiempo aproximado de 4 segundos en los tubos de retención. Después de éste tiempo, el producto es enfriado en una sección de un segundo cambiador de calor hasta una temperatura aproximada de 60°C y es enviado a un homogenizador. Después del homogenizador, el producto es enviado a otra sección del segundo cambiador de calor donde se efectúa el enfriamiento final.

Una vez que se ha terminado el proceso, el producto es enviado a un tanque estéril o directamente a una máquina envasadora.

El uso del deaerador es opcional, pero es recomendable cuando la leche que va a procesarse tiene un exceso de componentes volátiles indeseables. También es posible localizar el deaerador después de la esterilización. Esto tiene la ventaja de eliminar olores que pudieran desarrollarse durante la esterilización.

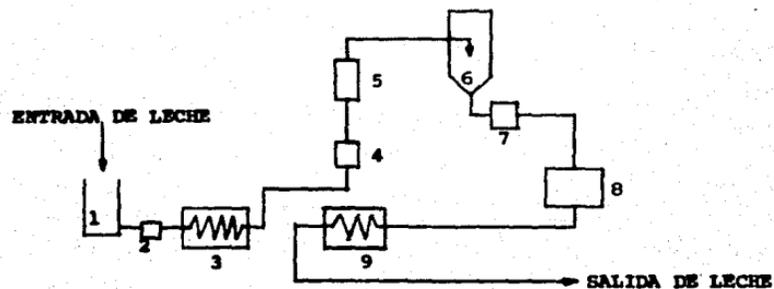
### 5.3 SISTEMA DIRECTO.-

En éste tipo de sistema, la temperatura de esterilización se alcanza por medio de la inyección directa de vapor al producto.

La leche es recibida en un tanque de balance de donde es enviada a una sección de un cambiador de calor de placas para ser precalentada hasta 75°C por medio de agua caliente. Una vez que se ha precalentado, la leche es enviada por medio de una bomba de desplazamiento positivo, hasta la boquilla de inyección de vapor, donde la leche es calentada hasta la temperatura de esterilización de 140°C por la inyección directa de vapor. La bomba de desplazamiento positivo aumenta la presión del producto en la boquilla de inyección de vapor, en prevención de una ebullición en la misma. La fig. 5 muestra esquemáticamente la boquilla para inyección del vapor.

La leche es mantenida a la temperatura de esterilización durante tres o cuatro segundos, que es el tiempo necesario para que fluya a través de los tubos de retención hacia el recipiente de expansión. En éste recipiente, la temperatura de la leche cae muy rápidamente hasta 76°C mediante un efecto flash. En el depósito de expansión se elimina una cantidad igual de vapores que la que fue inyectada en la boquilla de inyección. De ésta manera se elimina la posibilidad de dilución o concentración del producto.

Fig. 4.- DIAGRAMA DE UN SISTEMA DIRECTO DE ULTRAPASTEURIZACION.



- 1 TANQUE DE BALANCE
- 2 BOMBA CENTRIFUGA
- 3 PRECALENTAMIENTO
- 4 BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO
- 5 BOQUILLA DE INYECCION DE VAPOR
- 6 RECIPIENTE DE EXPANSION
- 7 BOMBA ASEPTICA
- 8 HOMOGENIZADOR ASEPTICO
- 9 ENFRIAMIENTO ASEPTICO

UNAM FACULTAD DE QUIMICA
TESIS PROFESIONAL
FERNANDO CASTILLA GARCIA
SISTEMA DIRECTO DE ULTRA PASTEURIZACION

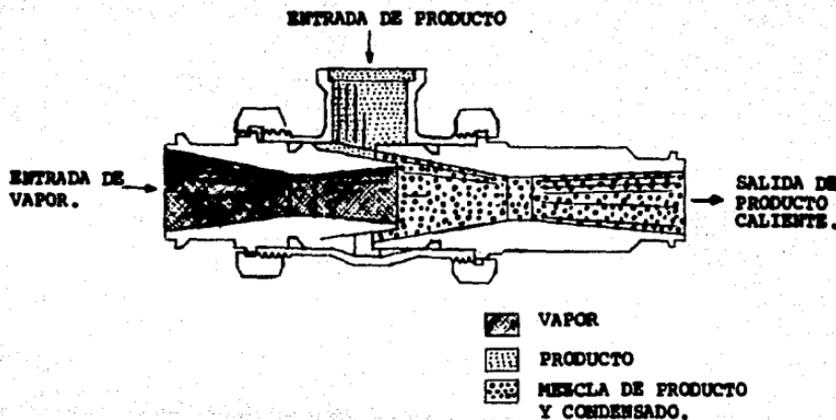


Fig. 5.- BOQUILLA PARA INYECCION DIRECTA DE VAPOR.

UNAM FACULTAD DE QUIMICA

TESIS PROFESIONAL

FERNANDO CASTILLA GARCIA

BOQUILLA PARA INYECCION  
DIRECTA DE VAPOR.

El recipiente de expansión tiene integrado un condensador que condensa los vapores que han sido flasheados y los separa del producto.

El agua de enfriamiento que se utiliza en el condensador es posteriormente calentada con vapor en otra hoquilla de inyección y se utiliza en el precalentamiento de la leche en el cambiador de calor de placas.

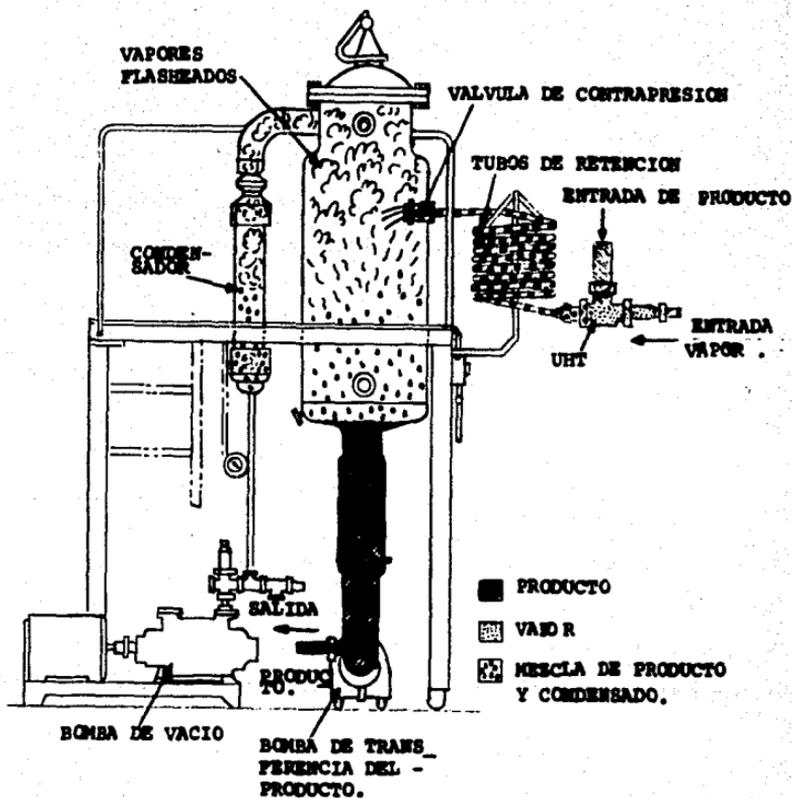
Del recipiente de expansión, la leche es bombeada hasta un homogenizador aséptico del cual es enviada hasta la sección de enfriamiento del cambiador de calor de placas donde es enfriada hasta una temperatura aproximada de 20°C.

Como puede verse, el recipiente de expansión tiene una gran importancia en el proceso ya que de su buen funcionamiento depende que la concentración de la leche no se vea afectada. En la Fig. 6 se muestra una representación esquemática de un recipiente de expansión con condensador integrado.

#### 5.4 PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE EL SISTEMA DIRECTO Y EL INDIRECTO PARA ULTRAPASTEURIZACIÓN DE LECHE.

Los dos métodos de ultrapasteurización mencionados anteriormente presentan diferencias entre sí. Estas diferencias son:

A.- En el método directo, la temperatura de la leche es bajada rápidamente después de la esterilización mediante la expansión súbita en el recipiente a vacío. En los sistemas in-



UNAM FACULTAD DE QUIMICA  
 TESIS PROFESIONAL  
 FERNANDO CASTILLA GARCIA  
 RECIPIENTE DE EXPANSION CON  
 CONDENSADOR  
 INTEGRADO. Fig. 6

directos, en cambio, la temperatura del producto después de la esterilización decrece más lentamente. Esto representa una desventaja con respecto al sistema directo, ya que se produce una mayor degradación térmica, lo que produce mayores daños en la calidad de la leche.

Esta diferencia en el tipo de calentamiento puede -- apreciarse fácilmente en la Fig. 7, en la que se muestra una gráfica de Temperatura contra Tiempo para ambos sistemas.

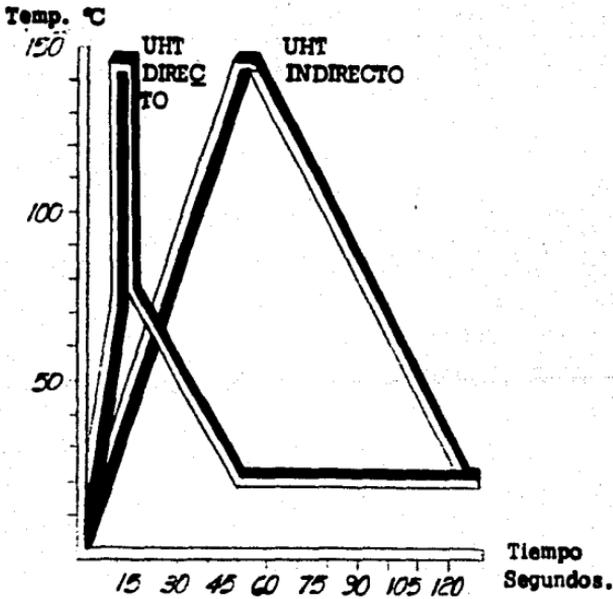


Fig. 7. - Gráfica de temperatura VS Tiempo para sistemas de ultrapasteurización de leche.

B.- Calidad del Vapor.- Cuando se usa el sistema directo de calentamiento, se pone en contacto vapor con el producto que se está procesando. Por ésta razón, deben cumplirse las siguientes demandas sobre la calidad del vapor:

- 1).- De preferencia el vapor debe obtenerse a partir de agua potable.
- 2).- El vapor debe estar absolutamente libre de cualquier olor o sabor.
- 3).- Como el vapor debe ser puro, es aconsejable -- limpiar la caldera más a menudo que normalmente.
- 4).- Las tuberías que conduzcan el vapor purificado deben ser de acero inoxidable.

La práctica ha mostrado que para los métodos de calentamiento directo es necesario dar al vapor un tratamiento -- separado antes de que entre en contacto con el producto. Se -- cuenta con varios tipos de equipo para efectuar este tratamiento, tales como:

Filtros Centrifugos.- Un filtro centrifugo remueve -- todos los sólidos, gotas de agua y compuestos químicos disueltos en el agua. Los compuestos químicos en estado gaseoso no -- pueden ser removidos en forma efectiva con este tipo de filtro.

Filtros Centrifugos con Filtros de Carbón Activado.- Aplicando un filtro de carbón activado y un filtro centrifugo -- conectados en serie, pueden ser removidos del vapor los componentes químicos gaseosos, los cuales serán absorbidos por el --

filtro de carbón.

Es evidente que la aplicación de calentamiento directo para la ultrapasteurización implica ciertos requerimientos en la calidad del vapor que va a utilizarse, lo que no sucede con sistemas de calentamiento indirecto, debido a que no existe un contacto directo entre el vapor y el producto.

C.- **Requirimientos Legales.**- Algunos países prohíben el uso sin licencia de sistemas de calentamiento directo debido a que el condensado que entra al producto al ponerse en contacto directo con vapor puede afectar las características finales del producto. La licencia para usar el sistema directo se otorga cuando las autoridades están convencidas que todo el condensado se separa del producto.

La separación total del condensado sí puede llevarse a cabo, por lo que no existe ninguna prohibición permanente para el uso del sistema directo en algún país del mundo.

D.- **Costos.**- La inversión en equipo para ambos sistemas de ultrapasteurización es muy parecida, por lo que este factor no influye grandemente en la selección de un tipo de sistema.

Los costos de operación son un poco más bajos para sistemas de calentamiento indirecto debido a que tiene un consumo menor de vapor.

Los costos de operación dependen grandemente del di-

seño del sistema en cuanto al aprovechamiento que se tenga del agua para efectuar calentamiento y enfriamientos del producto. Este factor es de tal importancia que, hay sistemas de calentamiento directo que tienen costos de operación más bajos que los indirectos debido al buen aprovechamiento que dan al agua.

## C A P I T U L O VI

### DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA

#### 6.1 BASES DE DISEÑO.

El proyecto tiene como objetivo producir leche concentrada ultrapasteurizada para el consumo de la población económicamente débil.

Se desea producir 160,000 l/día de leche reconstituida a doble concentración, ultrapasteurizada para lograr tres meses mínimo de vida de anaquel (sin separación de grasa ni gelificación), conservando propiedades organolépticas apropiadas.

La fórmula del producto que se desea obtener es la siguiente:

<u>Formula</u>	<u>% en peso</u>
Leche descremada en polvo .....	18.24
Grasa Butírica .....	0.19
Aceite de Coco .....	5.80
Agua .....	75.77
	<hr/>
	100.00

En términos bromatológicos, esta composición se traduce en los siguientes aportes de nutrientes:

Proteínas	62 g/l	Cenizas	12 g/l
Grasa	60 g/l	Calcio	2400mg/l
Lactosa	95 g/l	Fósforo	1706mg/l

El horario de producción de la planta será de 20 horas diarias de operación y 4 horas para limpieza. La planta tendrá una operación total anual de 300 días, equivalente a 43 semanas y 6,000 horas.

**LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL TERRENO.-** La planta estará ubicada en la ciudad de Aguascalientes, Ags. El terreno está situado en la Ciudad Industrial de Aguascalientes y cuenta con una superficie total aproximada de 6 ha. Tiene una leve pendiente en sentido este-sureste y es atravesado, cerca de la mitad de su extensión, por un arroyo natural que encausalos escurrimientos pluviales procedentes de la parte oriente del terreno. Las dimensiones de los linderos aproximadamente son de 375 m. al norte y al sur; y de 160 m. al oriente y poniente.

**AGUA.-** Se cuenta con un pozo para agua perforado por la Ciudad Industrial, que cubre con las necesidades de las industrias establecidas. El terreno cuenta con disponibilidad de agua hasta 500 m<sup>3</sup> diarios, o bien, se pueden ocupar dos pozos-- que se localizan dentro del terreno, junto con una cisterna -- existente dentro del terreno, para 400 a 500 mil litros de capacidad, lo que permite ser autosuficientes en el suministro de agua.

Si se quisiera contar con conexión a la red general de agua, (que podría usarse como medida de emergencia), se tendrá que pagar un costo de \$2.00 por metro cúbico.

Calidad del Agua.- Los valores promedio de análisis-- efectuados en diferentes pozos que abastecen la ciudad de Aguas calientes, son los siguientes; dureza total de 185-192 ppm, y conductividad de 480 micromhos, cloruros de 1.9 mg/l y cuenta de coliformes totales de 11 por mililitro.

**ENERGIA ELECTRICA.-** La Ciudad Industrial de Aguascalientes cuenta con una Subestación Eléctrica que transforma la corriente a 13,200 volts y este voltaje es el que se entrega - en los límites del terreno.

**DRENAJE.-** Se contará con dos sistemas de drenaje localizados en las calles, de acceso, uno para agua pluvial y el otro para desechos industriales.

**FERROCARRIL.-** Se contará con un ladero de ferrocarril por el costado oriente del terreno. A partir de éste se tendrá que construir por cuenta propia la espuela del ferrocarril que entrará al terreno en la longitud y geometría que más convenga.

**ACCESO.-** Se contará con un acceso principal a lo -- largo del lindero poniente, el cual consiste en una avenida con camellón de 16 mts, más dos arroyos de circulación de 10.5 mts. de ancho cada uno, con banquetas de ambos lados de 2.5 mts. de ancho.

Se prevee la construcción de una avenida principal - que unirá la parte norte del terreno directamente con la carretera federal. También se planea construir una calzada por el -

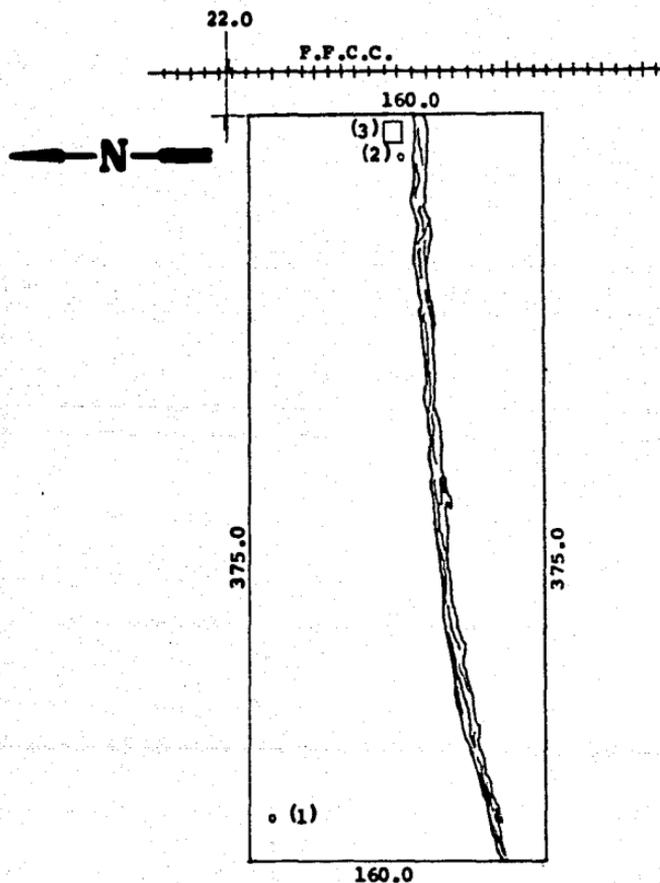
lindero poniente que correrá paralelamente al ladero de ferrocarril.

En la Fig. 8 se muestra un esquema del terreno.

SUELO.- No tiene capa orgánica (migajón) y se reportan dos capas de 70 cm, con suelo clasificación "B" y "C".

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.- La Ciudad de Aguascalientes se encuentra a una altura de 1870 mts. sobre el nivel del mar. Tiene una presión atmosférica de 612 mm Hg.

A continuación se presentan los datos de temperatura ambiente, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación pluvial, y vientos dominantes que fueron proporcionados, para los últimos tres años, por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección General de Hidrología-Climatología.



NOTAS: (1) y (2): POZOS  
(3): CISTERNA

ESCALA 1:2500

ACOTACIONES EN MTS.

Fig. 8.- PLANO DE LIMITACION DEL TERRENO

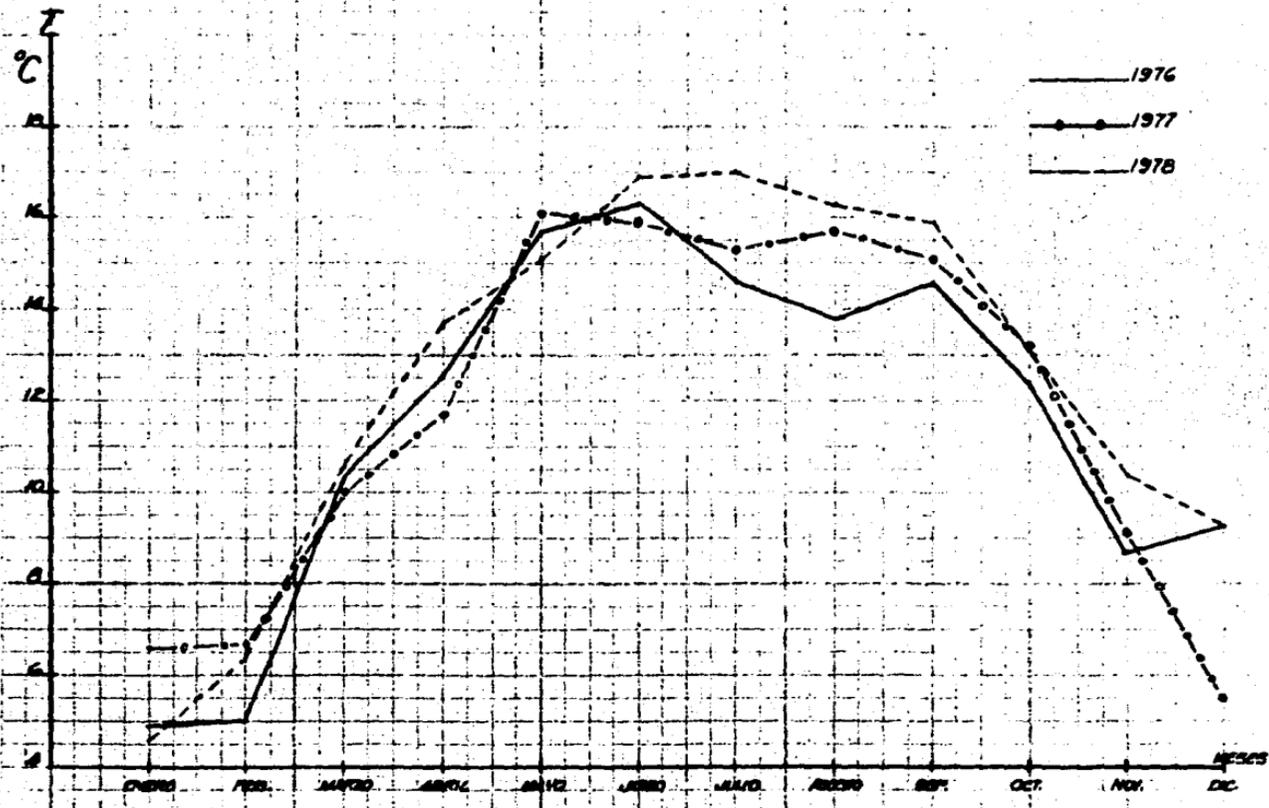
UNAM FACULTAD DE QUIMICA
TESIS PROFESIONAL
FERNANDO CASTILLA GARCIA
PLANO DE LIMITACION DEL TERRENO.

**TAULA 7. TEMPERATURA AMBIENTE EN AGUASCALIENTES**

TEMPERATURA en °C

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO ANUAL
1976	4.9	5.0	10.3	12.5	15.7	16.3	14.6	13.8	14.6	12.4	8.7	9.3	11.5
1977	6.6	6.7	10.0	11.7	16.1	15.9	15.3	15.7	15.1	13.2	9.1	5.5	11.7
1978	4.6	6.4	10.6	13.7	15.1	16.9	17.0	16.3	15.9	13.1	10.4	9.3	12.4

# TEMPERATURA AMBIENTE EN AGUASCALIENTES

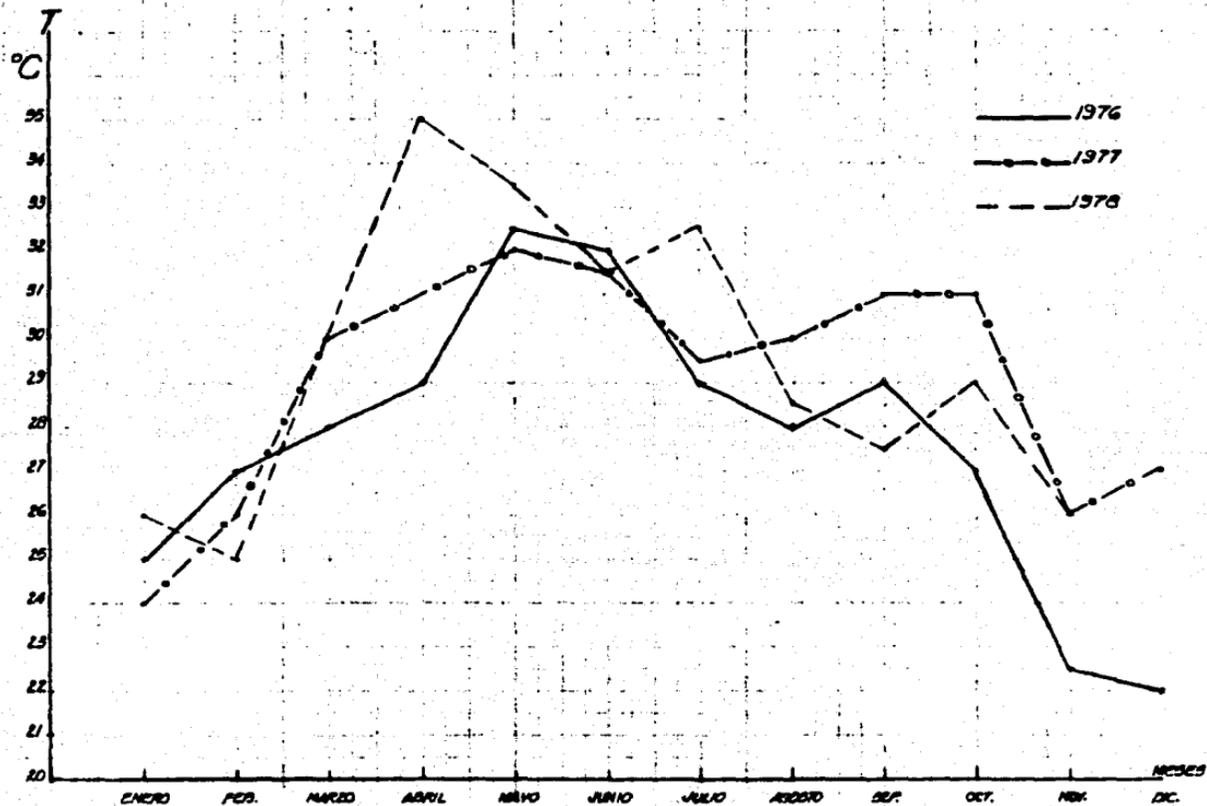


**TAHLA 8. TEMPERATURA MAXIMA EN AGUASCALIENTES**

**TEMPERATURA en °C**

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO ANUAL
1976	25.0	27.0	28.0	29.0	32.5	32.0	29.0	28.0	29.0	27.0	22.5	22.0	27.58
1977	24.0	26.0	30.0	29.0	32.0	31.5	29.5	30.0	31.0	31.0	26.0	27.0	28.92
1978	26.0	25.0	30.0	35.0	33.5	31.5	32.5	28.5	27.5	29.0	26.0	27.0	29.29

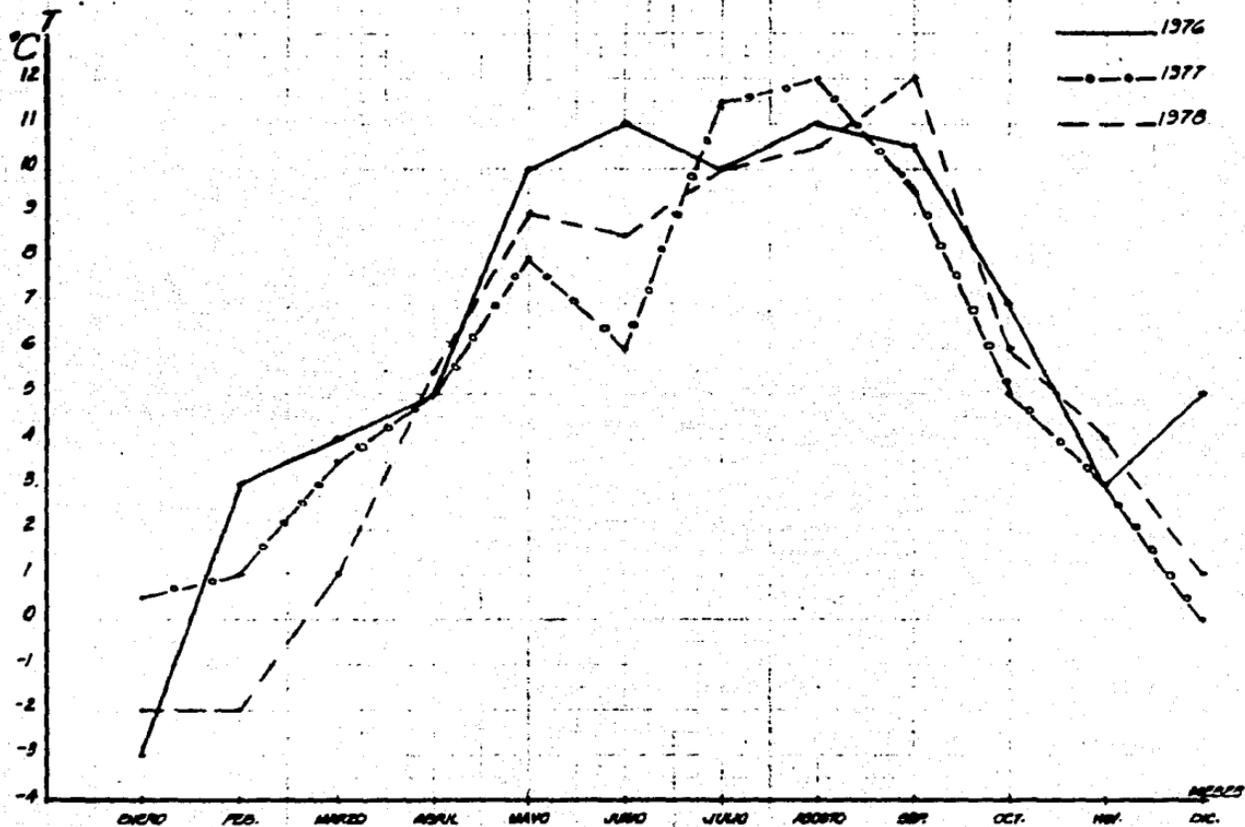
# TEMPERATURA MAXIMA EN AGUASCALIENTES



**TAHLA 9. TEMPERATURA MINIMA EN AGUASCALIENTES**  
**TEMPERATURA en °C**

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO ANUAL
1976	-3.0	3.0	4.0	5.0	10.0	11.0	10.0	11.0	10.5	7.0	3.0	5.0	6.4
1977	0.5	1.0	3.5	5.0	8.0	6.0	11.5	12.0	9.5	5.0	3.0	0.0	5.4
1978	-2.0	-2.0	1.0	5.5	9.0	8.5	10.0	10.5	12.0	6.0	4.0	1.0	5.3

# TEMPERATURA MINIMA EN AGUASCALIENTES



**TABLA 10. PRECIPITACION PLOVIAL EN AGUASCALIENTES**  
**PRECIPITACION en mm.**

<b>AÑOS</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEP.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>
1976	0.0	0.0	0.0	5.0	12.2	14.8	274.0	43.3	68.5	41.2	62.7	10.2	44.3
1977	3.3	0.0	0.0	5.6	0.5	66.0	68.9	213.6	66.4	43.6	3.9	5.0	39.7
1978	0.0	5.8	0.5	0.0	16.7	51.2	65.0	113.0	131.1	35.4	4.5	2.8	35.5

# PRECIPITACION PLUVIAL EN AGUASCALIENTES

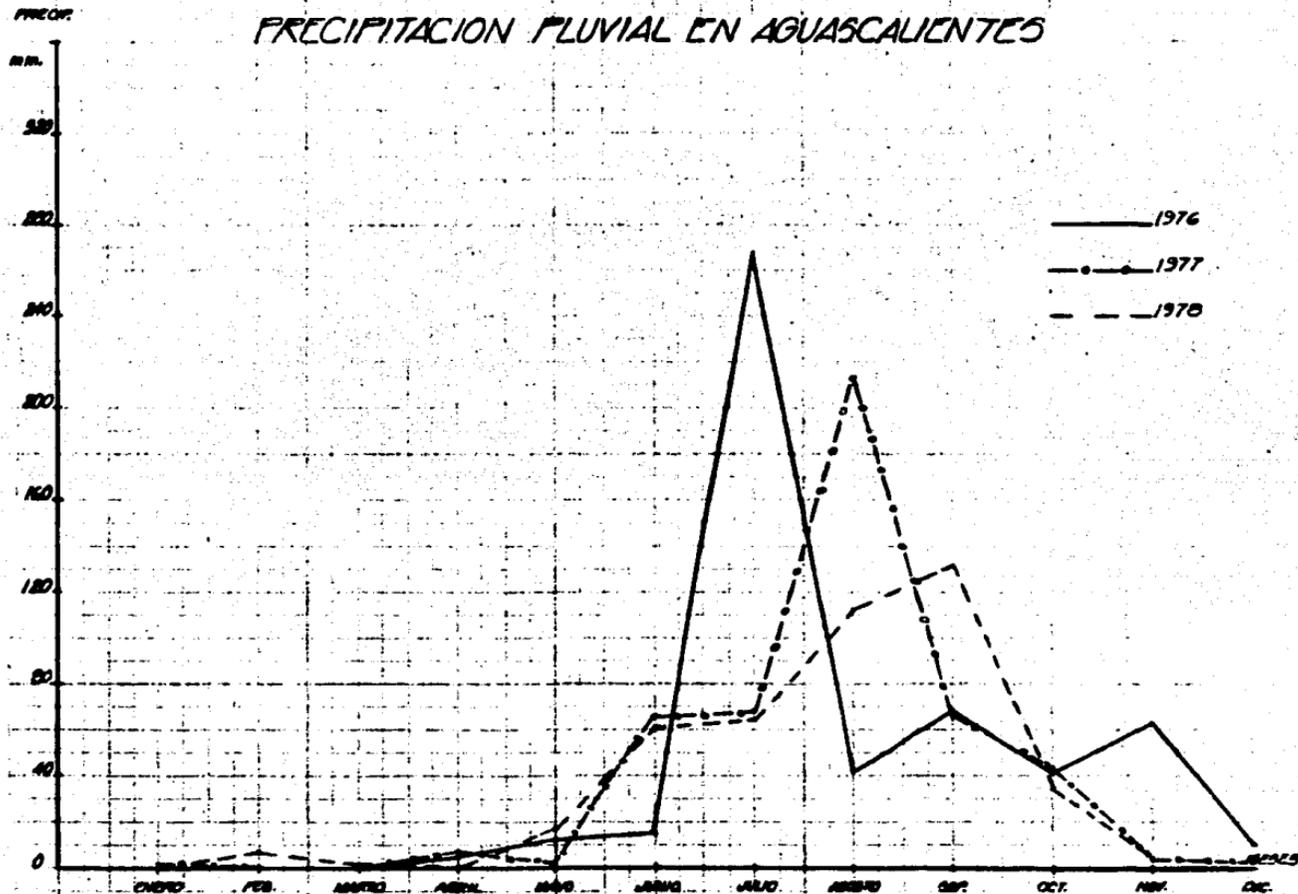


TABLA 11. VIENTOS DOMINANTES EN AGUASCALIENTES

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1976	NE	SW	SW	SW	SW	NW	SW	NE	NE	NE	NE	NE
1977	SW	NE	SW	SW	SW	NE	SW	NW	NE	NE	SW	NW
1978	NE	SW	SW	SW	NW	NE	NE	NE	NE	NE	SW	SE

## 6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El proceso para la obtención de leche concentrada ultrapasteurizada se representa en el diagrama de bloques anexo. Consiste de 5 operaciones fundamentales: Almacén de Materias - Primas, Reconstitución, Esterilización, Envasado y Almacén de Producto Terminado.

Se decidió como más apropiado para la obtención del producto, el método de ultrapasteurización directa mediante la inyección de vapor, fundamentalmente por las siguientes razones:

a).- Es el sistema ofrecido por las compañías proveedoras del equipo, como el más apropiado y seguro de acuerdo a sus experiencias.

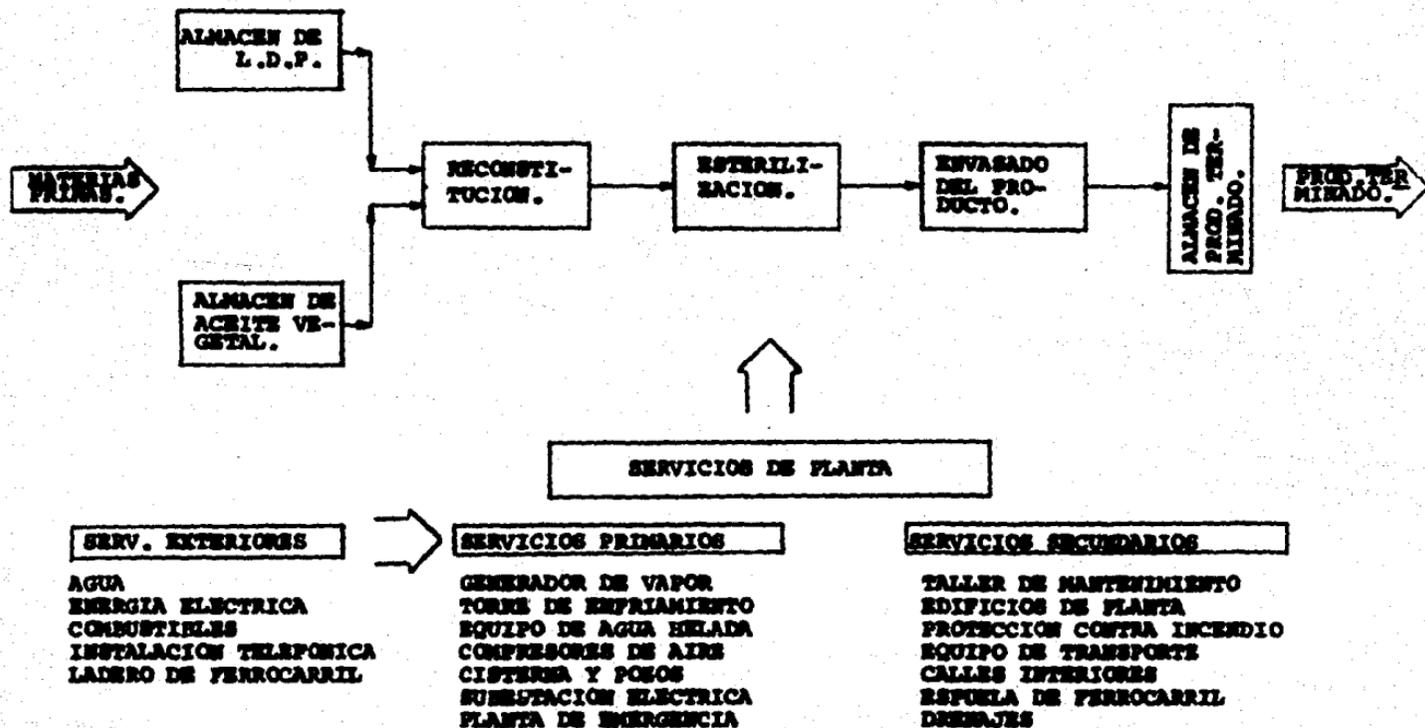
b).- La inyección directa de vapor ofrece mayores posibilidades de reproducir u obtener las condiciones que se suponen como más apropiadas para la obtención del producto.

c).- En el caso del sistema directo, se logra con ventaja una operación continua sin interrupciones motivadas -- por ensuciamiento o quemado de la leche.

d).- Las condiciones que podrían parecer favorables al sistema de calentamiento indirecto como: requerimiento de calidad especial en el vapor para mezclarse con el producto, posibles restricciones legales, rastros de condensados en el producto, pérdida de sabor, etc., no llegan a ser determinantes ni francamente a favor del sistema directo.

DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES

OTORGACION DE LECHE CONCENTRADA ULTRASTERILIZADA.



e).- En la actualidad existe un número mucho mayor de equipos de calentamiento directo en el mundo, que de calentamiento indirecto para el caso de leche concentrada.

**MATERIAS PRIMAS.**- Las materias primas utilizadas en el proceso son: Leche descremada en polvo (LDP), aceite de coco y agua.

Para garantizar la correcta esterilización del producto y la obtención de un producto estable con una vida de anaquel satisfactoria, es necesario usar una leche descremada en polvo grado extra alta estabilidad térmica, según estándar - - ADMI (Extra Grade skim milk powder High Heat Stable of American Dried Milk Institute), que muestre estabilidad térmica en baño de aceite a 120°C y durante 40 minutos como calidad óptima; 30 minutos a 120°C es el mínimo aceptable.

La leche descremada en polvo que se utilizará es de importación y presenta las siguientes especificaciones:

-Leche en polvo descremada, elaborada a partir de leche fresca descremada no adulterada ni neutralizada, de buena calidad, apta para consumo humano, secada por aspersion. Deber ser de color blanco cremoso, de olor y sabor característicos.- Exenta de grumos, a excepción de los que se deshacen fácilmente, de partículas quemadas, de tóxicos, de restos de insectos y cualquier otro material extraño.

**Características Organolépticas:**

-Sabor: Característico, exento de sabores extraños como g sebo, a rancio, a caramelizado, a viejo, ácido, etc.

-Olor: Característico exento de olores extraños como ácido, viejo, caramelizado, etc.

-Aspecto: Polvo amorfo, de color blanco cremoso uniforme, sin grumos excepto los que se deshacen fácilmente, ni partículas quemadas.

**Características Físicas:**

Indice de solubilidad Max. 1.25 ml.

**Composición:**

Humedad Max. 4.0 %

Grasa Max. 1.25%

Acidez ( como ácido láctico ) Max. 0.15%(ADMI)

Proteínas (Ex 6.38) Min. 34 %

Cenizas Max. 8 %

Proteína sérica 1.55-5.99 mgN/g (ADMI).

**Calidad Bacteriológica:**

Cuenta microscópica directa Max.  $75 \times 10^6$  por g

Cuenta standar SPC. Max. 10,000 col/g.

Cuenta coliformes (MPN) <5 por g

E. Coli (MPN) <1 por g

Cuenta hongos y levaduras <10 por g

Estafilococos coagulasa positivo Ausente

Bacterias enteropatógenas Ausente

Es importante utilizar leche descremada en polvo grado extra alta estabilidad térmica porque así se evita gelificación y coagulación en el producto final.

La leche descremada en polvo llegará a la planta en carros de ferrocarril y será almacenada en el almacén de LDP, que tiene capacidad para almacenar la leche en polvo suficiente para 30 días de producción.

El aceite de coco llegará en pipas a la planta y será almacenado en 3 tanques verticales de 30 000 litros cada uno, lo que representa una capacidad de almacén total de 8 días.

El aceite de coco se utiliza como sustituto de la -- grasa butírica para efectuar la reconstitución debido principalmente, a su bajo costo. Se hicieron pruebas con doce diferentes aceites vegetales para efectuar la reconstitución de la leche y se encontró que el aceite de coco es el que produce menos alteraciones en el sabor característico de la leche. Con los otros aceites vegetales utilizados, no fue posible quitar a la leche el sabor tan fuerte del aceite.

El aceite de coco, sin embargo, presenta la desventaja de que fácilmente puede adquirir sabor a rancio debido a que tiene un alto contenido de ácidos grasos de cadena corta que -- presentan una fuerte tendencia a hidrolizarse. Para evitar al máximo ésta descomposición, el aceite de coco se almacenará en los tanques a una temperatura tal que el aceite se mantenga lí

quido, pero que no sea muy elevada para no propiciar la descomposición.

El aceite de coco que se utilizará para efectuar la-reconstitución de la leche, debe cumplir las siguientes especificaciones:

Aceite de coco para consumo humano. Refinado y deodorizado. Fresco, puro, exento de materiales extraños.

**Características Organolépticas:**

**Apariencia:** En estado sólido blanca, fundida, limpia, ligera--mente amarilla.

**Olor:** Neutro, fresco, no ácido ni a coco ni rancio, ni a jabón, etc.

**Sabor:** Neutro, fresco, no ácido ni a coco ni rancio, ni - a jabón, etc. Para probar se agregan 10 g de la --grasa en 300 ml de agua caliente.

**Propiedades Físicas:**

Densidad 40/15 °C	0.908-0.913
Índice de refracción 40°C	1.4480-1.45
Punto de fusión °C	23°C- 28°C

**Composición:**

Índice de saponificación	250 - 254
Índice de Iodo	7.5 - 10.5
Acidez (% de ácido oleico)	Max. 0.2
Índice de peróxido	Max. 0.5
Humedad	Max. 0.1 %

## Calidad Bacteriológica:

Cuenta estandar	Máx.	100 col/ml
Coliformes		< 1 por ml.
Cuenta de hongos y levaduras.		< 1 por ml.
Salmonellas (50)		Ausente.

RECONSTITUCION.- La leche descremada en polvo es llevada por -  
montacargas desde el almacén de LDP hasta la sección de reconstitución. El proceso de reconstitución y esterilización se -  
muestra en el diagrama de flujo anexo.

Los sacos de LDP son vaciados en el equipo de alimentación de leche descremada en polvo AG-01-X-01 el cual posee -  
un filtro vibratorio y un transportador de tornillo que conduce a la leche en polvo hasta una tolva que descarga hacia el -  
mezclador en línea AG-01-M-01.

El agua de proceso es alimentada a los tanques - - -  
AG-01-T-01 y AG-01-T-02. Estos tanques son de tipo vertical no aislados y tienen una capacidad de 10,000 litros cada uno. Los tanques tienen conexión para el sistema de limpieza CIP (Cleaning in Place). El agua de proceso es alimentada a los dos tanques hasta su máximo nivel, y al momento de llenarse los tanques, se empieza a alimentar la leche en polvo en la cantidad necesaria para obtener la concentración requerida. El mezclado de la leche en polvo y el agua se efectúa mediante el mezclador en línea AG-01-M-01 cuya capacidad máxima es de 2700 Kg/h-



de LDP y 27,000 l/h de producto líquido. El polvo y el líquido se mantienen separados por un difusor hasta que alcanzan el ojo de un impulsor del mezclador. El líquido fluye alrededor del tubo difusor y entra al mezclador simultáneamente con el material en polvo. El mezclado empieza en el ojo del impulsor dentro de una coraza.

Se mantiene el sistema en recirculación mediante la bomba centrífuga AG-01-B-01 con capacidad de 24,000 l/h, hasta que se efectuó perfectamente el mezclado y, en ese momento, la leche descremada rehidratada continúa con el proceso pasando por el filtro doble AG-01-F-01, el cual elimina los posibles grumos que no hayan sido disueltos. La leche es bombeada mediante la bomba centrífuga AG-01-B-02 cuya capacidad es de 8,000 l/h, hacia el tanque de balance AG-01-T-03 cuya capacidad es de 100 litros. Este tanque es de acero inoxidable y posee un flotador que percibe el nivel del líquido y hace actuar una válvula que abre o cierra para mantener siempre un nivel constante en el tanque.

De este tanque, la leche es bombeada por la bomba centrífuga AG-01-B-03 con capacidad máxima de 8,000 l/h hacia el intercambiador de calor de placas AG-01-I-01. En este intercambiador se efectúa la pasteurización de la leche. Consiste de 5 secciones y tiene un programa de temperaturas de 25-70 85-20-4°C. La leche descremada rehidratada entra a 25°C a la -

tercera sección del cambiador, donde es precalentada hasta 70°C mediante leche entera a 85°C proveniente de los tubos de retención AG-01-Z-01.

La leche precalentada a 70°C es enviada hasta el recipiente de expansión AG-01-T-04. Este recipiente es mantenido a vacío por medio de la bomba de vacío AG-01-B-4. En el recipiente se lleva a cabo la deodorización, es decir, se eliminan olores que pueda llevar la leche y se le separa el aire que contenga.

El recipiente de expansión lleva un condensador integrado que condensa los vapores que se flashean, con lo que se evitan pérdidas de agua que pudieran producir una mayor concentración de sólidos totales en el producto.

Al efectuarse la expansión, la temperatura de la leche baja de 70 a 60°C. La leche es bombeada por la bomba centrífuga AG-01-B-05 que tiene una capacidad de 8,000 l/h.

Después de la bomba, se añade en línea el aceite de coco. Este aceite de coco proviene del tanque de balance - - - AG-01-T-05 de 100 lt. de capacidad. De este tanque, el aceite es bombeado por la bomba dosificadora AG-01-B-06 que tiene una capacidad máxima de 500 l/h. Esta bomba es de desplazamiento positivo y opera con un desplazamiento fijo. El aceite de coco es enviado hasta una "T" de mezcla, donde se pone en contacto con la leche descremada. El mezclado se efectúa en un mezcla--

dor rotatorio en línea AG-01-M-02.

Después del mezclador, la leche entera pasa a un homogenizador AG-01-H-01 donde los glóbulos de grasa son incorporados perfectamente. La homogenización se consigue al pasar la leche a través de una válvula especialmente diseñada dentro del homogenizador que produce que los glóbulos de grasa se rompan y se incorporen a la leche. El homogenizador es, en realidad una bomba reciprocante de alta presión en la cual está montada la válvula de homogenización.

La leche entera homogenizada a 60°C, se envía a la sección de calentamiento del pasteurizador a placas, donde la leche es calentada a la temperatura de pasteurización de 85°C por medio de agua caliente a 88°C. El agua es calentada en otra sección del intercambiador por medio de vapor de 3 Kgf/cm<sup>2</sup>. El agua se mantiene recirculando en lo que se conoce como circuito de agua caliente, por medio de la bomba centrífuga AG-01-B-07, cuya capacidad es de 16,000 l/h.

La leche a 85°C es enviada a los tubos de retención AG-01-Z-01 donde se mantiene a 85°C durante 3 minutos. Si la temperatura de la leche es inferior a 85°C, una válvula diversificadora la recircula hacia el tanque de balance AG-01-T-03.

Al salir de los tubos de retención, la leche tiene que ser enfriada. Este enfriamiento se realiza en tres etapas:

1).- Enfriamiento regenerativo.- Se efectúa con la -

leche que entra al intercambiador a 25°C. En esta sección la leche se enfría de 85 a 34°C.

2).- El segundo enfriamiento se efectúa con agua de--enfriamiento a 22°C. La leche es enfriada hasta 24°C.

3).- El último enfriamiento se efectúa hasta 4°C con--agua helada a 2°C proveniente de la sección de refrigeración.

Al salir del intercambiador de calor, la leche a 4°C--llega a dos tanques amortiguadores AG-01-T-06 y AG-01-T-07 con--capacidad de 8,000 lt. cada uno. Estos tanques son verticales -y aislados. Consisten de una coraza interna de acero inoxidable y otra externa también de acero inoxidable. La coraza externa -cubre los lados y el fondo del tanque pero no la parte superior.

Entre las dos corazas existe una capa aislante de la--na mineral de 7 cm. de espesor. Estos dos tanques funcionan co--mo amortiguadores entre la sección de reconstitución y pre--tra--tamiento, y la sección de ultrapasteurización.

ULTRAPASTEURIZACION.- La sección de ultrapasteuriza--ción empieza en el tanque de balance AG-01-T-08, donde se reci--be la leche a 5°C proveniente de los dos tanques amortiguadores, de donde es bombeada por la bomba centrífuga AG-01-B-08. En el -tanque de balance se mantiene un nivel constante por medio de -una válvula que es operada mediante un flotador. De este tanque la leche es bombeada por la bomba centrífuga AG-01-B-09 hasta--el intercambiador de calor a placas AG-01-I-02. Este intercam--

biador tiene dos secciones: una para precalentamiento de la leche y otra para enfriamiento.

En la sección de precalentamiento, la leche es precalentada hasta 75°C con agua que ha sido previamente usada - en el condensador del recipiente de expansión AG-01-T-09.

Después del precalentamiento, la presión de la leche es elevada hasta 4 Kgf/cm<sup>2</sup> con la bomba de desplazamiento positivo AG-01-B-10. La leche es bombeada hasta la boquilla de inyección de vapor AG-01-Z-02. A medida que la leche fluye a través de la boquilla, se le inyecta vapor a 6 Kgf/cm<sup>2</sup> y la temperatura de la leche aumenta rápidamente desde 75 hasta 140°C. - Debido a que la leche se encuentra a presión no ocurrirá ebullición aún a esta temperatura elevada.

Para asegurar que se alcanza la esterilización requerida, la leche se mantiene a la temperatura de esterilización- durante 4 seg. Este período de tiempo es conocido como tiempo- de retención. Este tiempo se consigue al fluir la leche a través de una celda de retención que consiste de un tubo cuya longitud y diámetro permiten alcanzar este tiempo.

Después de la celda de retención, la leche fluye a - través de una válvula diversificadora de flujo, la cual envía- la leche de regreso al tanque AG-01-T-08, si es que no se al-canza la temperatura de esterilización adecuada. Cuando la leche es regresada a este tanque, pasa primero por el intercam-- biador de calor a placas AG-01-I-03, donde es enfriada con el-

agua de enfriamiento que se dirige al condensador del recipiente de expansión. Si la temperatura de esterilización es la correcta, la leche sigue hasta el recipiente de expansión AG-01-T-09 el cual es mantenido a vacío por medio de la bomba de vacío AG-01-B-11. La presión de la leche cae repentinamente de  $4 \text{ Kg/cm}^2$  a una presión absoluta de aproximadamente  $0.6 \text{ Kg/cm}^2$ . Debido a la expansión sufrida, la temperatura de la leche baja rápidamente de  $140^\circ\text{C}$  a  $76^\circ\text{C}$ . Simultáneamente, existe un flasheo de vapor en el recipiente y la proporción de vapor que se flashea corresponde al vapor que se inyectó en la boquilla de inyección de vapor en forma directa al producto.

El vapor que se flashea es condensado en el condensador que tiene integrado el recipiente de expansión y, posteriormente, el condensado es separado del producto. De esta manera se consigue que el contenido total de sólidos en la leche sea el mismo antes y después de la esterilización.

Al mismo tiempo que el vapor es flasheado en el recipiente a vacío, los gases incondensables disueltos en el producto son liberados.

El agua de enfriamiento que se utiliza en el condensador, sale de éste a  $73^\circ\text{C}$  y es precalentada hasta  $80^\circ\text{C}$  mediante la inyección directa de vapor en la boquilla AG-01-Z-03. -- Una vez que el agua ha sido precalentada hasta  $80^\circ\text{C}$ , se envía al intercambiador de calor AG-01-I-02, donde es utilizada para

calentar la leche que entra a la sección de ultrapasteurización de 4°C hasta 75°C. Esta misma agua, posteriormente es usada para enfriar la leche en la sección de enfriamiento del cambiador.

Después de que la leche se ha enfriado en el recipiente de expansión, se extrae del mismo mediante la bomba aséptica AG-01-B-12 que la bombea hacia el homogenizador aséptico AG-01-H-02. La bomba se mantiene en condiciones asépticas mediante el suministro constante de vapor.

En el homogenizador aséptico los glóbulos de grasa de la leche reducen su tamaño y se incorporan al producto, y los aglomerados de proteínas formados durante el tratamiento térmico son dispersados. Con la homogenización se previene la separación de crema y sedimentación de proteínas en los envases durante el almacenamiento.

La homogenización se lleva a cabo en dos etapas a una presión máxima de 250 Kgf/cm<sup>2</sup>. El homogenizador es completamente aséptico debido a que la leche que maneja es estéril. La esterilidad del producto es mantenida en el homogenizador por medio de un suministro constante de vapor al sello del pistón.

Después de que ha sido homogenizada, la leche es enviada a la sección aséptica de enfriamiento del intercambiador de calor a placas AG-01-I-02 donde es enfriada hasta 20°C por-

medio de agua a 12°C Proveniente de la sección de calentamiento del mismo intercambiador.

Después del enfriamiento, la leche estéril fluye hacia el tanque estéril AG-01-T-10, que actúa como amortiguador entre la sección de esterilización y la de envasado. El tanque tiene una capacidad de 12,000 lts. y está construido con dos capas de acero inoxidable. El espacio que queda libre sobre el nivel de la leche en el tanque, es llenado con aire estéril a presión. Este aire es suministrado por un pequeño compresor exclusivo para el tanque.

La operación del tanque estéril tiene las siguientes etapas:

- 1).- Esterilización del tanque con vapor.
- 2).- Enfriamiento del tanque.- Se lleva a cabo con agua que se suministra por la parte superior del tanque y cae por el exterior de la pared interna del tanque.
- 3).- Llenado del tanque con aire estéril.- Este aire debe ser libre de aceite. Se le hace una filtración en un pre-filtro y, posteriormente, en un filtro estéril.
- 4).- Producción.- Simultáneo llenado y descarga del tanque hacia las máquinas envasadoras.
- 5).- Limpieza del tanque.- Se efectúa con el sistema de limpieza CIP de toda la planta.

La presión en el tanque durante su llenado y vaciado

varía de tal manera que la suma de la presión del aire y la presión por el nivel del líquido en la salida, sea siempre constante. Esto significa que las máquinas envasadoras reciben en forma continua leche a una presión constante.

**ENVASADO.**- Del tanque estéril, la leche es enviada a las máquinas envasadoras. Estas máquinas son marca Tetra Pak.

El envase que se utilizará es el envase aséptico de cartón tipo brick con capacidad de 500 ml.

Se tendrán 6 máquinas envasadoras Tetra Brik Aseptic, cada una con capacidad de 3650 cartones/h , por lo que la capacidad total de envasado será:

$$3650 \frac{\text{cartones}}{\text{h}} \times 6 = 21,900 \frac{\text{cartones}}{\text{h}}$$

$$21,900 \frac{\text{cartones}}{\text{h}} \times \frac{1}{2} \frac{\text{litro}}{\text{cartones}} = 10,950 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Además de las máquinas envasadoras se contará con 6 máquinas Tetra Tray, las cuales tienen como función colocar los envases en gavetas de cartón. Cada gaveta contendrá 12 envases.

En la fig. 9 se muestra la forma de la gaveta con sus 12 envases.

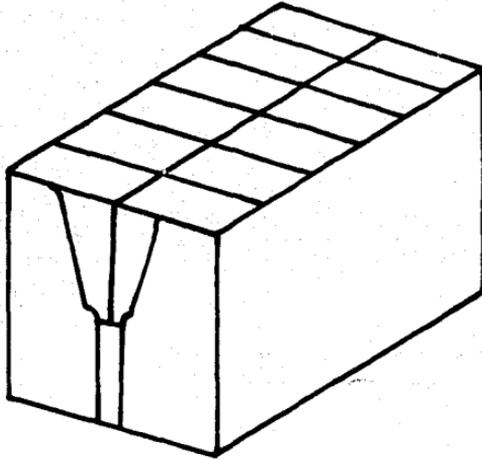


Fig. 9.- Gaveta conteniendo 12 envases de 500 ml.

También se tendrá una máquina de película retráctil-Tetra Shrink, la cual envuelve las gavetas de cartón con película retráctil. Esta película protege al producto empaquetado al mismo tiempo que aumenta la capacidad de absorción de presión de la gaveta de cartón.

Una vez que ha sido envasado el producto y colocado y envuelto en las gavetas de cartón, es transportado por medio de montacargas hasta el almacén de producto terminado. En este almacén, la leche permanece 10 días para verificar si se ha esterilizado perfectamente. Durante este tiempo de "cuarentena",

se toman muestras de leche que son sometidas a análisis bacteriológico en el Laboratorio.

**PLANTA DE LIMPIEZA QUIMICA CIP (CLEANING IN PLACE).-**

La limpieza de todo el equipo de proceso se lleva a cabo con el sistema CIP o limpieza in-situ.

Las etapas del ciclo de limpieza son las siguientes;

- 1).- Enjuagado con agua caliente durante 10 minutos.
- 2).- Limpieza con solución alcalina (2% de sosa cáustica) durante 30 minutos.
- 3).- Enjuagado con agua caliente durante 10 minutos.
- 4).- Limpieza con solución ácida (1% de ácido nítrico), durante 15 minutos.
- 5).- Enjuagado con agua fría durante 5 minutos.

La planta de limpieza se muestra esquemáticamente en el diagrama anexo.

Los concentrados ácidos y alcalino se reciben en los recipientes para concentrado AG-02-T-01 y AG-02-T-02 que tienen una capacidad de 215 litros cada uno y están contruídos de polietileno. Para efectuar una buena limpieza, el concentrado alcalino debe tener la siguiente composición.

- 90 % de hidróxido de sodio
- 9 % de tripolifosfato de sodio
- 1 % de agente humectante.



De los recipientes de polietileno, los concentrados son bombeados por las bombas dosificadoras AG-02-B-01 y AG-02-B-02 que tiene una capacidad de 310 l /h cada una. Estas bombas -- son de desplazamiento positivo y operan con un desplazamiento-fijo del pistón. Las bombas dosifican los concentrados hacia los tanques de almacenamiento AG-02-T-03 y AG-02-T-04, en donde se hace la dilución con agua. Estos tanques son de 1000 litros cada uno y están contruídos de acero inoxidable.

El agua que se usa para el enjuagados se almacena en el tanque AG-02-T-05, que es un tanque de acero inoxidable de 1000 litros de capacidad.

La bomba centrífuga AG-02-B-03, cuya capacidad es de 12000 litros/h, bombea a los productos limpiadores (agua, solución ácida o alcalina), durante cada ciclo de limpieza hacia el intercambiador de calor a placas AG-02-I-01. Los líquidos -- entran al intercambiador a 27°C y son precalentados hasta 70°C y son precalentados hasta 70°C con el líquido que retorna a -- 90°C a la planta de limpieza química.

Después de precalentarse hasta 70°C, los líquidos -- limpiadores se calientan en una segunda sección del mismo cambiador de calor hasta 95°C por medio de vapor a 105°C. De aquí son enviados a la sección de proceso para efectuar la limpieza del equipo.

Los líquidos de limpieza retornan a 90°C y son bombeados por las bombas de anillo líquido AG-02-B-04 y AG-02-B-05

con capacidad de 12,000 litros/h cada una, hacia el intercambiador de calor AG-02-I-01, donde se enfrían hasta 47°C al cambiar calor con los líquidos limpiadores que se precalientan.

De este cambiador, los líquidos limpiadores a 47°C - son enviados a sus respectivos tanques de almacenamiento o al drenaje.

## 6.3 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

Producción = 8000 l/h

Densidad = 1.065 Kg/l

Gasto =  $8000 \frac{l}{h} \times 1.065 \frac{Kg}{l} = 8520 \frac{Kg}{h}$ 

Tabla 12. - CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS EN Kg.

	% EN PESO	POR HORA	POR DIA	POR SEMANA	POR AÑO
LDP	18.24	1554.05	31081	217567	9324300
GRASA BUTIRICA	0.19	16.19	323.8	2266.6	97140
ACEITE DE COCO	5.8	494.16	9883.2	69182.4	2964960
AGUA	75.55	6455.6	129112.0	903784	38733600
TOTAL	100.00	8520.00	170400.0	1192800.0	51120000

## TONELADAS POR AÑO

LDP	9,324.3
GRASA BUTIRICA	97.14
ACEITE DE COCO	2,964.96
AGUA	38,733.6
TOTAL	51,120.00

Horario de Producción: 20 Hrs., por día y 300 días por año.

A continuación se hará el balance de materia y energía para las corrientes mostradas en el diagrama de flujo.

Corriente 1.- LDP PARA RECONSTITUCION.- La leche en polvo que se utiliza como materia prima no está 100% descremada, sino que lleva cierto contenido de grasa butírica, el cual corresponde al 0.19% en peso del producto terminado.

$$\text{LDP} \quad 8520 \frac{\text{kg prod.}}{\text{h}} \times 0.1824 \frac{\text{Kg LDP}}{\text{Kg prod.}} = 1554.05$$

$$\text{Grasa Butírica} \quad 8520 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{h}} \times 0.0019 \frac{\text{Kg G.B.}}{\text{Kg prod.}} = 16.19$$


---


$$1570.24$$

GASTO Kg/h 1570.24

COMPOSICION % EN PESO

$$\text{LDP:} \quad \frac{1554.05}{1570.24} \times 100 = 98.97$$

$$\text{Grasa But.} \quad \frac{16.19}{1570.24} \times 100 = 1.03$$

---

100.00

TEMPERATURA °C 20

La leche en polvo viene en sacos de 25 Kg. por lo que

$$\text{tendrán:} \quad \frac{1570.24}{25} = 62.8 \text{ sacos/h}$$

## Corriente 2.- AGUA PARA RECONSTITUCION.

$$\text{GASTO Kg/h : } \frac{8520 \text{ Kg prod.}}{h} \times 0.7577 \frac{\text{Kg agua}}{\text{Kg prod.}} = 6455.6 \frac{\text{Kg agua}}{h}$$

COMPOSICION	% EN PESO
-------------	-----------

Agua	100
------	-----

TEMPERATURA °C	20
----------------	----

PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	3
----------------------------	---

DENSIDAD Kg/l	1
---------------	---

GASTO VOLUMETRICO:	6455.6 l/h.
--------------------	-------------

## Corriente 3.- LECHE DESCREMADA REHIDRATADA.

LDP	1554.05 Kg/h
Grasa Butírica	16.19
Agua	6455.6
	<u>8025.84 Kg/h</u>

GASTO Kg/h 8025.84

## COMPOSICION % EN PESO

$$\text{LDP} \quad \frac{1554.05}{8025.84} \times 100 = 19.36$$

$$\text{Grasa But.} \quad \frac{16.19}{8025.84} \times 100 = 0.20$$

$$\text{Agua} \quad \frac{6455.6}{8025.84} \times 100 = \frac{80.44}{100.00}$$

TEMPERATURA °C 20

PRESION Kg/cm<sup>2</sup> 1.82

DENSIDAD Kg/l 1.08

$$\text{GASTO VOLUMETRICO 1/h:} \quad \frac{8025.84}{1.08} = 7431.3$$

## Corriente 4.- LECHE DESCREMADA REHIDRATADA PRECALENTADA.

LDP 1554.05 Kg/h

Grasa butírica 16.19

Agua 6455.6

8025.84

GASTO Kg/h 8025.84

COMPOSICION % EN PESO

LDP  $\frac{1554.05 \times 100}{8025.84} =$  19.36

Grasa butírica  $\frac{16.19 \times 100}{8025.84} =$  0.20

Agua  $\frac{6455.6 \times 100}{8025.84} =$  80.44  
100.00

TEMPERATURA °C 70

PRESION Kg/cm<sup>2</sup> 1.5

DENSIDAD Kg/l 1.08

GASTO VOLUMETRICO l/h:  $\frac{8025.84}{1.08} =$  7431.3

## Corriente 5.- LECHE DESCREMADA REHIDRATADA DEODORIZADA.

LDP	1554.05	Kg/h
Grasa Butírica	16.19	
Agua	6455.6	
	<u>8025.84</u>	

GASTO Kg/h 8025.84

COMPOSICION % EN PESO

$$\text{LDP} \quad \frac{1554.05}{8025.84} \times 100 = 19.36$$

$$\text{Grasa But.} \quad \frac{16.19}{8025.84} \times 100 = 0.20$$

$$\text{Agua} \quad \frac{6455.6}{8025.84} \times 100 = \frac{80.44}{100.00}$$

TEMPERATURA °C 60

PRESION Kg/cm<sup>2</sup> 2.3

DENSIDAD Kg/l 1.08

$$\text{GASTO VOLUMETRICO l/h : } \frac{8025.84}{1.08} = 7431.3$$

## Corriente 6.- ACEITE DE COCO.-

$$\text{GASTO Kg/h: } 8520 \frac{\text{Kg prod.}}{\text{h}} \times 0.058 \frac{\text{Kg aceite}}{\text{Kg prod.}} = 494.16$$

COMPOSICION	% EN PESO
-------------	-----------

Aceite de Coco	100
----------------	-----

TEMPERATURA °C	60
----------------	----

PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	10
----------------------------	----

DENSIDAD Kg/l	0.92
---------------	------

$$\text{GASTO VOLUMETRICO l/h} : \frac{494.16}{0.92} = 537.13$$

## Corriente 7.- LECHE ENTERA.

LDP	1554.05 Kg/h
Grasa Butírica	16.19
Agua	6455.6
Aceite de Coco	494.16
<b>GASTO Kg/h</b>	<b>8520.00</b>

## COMPOSICION % EN PESO

LDP	$\frac{1554.05}{8520} \times 100 = 18.24$
Grasa But.	$\frac{16.19}{8520} \times 100 = 0.19$
Agua	$\frac{6455.6}{8520} \times 100 = 75.77$
Aceite de Coco	$\frac{494.16}{8520} \times 100 = 5.8$
	<u>100.00</u>

TEMPERATURA °C 60

PRESION Kg/cm<sup>2</sup> 1.5

DENSIDAD Kg/l 1.065

GASTO VOLUMETRICO l/h:  $\frac{8520}{1.065} = 8000$

## Corriente 8.- LECHE ENTERA PASTEURIZADA.

LDP	1554.05	kg/h
Grasa Butírica	16.19	
Agua	6455.6	
Aceite de Coco	494.16	
	<hr/>	
GASTO Kg/h	8520.00	

## COMPOSICION % EN PESO

LDP	$\frac{1554.05}{8520} \times 100 = 18.24$
Grasa But.	$\frac{16.19}{8520} \times 100 = 0.19$
Agua	$\frac{6455.6}{8520} \times 100 = 75.77$
Aceite de Coco	$\frac{494.16}{8520} \times 100 = 5.8$
	100.00

TEMPERATURA °C 85

PRESION Kg/cm<sup>2</sup> 2

DENSIDAD Kg/l 1.065

GASTOS VOLUMETRICOS l/h:  $\frac{8520}{1.065} = 8000$

Corriente 9.- AGUA CALIENTE.- El agua se usa para calentar la leche entera de 60 a 85°C.

$$Q_{\text{leche}} = 8520 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 0.87 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times (85-60)^\circ\text{C} = 185,310 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

El agua se enfría desde 88 hasta 63°C:

$$W_{\text{agua}} = \frac{185,310 \text{ Kcal/h}}{1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} (88-63)^\circ\text{C}} = 7412.4 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Este gasto de agua se mantiene en recirculación.

COMPOSICION	% EN PESO
Agua	100
TEMPERATURA °C	88
PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	1.75
DENSIDAD Kg/l	1.0
GASTO VOLUMETRICO l/h	7412.4

Corriente 10.- VAPOR PARA CALENTAMIENTO DE AGUA.

El agua será calentada de 63 hasta 88°C con vapor saturado de 3 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$Q_{\text{agua}} = 7412.4 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} (88-63) ^\circ\text{C} = 185,310 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Presión absoluta del vapor = 55 psia

Temperatura de saturación = 142°C

Calor latente de evaporación = 510 Kcal/Kg

$$\text{GASTO DE VAPOR} = \frac{185310 \text{ Kcal/h}}{510 \text{ Kcal/Kg}} = 363.4 \text{ Kg/h}$$

TEMPERATURA °C 142

PRESION Kg/cm<sup>2</sup> 3

DENSIDAD Kg/l 0.00206

$$\text{GASTO VOLUMETRICO l /h : } \frac{363.4}{0.00206} = 176,407.8$$

## Corriente 11.- LECHE ENTERA FRIA.

LDP	1554.05 kg/h
Grasa Butírica	16.19
Agua	6455.6
Aceite de Coco	494.16
<hr/>	
GASTO Kg/h	8520.00

## COMPOSICION % EN PESO

LDP	$\frac{1554.05}{8520} \times 100 = 18.24$
Grasa But.	$\frac{16.19}{8520} \times 100 = 0.19$
Agua	$\frac{6455.6}{8520} \times 100 = 75.77$
Aceite de Coco	$\frac{494.16}{8520} \times 100 = 5.8$
	<hr/>
	100.00

TEMPERATURA °/C 4

PRESION Kg/cm<sup>2</sup> 1.3

DENSIDAD Kg/l 1.065

GASTO VOLUMETRICO l /h :  $\frac{8520}{1.065} = 8,000$

Corriente 12.- AGUA DE ENFRIAMIENTO.-

$$Q_{\text{leche}} = 8520 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 0.87 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times (34 - 24)^\circ\text{C} = 74124 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

GASTO DE AGUA

$$\text{DE ENFRIAMIENTO: } \frac{74124 \text{ Kcal/h}}{1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times (32-22)^\circ\text{C}} = 7412.4 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

COMPOSICION	% EN PESO
Agua	100
TEMPERATURA $^\circ\text{C}$	22
PRESION $\text{Kg}/\text{cm}^2$	1.5
DENSIDAD $\text{Kg}/\text{l}$	1
GASTO VOLUMETRICO $\text{l} / \text{h}$	7412.4

Corriente 13.- AGUA HELADA.

$$Q_{\text{leche}} = 8520 \text{ Kg/h} \times 0.87 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times (24-4)^\circ\text{C} = 148,248 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

El agua helada llega al cambiador de calor a 2°C y sale a 10°C:

GASTO DE AGUA

$$\text{HELADA: } \frac{148248 \text{ Kcal/h}}{1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times (10-2)^\circ\text{C}} = 18,531 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

COMPOSICION	% EN PESO
Agua	100
TEMPERATURA °C	2
PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	1.5
DENSIDAD Kg/l	1
GASTO VOLUMETRICO l /h	18,531

## Corriente 14.- LECHE ENTERA PASTEURIZADA PRECALENTADA.

LDP	1554.05	Kg/h
Grasa Butírica	16.19	
Agua	6455.6	
Aceite de Coco	494.16	
<hr/>		
GASTO Kg/h	8520.00	

## COMPOSICION % EN PESO

LDP	$\frac{1554.05}{8520} \times 100 =$	18.24
Grasa Butírica	$\frac{16.19}{8520} \times 100 =$	0.19
Agua	$\frac{6455.6}{8520} \times 100 =$	75.77
Aceite de- Coco	$\frac{494.16}{8520} \times 100 =$	5.8
<hr/>		100.00

TEMPERATURA °C	75
PRESION Kg/ cm <sup>2</sup>	4
DENSIDAD Kg/l	1.065
GASTO VOLUMETRICO l /h	8,000

**Corriente 15.- VAPOR PARA ESTERILIZACION.-**

**GASTO Kg/h** 1,200

**PRESION Kg/cm<sup>2</sup>** 6

**TEMPERATURA °C** 164

**DENSIDAD Kg/l** 0.0035

**GASTO VOLUMETRICO l /h** 347,682

## Corriente 16.- LECHE ESTERIL DILUIDA.

LDP		1554.05 Kg/h
Grasa Butírica		16.19
Agua	6455.6 + 1200 =	7655.6
Aceite de Coco		494.16
		<hr/>
GASTO Kg/h		9720.00

## COMPOSICION % EN PESO

LDP	$\frac{1554.05}{9720} \times 100 =$	15.99
Grasa Butírica	$\frac{16.19}{9720} \times 100 =$	0.17
Agua	$\frac{7655.6}{9720} \times 100 =$	78.76
Aceite de Coco	$\frac{494.16}{9720} \times 100 =$	5.08
		<hr/>
		100.00

TEMPERATURA °C		140
PRESION Kg/cm <sup>2</sup>		4
DENSIDAD Kg/l		1.065
GASTO VOLUMETRICO l /h :	$\frac{9720}{1.065} =$	9257

## Corriente 17.- LECHE ESTERIL DEODORIZADA.-

LDP		1554.05 Kg/h
Grasa butírica		16.19
Agua	$7655.6 - 1200 =$	6455.6
Aceite de Coco		<u>494.16</u>
GASTO Kg/h		8520.00
COMPOSICION		% EN PESO
LDP	$\frac{1554.05 \times 100}{8520} =$	18.24
Grasa Butírica	$\frac{16.19 \times 100}{8520} =$	0.19
Agua	$\frac{6455.6 \times 100}{8520} =$	75.77
Aceite de Coco	$\frac{494.16 \times 100}{8520} =$	<u>5.8</u>
		100.00
TEMPERATURA °C		76
PRESION Kg/cm <sup>2</sup>		1.5
DENSIDAD Kg/l		1.065
GASTO VOLUMETRICO l/h		8000

## Corriente 18.- LECHE A TANQUE ESTERIL.-

LDP	1554.05 Kg/h
Grasa Butírica	16.19
Agua	6455.6
Aceite de Coco	494.16
	<hr/>
GASTO Kg/h	8520.00

## COMPOSICION % EN PESO

LDP	$\frac{1554.05}{8520} \times 100 =$	18.24
Grasa Butírica	$\frac{16.19}{8520} \times 100 =$	0.19
Agua	$\frac{6455.6}{8520} \times 100 =$	75.77
Aceite de Coco	$\frac{494.16}{8520} \times 100 =$	5.8
		<hr/>
		100.00

TEMPERATURA °C

20

PRESION Kg/cm<sup>2</sup>

1.5

DENSIDAD Kg/l

1.065

GASTO VOLUMETRICO l /h :  $\frac{8520}{1.065} =$  8,000

Corriente 19.- AGUA AL CONDENSADOR.

Presión en el recipiente de expansión:  $0.6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 8.5 \text{ psia}$

Calor latente de evaporación =  $547.6 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

$Q = 1200 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 547.6 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} = 657.120 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$

El agua entra a 20°C y sale a 73°C:

GASTO DE AGUA:  $\frac{657120 \text{ Kcal/h}}{1 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (73-20)^\circ\text{C}} = 12398.5 \text{ Kg/h}$

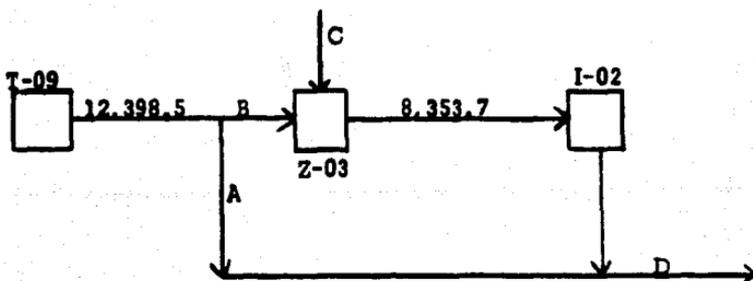
COMPOSICION	% EN PESO
Agua	100
TEMPERATURA °C	20
PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	3
DENSIDAD Kg/l	1
GASTO VOLUMETRICO l /h	12398.5

Corriente 20.- AGUA DE SALIDA.

Una parte del agua que sale del recipiente de expansión AG-01 -T-09 es calentada en la boquilla de inyección de vapor AG-01 -Z-03 desde 73 hasta 80°C. El agua necesaria en el intercambiador de calor AG-01-I-02 para realizar el precalentamiento de la leche es la siguiente:

$$Q_{\text{leche}} = 8520 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 0.87 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (75-4)^\circ\text{C} = 526,280.4 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$\text{Agua necesaria: } \frac{526280.4 \text{ Kcal/h}}{1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (75-12)^\circ\text{C}} = 8,353.7 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$



$$A + B = 12,398.5$$

$$B + C = 8,353.7$$

Si se inyecta una cantidad de 120 Kg/h de vapor en la boquilla, lo cual es suficiente para elevar 7°C un gasto de agua de la magnitud del que se está manejando aquí, tenemos lo siguiente:

$$C = 120$$

$$B = 8,353.7 - 120 = 8,233.7 \text{ Kg/h}$$

$$A = 12,398.5 - 8,233.7 = 4,164.8 \text{ Kg/h}$$

## AGUA DE SALIDA

GASTO Kg/h	12,518.5
------------	----------

COMPOSICION	% EN PESO
-------------	-----------

AGUA	100
------	-----

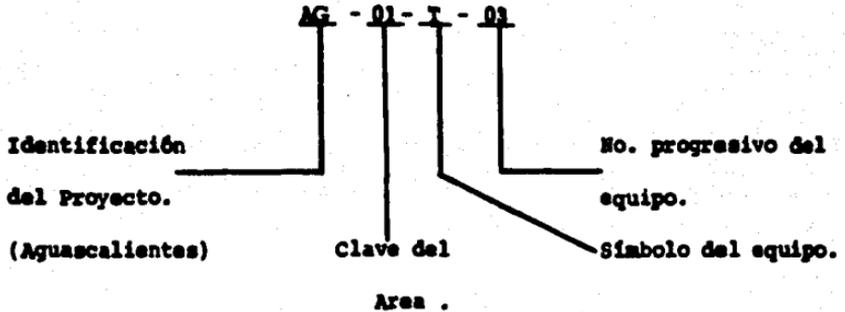
TEMPERATURA	73
-------------	----

PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	1.7
----------------------------	-----

DENSIDAD Kg/l	1
---------------	---

GASTO VOLUMETRICO.	12,518.5
--------------------	----------

**Nomenclatura del Equipo.-** Para la identificación del equipo se tomó en cuenta la siguiente nomenclatura:



**Clave de Areas:**

- 01 PROCESO UHT ( RECONSTITUCION Y ESTERILIZACION)
- 02 PLANTA DE LIMPIEZA QUIMICA CIP.
- 03 ENVASADO
- 04 SERVICIOS
- 05 ALMACENES
- 06 GENERAL

**Simbología del Equipo:**

- B BOMBAS

- C COMPRESORES
- F FILTROS
- H HOMOGENIZADORES
- I INTERCAMBIADORES DE CALOR
- M MEZCLADORES
- T TANQUES
- X EQUIPO MISCELANEO
- Z EQUIPO ESPECIAL

6.4 LISTA DE EQUIPO.- A continuación se muestra la lista de --  
equipo para las áreas de proceso UHT, planta de limpieza y envao  
sado.

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-X-01	1	<p>SISTEMA DE VACIADO DE SACOS.</p> <p>Capacidad: 150 sacos/h El sistema consiste de las siguientes partes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Unidad de vaciado de sacos con filtro y ventilador para evitar la propagación del polvo en el aire. El filtro está equipado con un vibrador automático con motor de 0.25 KW. El motor del ventilador es de 1.5 KW.</li> <li>2.- Tolva entre la unidad de vaciado de sacos y el alimentador de tornillo.</li> <li>3.- Alimentador de tornillo con una longitud de 1.2 m entre la descarga de la tolva y la entrada al mezclador. El motor del alimentador es de 0.75 KW.</li> <li>4.- Tolva entre la descarga del alimentador de tornillo y el mezclador. Hecha de acero inoxidable.</li> </ol>
AG-01-M-01	1	<p>MEZCLADOR POLVO-LIQUIDO.</p> <p>Capacidad: 2700 Kg/h de material en polvo. 2700 l/h de fluido.</p> <p>Material: Acero inoxidable. Motor: 11.25 KW, 3000 RPM, 3 fases, 440 V.</p>
AG-01-B-01	1	<p>BOMBA CENTRIFUGA.</p> <p>Capacidad: 24 000 l/h Carga Dinámica Total: 17.8 m de líquido Motor: 2.2 KW, 440 V, 60 Hz.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-T-01 02	2	<p><b>TANQUE VERTICAL NO AISLADO</b></p> <p>Volumen: 10 000 litros</p> <p>El tanque tiene una coraza de acero inoxidable. Existe una conexión para el sistema de limpieza CIP en la parte superior del tanque, el cual se encuentra soportado sobre tres patas de acero inoxidable. El tanque tiene un agitador con motor de 2 KW y 440 Volts.</p>
AG-01-F-01	1	<p><b>FILTRO DOBLE.</b></p> <p>Material: Acero inoxidable</p> <p>El filtro presenta perforaciones de 1.5 mm.</p>
AG-01-B-02	1	<p><b>BOMBA CENTRIFUGA.</b></p> <p>Capacidad: 8 000 l/h</p> <p>Carga Dinámica Total: 18.2 metros de líquido.</p> <p>Material: Acero inoxidable.</p> <p>Motor: 1.5 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-T-03	1	<p><b>TANQUE DE BALANCE.</b></p> <p>Volumen: 100 litros</p> <p>El tanque está construido en acero inoxidable y tiene un flotador de acero inoxidable pulido.</p>
AG-01-B-03	1	<p><b>BOMBA CENTRIFUGA.</b></p> <p>Capacidad: 8 000 l/h</p> <p>Carga Dinámica Total: 18.5 metros de líquido.</p> <p>Material: Acero inoxidable.</p> <p>Motor: 2.2 KW, 440 Volts, 60 Hz.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-I-01	1	<p>INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS.</p> <p>Aplicación: Pasteurización de leche.            Capacidad: 8 000 l/h            Programa de temperaturas: 25-70-85-34-24 - 4 °C.            Caída de Presión: 2.64 <math>\overline{\text{Kg/cm}}^2</math>            Medio de calentamiento: Agua caliente            Temperatura del agua: 88°C            Consumo de vapor: 364 Kg/h</p> <p>Medio de enfriamiento: Agua de enfriamiento y agua helada.            Temp. del agua de enfriamiento: 22°C            Consumo de agua de enfriamiento: 7 412.4 -- l/h            Temperatura del agua helada: 2°C            Consumo de agua helada: 18 531 l/h            Todas las placas son de acero inoxidable.</p>
AG-01-T-04	1	<p>RECIPIENTE DE EXPANSION.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h            Material: Acero inoxidable.            El recipiente está equipado con un control de nivel y un condensador integrado para -- condensación de los vapores flasheados, con una superficie de 3 m<sup>2</sup>.</p>
AG-01-B-04	1	<p>BOMBA DE VACIO.</p> <p>Motor: 4 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-B-05	1	<p>BOMBA CENTRIFUGA.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h            Material: Acero inoxidable.            Carga Dinámica Total: 23 metros de líquido.            Motor: 3 KW, 440 V, 60 Hz.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-T-05	1	<p>TANQUE DE BALANCE PARA ACEITE DE COCO.</p> <p>Volumen: 100 litros. Tanque y flotador contruídos en acero inoxidable.</p>
AG-01-B-06	1	<p>BOMBA DOSIFICADORA.</p> <p>Capacidad: 500 l/h Carga Dinámica Total: 92 metros de líquido. La bomba es de desplazamiento positivo y -- opera con un desplazamiento fijo del pistón.</p> <p>Motor: 0.75 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-M-02	1	<p>MEZCLADOR ROTATORIO.</p> <p>Capacidad: 1 200 l/h Todas las partes del mezclador están cons-- truidas de acero inoxidable. El mezclador - puede ser limpiado mediante el sistema de - limpieza CIP.</p> <p>Motor: 1.1 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-H-01	1	<p>HOMOGENIZADOR.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h Presión de homogenización: 200 <math>\overline{\text{Kg/cm}}^2</math> Aplicación: El producto es sometido a una - presión elevada mediante la acción de una - bomba de tres pistones y posteriormente la - presión se reduce al pasar el producto a -- través de una válvula especialmente diseña - da para conseguir la reducción en tamaño de las partículas de grasa. Todas las partes en contacto con el produc - to son de acero inoxidable.</p> <p>Motor: 55 KW, 440 V, 60 Hz.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-B-07	1	<p>BOMBA DE AGUA CALIENTE.</p> <p>Capacidad: 16 000 l/h de agua recirculada. Carga Dinámica Total: 17.5 m. de líquido. - Motor: 1.5 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-Z-01	1	<p>TUBOS DE RETENCION.</p> <p>Material: Acero inoxidable. La leche permanece 3 min en estos tubos a - la temperatura de 85°C.</p>
AG-01-T-06 07	2	<p>TANQUE AMORTIGUADOR AISLADO.</p> <p>Volumen: 8 000 litros. El tanque tiene en la parte superior una co nexión para el sistema CIP de limpieza quí- mica. El tanque consiste de una coraza interna de acero inoxidable y una coraza externa de es te mismo material. Todas las superficies - externas visibles del tanque están pulidas. La coraza externa cubre los lados cilíndri- cos del tanque así como su parte inferior, - pero no la parte superior. Entre las dos - capas existe una película aislante de lana mineral de 7 cm, de espesor. El tanque tiene un agitador con motor de -- 2 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-B-08	1	<p>BOMBA CENTRIFUGA.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h Carga Dinámica Total: 18.2 m de líquido. Motor: 1.5 KW, 440 V, 60 Hz. Material: Acero inoxidable.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-T-08	1	<p>TANQUE DE BALANCE.</p> <p>Volumen: 100 litros  Material: El tanque y el flotador están - -  construídos de acero inoxidable.</p>
AG-01-B-09	1	<p>BOMBA CENTRIFUGA.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h  Carga Dinámica Total: 18.2 m de líquido.  Material: Acero inoxidable.  Motor: 1.5 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-I-02	1	<p>INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h  Programa de temperatura: 75-20 °C.  Todas las placas son de acero inoxidable.  Las placas son corrugadas para aumentar la  eficiencia de la transferencia de calor y -  para darles mayor rigidez.  Debido a su diseño, el intercambiador de ca-  lor puede ser desmantelado fácilmente para-  inspección y limpieza.</p>
AG-01-B-10	1	<p>BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h  Carga Dinámica Total: 40 m de líquido.  Motor: 3 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-2-02	1	<p>BOQUILLA DE INYECCION DE VAPOR.</p> <p>Aplicación: Inyección directa de vapor en -  la leche para efectuar la ultrapasteuriza-  ción.  Material: Acero inoxidable.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: Ol (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-T-09	1	<p>RECIPIENTE DE EXPANSION.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h  Material: Acero inoxidable.  El recipiente de expansión tiene integrado un condensador que efectúa la condensación de una cantidad de vapor equivalente a la que se inyectó previamente en la boquilla de inyección de vapor.</p>
AG-01-B-11	1	<p>BOMBA DE VACIO.</p> <p>Esta bomba mantiene el recipiente de expansión a una presión absoluta de 0.6 <math>\overline{\text{Kg/cm}}^2</math>.  Motor: 4 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-01-B-12	1	<p>BOMBA CENTRIFUGA.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h  Carga Dinámica Total: 18.5 m de líquido.  Motor: 2.2 KW, 440 V, 60 Hz.  La bomba se mantiene en condiciones asépticas mediante el suministro constante de vapor.</p>
AG-01-H-02	1	<p>HOMOGENIZADOR.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h  Presión de homogeniz: 250 <math>\overline{\text{Kg/cm}}^2</math>  La homogenización se efectuará en 2 etapas. Todas las partes en contacto con el producto son de acero inoxidable. El suministro constante de vapor al sello del pistón lo mantiene en condiciones asépticas.  Motor: 75 KW, 440 V.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES.

AREA: 01 (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-T-10	1	<p><b>TANQUE ESTERIL</b></p> <p>Volumen: 12 000 litros.            Aplicación: Tanque de almacenamiento o de balance entre la sección de esterilización y la de envasado.</p> <p>El tanque está formado de una coraza interna de acero inoxidable y otra externa del mismo material. Todo el material se encuentra pulido.</p> <p>Presión máxima de operación: <math>2.7 \text{ Kg/cm}^2</math></p> <p>Se incluye una placa para montar el compresor que suministra el aire para el vaciado del tanque, así como los filtros del aire. Se tienen conexiones para transmisor de nivel, entrada y salida de producto, de aire, de agua de enfriamiento. En la parte superior del tanque se tiene una válvula de seguridad. El tanque tiene conexión para el sistema CIP de limpieza química.</p> <p>El tanque tiene un tablero de control en el cual se muestran registradores controladores de nivel, así como un indicador controlador de temperatura con contador de tiempo para supervisar la esterilización del tanque.</p> <p>El compresor de aire libre de aceite está equipado con un enfriador de aire y con un tanque amortiguador de aire.</p> <p>La capacidad del compresor es de <math>65 \text{ m}^3/\text{h}</math> a una presión de <math>6 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p> <p>El motor del compresor es de 11 KW.</p>
AG-01-I-03	1	<p><b>INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS.</b></p> <p>Aplicación: Enfriamiento de la leche que no ha alcanzado la correcta temperatura de esterilización.</p> <p>Todos las placas son de acero inoxidable y se encuentran corrugadas para aumentar la eficiencia de la transferencia.</p> <p>Capacidad: 8 000 l/h.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

Item	Cant.	Descripción
AG-01-Z-03	1	<p data-bbox="391 330 760 354"><b>BOQUILLA DE INYECCION DE VAPOR.</b></p> <p data-bbox="391 377 881 451"><b>Aplicación: Inyección directa de vapor en el agua proveniente del condensador del recipiente de expansión AG-01-T-09.</b></p> <p data-bbox="391 479 712 503"><b>Material: Acero inoxidable.</b></p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: O2 (Planta de limpieza química)

Item	Cant.	Descripción
AG-O2-T-01 O2	2	<p>RECIPIENTE PARA CONCENTRADO.</p> <p>Volumen: 215 litros. El recipiente y la cubierta son de polietileno transparente de 3 mm de espesor.</p>
AG-O2-B-01 O2	2	<p>BOMBA DOSIFICADORA.</p> <p>Capacidad: 310 l/h La bomba está equipada con un pistón que opera con un desplazamiento fijo. Motor: 0.75 KW, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-O2-T-03 O4	2	<p>TANQUE DE DETERGENTE.</p> <p>Volumen: 1 000 litros. El tanque está construido en acero inoxidable. El tanque tiene una boquilla de salida en el centro de la parte inferior y otra en un lado del tanque. Ambas son de 51 mm. Espesor de la pared de 1.5 mm y en el fondo del tanque de 2 mm.</p>
AG-O2-T-05	1	<p>TANQUE DE AGUA.</p> <p>Volumen: 1 000 litros Material: Acero inoxidable. Una salida en la parte central del fondo del tanque y otra en un lado. Ambas de 51 mm. El tanque tiene una válvula shut-off para la adición de agua.</p>
AG-O2-B-03	1	<p>BOMBA CENTRIFUGA.</p> <p>Capacidad: 12 000 l/h Carga Dinámica Total: 17.8 m de líquido. Motor: 1.5 KW, 440 V, 60 Hz.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 02 (Planta de limpieza química)

Item	Cant.	Descripción
AG-02-I-01	1	<p>INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS.</p> <p>Capacidad: 12 000 l/h            Programa de temperaturas: 25-70-95-47 °C            Medio de calentamiento: Vapor            Temperatura del vapor: 105 °C            Consumo de vapor: 550 Kg/h            Material: Todas las placas son de acero --            inoxidable.</p>
AG-02-B-04 05	2	<p>BOMBA DE ANILLO LIQUIDO.</p> <p>Capacidad: 12 000 l/h            Material: Acero inoxidable.            Carga Dinámica Total: 21 m de líquido.            Motor: 3.7 KW, 440 V, 60 Hz.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 03 (Envasado)

Item	Cant.	Descripción
AG-03-X-01 02 03 04 05 06	6	<b>MAQUINA ENVASADORA TETRA BRIK ASEPTIC.</b>  Capacidad: 3 650 cartones/h Volumen de los cartones: 500 cm <sup>2</sup> Consumo eléctrico: 40 KW Consumo de aire: 500 NI/min Consumo de vapor: 25 Kg/h Consumo de agua de enfriamiento: 13 l/min.
AG-03-X-07 08 09 10 11 12	6	<b>MAQUINA TETRA TRAY.</b>  Aplicación: Colocación de los envases de - leche en gavetas de cartón. La máquina Tetra Tray trabaja por medio de un sistema eléctrico-neumático. La función de la máquina está controlada electrónicamente por células fotoeléctricas y por <u>sen</u> <u>sores</u> de inducción. El equipo eléctrico y neumático de la máquina está cerrado en un compartimiento separado que lo protege de- cualquier daño. Consumo eléctrico: 4.6 KW Consumo de aire: 200 NI/min Peso de la máquina: 950 Kg.
AG-03-X-13	1	<b>MAQUINA TETRA SHRINK DE PELICULA RETRACTIL.</b>  Aplicación: Envoltura de las gavetas de cag tón. Capacidad: 13 Tetra Tray por minuto. Consumo eléctrico: 15 Kw. Consumo de aire: 250 NI/min. Peso de la máquina: 1100 Kg.

6.5 SERVICIOS.- Los servicios que se utilizarán en la planta, para que pueda llevarse a cabo el proceso, son los siguientes:

-Vapor: Se utilizará vapor saturado a una presión de  $7 \overline{\text{Kg}}/\text{cm}^2$  man. y vapor saturado a  $3 \overline{\text{Kg}}/\text{cm}^2$  man.

-Agua Helada.- Se requiere agua helada a una temperatura de  $2^\circ\text{C}$  y una presión, al llegar al pasteurizador, de  $3.5 \overline{\text{Kg}}/\text{cm}^2$ . - El retorno del agua helada será a  $10^\circ\text{C}$ .

-Agua de Enfriamiento: Tendrá una temperatura de  $22^\circ\text{C}$  y un retorno a la torre a  $32^\circ\text{C}$ . Presión requerida en proceso:  $3.5 \overline{\text{Kg}}/\text{cm}^2$ .

-Aire Comprimido: Presión requerida:  $6 \overline{\text{Kg}}/\text{cm}^2$

Presión del compresor:  $7 \overline{\text{Kg}}/\text{cm}^2$

Max. punto de rocío: Aire normal  $10^\circ\text{C}$

Aire de inst.  $-20^\circ\text{C}$

-Agua tratada: Presión:  $3.5 \overline{\text{Kg}}/\text{cm}^2$

Temp.:  $20^\circ\text{C}$

Sabor: Ninguno

Olor: Ninguno

Mat. orgánica: Muy baja

Fierro Max.  $0.2-0.4 \text{ mg/l}$  Fe

Manganeso: Max.  $0.03-0.1 \text{ mg/l}$  Mn

Nitrato:	Max. 30 mg/l $\text{NO}_3$
Sulfato:	Max. 100 mg/l $\text{SO}_4$
Cloruros:	Max. 100 mg/l Cl
Cantidad Total de bacterias:	Max. 100 piezas/l
Total de bacterias coliformes:	0/100 ml.

A continuación se muestran los consumos de servicios por equipo en las áreas de proceso, limpieza química y envasado.

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

LISTA DE CONSUMOS

ITEM	DESCRIPCION	VAPOR		COND.	AGUA HELADA m <sup>3</sup> /h	AGUA TRATADA m <sup>3</sup> /h	AGUA DE ENF.		AIRE COMP.		ELECTRICIDAD KW
		kg/h	kg/cm <sup>2</sup>				sum. m <sup>3</sup> /h	retorno m <sup>3</sup> /h	l/min	kg/cm <sup>2</sup>	
AG-01-X-01	SISTEMA DE VACIADO DE SACQS.								0.83	0.2	2.5
AG-01-M-01	MEZCLADOR POLVO LIQUIDO.								0.5	6	11.25
AG-01-B-01	BOMBA CENTRIFUGA										2.2
AG-01-T-01	TANQUE VERTICAL					3.23					2
AG-01-T-02	TANQUE VERTICAL					3.23					2
AG-01-F-01	FILTRO DOBLE										1.5
AG-01-B-02	BOMBA CENTRIFUGA										2.2
AG-01-T-03	TANQUE DE BALAN- CE.					11					2.2
AG-01-B-03	BOMBA CENTRIFUGA										2.2
AG-01-I-01	INTERCAMBIADOR DE CALOR	363	3	363	18.5		7.4	7.4			4
AG-01-T-04	RECIPIENTE DE EXPANSION						4				4
AG-01-B-04	BOMBA DE VACIO										4
AG-01-B-05	BOMBA CENTRIFU- GA.										3

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

LISTA DE CONSUMOS

ITEM	DESCRIPCION	VAPOR		COND.	AGUA HELADA	AGUA TRATADA	AGUA DE ENF.		AIRE COMP.		ELECTRI CIDAD	
		kg/h	$\bar{K}g/cm^2$				kg/h	$m^3/h$	$m^3/h$	$m^3/h$		$m^3/h$
AG-01-T-05	TANQUE DE BALAN- CE											
AG-01-B-06	BOMBA DOSIFICADO RA											0.75
AG-01-M-02	MEZCLADOR ROTATO RIO											1.1
AG-01-H-01	HOMOGENIZADOR						0.5					55
AG-01-B-07	BOMBA DE AGUA CALIENTE											1.5
AG-01-Z-01	TUBOS DE RETEN- CION											
AG-01-T-06	TANQUE AMORTIGUA DOR											2
AG-01-T-07	TANQUE AMORTIGUA DOR											2
AG-01-B-08	BOMBA CENTRIFUGA											1.5
AG-01-T-08	TANQUE DE BALAN- CE											
AG-01-B-09	BOMBA CENTRIFUGA											1.5

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 01 (Proceso UHT)

LISTA DE CONSUMOS

ITEM	DESCRIPCION	VAPOR		COND.	AGUA HELADA	AGUA TRATADA	AGUA DE ENF.		AIRE COMP.		ELECTRICIDAD	
		kg/h	kg/cm <sup>2</sup>				kg/h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	sum.		retorno
AG-01-I-02	INTERCAMBIADOR DE CALOR											
AG-01-B-10	BOMBA DE DESELMIENTO POSITIVO											3
AG-01-Z-02	BOQUILLA DE INYECCION DE VAPOR	1200	6									
AG-01-T-09	RECIPIENTE DE EXPANSION						13					
AG-01-B-11	BOMBA DE VACIO											4
AG-01-B-12	BOMBA CENTRIFUGA	10	1.5									2.2
AG-01-H-02	HOMOGENIZADOR	10	1.5				0.5					75.0
AG-01-T-10	TANQUE ESTERIL	1000	3				10.0		1083	6		11.0
AG-01-I-03	INTERCAMBIADOR DE CALOR											
AG-01-Z-03	BOQUILLA DE INYECCION DE VAPOR	120	3									

\* El aire para el tanque estéril es suministrado por su propio compresor.

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 02 (Planta de  
limpieza química)

LISTA DE CONSUMOS

ITEM	DESCRIPCION	VAPOR		COND.	AGUA HELADA	AGUA TRATADA	AGUA DE ENF.		AIRE COMP.		ELECTRI CIDAD	
		kg/h	kg/cm <sup>2</sup>				kg/h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	sub.		retorno
AG-02-T-01	RECIPIENTE PARA CONCENTRADO											
AG-02-T-02	RECIPIENTE PARA CONCENTRADO											
AG-02-B-01	BOMBA DOSIFICA- DORA											0.75
AG-02-B-02	BOMBA DOSIFICA- DORA											0.75
AG-02-T-03	TANQUE DE DETER- GENTE									0.5	3	
AG-02-T-04	TANQUE DE DETER- GENTE									0.5	3	
AG-02-T-05	TANQUE DE AGUA					12				0.5	3	
AG-02-B-03	BOMBA CENTRIFUGA											1.5
AG-02-I-01	INTERCAMBIADOR DE CALOR	550	3	550								
AG-02-B-04	BOMBA DE ANILLO LIQUIDO											3.7
AG-02-B-05	BOMBA DE ANILLO LIQUIDO											3.7

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 03 (Envasado)

LISTA DE CONSUMOS

ITEM	DESCRIPCION	VAPOR		COND.	AGUA HELADA	AGUA TRATADA	AGUA DE ENF.		AIRE COMP.		ELECTRICIDAD
		kg/h	Kg/cm <sup>2</sup>				kg/h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	
AG-03-X-01	MAQUINA ENVASADORA TETRA BRIK	25	2				0.78		500	6	40
AG-03-X-02	MAQUINA ENVASADORA TETRA BRIK	25	2				0.78		500	6	40
AG-03-X-03	MAQUINA ENVASADORA TETRA BRIK	25	2				0.78		500	6	40
AG-03-X-04	MAQUINA ENVASADORA TETRA BRIK	25	2				0.78		500	6	40
AG-03-X-05	MAQUINA ENVASADORA TETRA BRIK	25	2				0.78		500	6	40
AG-03-X-06	MAQUINA ENVASADORA TETRA BRIK	25	2				0.78		500	6	40
AG-03-X-07	MAQUINA TETRA TRAY								200	6	4.6
AG-03-X-08	MAQUINA TETRA TRAY								200	6	4.6
AG-03-X-09	MAQUINA TETRA TRAY								200	6	4.6
AG-03-X-10	MAQUINA TETRA TRAY								200	6	4.6



## CONSUMOS DE SERVICIOS POR AREAS

AREA DE PROCESO:

Vapor	2703	Kg/h
Condensado	363	Kg/h
Agua Helada	18.5	m <sup>3</sup> /h
Suministro de Agua de Enf.	31.40	m <sup>3</sup> /h
Retorno de Agua de Enf.	7.4	m <sup>3</sup> /h
Aire Comprimido	1.33	Nl/min
Electricidad	191.2	KW
Agua Tratada	21.46	m <sup>3</sup> /h

PLANTA DE LIMPIEZA QUIMICA:

Vapor	550	Kg/h
Condensado	550	Kg/h
Agua Helada	-	
Suministro de Agua de Enf.	-	
Retorno de Agua de Enf.	-	
Aire Comprimido	1.5	Nl/min
Electricidad	10.4	KW
Agua Tratada	12	m <sup>3</sup> /h

AREA DE ENVASADO:

Vapor	150	Kg/h
Condensado	-	
Agua Helada	-	
Suministro de Agua de Enf.	4.7	m <sup>3</sup> /h
Retorno de Agua de Enf.	-	
Aire Comprimido	4450	Nl/min
Electricidad	282.6	KW
Agua Tratada	-	

AREA DE SERVICIOS:

Vapor	200	Kg/h
Condensado	-	
Agua Helada	-	
Suministro de Agua de Enf.	75	m <sup>3</sup> /h
Retorno de Agua de Enf.	70	m <sup>3</sup> /h
Aire Comprimido	100	Nl/min
Electricidad	210	KW
Agua Tratada	4.71	m <sup>3</sup> /h
Agua Cruda	15	m <sup>3</sup> /h

CONSUMOS TOTALES DE SERVICIOS.- Para el dimensionamiento y selección del equipo de servicios, se consideró un consumo pico, que consiste aproximadamente, de un 20% más del consumo total promedio. A continuación se muestran los consumos totales promedio y pico:

		PROMEDIO	PICO
Vapor	Kg/h	3603	4504
Condensado	Kg/h	913	1141
Suministro de Agua Helada	m <sup>3</sup> /h	18.5	23
Retorno de Agua Helada	m <sup>3</sup> /h	18.5	23
Suministro de Agua de Enf.	m <sup>3</sup> /h	111.1	140
Retorno de Agua de Enf.	m <sup>3</sup> /h	77.4	97
Agua de repuesto a torre de enf.	m <sup>3</sup> /h	33.7	43
Agua Cruda de servicios	m <sup>3</sup> /h	10	13
Agua Tratada	m <sup>3</sup> /h	38.17	48
Agua Cruda Total	m <sup>3</sup> /h	81.87	104
Aire de Servicios	Nl/min.	4553	4975
Aire de Instrumentos	Nl/min.	250	275
Aire Total	Nl/min.	4803	5250
Electricidad	KW	694.2	

NOTA: Agua Cruda Total = Agua de repuesto a torre de Enf. +  
 Agua cruda de servicios + Agua Tra-  
 tada.

**EQUIPO DE SERVICIOS.-** En base a los anteriores consumos totales, se requieren los siguientes equipos para la generación de los servicios:

**Vapor.-** Se requerirán dos calderas con capacidad de 4500 Kg/h cada una, y con una presión de operación de  $8 \text{ Kg/cm}^2$  man.. Una caldera operará normalmente y la otra se tendrá de repuesto. Se contará también con un tanque receptor de condensados, el cual recibirá los condensados que se tengan, así como el agua tratada de repuesto para alimentación a las calderas. El tanque tendrá la capacidad para almacenar el agua necesaria para dos horas de operación de una caldera a máxima capacidad, o bien, el agua necesaria para una hora de operación de las dos calderas a máxima capacidad. El volumen del tanque será de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Se tendrá también un tanque desaerador con capacidad de 10,000 Kg/h de agua a desaerear, lo cual representa la posibilidad de desaerear el agua necesaria para alimentar a las dos calderas a máxima capacidad.

Se deberá tener un tanque de día para combustible y otro de almacenamiento con capacidad de almacenar el combustible necesario para 7 días de producción.

**Agua Helada.-**

Consumo Total Pico = 23,000 l/h

$$Q = 23,000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times (10-2) ^\circ\text{C} = 184,000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = 60.8 \text{ T.R.}$$

Se contará con dos sistemas de refrigeración de 60 -- Tons de refrigeración cada uno. Uno operará normalmente y el otro se tendrá de repuesto.

Cada sistema consta de los siguientes equipos:

Compresor de amoníaco, Condensador y tanque para  $\text{NH}_3$  líquido, Válvula reductora de presión, Enfriador de agua tipo abierto, - Bomba para agua helada.

El enfriador de agua será del tipo abierto (Baudelot). No se recomienda utilizar un enfriador de tubo y coraza porque en este tipo de enfriadores se correría el riesgo de tener congelación del agua en los tubos debido a la baja temperatura a la que se está manejando el agua.

Agua de Enfriamiento.- Se requiere una torre de enfriamiento de agua de  $150 \text{ m}^3/\text{h}$  de capacidad. La temperatura del agua fría será de  $22^\circ\text{C}$  y tendrá un retorno a la torre a  $32^\circ\text{C}$ .

Aire Comprimido.- El consumo total de aire es de 5250  $\text{Nm}^3/\text{min}$ . Este volumen está referido a condiciones normales, es decir,  $0^\circ\text{C}$  y 1 atm. Corrigiendo este volumen para las condiciones existentes en Aguascalientes, tenemos lo siguiente:

$$\text{Presión barométrica} = 11.8 \text{ psia} = 0.8 \text{ atm} = P_2$$

$$\text{Temp. máxima en Ags.} = 37.^\circ\text{C} = 310^\circ\text{K} = T_2$$

$$\text{Condiciones normales: Presión} = 1 \text{ atm} = P_1$$

$$\text{Temp.} = 0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K} = T_1$$

$$V_1 = 5250 \text{ l/min}$$

$$V_2 = \frac{1 \text{ atm}}{0.8 \text{ atm}} \times \frac{310. \text{ }^\circ\text{K}}{273 \text{ }^\circ\text{K}} \times 5250 \frac{1}{\text{min}} = 7452 \frac{1}{\text{min}}$$

Se requieren dos compresores de 7500 l/min. cada uno. - Un compresor operará normalmente y el otro se tendrá de repuesto. Cada compresor tendrá un post-enfriador de aire y un tanque amortiguador. También se tendrá un secador para el aire de instrumentos.

Agua tratada. - El tratamiento que se hará al agua que se utilizará en la rehidratación de la leche, así como al agua de alimentación a calderas, será una suavización. Se tendrán 2 suavizadores por intercambio iónico en ciclo so - dio, cada uno con capacidad para 50 mts. cúbicos por hora.

Para asegurar la calidad bacteriológica del agua se tendrá un sistema dosificador de hipoclorito de sodio, así como dos filtros de carbón activado de -- 40 m<sup>3</sup>/h. cada uno, los cuales tienen como objetivo eliminar el cloro residual y posibles olores del agua.

A continuación se presenta la lista del equipo de servicios.

PROYECTO: AGUASCALIENTES.

AREA: 04 (Servicios)

Item	Cant.	Descripción
AG-04-C-01 02	2	<p><b>COMPRESOR DE AMONIACO.</b></p> <p>Tipo: Enfriado por agua y lubricación forzada.</p> <p>No. de cilindros: 6</p> <p>Revoluciones: 800 RPM</p> <p>Capacidad: 60.3 T.R.</p> <p>Caballaje: 77.2 BHP</p> <p>Temp. de condensación: 35°C</p> <p>Temp. de evaporación: -10°C</p> <p>Motor: 100 HP, trifásico de inducción, tipo jaula de ardilla, 60 Hz, 440 V.</p> <p>El compresor incluye un separador de aceite de 40.6 cm de diámetro por 1.2 m de largo - con válvula flotadora interior para retorno automático del aceite.</p>
AG-04-I-01 02	2	<p><b>CONDENSADOR DE AMONIACO.</b></p> <p>Tipo: Coraza y tubos.</p> <p>Construido en acero al carbón.</p> <p>Por el lado de la coraza circularán 552 - - Kg/h de amoniaco.</p> <p>Temp. de condensación: 35°C</p> <p>Por los tubos circularán 68 m<sup>3</sup>/h de agua de enfriamiento teniendo una temperatura de entrada de 24°C y temperatura de salida de -- 30°C</p>
AG-04-I-03 04	2	<p><b>ENFRIADOR DE AGUA.</b></p> <p>Tipo: Baudelot</p> <p>Compuesto por un serpentín de 500 m de tubo de 1 1/4" cédula 40, en un tanque de placa de 1/4" de espesor.</p>
AG-04-T-01 02	2	<p><b>TANQUE RECIBIDOR DE AMONIACO LIQUIDO.</b></p> <p>Dimensiones: 56 cm de diámetro por 3.6 m de largo.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES.

AREA: 04 (Servicios)

Item	Cant.	Descripción
AG-04-B-01 02	2	<p><b>BOMBA DE AGUA HELADA.</b></p> <p>Tipo: Centrífuga  Gasto: 23,000 l/h  Carga Dinámica Total: 50 m de Líquido.  Motor: 10 HP, 60 Hz, 220/440 V.</p>
AG-04-C-03 04	2	<p><b>COMPRESORES DE AIRE.</b></p> <p>No lubricado, con anillos de teflón segmentados, autoajustables, que garantizan la entrega de aire libre de aceite.  Presión normal de trabajo: 7 <math>\text{Kg/cm}^2</math>  Presión máxima de trabajo: 8.8 <math>\text{Kg/cm}^2</math>  Caudal efectivo de aire libre suministrado a plena carga, velocidad y presión -- normal a 1870 m sobre el nivel del mar: 7950 l/min (280 <math>\text{ft}^3/\text{min}</math>)  Vel. de operación: 450 RPM  Potencia requerida a plena carga, presión y velocidad normal: 56 BHP  Peso Aproximado: 1390 Kg.  El compresor es de un cilindro vertical, de una etapa de compresión, acción doble, totalmente enfriado por agua.  Incluye los siguientes accesorios:  Motor Eléctrico: Tipo jaula de ardilla  Potencia: 60 HP  Frecuencia: 60 Hz  Velocidad: 1 800 RPM  Voltaje: 440 Volts.</p> <p>Arrancador: Clase manual  tipo voltaje reducido.  Voltaje: 440 V.  Frecuencia: 60 Hz.</p> <p>Filtro para aire de admisión  Dispositivo de seguridad contra baja presión de agua de enfriamiento.  Dispositivo de seguridad contra alta temperatura de agua de enfriamiento.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES.

AREA: 04 (Servicios)

Item	Cant.	Descripción.
		<p>Dispositivo de seguridad contra muy alta temperatura de aire de descarga.  Polea para motor de 60 HP  Juego de bandas  Protector para bandas  Polea para el compresor</p>
AG-04-I-05 06	2	<p>POST-ENFRIADOR DE AIRE.</p> <p>Capacidad: 12,004 l/min (424 ft<sup>3</sup>/min)  Peso aproximado: 233 Kg.  Incluye separador de impurezas, trampa automática de condensado, termómetro, juego de válvulas de nivel y válvula de seguridad.</p>
AG-04-T-03 04	2	<p>TANQUE RECEPTOR DE AIRE COMPRIMIDO.</p> <p>Dimensiones: 76.2 cm de diámetro por 2.13-m. de altura.  Volumen: 960 litros.  Equipado con válvula de seguridad, manómetro y grifo de desagüe.</p>
AG-04-X-01	1	<p>SECADOR DE AIRE.</p> <p>Gasto en la entrada: 566 l/min (20 SCFM) - referidos a 20°C y 1 atm.  Gasto en la salida: 495 l/min (17.5 SCFM) - referidos a 20°C y 1 atm.  Presión en la entrada: 8.8 Kg/cm<sup>2</sup> (125 - - psig)  Temp. máxima a la entrada: 37.7 °C.  Grado de humedad a la entrada: Saturado a 125 psig.  Grado de humedad a la salida: -40°C de punto de rocío a 125 psig.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES.

AREA: O4 (Servicios)

Item	Cant.	Descripción.
AG-04-X-02 03	2	<p><b>CALDERA.</b></p> <p>Tipo: Tubos de humo            Capacidad evaporativa máxima: 4705 Kg/h            Caballos caldera: 300            Combustible que utilizará: Petróleo pasado.            Consumo de combustible: 318 l/h            Presión de diseño: 10 Kg/cm<sup>2</sup> (142.2 psig)            Presión de operación: 8.8 Kg/cm<sup>2</sup> (113.8 -- psig).            No. de pasos (gases de combustión): 4            Tipo de ventilador: Tiro forzado            Incluye luces indicadoras de: falla de flama, bajo nivel de agua, alimentación de combustible y demanda de carga.            Chimenea recta de 51 cm. de diámetro y 6 m. de longitud.</p>
AG-04-I-07 06	2	<p><b>CALENTADORES DE COMBUSTIBLE.</b></p> <p>Capacidad: 400 l/h de combustible.            El calentador consiste de una sección de calentamiento con vapor y otra de calentamiento eléctrico, cada una con control termostático. Ambas secciones van a un solo cuerpo cilíndrico compacto y conectadas mecánica y electrónicamente a la caldera. Los controles termostáticos están ajustados de tal manera que se corte el calentador eléctrico cuando se dispone de vapor.            La sección de calentamiento eléctrico es de 5 KW.</p>
AG-04-T-05	1	<p><b>TANQUE DESAERADOR.</b></p> <p>Capacidad: 10,000 Kg/h            El desaerador es del tipo por atomización y utilizará un flujo constante de vapor a alta velocidad para una desaeración total. El vapor que será suministrado al desaerador será vapor saturado a 5 psig (0.35 -- Kg/cm<sup>2</sup>).</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 04 (Servicios)

Item	Cant.	Descripción.
AG-04-B-03 04	2	<p>El desaerador tendrá un arreglo cilíndrico vertical y estará montado y soldado sobre la sección de almacenamiento cilíndrica horizontal.</p> <p><b>BOMBA DE ALIMENTACION DE AGUA.</b></p> <p>Gasto: 11,000 l/h Carga Dinámica Total: 140 metros de líq. Motor: 15 HP, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-04-B-05 06	2	<p><b>BOMBA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.</b></p> <p>Tipo: Desplazamiento positivo. Gasto: 600 l/h Carga Dinámica Total: 30 m de líquido. Motor: 1/2 HP, 220/440 V, 60 Hz.</p>
AG-04-T-06	1	<p><b>TANQUE DE DIA PARA COMBUSTIBLE.</b></p> <p>Volumen: 8,000 litros. Dimensiones: 1.72 m de diámetro por 3.44 m de largo. Construido en acero al carbón de 3/16" de espesor, tapas planas, boquillas de llenado y descarga de 2", registro para hombre, boca de purga con válvula de globo de 1" y boca para venteo de 1".</p>
AG-04-T-07	1	<p><b>TANQUE DE ALMACEN DE COMBUSTIBLE.</b></p> <p>Volumen: 50,000 litros Construido en placa de acero al carbón de 3/16" de espesor (0.476 cm), de 4 m. de largo por 4 m de diámetro, tapa cónica, -- con boquillas de entrada y salida de combustible de 3". registro de hombre de 24" - y venteo de 3".</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES.

AREA: 04 (Servicios).

Item	Cant.	Descripción.
AG-04-B-07 08	2	<p><b>BOMBAS PARA COMBUSTIBLE.</b></p> <p>Aplicación: Transferencia de combustible - desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque de día.</p> <p>Tipo: Desplazamiento positivo.</p> <p>Gasto: 600 l/h</p> <p>Carga Dinámica Total: 30 m de líquido.</p> <p>Motor: 1/2 HP, 220/440 V, 60 Hz.</p>
AG-04-T-08	1	<p><b>TANQUE DE CONDENSADOS.</b></p> <p>Volumen: 10,000 litros</p> <p>Diámetro: 1.7 m.</p> <p>Altura: 4.2 m.</p> <p>Incluye lo siguiente: Cristal de nivel para observación, control de nivel, termómetro con carátula, válvula de salida y de purga.</p>
AG-04-B-09 10	2	<p><b>BOMBAS DE AGUA AL DESAERADOR.</b></p> <p>Aplicación: Transferencia de agua del tanque de condensados al desaerador.</p> <p>Tipo: Centrífuga.</p> <p>Gasto: 10,000 l/h</p> <p>Carga Dinámica Total: 82 m de líquido.</p> <p>Motor: 5 HP, 220/440 V, 60 Hz.</p>
AG-04-X-04	1	<p><b>TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.</b></p> <p>Flujo de Circulación: 150 m<sup>3</sup>/h</p> <p>Temp. de agua caliente: 32°C</p> <p>Temp. de agua fría: 22°C</p> <p>Temp. de bulbo húmedo de diseño: 19°C</p> <p>Materiales: Estructura y relleno de madera de pino ponderosa tratada y caja de asbesto cemento.</p>

## PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 04 (Servicios)

Item	Cant.	Descripción
AG-04-B-11 12 13	3	<p>BHP del ventilador: 18  Ventilador: Tipo axial de 47.2 cm. (120") de diámetro con 9 aspas.  Motor: 20 HP, 440 V, 60 Hz.  Acceso superior: Escalera tipo marino.</p> <p><b>BOMBAS PARA AGUA DE ENFRIAMIENTO.</b></p> <p>Tipo: Verticales  Capacidad: 80,000 l/h  Carga dinámica total: 50 m. de líquido.  Motor: 20 HP, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-04-B-14 15	2	<p><b>BOMBAS PARA MANEJO DE AGUA CRUDA.</b></p> <p>Tipo: Verticales.  Gasto: 100,000 l/h  Carga dinámica total: 35 m. de líquido.  Motor: 20 HP, 440 V, 60 Hz.</p>
AG-04-X-05 06	2	<p><b>SUAVIZADORES DE AGUA.</b></p> <p>Capacidad: 50 m<sup>3</sup>/h  El suavizador es por intercambio iónico en ciclo sodio.  Presión de diseño: 7 Kg/cm<sup>2</sup>  Diámetro: 1.17 m.  Altura parte cilíndrica: 2.9 m.  Tipo de regenerante: Sal común  Se incluye un tanque de salmuera cilíndrico fondo plano sin tapas ni soportes.</p>
AG-04-X-07	1	<p><b>Hipoclorador</b></p> <p>Dosificador de líquidos tipo diafragma con capacidad para 44.12 l/h. de solución de hipoclorito de sodio.</p>
AG-04-F-01 02	2	<p><b>Filtros de Carbón activado</b></p> <p>Diámetro: 2.13 m.  Altura parte cilíndrica: 1.52m.  Presión de diseño: 7 Kg/cm<sup>2</sup>  Medio filtrante: Carbón activado  Volumen por unidad: 2725 litros  Soporte medio filtrante: Grava y arena  Sílica graduada en diferentes tamaños.</p>

PROYECTO: AGUASCALIENTES

AREA: 04 (Servicios)

Item	Cant.	Descripción
AG-04-B-16 17	2	Bombas de agua suavizada Capacidad: 50.6 m <sup>3</sup> /h Carga dinámica total: 50 m. de líquido Motor: 5 HP, 440 V, 60 Hz.

## 6.6 ARREGLO GENERAL DE PLANTA.

Las plantas lecheras se caracterizan por tener áreas de proceso muy reducidas en comparación con las dimensiones de sus almacenes para materias primas y producto terminado. A -- continuación se muestran las dimensiones de las áreas principales de la planta y puede observarse su localización en el diagrama de arreglo general de planta anexo.

Dimensiones en metros:

Area de Proceso	18 x 24
Envasado	30 x 28
Laboratorio	28 x 28
Oficinas	50 x 22
Servicios Humanos	24 x 40
Area de Servicios	58 x 30
Taller de mantenimiento	22 x 30

Cálculo de las Dimensiones de los Almacenes.-

Almacén de LDP

Producción diaria =  $170,400 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$  de leche

LDP necesaria para 30 días de producción:

$170,400 \times 0.1824 \times 30 = 932,429$  Kg de LDP

Los sacos de LDP se colocarán en tarimas con 42 sacos cada una. Se harán estibas de 4 tarimas.

$$1 \text{ Saco} = 25 \text{ Kg}$$

$$1 \text{ Tarima} = 25 \times 42 = 1050 \text{ Kg}$$

$$1 \text{ Estiba} = 1050 \times 4 = 4200 \text{ Kg}$$

$$\text{No. de Estibas necesarias} = 932,429 \text{ Kg} \times \frac{1 \text{ Estiba}}{4200 \text{ Kg}} = 222 \text{ Estibas}$$

$$\text{Dimensiones de una estiba: } 1.2 \times 1.5 = 1.8 \text{ m}^2$$

$$\text{Area necesaria} = 1.8 \text{ m}^2 / \text{estiba} \times 222 \text{ estibas} = 399.6 \text{ m}^2$$

Se considera un 60% de ocupación del almacén por los espacios muertos de los pasillos, por lo que el área real del almacén será:

$$\text{Area Real} = \frac{399.6 \text{ m}^2}{0.6} = 666 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, el almacén de LDP tendrá las siguientes dimensiones:  $25 \times 30 = 750 \text{ m}^2$

Almacén de Aceite de Coco:

Producción diaria:  $170,400 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$  de leche.

Aceite de Coco necesario para 8 días de producción.

$$170,400 \frac{\text{Kg leche}}{\text{día}} \times 0.058 \frac{\text{Kg A.C.}}{\text{Kg leche}} \times 8 \text{ días} = 79,065.6 \text{ Kg A.C.}$$

Densidad del aceite de coco = 0.92 Kg/l

Volumen de aceite para 8 días:  $\frac{79,065.6 \text{ Kg}}{0.92 \text{ Kg/l}} = 85,940.8 \text{ litros}$

Se pondrán 3 tanques de almacenamiento de 30,000 litros cada --

uno, con las siguientes dimensiones: Diámetro = 3 m

Altura = 4.24 m

Almacén de Producto Terminado:

Producción diaria: 170,400  $\frac{\text{Kg}}{\text{día}}$  de leche.

El almacén será para diez días de producción.

170,400 x 10 = 1'704,000 Kg.

El producto se envasará en envases de 0.5 litros. Los envases serán colocados en cajas conteniendo doce envases cada una. Se formarán estibas con 4 tarimas cada una, conteniendo 150 cajas cada tarima.

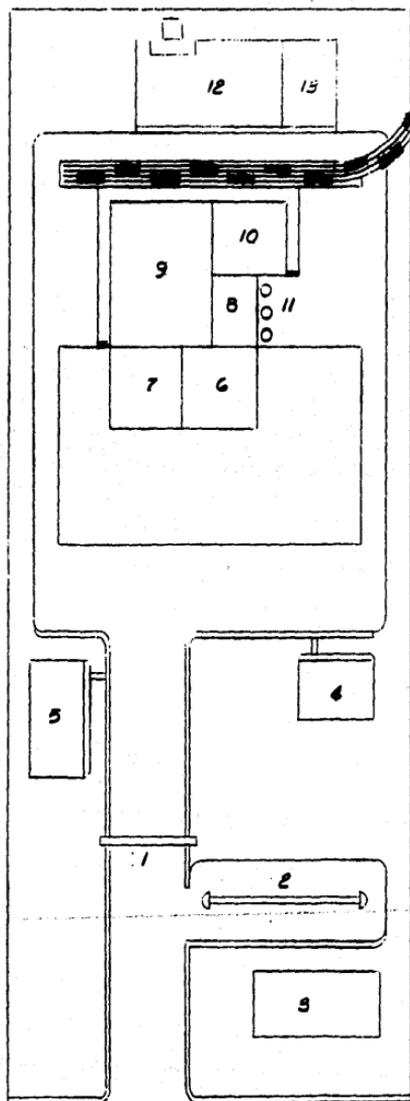
0.5  $\frac{\text{litros}}{\text{envase}}$  x 1.065  $\frac{\text{Kg}}{\text{l}}$  x 12  $\frac{\text{envases}}{\text{caja}}$  x 150  $\frac{\text{Cajas}}{\text{Tarima}}$  = 958.5  $\frac{\text{Kg}}{\text{Tarima}}$

958.5  $\frac{\text{Kg}}{\text{Tarima}}$  x 4  $\frac{\text{Tarimas}}{\text{Estiba}}$  = 3834  $\frac{\text{Kg}}{\text{Estiba}}$

No. de estibas =  $\frac{1'704,000 \text{ Kg}}{3834 \text{ Kg/estiba}}$  = 444.4 Estibas

Dimensiones de una tarima: 1.2 x 1 = 1.2 m<sup>2</sup>

Area necesaria = 444.4 x 1.2 = 533.3 m<sup>2</sup>



- 1 ACCESO
- 2 ESTACIONAMIENTO
- 3 OFICINAS
- 4 COMEDOR
- 5 SERVICIOS HUMANOS
- 6 ENVASADO
- 7 LABORATORIO
- 8- PROCESO UHT
- 9 ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
- 10 ALMACEN DE LDP
- 11 ALMACEN DE ACEITE DE COCO
- 12 SERVICIOS
- 13 TALLER DE MANTENIMIENTO
- 14 ESPUELA DE FERROCARRIL
- 15 LADERO DE FERROCARRIL

ESC. 1:2000

U.N.A.M. FAC. DE QUIMICA

TESIS PROFESIONAL

FERNANDO J. CASTILLA GARCIA

DIAGRAMA DE APREGLO  
GENERAL DE PLANTA

Para éste almacén se considera un 30 % de ocupación debido a que hay más pasillos que en el almacén de LDP.

$$\text{Area real} = \frac{533.3}{0.3} = 1777.7 \text{ m}^2$$

Dimensiones del Almacén: 50 x 40 = 2,000 m<sup>2</sup>

#### 6.7.- NORMAS DE DISEÑO.-

Las normas que se utilizan para el diseño de equipo para plantas lecheras son los "3A SANITARY STANDARDS", los cuales son formulados en forma conjunta por las siguientes Instituciones: United States Public Health Service, The Dairy Industries-Committee y The International Association of Milk, Food and Environmental Sanitarians.

La industria láctea fue la primera en desarrollar lo que se conoce como tuberías y accesorios sanitarios. Los standards 3A establecen las características que deben reunir dichas tuberías y accesorios para que se les designe como sanitarias. Estas características son las siguientes:

- 1).- Deben ser fácilmente limpiables. Las partes removibles deben desmontarse con facilidad.
- 2).- Cuando se tienen tuberías o accesorios ensamblados, las cuerdas de las tuberías y accesorios no deben ponerse en contacto con el producto.

- 3).- Todas las uniones permanentes en superficies metálicas - de contacto con el producto son soldadas.
- 4).- Todas las superficies internas deben ser lisas, especialmente en las uniones, eliminando hendiduras donde pudieran depositarse residuos de leche causando el desarrollo de las bacterias.
- 5).- Las cuerdas de tuberías y accesorios deben ser anchas y de fácil limpieza.
- 6).- Los empaques deben ser eliminados hasta donde sea posible.
- 7).- Los empaques usados deben ser lisos, no tóxicos y resistentes.

Respecto al material de construcción de equipos para la industria láctea, las normas "3A" establecen que todas las superficies que entren en contacto con el producto deben ser de acero inoxidable de la serie 300 del AISI (American Iron and Steel Institute), o algún acero equivalente a éste, que tenga como mínimo un contenido de Cromo de 18% y un 8% de Níquel. En las partes en que haya soldadura, el contenido de carbón del acero inoxidable no debe exceder el 0.08 %.

Para juntas y empaques pueden usarse materiales plásticos o de goma. Los materiales plásticos deben cumplir los siguientes requisitos: Ser no tóxicos, relativamente resistentes a la abrasión y mantener sus características originales de forma, flexibilidad y dimensiones cuando sean sujetos a limpie

za normal y a tratamiento bacteriológico. Deben ser relativamente insolubles cuando sean sometidos a limpieza normal o a tratamiento bacteriológico. Las propiedades funcionales de los materiales plásticos, como son color y transparencia, deben conservarse después del uso, limpieza y tratamiento bacteriológico.

Los materiales de goma que entren en contacto con el producto deben ser no tóxicos, relativamente no absorbentes, resistentes a la grasa, a limpieza normal y a soluciones bactericidas. Deben ser fácilmente limpiables, relativamente insolubles y no deben afectar el sabor del producto.

Los materiales de aislamiento para tanques que requieran aislarse deben ser de una naturaleza y cantidad tales que prevengan en 18 hrs. un cambio mayor de 3°F en la temperatura promedio del tanque lleno de agua cuando existe una diferencia de 30°F entre la temperatura ambiente y la temperatura del agua en el tanque:

Los "3A Sanitary Standards" también incluyen prácticas recomendadas para la producción de vapor culinario. Se recomienda usar vapor culinario cuando se requiere que el vapor entre en contacto directo con el producto.

El vapor debe producirse a partir de agua potable. No debe usarse para alimentación a calderas, agua que contenga materia orgánica, tales como algas, detergentes, etc., sin un tratamiento previo adecuado.

Es preferible someter al agua de alimentación a calderas a un tratamiento de intercambio iónico, que añadirle compuestos químicos.

Existen gran número de compuestos que se utilizan para prevenir la corrosión e incrustación en calderas. A continuación se presenta una lista de compuestos que pueden usarse como aditivos cuando se va a producir vapor que entrará en contacto con alimentos:

Acetato de Sodio  
 Alginato de Sodio  
 Aluminato de Sodio  
 Carbonato de Sodio  
 Hexa metafosfato de Sodio  
 Hidróxido de Sodio  
 Lignosulfonato de Sodio  
 Metasilicato de Sodio  
 Nitrato de Sodio  
 Fosfato de Sodio (mono-Di-Tri)  
 Silicato de Sodio  
 Sulfito de Sodio  
 Sulfato de Sodio  
 Tripolifosfato de Sodio  
 Carbonato de Potasio

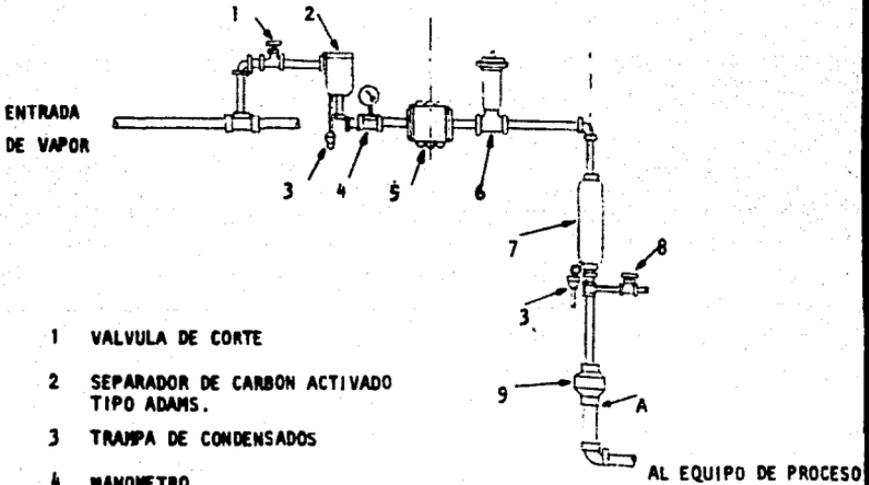
Polioxi-etilen glicol

Polioxi-propilen glicol

No se permite usar en el tratamiento de agua para calderas compuestos que contengan ciclohexil amina, morfolina, octadecil amina, hidrazina cuando el vapor producido se va a poner en contacto con leche o sus derivados.

La línea que conduzca el vapor desde el punto de generación hasta el punto de introducción de éste en la leche, debe estar equipada con unidades purificadoras del vapor, tales como la que se muestra en la Fig. 10.

Fig. 10 .- PRODUCCION DE VAPOR CULINARIO



- 1 VALVULA DE CORTE
  - 2 SEPARADOR DE CARBON ACTIVADO TIPO ADAMS.
  - 3 TRAMPA DE CONDENSADOS
  - 4 MANOMETRO
  - 5 VALVULA REGULADORA DE PRESION (REDUCTORA)
  - 6 VALVULA ESTRANGULADORA
  - 7 PURIFICADOR DE VAPOR ANDERSON Hi-eF o equivalente
  - 8 VALVULA PARA TOMA DE MUESTRA
  - 9 VALVULA CHECK SANITARIA
- A A PARTIR DE ESTE PUNTO TODA LA TUBERIA Y ACCESORIOS SERAN DE ACABADO SANITARIO.

UNAM FACULTAD DE QUIMICA

TESIS PROFESIONAL

FERNANDO CASTILLA GARCIA

PRODUCCION DE VAPOR  
CULINARIO.

## C A P I T U L O V I I

### ESTUDIO ECONOMICO

En éste capítulo se analiza al proyecto desde el punto de vista económico. La mayoría de los valores considerados - en el estimado de inversión son valores reales que fueron obtenidos de cotizaciones de proveedores.

#### 7.1.- INVERSION FIJA.

##### A).- Costos Directos

##### 1).- Terreno

1.1	Superficie	5 975 000
1.2	Gastos e impuestos	597 500
		<hr/>
		\$ 6 572 500

##### 2).- Infraestructura

2.1	Preparación del terreno	417 500 ;
2.2	Espuela de ferrocarril	1 800 000
2.3	Drenaje	300 000
2.4	Acometida eléctrica	200 000
2.5	Acometida telefónica	35 000
2.6	Acometida hidráulica	150 000
		<hr/>
		\$ 2 902 500

5% de Imprevistos 145 125

---

\$ 3 047 625

## 3).- Areas exteriores.

3.1	Areas verdes	590 000
3.2	Calles	2 350 000
3.3	Estacionamientos	125 000
3.4	Andenes de carga y descarga	350 000
3.5	Red interior de drenaje	500 000
3.6	Sistemas contra incendio	1 100 000
3.7	Iluminación exterior	740 000
3.8	Casetas de pozos	75 000
3.9	Casetas de vigilancia y pórtico	<u>300 000</u>
		\$ 6 130 000
	5% de Imprevistos	<u>306 500</u>
		\$ 6 436 500

## 4).- Edificios

4.1	Laboratorio	600 000
4.2	Sala de proceso UHT	2 000 000
4.3	Sala de envasado	800 000
4.4	Almacén de Producto	4 500 000
4.5	Almacén de LDP	880 000
4.6	Taller de mantenimiento	600 000
4.7	Oficinas	1 400 000
4.8	Cuarto de calderas .	400 000
4.9	Casa de refrigeración	350 000
4.10	Aire comprimido	200 000
4.11	Servicios humanos	<u>1 200 000</u>
		\$ 12 930 000
	5% de Imprevistos	<u>646 500</u>
		\$ 13 576 500

## 5).- Equipo de proceso y servicios.

5.1	Planta de recombinación, esterilización y limpieza química	21 101 000
5.2	Envasado	47 600 000
5.3	Generación de vapor:	

	Costo Unitario	Total
2 Calderas, incluyendo bombas de alimentación de agua y combustible y calentadores de combustible	1 459 000	2 918 000
1 Tanque de condensados	90 000	90 000
1 Desaerador	190 000	190 000
1 Chimeneas	20 000	20 000
2 Bombas de transf. del tanque de condensados al desaerador	21 000	<u>42 000</u>
		\$ 3 260 000

## 5.4 Equipo de refrigeración

	Costo Unitario	Total
2 Compresores de NH <sub>3</sub>	246 560	493 120
2 Motores	94 800	189 600
2 Equipos de transmisión	10 220	20 440
2 Separadores de Aceite	17 825	35 650
2 Enfriadores de agua	583 000	1 166 000
2 Condensadores de NH <sub>3</sub>	252 000	504 000
2 Tanques de NH <sub>3</sub> líquido	40 793	81 586
2 Series de válvulas y controles	90 728	181 456
2 Series de equipo eléctrico	126 080	252 160
2 Bombas para agua helada	28 000	<u>56 000</u>
		\$ 2 980 012

## 5.5 Equipo para aire comprimido.

	Costo Unitario	Total
2 Compresores	295 800	591 600
2 Motores	61 100	122 200
2 Arrancadores	19 190	38 380
2 Series de accesorios para el compresor	18 380	36 760
2 Equipo de transmisión	24 900	49 800
1 Secador de aire	56 900	<u>56 900</u>
		\$ 895 640

## 5.6 Equipo de tratamiento de agua.

2 Suavizadores	1 811 850	3 623 700
2 Filtros de Carbón activado	527 000	1 054 400
1 Hipoclorador	21 900	21 900
2 Bombas de agua suave	42 000	<u>84 000</u>
		\$ 4 784 000

## 5.7 Almacén y manejo de combustible

	COSTO UNITARIO	Total
1 Tanque de día	66 000	66 000
1 Tanque de almacenamiento	730 000	730 000
2 Bombas para transferencia	18 000	<u>36 000</u>
		\$ 832 000

## 5.8 Almacén y manejo de aceite de coco

	Costo Unitario	Total
3 Tanques de aceite de coco	694 180	2 082 540
1 Bomba para descarga de pipas	28 000	28 000
2 Bombas para transferencia del aceite.	18 000	36 000
		<u>\$ 2 146 540</u>

## 5.9 Subestación y Transformador

	Costo Unitario	Total
Subestación	74 000	74 000
Transformador	253 000	253 000
		<u>\$ 327 000</u>

## 5.10 Equipo de enfriamiento de agua

	Costo Unitario	Total
1 Torre de enfriamiento	218 400	218 400
3 Bombas para agua de enf.	50 400	151 200
		<u>\$ 369 600</u>

## 5.11 Equipo para manejo de agua cruda

	Costo Unitario	Total
2 Bombas para manejo de agua	50,400	100 800

5.12 Equipo de Laboratorio 1 300 000

5.13 Equipo de taller 800 000

**TOTAL DE EQUIPO DE PROCESO Y SERVICIOS \$ 86 496 592**

**6).- Tubería y Conexiones**

Se considera un 8% del valor del equipo 6 919 700

**7).- Instalación Eléctrica**

Incluye charolas, tableros, cables, soportes, tierras y planta de emergencia. 5 250 000

**8).- Muebles de oficina y laboratorio 750 000**

**TOTAL COSTO DIRECTO \$ 129 049 417**

**B).- Costos Indirectos**

**1).- Ingeniería y supervisión. 3 000 000**

Se considera un 3.5% del valor del equipo

**2).- Empaque, fletes y seguros**

Corresponde a un 4% del valor de equipo 3 460 000

**3).- Gastos aduanales.- Es un 15% del valor del equipo de importación. El equipo de importación es el de envasado y proceso UHT. 10 305 150**

**4).- Montaje 4 750 000**

**TOTAL COSTO INDIRECTO \$ 21 515 150**

**INVERSION FIJA TOTAL = COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO = \$ 150 564 567**

## 7.2 COSTOS DE PRODUCCION

A).- Costos Variables.- Son aquellos cuyo valor total depende del volumen de producción. Se hará el análisis para un año.

## 1.- Materias Primas:

Leche Descremada en Polvo: 9 421 440 Kg/año  
 Costo Unitario: \$ 12.5 /Kg  
 Costo: \$ 117 768 000

Aceite de Coco: 2 964 940 Kg/año  
 Costo Unitario: \$ 21.5 /Kg  
 Costo: \$ 63 746 640

Costo Total de Materias Primas: \$ 181 514 640.00

2.- Mano de Obra Directa.- Es aquella que está involucrada directamente en la manufactura del producto.

Se debe considerar un costo adicional al salario base por concepto de prestaciones, impuestos, etc. que la empresa - paga en beneficio de los trabajadores. A continuación se calculará el salario real que la empresa paga:

Salarios pagados	365	
Días pagados por aguinaldo	30	
Días pagados por vacaciones	20	(100% sobre 20 días de vacaciones)
	<u>415</u>	días/año

**Días no laborales:**

Domingos	52
Vacaciones	20
Días festivos	7
Otros	5
	<u>84 días/año</u>

**Días laborales = 365 - 84 = 281 días/año**

$$\% \text{ de conversión} = \frac{415}{281} = 1.4769$$

**Cuotas de Seguro Social e Impuestos:**

	%
Para salarios mayores al mínimo	16.5375
Impuesto para educación	1.0
Impuesto para guarderías	1.0
Cuota patronal al INFONAVIT	5.0
	<u>23.5375</u>

**Factor total sobre salario base:**

$$1.4769 + ( 1.4769 \times 0.235375 ) = 1.8245$$

**Salario base promedio para obreros en la empresa: \$ 300.00/día.**

**Para la mano de obra directa se tendrán 35 obreros -  
por turno; es decir, 105 obreros en total.**

Costo de la mano de obra directa:

$$105 \text{ Obreros} \times \frac{\$ 300}{\text{ob.} \times \text{día}} \times 1.8245 \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} = \$ 20\,977\,189.00$$

### 3.- Servicios

Vapor:

Consumo anual: 25 942 TON

Costo Unitario: \$ 90.00 /TON

Costo: \$ 2 334 780.00

Agua: No se considera éste costo ya que el agua se maneja en circuito cerrado. El costo del bombeo se incluye en electricidad.

Electricidad:

Consumo anual: 4 996 800 KW-h

Costo Unitario: \$ 0.55 /KW-h

Costo: \$ 2 748 240.00

Combustible: Se incluye en el costo del vapor.

Costo Anual de Servicios: \$ 5 083 020.00

### 4.- Empaque

Costo del papel para envase \$ 950 por millar

Cintas de polietileno para el  
sellado longitudinal del envase \$ 18 por millar

---

\$ 968 por millar

Número de envases por año: 96 000 0000

$$\text{Costo: } 96\ 000\ 000 \frac{\text{Envases}}{\text{año}} \times \frac{\$ 0.968}{\text{Envase}} = 92\ 928\ 000.00$$

Número de gavetas de cartón: 8 000 000 Gavetas/año

Costo Unitario: \$ 3.25 / Gaveta

Costo: \$ 26 000 000.00

Costo Total de Empaque = \$ 118 928 000.00

TOTAL DE COSTOS VARIABLES = \$ 326 502 849.00

B).- Costos Fijos.- Son aquellos que permanecen constantes para cualquier volumen de producción, es decir, son independientes de la capacidad productiva de la planta.

1.- Mano de Obra Indirecta.- Se refiere al personal que no interviene directamente en la producción, pero que es necesario para que la planta funcione.

Se consideran 150 obreros para los tres turnos:

$$150 \text{ Obreros} \times \frac{\$ 300}{\text{ob} \times \text{día}} \times 1.8245 \times 365 \text{ días} = \$ 29\ 967\ 413.00$$

2.- Supervisión.- Se considera como un 15% de los costos de mano de obra directa e indirecta:

Costo de Supervisión: \$ 7 641 690.00

## 3.- Mantenimiento.

Mano de obra de mantenimiento: Se consideran 75 obreros para los tres turnos.

Costo de mano de obra  
de mantenimiento:

$$75 \text{ obreros} \times \frac{\$ 300}{\text{Ob} \times \text{día}} \times 1.8245 \times 365 \text{ días}$$

$$= \$ 14 983 706.00$$

Materiales y Refacciones.- Se considera como un 4% del valor del equipo:

Costo de materiales y refacciones: \$ 3 459 864.00

Costo Total del Mantenimiento = \$ 18 443 570.00

4.- Depreciación.- Se considera un 3% anual para las construcciones y 10% anual para el equipo.

Depreciación de edificios = \$ 407 295.00

Depreciación de equipo = \$ 8 649 659.00

Depreciación Total anual = \$ 9 056 954.00

5.- Seguros.- Se considera un 4% del valor del equipo y edificios:

Costo anual de seguros = \$ 4 005 000.00

6.- Gastos de Administración.- Se estiman en un 14% sobre las ventas totales.

Ventas anuales = \$ 576 000 000.00

Gastos de Administración = \$ 80 640 000.00

7.- Gastos de Ventas.- Se estiman en un 12% sobre las ventas:

Gastos de Venta: \$ 69 120 000.00

8.- Materiales de Operación y Laboratorio.- Es todo lo que se gasta en la operación cotidiana de la unidad productiva, sin tomar en cuenta lo que se incluye en los costos variables.

Se estiman en \$ 675 000 /mes

Costo anual = \$ 8 100 000.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS = \$ 226 974 627.00

TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR AÑO = \$ 553 477 476.00

7.3 PRECIO DE VENTA.- El precio de venta para el producto ha sido fijado con anterioridad por la Empresa debido a que cuenta con otras unidades productivas que sacan a la venta éste mismo producto.

El precio de venta que se ha fijado es de \$ 6.00 el medio litro de leche a doble concentración.

7.4 CAPITAL DE TRABAJO.- Es el dinero que debe tener la planta para que ésta puede operar. El capital de trabajo está formado por los siguientes elementos:

1.- Activo Circulante.- Se calcula tomando en cuenta lo necesario para cubrir los gastos directos de producción, y administración durante un período de 30 días.

Mano de Obra Directa	1 748 100
Mano de Obra Indirecta	2 497 284
Supervisión,	636 808
Mantenimiento	1 536 964
Gastos de Administración	6 720 000
	<hr/>
TOTAL ACTIVO CIRCULANTE	13 139 156.00

2.- Cuentas por Cobrar.- En éste caso, no existen las cuentas por cobrar, porque todas las ventas se realizan al contado.

3.- Inventarios.

Materias Primas:

Leche Descremada en polvo.- Se considera un ciclo de 30 días.

$$31\ 081 \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \times 30 \text{ días} \times \frac{12.5}{\text{Kg.}} = \$ 11\ 655\ 375.00$$

Aceite de Coco: Se considera un ciclo de 8 días

$$9\ 883.2 \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \times 8 \text{ días} \times \frac{\$ 21.5}{\text{Kg}} = \$ 1\ 699\ 910.4$$

**Empaque:**

Envases: Ciclo de 10 días

$$320\ 000 \frac{\text{Envases}}{\text{día}} \times 10 \text{ días} \times \frac{\$ 0.968}{\text{Envase}} = \$ 3\ 097\ 600$$

Gavetas de cartón: Ciclo de 10 días

$$76,667 \frac{\text{Gavetas}}{\text{día}} \times 10 \text{ días} \times \frac{3.25}{\text{Gaveta}} = \$ 866\ 677.5$$

Producto Terminado: Ciclo de 10 días.

$$160\ 000 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \times \frac{2 \text{ productos}}{\text{litro}} \times \frac{\$ 6.00}{\text{Prod.}} \times 10 \text{ días} = \$ 19\ 200\ 000.00$$

TOTAL DE INVENTARIOS = \$ 36 519 563.00

TOTAL CAPITAL DE TRABAJO = \$ 49 658 719.00

**7.5 INVERSION TOTAL.-** Es la suma de la inversión en activo fijo más el capital de trabajo.

INVERSION TOTAL = 150 564 567 + 49 658 719 = \$ 200 223 286.00

**7.6 UTILIDAD BRUTA.-** Es la diferencia de las ventas totales menos los costos de producción.

Utilidad Bruta = 576 000 000 - 554 557 476 = \$ 22 522 524.00

7.7.- Utilidad Neta.- Es el producto de la utilidad-bruta por el factor de impuesto sobre la renta y reparto de -- utilidades. Generalmente, la tasa impositiva para el Impuesto-sobre la Renta es de un 38%, y el reparto de utilidades corres-ponde a un 12%. Por lo tanto, la utilidad neta generalmente co-rresponde a un 50% de la utilidad bruta.

En éste caso, por tratarse de una Empresa del Gobier-no y que proporciona un beneficio social, está exenta del pago del Impuesto sobre la Renta. Además la Empresa no reparte uti-lidades entre sus trabajadores, por lo que la utilidad neta co-rresponde al 100% de la utilidad bruta.

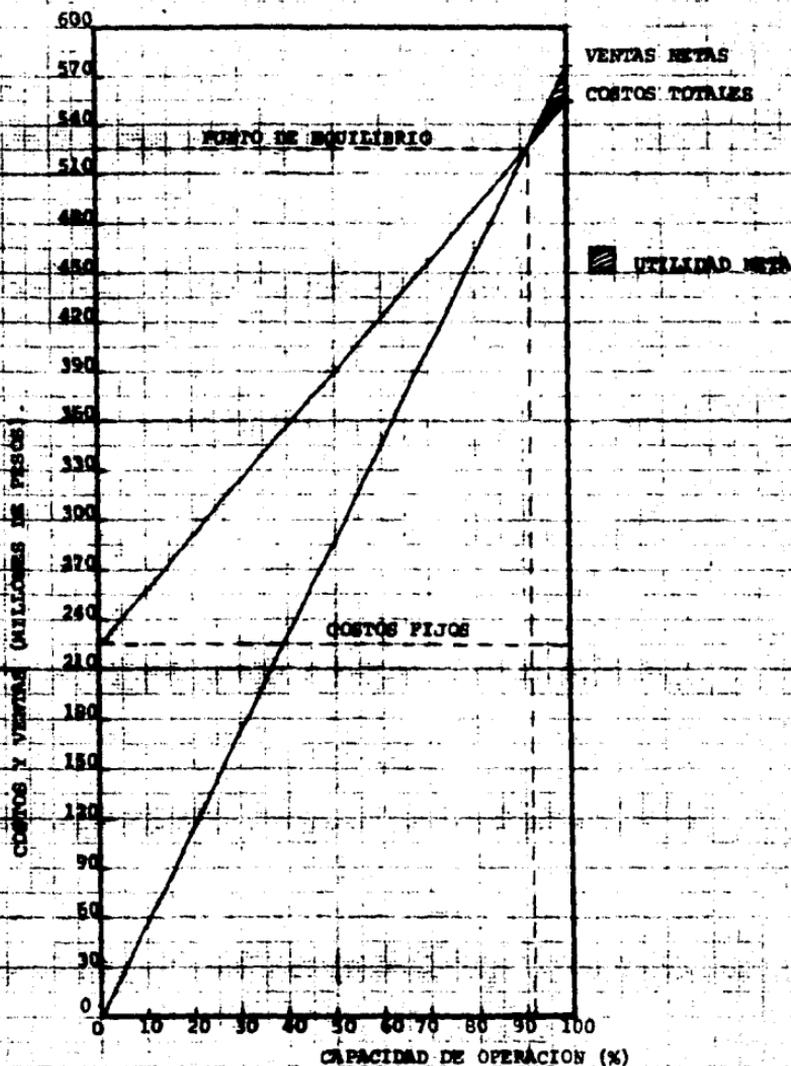
7.8 RENTABILIDAD DEL PROYECTO.- Es el cociente de - la utilidad neta entre la inversión total:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{22\ 522\ 524}{200\ 223\ 286} \times 100 = 11.25\%$$

7.9 PUNTO DE EQUILIBRIO.- Es el punto en el cual - la unidad productiva opera sin que haya pérdida ni ganancias.- Este parámetro indica a que capacidad debe operar la planta - para que no se registren pérdidas.

A continuación se anexa el esquema gráfico en el que se muestra el punto de equilibrio.

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO



## C A P I T U L O VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- En la actualidad existen diversas técnicas de preservación de alimentos, cuyo objetivo es mantener al producto química y bacteriológicamente inerte hasta que éste sea consumido. Las principales técnicas que se conocen son: asepsia, remoción de los organismos, mantenimiento de condiciones anaeróbicas, uso de altas temperaturas, secado, uso de bajas temperaturas, preservativos químicos, irradiación, etc.

2.- La esterilización significa la completa remoción o muerte de los microorganismos vivientes, en un material determinado. Los sistemas de esterilización térmica pueden ser de dos tipos: Directos e Indirectos.

En los sistemas indirectos la letalidad es mayor; pero el producto sufre una mayor degradación térmica que en los sistemas directos.

3.- Es altamente deseable que existan condiciones de flujo turbulento en los sistemas de esterilización, principalmente en intercambiadores de calor y tubos de retención. Si no existen tales condiciones, puede incrementarse la inscrustación, lo que causa una reducción en el diámetro interno efectivo de los tubos, incrementándose la velocidad y disminuyendo el tiempo de retención, lo cual provoca una disminución en la le-

talidad de los microorganismos.

4.- La ultrapasteurización es una técnica de esterilización continua del producto, con la cual se destruyen todos los microorganismos y sus esporas.

Esta técnica se basa en una breve exposición del producto (3-4 seg) a un intenso calentamiento (130-150°C).

El tratamiento de ultrapasteurización es un medio de aumentar la vida de anaquel del producto y, simultáneamente, - preservar sus características de olor, sabor y valor nutritivo. Desde el punto de vista bacteriológico puede obtenerse una vida de anaquel ilimitada mediante el tratamiento UHT. Sin embargo, ciertos cambios químicos pueden tener lugar en el producto y éstos se volverán aparentes después de dos a cuatro meses, - dependiendo de las condiciones de almacenamiento, calidad del material fresco, técnica del proceso y selección del envase.

5.- El tratamiento de ultrapasteurización no afecta de ninguna manera el valor nutritivo de la proteína de la leche, ni causa significantes pérdidas de vitaminas. La pérdida de mayor magnitud es la que ocurre con la vitamina C. Sin embargo, no se considera de gran importancia debido a que la leche nunca ha sido una fuente importante de vitamina C porque existen otros alimentos, como vegetales y frutos cítricos, que contienen grandes cantidades de ésta vitamina.

6.- La ultrapasteurización puede llevarse a cabo en forma directa o indirecta.

El proceso directo de ultrapasteurización es un método de esterilización continua por inyección directa de vapor dentro del producto. Una cantidad equivalente al vapor inyectado es posteriormente eliminada como vapores cuando el producto es enfriado por expansión en una cámara de vacío, eliminando de ésta forma la posibilidad de dilución o concentración. Debido a la rapidez del calentamiento y enfriamiento, así como el corto tiempo en que se mantiene la temperatura de esterilización, se asegura que el sabor y la apariencia del producto resulten afectados al mínimo posible.

En el método indirecto de ultrapasteurización, el calentamiento del producto se lleva a cabo en cambiadores de calor tubulares o a placas.

7.- En éste caso, el producto que se obtendrá es una leche a doble concentración y esterilizada en forma continua por el proceso directo de ultrapasteurización. Desde el punto de vista fisicoquímico, la estabilidad del producto será de aproximadamente dos meses desde el momento de la fabricación. La estabilidad, desde el punto de vista fisicoquímico, se refiere principalmente a la separación de la grasa, que después de los dos meses señalados, puede darle a la leche un aspecto diferente del que se presenta recién preparada, sin que ésto ---

afecte la calidad higiénica del producto.

La prueba de la estabilidad biológica que se realizará consiste en incubar directamente la leche en los envases cerrados a 37°C durante 8 días. Las pruebas que se han hecho han demostrado que transcurrido éste tiempo, la leche no presenta ningún signo de actividad microbiana.

8.- El producto se envasará asépticamente en envases herméticamente cerrados de medio litro, y podrá prepararse un litro de leche a concentración normal agregando medio litro de agua previamente hervida.

El hecho de producir leche a doble concentración reduce considerablemente los costos de envases y transportación.

9.- En base al estudio económico realizado, puede verse que el proyecto tendrá una rentabilidad muy baja, lo cual se debe, principalmente, al precio de venta tan bajo que se tiene fijado para el producto. Sin embargo debe subrayarse que el proyecto tiene como objetivo el vender leche concentrada ultrapasteurizada para el consumo de la población económicamente débil, es decir, no es el objetivo del proyecto obtener altas utilidades, sino proporcionar un beneficio social.

10.- El precio de venta del producto es aproximadamente un 50% menor que el precio normal de los productos similares que actualmente hay en el mercado. Puede tenerse éste precio de venta tan bajo debido a que la principal materia prima utilizada en el proceso, que es la leche descremada en pol-

vo, se consigue a un bajo costo por tratarse de una concesión- que hacen los países exportadores de éste material al Gobierno Mexicano.

11.- Una alta contribución a los costos fijos son los elevados gastos de administración y ventas que se tendrán. Los gastos de ventas serán tan altos, porque la misma Empresa se encargará de distribuir el producto hacia varias regiones del país.

12.- El punto de equilibrio se tiene al operar la -- planta al 91% de su capacidad, lo cual es una gran desventaja- porque hay que operar la planta casi a su máxima capacidad pa- ra no tener pérdidas.

Sin embargo, no es posible tener mayor utilidades, - ya que para ésto se requeriría aumentar el precio de venta del producto, lo cual no quiere hacer la Empresa.

13.- El beneficio social que se logrará con la rea- lización de éste proyecto, es muy grande porque se proporciona rá a bajo costo, a la gente de escasos recursos económicos, -- un producto básico en su alimentación y con un tiempo de conser- vación prolongado, sin que sea necesario refrigerarlo.

Por las conclusiones anteriores se recomienda efec-- tuar la ultrapasteurización de la leche siempre que sea posi- ble, sobre todos en áreas donde las rutas de distribución - son largas, donde los servicios de distribución no son frecuen

tes y, donde las facilidades para una distribución y almacenamiento refrigerados son reducidas.

## C A P I T U L O IX

### BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ball C.O. and Olson F.C.W. 1957 Sterilization in Food Technology. Mc. Graw Hill Book Company, Inc, New York.
- 2.- Burton H. and Perkin A.G. 1970. Direct and Indirect Methods. of Ultra High Temperature Sterilization of Milk.- XVIII International Dairy Congress. Vol. IE.
- 3.- Carlson V.R. 1966 Aseptic Processing of Dairy Products.- New York State Assoc. of Milk and Food Sanitarians Annual Report.
- 4.- Causeret J., Lhuissier M., et Hogot D. 1970. Les Vitamines dans les Produits Laitiers. Ann. Nutr. Alim. 24:72
- 5.- Davis J.G., 1955. A Dictionary of Dairying. 2<sup>nd</sup>. Edition. Leonard Hill, Ltd. London.
- 6.- Frazier W.C., 1958. Food Microbiology. Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York.
- 7.- Fricker A., 1964. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte. 16:315.
- 8.- Hall C.W. and Hedrick T.I., 1971. Drying of Milk and Milk Products. 2<sup>nd</sup>. Edition. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- 9.- Hartman A.M. and Dryden L.P., 1965. Vitamins in Milk and Milkproducts. American Dairy Science Association.
- 10.- Jordan W.K.. Sterilization and Aseptic Packaging of Milk Products. Changes in Products. J. Dairy Science. 7:144.

- 11.- Kon S.K. and Watson M.B.. 1936. Biochem. Journal. 30:2273.
- 12.- Lembke A., Frahm H. and Wegener K.H. 1968. Kieler Milch-wirtschaftliche Forschungsberichte 20.
- 13.- Manual for Milk Plant Operators. 1967. Milk Industry - - Foundation. 3<sup>rd</sup>. Edition. Washington, D.C.
- 14.- Peters and Timmerhaus. 1976. Plant Design and Economics-  
for Chemical Engineers. Mc Graw Hill Book Company. New -  
York.
- 15.- Püschell E.D. 1968, News Bulletin V.M.F./Stork Werkspoor  
No. 7.
- 16.- Speck M.L. and Busta F.P. Sterilization and Aseptic Packa-  
ging of Milk Products. Microbiological Trends. J. Dairy-  
Science 7:1146.
- 17.- Vanstone E. and Dougall B.M.. 1960. Principles of Dairy-  
Science. Ed. Cleaver-Hume Press, Ltd. London.
- 18.- Wagner K.H., Fette, Seifen. 1957. Anstrichsmittel 59:4.