

1. INTRODUCCIÓN

La desnutrición es uno de los problemas que más afecta a los países en vía de desarrollo.

Como consecuencia se generan fallas en el aprendizaje, crecimiento, creatividad y rendimiento, en especial de los niños en edad escolar.

En los últimos años, el Gobierno Nacional, con entidades como el ICBF, Secretarías de Salud, y algunas ONG'S han puesto en marcha planes para contrarrestar los índices de desnutrición en las poblaciones afectadas.

La ciudad de Barrancabermeja no ha sido ajena a esta situación, por tales razones, se creó el Programa de Acción Social (PAS) con el cual se busca apoyar los proyectos que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los habitantes del Magdalena Medio Santandereano.

Es así como el ESTUDIO TÉCNICO PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA PASTEURIZADORA DE BEBIDAS, PARA EL PROGRAMA DE ACCIÓN SOCIAL DE BARRANCABERMEJA, se convierte en una alternativa para la generación de empresa y empleo en la región.

En la realización del estudio se aplicaron los conceptos técnicos para seleccionar las líneas de producción, la maquinaria y equipo necesarios, la organización de la empresa y la distribución de las instalaciones de la planta.

Lo anterior convierte a la UNAD y a sus profesionales en fuentes generadoras de proyectos para el desarrollo económico, social y cultural de la región.

2. MARCO CONCEPTUAL

Una planta procesadora de bebidas representa una alta inversión de capital, ya que la mayoría de los equipos deberán garantizar la higiene y ser construidos en acero inoxidable; las instalaciones requieren de acabados sanitarios, para mantener altos niveles de limpieza y desinfección; además, deberán contar con operarios entrenados y programas de control y aseguramiento de la calidad, para garantizar la inocuidad de los productos.

2.1. BASES DEL DISEÑO DE LA PLANTA

Esta planta estaría diseñada para procesar 5000 litros de bebida por hora. Los productos que se manejarían semanalmente serían los siguientes:

- Leche entera pasteurizada para venta al público: 100.000 litros. El 45% de la producción en presentación de 1000 ml, el 35% en bolsa de 500 ml y el 20% en presentación de 250 ml.¹
- Bebidas para el complemento alimentario: 32.500 litros. El 100% de la producción en presentación de 200 g/unidad.
- Bebidas para líneas institucionales: 3.500 litros
- Bebidas para venta al público: 10.000 litros

Total producción estimada: 146.000 litros / semana = 24.333 litros / día en producciones de Lunes a Sábado.

El tiempo restante para completar el turno de 8 horas corresponde a los tiempos de puesta a punto de los equipos, limpieza, desinfección y mantenimiento.

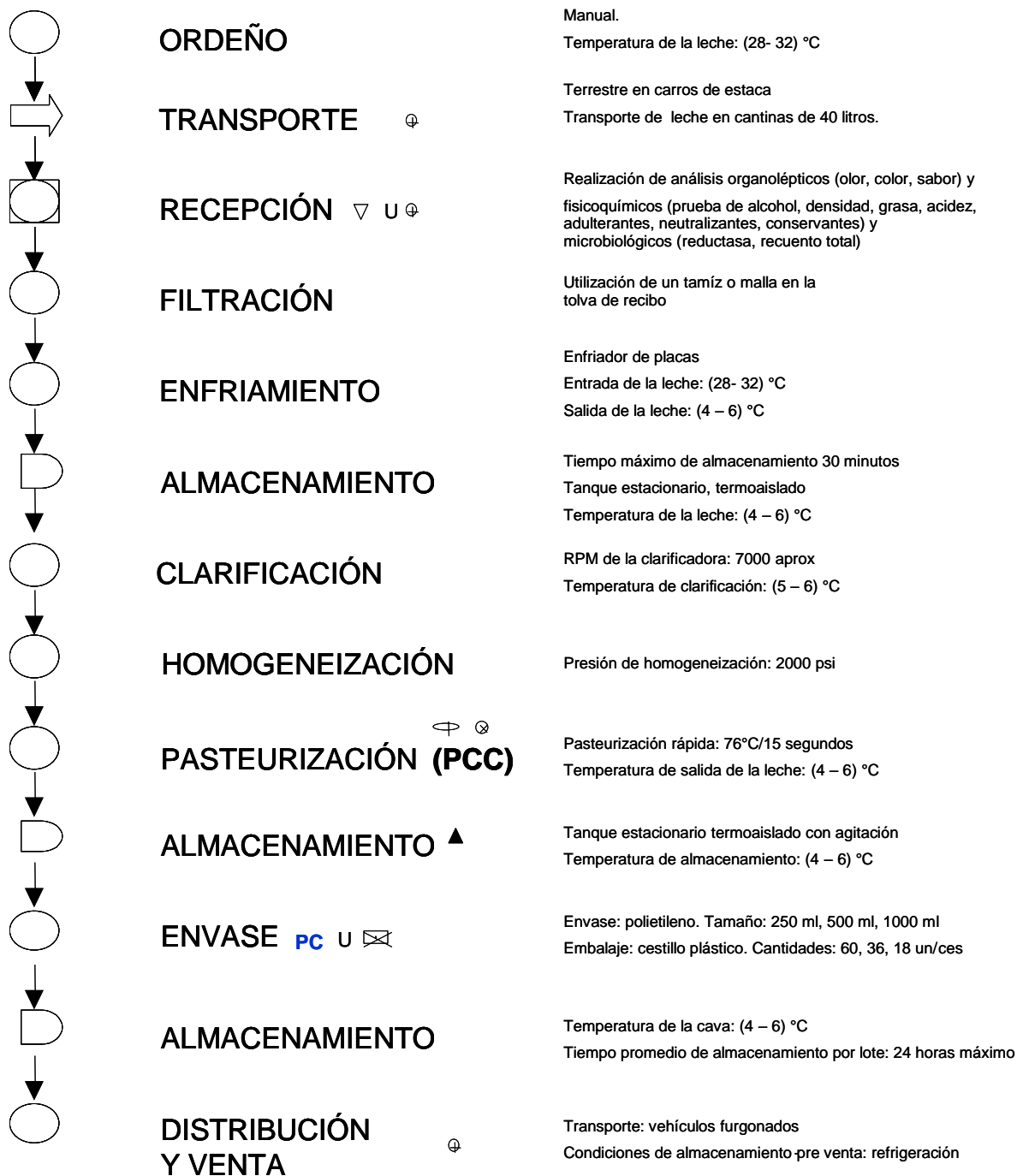
En una primera fase de ejecución del proyecto, después de realizado este estudio técnico, se producirían 146.000 litros semanales, lo cual cubriría en un inicio la demanda de estos productos en gran parte del municipio, a la vez que se conocerían y posicionarían estas bebidas en el mercado.

Una segunda etapa centraría sus esfuerzos en estandarizar las líneas de producción, y ampliarlas con productos como agua en bolsa, algunos derivados lácteos (yogur, queso fresco, suero) y refrescos de frutas. La distribución y venta se extendería a las zonas aledañas como El Centro, San Vicente de Chucurí, Cantagallo y demás poblaciones cercanas del Magdalena Medio Colombiano.

¹ RUEDA DUQUE ALBERTO. Jefe de Ventas División Pasteurizada, LECHESAN S.A. Entrevista personal realizada el 26 de Agosto de 2002.

2.2. LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

2.2.1. Flujograma para la pasteurización de leche entera



CONVENCIONES

○	Etapa del proceso
→	Dirección de flujo
⇨	Transporte
□	Inspección
▽	Materias primas posiblemente contaminadas
▲	Posible contaminación ambiental
U	Posible contaminación por operarios
⊕	Posible reproducción de microorganismos
⊗	Destrucción térmica de microorganismos
⊕	Posible supervivencia de microorganismos
⊗	Posible alteración del empaque
PCC	Punto Crítico de Control
PC	Punto de Control

2.2.1.1. **Ordeño.** Es la primera etapa, el ordeño manual (en baldes) se realizaría en las fincas de los proveedores, posteriormente la leche se pasaría a cantinas provistas con un colador o tamiz, para eliminar cualquier suciedad que pueda caer a los baldes.

2.2.1.2. **Transporte.** Una vez las cantinas se encuentran listas, los transportadores pasarían con los camiones hasta las fincas, centro de acopio o sitio de encuentro; medirían las cantinas para verificar que contengan el volumen correcto, revisarían el color, olor y sabor para detectar anomalías y rechazar a tiempo la leche adulterada y/o alterada, evitando contratiempos en la planta. Luego entregarían un recibo al proveedor en constancia de que han recibido la leche, para su posterior pago. La compra y pago de la leche se realizaría directamente entre la Pasteurizadora y el transportador.

2.2.1.3. **Recepción.** En la planta se recibiría la leche a los transportadores. En la plataforma de recepción se verificaría la cantidad de leche y con pruebas de laboratorio (análisis organolépticos, fisicoquímicos, microbiológicos adulterantes y preservativos), se determinaría su calidad llevando a su aceptación o rechazo.

2.2.1.4. **Filtración.** La materia prima se sometería a un filtrado durante el vaciado, en donde un tamiz retendría las impurezas de mayor tamaño.

2.2.1.5. **Enfriamiento.** La temperatura de la leche fresca estarían aproximadamente entre 28 y 32 °C, lo que hace necesario enfriarla hasta 4°C con un enfriador de placas para desacelerar la reproducción de la carga microbiológica existente, si la leche no se enfría rápidamente se acidificará en menor tiempo.

2.2.1.6. **Almacenamiento.** Se realizaría en tanques termo-aislados, especialmente contruidos para conservar la temperatura de refrigeración de la leche antes del procesamiento, el tiempo de almacenamiento debe ser el menor posible.

2.2.1.7. **Clarificación.** Este proceso mecánico de limpieza consistiría en pasar la leche a través de un clarificador, cuya función es eliminar impurezas hasta de 4 micras de diámetro, entre ellas glóbulos rojos, fibrina, leucocitos, suciedad insoluble, microorganismos, etc.

Por efecto de la fuerza centrífuga la leche se separa de las impurezas sólidas más pesadas, luego entra en los discos, se desplaza a través de la pared interna del tambor y las sustancias sólidas hacia la pared externa, saliendo del aparato a través de una boquilla central.²

2.2.1.8. **Homogeneización.** En esta etapa el homogeneizador tiene como fin romper los glóbulos de grasa, de tal manera que su dispersión sea homogénea en todo el producto. Al disminuir el tamaño de los glóbulos, disminuye también la fuerza ascendente de la grasa, impidiendo que la grasa se acumule en la parte superior de los envases. La homogeneización se podría efectuar antes de la pasteurización.

El principio de la homogeneización consiste en pasar la leche de un espacio con alta presión (por una abertura angosta), a otro espacio con baja presión. Como resultado se produce que los glóbulos de grasa se encuentra en una cantidad mucho mayor y con un diámetro más pequeño que antes del proceso. Por tanto, la leche homogeneizada es aquella en la que el tamaño de los glóbulos grasos y la actividad de aglutininas, son reducidos a tal grado que no se puede observar la separación de la crema y la leche durante 72 horas a 5°C.³

² TALLER DE LECHE. Editorial Trillas. p. 30

³ Ibid . p. 50

2.2.1.9. **Pasteurización.** El objetivo de la pasteurización es eliminar la flora patógena de la leche. Este proceso se consigue elevando la temperatura a 76° C, manteniéndola durante 15 segundos y enfriándola inmediatamente a 4° C, destruyendo así todos los microorganismos patógenos, los cuales son débiles a los cambios bruscos de temperatura. Este proceso permite mantener la calidad microbiológica y nutricional ya que la temperatura y el tiempo al cual se somete la leche, no permiten que las vitaminas, minerales y proteínas que la constituyen se destruyan. El pasteurizador consta de las siguientes secciones: precalentamiento, pasteurización, preenfriamiento y enfriamiento.⁴

2.2.1.10. **Almacenamiento.** La leche pasteurizada y fría se almacenaría en tanques hasta el momento de su utilización. Los tanques herméticos evitan la contaminación por agentes externos. Así mismo deben ser termo-aislados para evitar el calentamiento del producto.

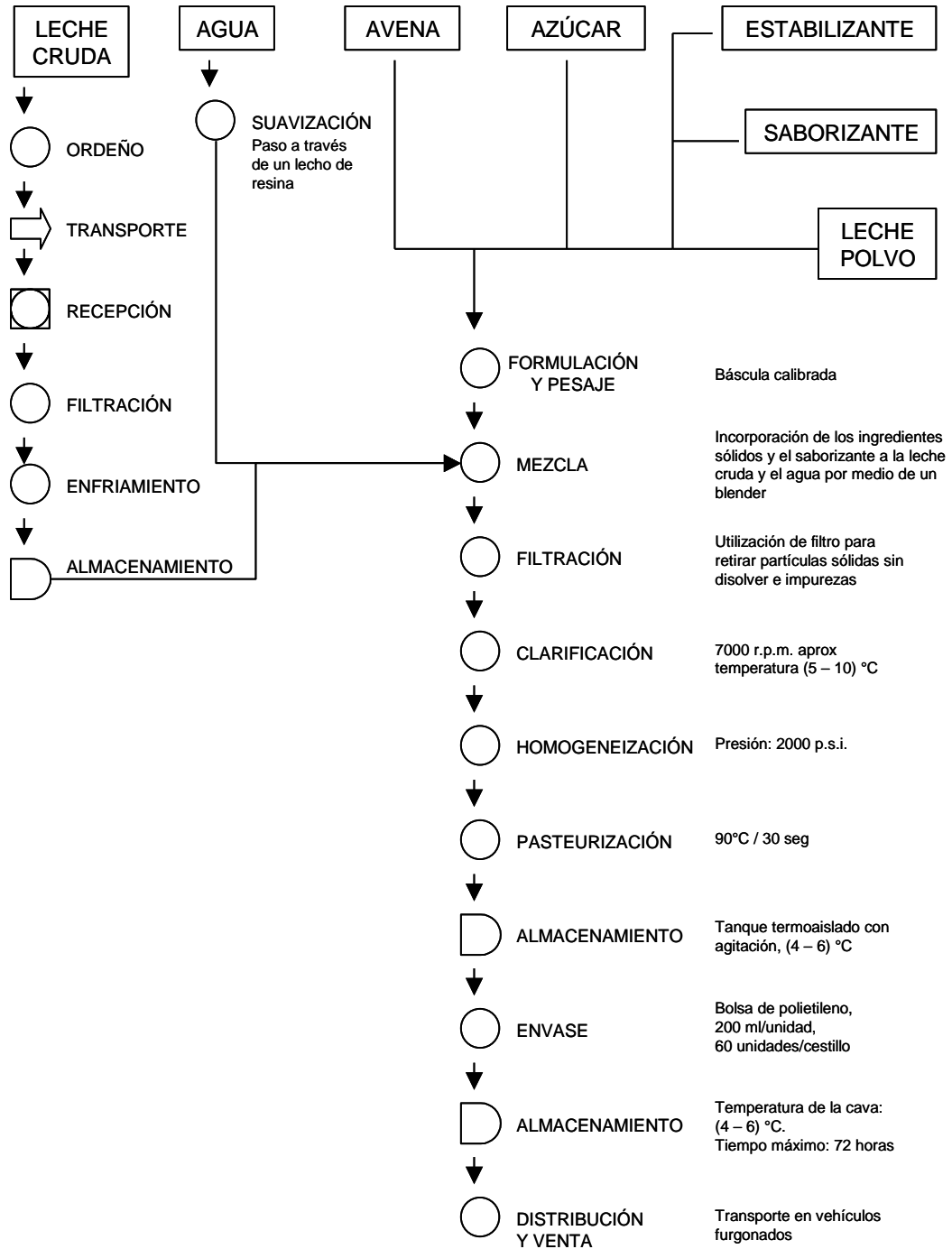
2.2.1.11. **Envasado.** Se llevaría a cabo en máquinas envasadoras que dosifican la leche en bolsas de polietileno, en cantidades de 250 ml, 500 ml y 1000 ml.

2.2.1.12. **Almacenamiento.** Una vez el producto se ha envasado, se embalaría en cestillos plásticos para luego ser transportados hasta la cava o cuarto frío, donde se almacenarían en refrigeración por un tiempo inferior a 48 horas.

2.2.1.13. **Distribución y venta.** La distribución se realizaría en vehículos furgonados y preferiblemente refrigerados, desde la planta hasta los establecimientos acordados, con base a los pedidos efectuados con anterioridad.

⁴ Ibid . p. 44

2.2.2. Flujo para la pasteurización de avena



Se definen a continuación las operaciones nuevas, las cuales no se describen en el flujo para la leche pasteurizada.

2.2.2.1 **Suavización.** La suavización consiste en pasar el agua a través de un lecho de resina para intercambio iónico. El equipo de suavización consiste en un solo suavizador o una batería de éstos conectados en paralelo. Esta resina cuyas moléculas insolubles están formadas por un anión polimérico y un catión de sodio, posee gran afinidad por cationes divalentes tales como calcio y magnesio, que se encuentran en baja concentración en el agua. Al poner en contacto agua conteniendo cationes de calcio y magnesio (dureza) con la resina, ésta intercambia sus cationes de sodio por los de calcio y magnesio, es decir, libera al agua de los cationes responsables de su dureza.⁵

2.2.2.2 **Mezcla.** En esta etapa se mezclarían los ingredientes sólidos con la leche y el agua utilizando un blender.

- Conservantes: ácido benzoico y sus sales de calcio, potasio y sodio en cantidad máxima de 1 g/Kg expresada como ácido benzoico; ácido sórbico y sus sales de calcio, potasio y sodio en cantidad máxima de 1 g/Kg expresada como ácido sórbico; cuando se empleen mezclas, de ellos su suma no deberá exceder de 1,25 g/Kg
- Antioxidantes: ácido ascórbico limitado por Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Cuando se declare como vitamina C en el producto, se debe adicionar mínimo el 60% de la recomendación fijada en la Resolución N° 11488 de 1984.
- Estabilizantes: alginatos de amonio, calcio, potasio y propilenglicol; carboximetil celulosa de sodio, carragenina, goma xantán, o pectina, solos o en mezcla en cantidad máxima de 2 g/l.
- Saborizantes: saborizantes naturales y artificiales.
- Acidulantes: ácido cítrico, ácido tartárico, ácido málico, o ácido fumárico, limitados por Buenas Prácticas de Manufactura.

2.2.2.3 **Filtración.** Consistiría en retirar de la mezcla las partículas sólidas que no fueron disueltas, además de las impurezas que puedan contener algunos de los ingredientes incorporados. Esto se lograría con el paso de la bebida a través de un filtro antes de la pasteurización.

2.2.2.4 **Homogeneización.** Esta operación consiste en la homogeneización de los sólidos de la bebida, sometiendo el producto a presiones de 2000 a 3000 psi cuando la mezcla contiene 10 – 12% de sólidos

⁵ DISIN Diseños Industriales y Cía. Ltda. Manual de operación y mantenimiento de suavizadores de intercambio iónico. Bogotá, 1998

totales, y de 1500 a 2500 psi cuando la mezcla contiene más del 13% de sólidos totales.⁶

2.2.2.5 Pasteurización. La temperatura de pasteurización para la avena se realizaría a 90°C, con un tiempo de retención de 30 segundos. Para lograr este tiempo de retención con el mismo equipo de pasteurización, basta con girar un codo móvil a la salida de la etapa de calentamiento final, en la cual hay dos tubos de retención diferentes: uno de 15 segundos (para leche) y otro de 30 segundos (para bebidas, jugos).

2.2.2.6 Almacenamiento. Se realizaría en un tanque estacionario en acero inoxidable termo aislado, provisto de agitación mecánica, diferente al utilizado para almacenar la leche pasteurizada.

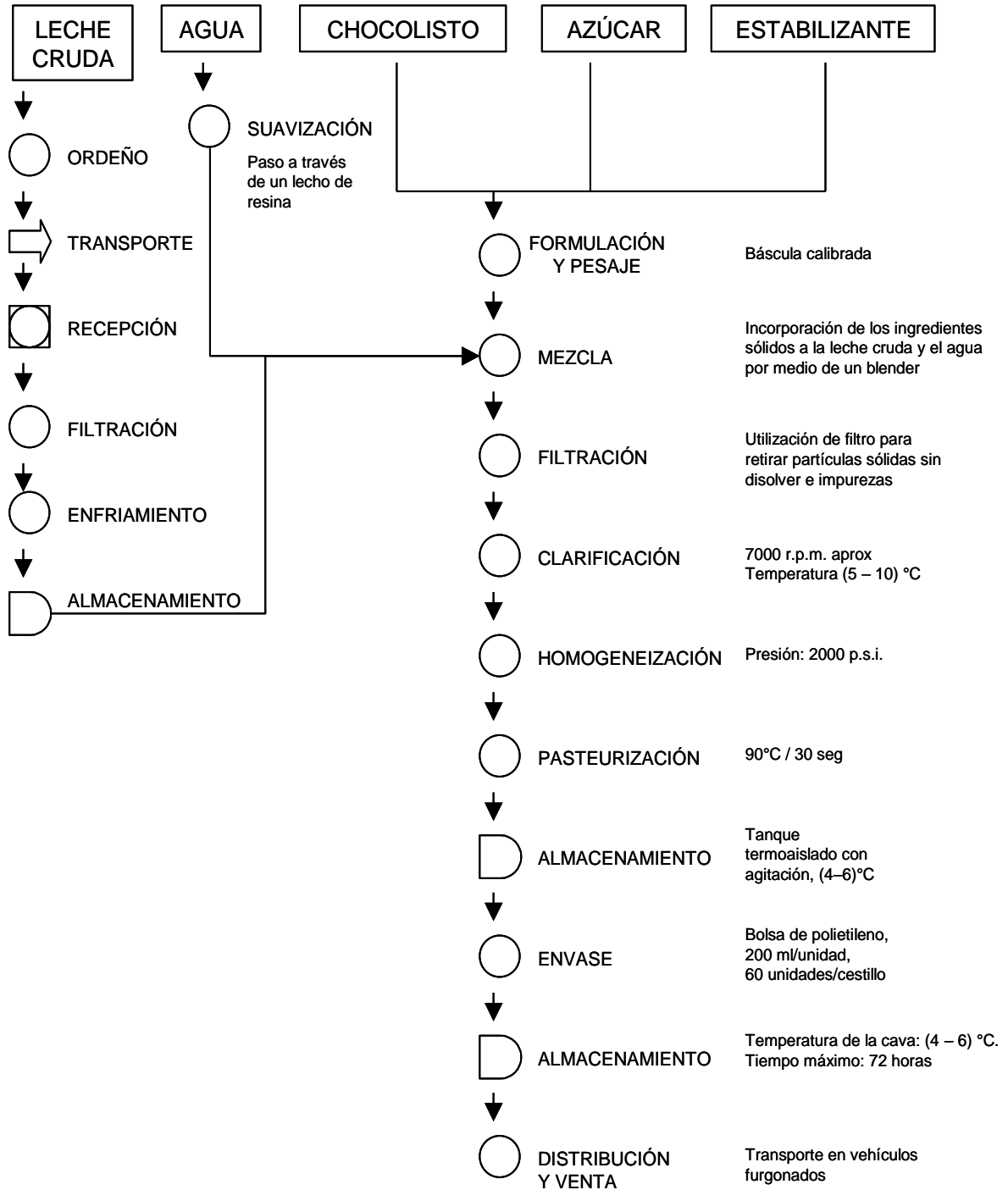
2.2.2.7 Envase. Una vez el producto se ha envasado en bolsa de polietileno de baja densidad, de 200 g/unidad, se embalaría en cestillos plásticos, en cantidad de 60 unidades por cestillo, para luego ser transportados hasta la cava o cuarto frío, donde se almacenarían en refrigeración por un tiempo inferior a 72 horas.

2.2.2.8 Formulación

Leche entera líquida (3.0 % grasa mínimo)	12.0 %
Harina de avena	7.0 %
Azúcar refinada	7.0 %
Agua	71.0 %
Estabilizante y saborizante	(ver 4.2.2.2.)
Leche en polvo descremada	3.0 %

⁶ Manual Gaulin Homogenizer Model 1600 MC-18-3TPS, 60 HP. 1993

2.2.3. Flujograma para la pasteurización de bebida achocolatada



Se definen a continuación las operaciones nuevas, las cuales no se describen en los flujogramas anteriores.

2.2.3.1. **Chocolista.** El chocolista es un alimento energético de fácil preparación, compuesto por cacao, cocoa desengrasada, azúcares, extracto de malta, lecitina, CMC, saborizantes, vitaminas y minerales. Su presentación comercial recomendada para el estudio, consiste en sacos de 25 Kg.⁷

2.2.3.2. **Formulación**

Leche entera	15.0 %
Chocolista	7.6 %
Azúcar	5.0 %
Agua	72.4 %
Estabilizante	2 g/l máximo

⁷ Compañía Nacional de Chocolates:
www.chocolates.com.co/z_ca_producto.asp?Pproducto=33

2.2.4. Flujograma para la pasteurización de refresco de frutas

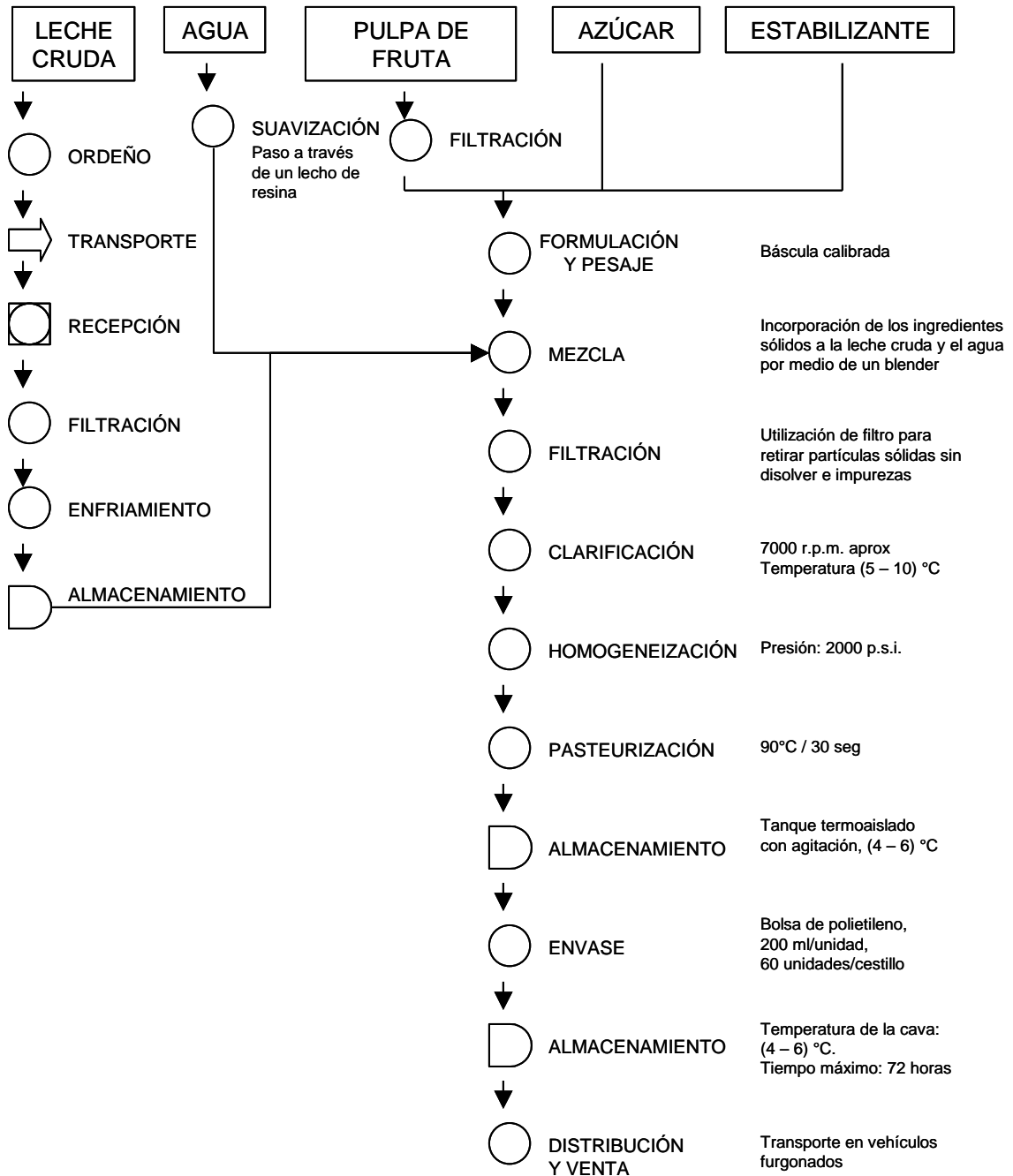


Tabla N° 1 . Porcentaje de fruta en los refrescos de frutas

Fruta	Porcentaje (%) mínimo de fruta masa/masa	Porcentaje (%) mínimo de sólidos solubles aportados por la fruta a la formulación del refresco
Curuba	8	0.64
Guayaba	8	0.64
Mango	8	1.0
Mora	8	0.52
Naranja	8	0.72

Fuente: Artículo 27, Resolución 7992 de 21 de julio de 1991

Características fisicoquímicas de los refrescos de frutas

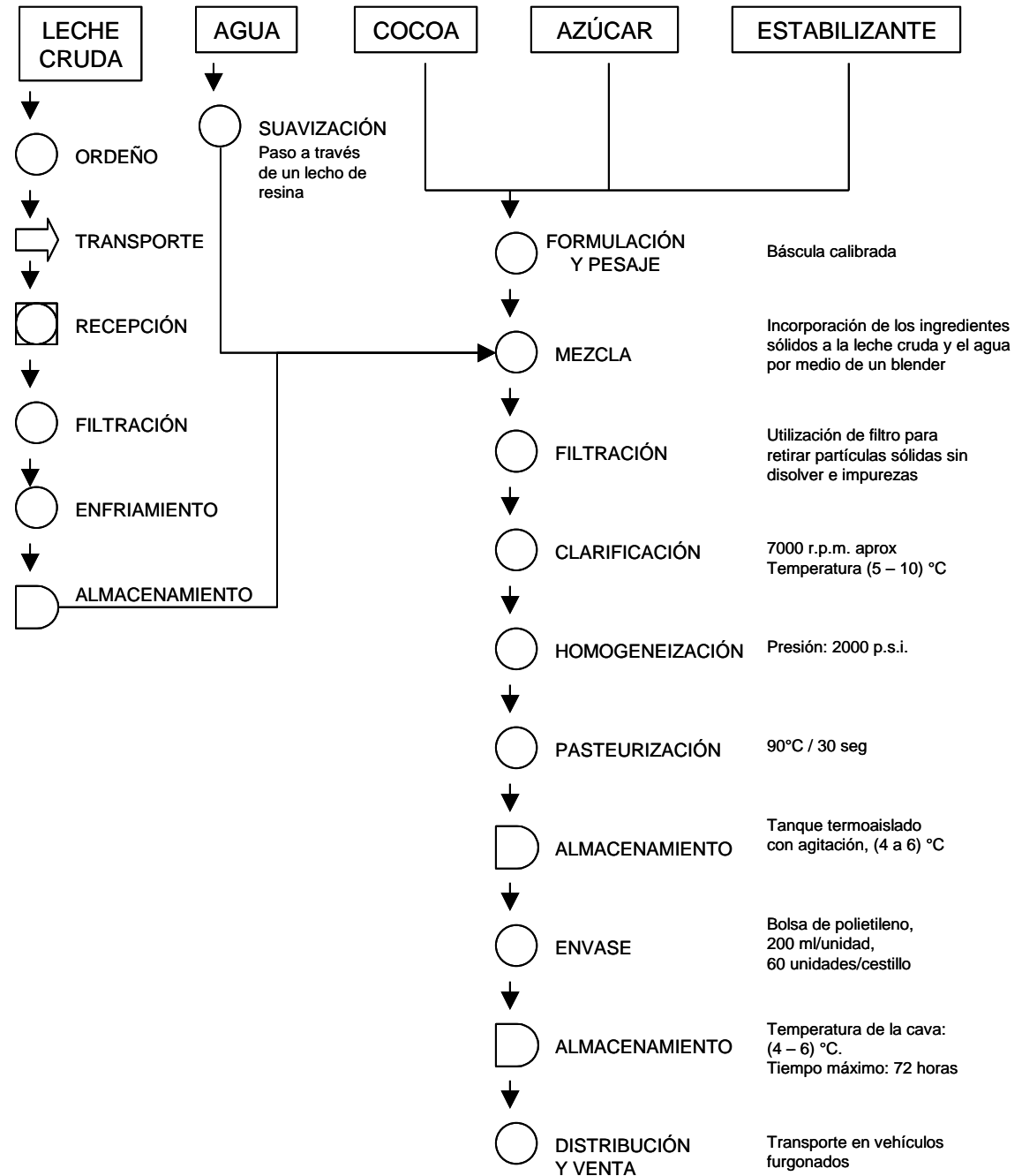
- Sólidos solubles por lectura refractométrica a 20°C (Brix) % m/m: 10% mín
- pH a 20°C: 4.0 máx
- Acidez titulable expresada como ácido cítrico en %: 0.1

Tabla N°2. Composición porcentual de los sorbetes

	Leche entera	Pulpa	Azúcar	Agua	Bienestarina
Sorbete de mango	9.3%	22.0%	6.0%	62.7%	0
Sorbete de guayaba	10.0%	21.0%	6.5%	62.5%	0
Sorbete de guanábana	9.3%	22.0%	6.1%	62.6%	0
Sorbete de tomate de árbol	10.0%	27.0%	9.0%	54.0%	0
Sorbete de bienestarina	6.9%	0	5.9%	78.7%	8.5%

Fuente: Secretaría de Salud de Barrancabermeja. Análisis nutricional de las preparaciones del complemento alimentario. 1996.

2.2.5. Flujograma para la pasteurización de cocoa



Se definen a continuación las operaciones nuevas, las cuales no se describen en los flujogramas anteriores.

2.2.5.1. **Cocoa.** Como cocoa se conocen los sólidos del cacao, parcialmente desgrasados y pulverizados. Es un producto con un aporte calórico muy bajo ya que es parcialmente desgrasado (10 – 12% de grasa). Se considera un excelente saborizante y un colorante natural de chocolate y puede ser usado para bebidas o leches achocolatadas. La cocoa se obtiene sometiendo el licor de cacao a un proceso de separación en un filtro prensa. De esta forma, en los filtros quedan las tortas de cacao o sólidos de cacao y en el filtro (líquido), la manteca de cacao. Las tortas de cacao luego se pulverizan para darles la presentación final de cacao en polvo o cocoa, de color café. Industrialmente se comercializa en sacos de 25 Kg.⁸

2.2.5.2. Formulación.

Leche entera	14.5%
Cocoa	1.45%
Azúcar	5.4%
Agua	78.65%
Estabilizante	2 g/l máximo

2.3 CONTROL E INSPECCIÓN DE LOS INGREDIENTES

Los ingredientes y materias primas deben almacenarse como exigen los alimentos: en buenas condiciones fitosanitarias, libre de insectos, pájaros o roedores y lejos de detergentes, jabones, condimentos u otros productos que puedan alterar su sabor y olor. Además, es importante cuidar que estén guardados en lugares frescos y exentos de humedad.

- Azúcar: inspeccionar ausencia de residuos, olores y sabores extraños, el empaque debe estar en perfectas condiciones.
- Cocoa: verificar fecha de vencimiento, ausencia de mohos y olores extraños, el empaque debe estar en perfectas condiciones.
- Pulpas de frutas: deben encontrarse refrigeradas o congeladas, verificar ausencia de olores fuertes (fermentaciones), goteos, separaciones. Verificar fecha de vencimiento y seleccionar proveedores de confianza.
- Avena: verificar ausencia de insectos y humedad, descartar cuando se presentes olores y/o colores anormales. Verificar fecha de vencimiento y estado del empaque.

⁸ Compañía Nacional de Chocolates:
www.chocolates.com.co/z_ca_producto.asp?Pproducto=13#

- Chocolista: verificar ausencia de insectos y humedad, descartar cuando se presentes olores y/o colores anormales. Verificar fecha de vencimiento y estado del empaque.

3 MAQUINARIA Y EQUIPO⁹

Se han considerado, para efectos de selección de equipos en el área de producción, las siguientes secciones generales: sección de recepción (clarificación, estandarización y enfriamiento de la leche cruda); sección de mezcla; sección de pasteurización; sección de envasado, almacenamiento y planta de emergencia.

Los equipos de las secciones de recepción (de leche cruda entera), pasteurización, envasado y almacenamiento serían utilizados para todas las líneas de producción; y la sección de mezcla se utilizaría para la preparación de las bebidas a base de avena, chocolate, pulpas de frutas y cocoa.

3.1. SECCIÓN DE RECEPCIÓN, CLARIFICACIÓN, ESTANDARIZACIÓN Y ENFRIAMIENTO DE LECHE CRUDA

3.1.1. **Tina de recepción de leche.** Marca Sattler, fabricada en acero inoxidable, calidad AISI 304, fondo inclinado para la descarga, conexión de férula DN50; cuatro patas y capacidad de 500 l.

3.1.2. **Filtro Duplex.** Fabricado en acero inoxidable calidad AISI 304, conexión DN50, cuerpo de 4" construido en malla de acero inoxidable calidad AISI 304. Para su operación interna se incluyen válvulas mariposa manuales. (Anexo 1).

3.1.3. **Bomba sanitaria.** Tipo centrífuga sanitaria, marca SUDMO – KMA Tipo KN, de fabricación alemana, caja espiral de acero fino, de embutición profunda y pared gruesa (3 mm); tapa de caja forjada en acero fino; rodete abierto de acero fino; abrazadera estable con junta higiénica dividida en cámaras; motor eléctrico según norma IEC o NEMA, hermético al agua; revestimiento de motor de acero fino; calotas de acero fino de altura variable. Todos los materiales en contacto con el producto son de acero inoxidable calidad AISI 316L ó 316Ti. Flujo de agua a 20°C : 10000 l/h. (Anexo 2).

3.1.4. **Separador centrífugo.** Separador, clarificadora, estandarizadora y descremadora centrífuga autolavable, marca KMA, Tipo MLS 90B PG de fabricación alemana, con las siguientes características:

⁹ Fuente: Cotización 4218. Sattler y Cía Ltda.. Cundinamarca (Colombia). Septiembre 2000

Tabla 3. Características del separador centrífugo

Paso	10000 – 12500 l/h
RPM 60 Hz	4700
Tiempo de aceleración	10 – 12 min
Potencia instalada	26 KW 60 Hz
Agua de refrigeración	100 – 150 l/h
Recipiente esterilizador	100 l
Medio de calefacción	Vapor saturado
Presión del vapor	0.5 – 1.5 Bar
Manómetro para leche desnatada	0 – 10 Bar
Manómetro para aceite	0 – 6 Bar
Peso total	1745 Kg
Largo	1815 mm
Ancho	1800 mm
Alto	1780 mm

Fuente: Cotización 4218. Sattler y Cía Ltda.. Cundinamarca (Colombia).
Septiembre 2000

3.1.5. **Enfriador a placas.** Enfriador a placas marca SUDMO – KMA, fabricado en Alemania en acero inoxidable calidades AISI 304 y 316, juntas en NBR Perbunan (Butadieno acrilnitrilo), temperatura de servicio de 100°C. Consta de una sola sección de intercambio energético entre los dos fluidos, con las características descritas en la Tabla 4. (Anexo 3). (Características del enfriador de placas en la Tabla 4, siguiente página).

3.1.6. **Tanque de almacenamiento.** Tanque estacionario vertical cilíndrico, tipo silo, marca Sattler, para almacenamiento de leche cruda fría, fabricado en acero inoxidable calidad AISI 304, capacidad 20000 litros, fondo plano, e inclinación hacia la descarga, aislado térmicamente con poliuretano de 2”, interior en calibre 12, forro en calibre 16; acabado 2B, las soldaduras internas en grado 180 y exterior en dibujos circulares; cuenta con cinco patas, un registro pasa hombre de inspección ubicado en la parte inferior, termopozo, termómetro, filtro desaireador, válvula tomamuestra, medidor de volumen con sistema de flotador, spray-ball para lavado en circuito, escaleras en la parte lateral en tubo de acero inoxidable de 3/4”, entrada y salida de producto en 2”, salida con llave mariposa manual, cuyo cuerpo está hecho en acero inoxidable calidad AISI 304 forjado, macizo, sin poros; agitador con motorreductor de 1.8 HP, 60 RPM, 60 Hz, completamente instalado en la parte superior. (Anexo 4).

Tabla 4. Características del enfriador a placas

Tipo	PAP 4 / 413.1
Cantidad de placas	91
Medio	Leche
Rendimiento	10000 l/h
Temperaturas	35°C – 4°C
Medio de refrigeración	Agua helada
Rendimiento	20000 l/h
Temperatura	1°C
Rendimiento de refrigeración	347.87 KW
Dimensiones	
Largo total	1900 mm
Ancho total	565 mm
Alto total	1253 mm
Longitud del larguero	1000 mm
Peso neto completo	576.64 Kg
Conexión para leche	DN50
Conexión para agua helada	DN50

Fuente: Cotización 4218. Sattler y Cía Ltda.. Cundinamarca (Colombia).
Septiembre 2000

3.1.7. **Bomba sanitaria de transferencia.** Las mismas características de la bomba del numeral 5.1.3. Usada para transportar producto del silo de almacenamiento a la línea de pasteurización. (Anexo 2).

3.2. SECCIÓN DE MEZCLA

3.2.1. **Blender.** Consiste en un embudo en acero inoxidable sanitario en el cual se vierten los ingredientes sólidos para la elaboración de las bebidas con el agua. Este embudo está unido a una bomba sanitaria para la succión de los ingredientes.(Anexo 5).

3.2.2. **Tanque de mezcla.** Tanque estacionario vertical cilíndrico, abierto, con tapas, marca Sattler, para preparación de la mezcla de los ingredientes sólidos para la elaboración de las bebidas con el agua y/o la leche.

Fabricado en acero inoxidable calidad AISI 304, capacidad 5000 litros, fondo plano, e inclinación hacia la descarga, lámina en calibre 12; acabado 2B, las soldaduras internas en grano 180 y exterior en dibujos circulares, cinco patas, tapas plegables, termómetro, escaleras en la parte lateral en tubo de acero

inoxidable de 3/4", entrada y salida de producto en 2", salida con llave mariposa manual, cuyo cuerpo está hecho en acero inoxidable calidad AISI 304 forjado, macizo, sin poros; agitador con motor de 1800 RPM, 60 Hz instalado en la parte superior.

3.2.3. **Bomba sanitaria de transferencia.** Las mismas características de la bomba del numeral 5.1.3. Usada para transportar producto del silo de almacenamiento a la línea de pasteurización. (Anexo 2).

3.3. SECCIÓN DE PASTEURIZACIÓN

3.3.1. **Pasteurizador a placas.** Pasteurizador a placas marca SUDMO – KMA, Tipo modular, Fabricado en Alemania, capacidad 5000 l/hr y cinco secciones; consta de los siguientes elementos: (Anexo 6).

3.3.1.1. **Tanque de balance.** Tanque de balance de 100 l de capacidad, fabricado en acero inoxidable calidad AISI 304, acabado sanitario, soportado sobre patas ajustables; flotador, tapa y válvula de control de nivel.

3.3.1.2. **Bomba de alimentación.** Las mismas características de la bomba del numeral 5.1.3.. Usada para alimentación de leche al pasteurizador. (Anexo 2).

3.3.1.3. **Bomba para agua caliente.** Bomba tipo centrífuga sanitaria, marca SUDMO – KMA tipo KN, fabricación alemana, caja espiral de acero fino, de embutición profunda y pared gruesa (3.0 mm); tapa de caja forjada en acero fino; rodete abierto de acero fino; abrazadera estable con junta higiénica dividida en cámaras; motor eléctrico según norma IEC o NEMA, hermético al agua, según IP55; revestimiento de motor de acero fino; calotas de acero fino de altura variable.

3.3.1.4. **Mezclador de vapor.** Fabricado en acero inoxidable, calidad AISI 304, para el intercambio termoenergético entre vapor de agua y agua líquida. Incluye juego de accesorios (trampa de vapor, registro de llenado, manómetro, termómetro).

3.3.1.5. **Tablero de control.** Tablero de controles de origen alemán, fabricado en acero inoxidable calidad AISI 304, protección contra polvo y humedad; con sus elementos (interruptor seccionador principal, interruptor selector principal de llave, contactores, térmicos, transformadores, microprocesadores Siemens, termógrafo, controlador compacto universal digital programable Phillips, electroválvulas, dispositivos de señalización y demás elementos de control).

3.3.1.6. **Válvula reguladora de presión.** Válvula reguladora de admisión de vapor marca SAMSON, fabricada en Alemania, de accionamiento neumático, manejada en forma automática por microprocesador, a través de una electroválvula y un controlador compacto universal digital programable.

3.3.1.7. **Válvula de reversión.** Válvula de reversión marca SUDMO – KMA, fabricada en Alemania en acero inoxidable 316, acabado sanitario, de accionamiento neumático con microswitch para la señalización de la posición, para manejo manual y/o automático.

3.3.1.8. **Válvula mariposa de tres vías.** Válvula mariposa de tres vías, manual con enclavamiento mecánico de apertura/cierre, cuerpo de acero inoxidable calidad AISI 304, macizo, sin poros. Mariposas en acero inoxidable calidad AISI 316L, juntas de VMQ (silicona, vinilo – metilo polisiloxano).

3.3.2. **Homogeneizador APV – Gaulin.** Modelo M6 diseñado para procesar 5000 l/h a una presión de 2000 psi, y una presión máxima de trabajo de 2500 psi. Cilindros y partes en contacto con el producto en acero inoxidable calidad AISI 304; válvulas cilíndricas para succión y descarga; asiento de las válvulas del cilindro del tipo removibles; empaques de los pistones autoajustables por resortes; válvula homogeneizadora de dos etapas con accionamiento manual; sistema de lubricación forzado; pistones en acero inoxidable calidad AISI 304, endurecido al cromo; interruptor de seguridad; carcasa de hierro fundido; patas graduables, manómetro de 0 a 5000 psi, motor de 30 HP, 1800 RPM, 3 fases, 230/460 V, 60 Hz. (Anexo 7).

3.3.3. **Tanques de almacenamiento de producto pasteurizado.** Tanques termo estacionarios verticales cilíndricos, tipo silo, marca Sattler, para almacenamiento de leche y bebidas frías (a base de avena, chocolate, bienestarina, pulpas de frutas y cocoa), fabricados en acero inoxidable calidad AISI 304, capacidad 20000 litros, fondo plano, e inclinación hacia la descarga, aislados térmicamente con poliuretano de 2”, interior en calibre 12, forro en calibre 16; acabado 2B, soldaduras internas en grado 180 y exterior en dibujos circulares; cinco patas, registro pasa hombre de inspección ubicado en la parte inferior, termopozo, termómetro, filtro desaireador, válvula tomamuestra, medidor de volumen con sistema de flotador, spray-ball para lavado en circuito, escaleras en la parte lateral en tubo de acero inoxidable de 3/4”, entrada y salida de producto en 2”, salida con llave mariposa manual, cuyo cuerpo está hecho en acero inoxidable calidad AISI 304 forjado, macizo, sin poros; agitador con motorreductor de 1.8 HP, 60 RPM, 60 Hz, completamente instalado en la parte superior. (Anexo 4).

3.3.4. Bomba sanitaria de transferencia. Las mismas características de la bomba del numeral 5.1.3. (Anexo 2).

3.3.5. Unidad Completa de Banco de hielo. Unidad completa de banco de hielo con capacidad de 20000 lb de hielo. Tanque en lámina HR 3/16", con refuerzos internos tipo estructurales, forrado en lámina galvanizada calibre 18 y aislado con poliuretano de 3" de espesor. Una unidad de serpentín de evaporación tipo inundado, en tubería de 1 ¼" de acero al carbono, conexiones flanchadas, presión a prueba de 250 psi, con nitrógeno. Una unidad de condensación tipo evaporación forzada, en tubería de ¾" en acero al carbono; ventiladores tipo radial y un motor de 2.4 HP, transmisión por correas; una bomba para recirculación de agua de 1.8 HP con motor.

Adicionalmente con tanque receptor de líquido, en tubo de 20" de diámetro y 3 m de longitud; separador de succión, en tubo de 20" de diámetro y 2.5 m de longitud; tapas construidas en lámina galvanizada calibre 20 y aisladas con poliuretano de 2" de espesor; lote de válvulas, materiales para instalación, tablero eléctrico, bomba para agua fría. Una unidad completa de compresor para amoníaco marca MYCOM (Anexo 8) modelo 4A, con motor de 30 HP, controles de alta y baja presión de aceite, tablero de manómetros, trampa de aceite y base metálica.

3.3.6. Caldera horizontal de 20 BHP – 150 psi. Modelo E52A20C-2 con equipo auxiliar de alimentación de agua (tanque de retorno de condensados de 30 galones, bomba de alimentación de 4 GPM), distribuidor de vapor, tanque de almacenamiento de ACPM de 500 galones, 10 metros de chimenea. (Anexo 9).

3.4. SECCIÓN DE ENVASADO, AUXILIARES Y ALMACENAMIENTO

3.4.1. Cuarto frío. Para el almacenamiento del producto envasado y embalado, con paredes termoaislantes y puertas provistas de cortinas para disminuir las pérdidas de temperatura cuando éstas sean abiertas. De 176 m³ de volumen. Dimensiones de 10 m de largo , 8 m de ancho y 2.2 m de altura.

3.4.2. Planta eléctrica de emergencia. Este sistema de generación de energía, se utiliza cuando el fluido eléctrico proveniente de la red de distribución local presenta fallas o suspensiones del servicio. Es importante contar con una planta de emergencia automática con el fin de minimizar las paradas de procesos por estos inconvenientes. La planta eléctrica cotizada es de 107 KW.

3.4.3. Envasadora automática de líquidos. Diseñada para trabajar con polietileno de baja densidad, la máquina hace la bolsa, llena y sella en

presentaciones hasta de 1000 ml. Puede manejar líquidos en general. Estructura principal en lámina de acero inoxidable AISI 304, así como todas las partes que estén en contacto con el producto. Sellado con pulso térmico de regulación electrónica por medio de graduación de tiempo; corte por medio de graduación de temperatura y pulso térmico, electrónico automático con control de tiempo; dosificador de chorro continuo. Velocidad de empaque de 40 a 45 bolsas por minuto; control del tamaño de la bolsa a través de fotocelda; accionamiento mecánico y neumático.¹⁰ (Anexo 10).

3.4.4. Máquina lavadora de cestillos. Largo 5.2 m; ancho 1.2 m; alto 1.7 m. Capacidad de carga: cestillos de 0.55 m * 0.4 m. Construida en acero inoxidable AISI 304, láminas de desgaste en ULTRAPOL UHMW. Sistema de bombeo por motobomba de 317 gpm, motor de 9 HP trifásico, bomba de 1.8 HP para pre-enjuague final. Calentamiento con vapor directo dentro del depósito de 100 galones. Tanque de depósito principal de 100 galones para lavado, 50 galones para pre-enjuague y 50 galones para enjuague final. Además cuenta con nivel de tanque, válvula de control de vaciado, electroválvulas, control de temperatura, cadena, patín, boquillas, filtro, control automático, tablero de control, tanque de agua de preenjuague y acabados sanitarios.¹¹ (Anexo 11).

3.5. MATERIAL DE MONTAJE E INTERCONEXIÓN DE LOS EQUIPOS

Todos los accesorios sanitarios, tubería en acero inoxidable calidad AISI 304, tubería PVC con accesorios para línea de agua fría, tubería de acero al carbono con accesorios para línea de vapor y mangueras para líneas neumática.

3.6. MATERIAL ELÉCTRICO

Arrancadores con térmicos para bombas y agitadores, arrancadores triángulo – estrella para el homogenizador y la centrífuga, breaker, cables para interconexión de líneas eléctricas.

¹⁰ Fuente: Metalpack Ingeniería. Cotización 2022-02 de junio de 2002

¹¹ Fuente: “Manual de Instrucciones Máquina lavadora de cestillos plásticos, con calentamiento a vapor directo, mecanismo de cadena”. Taller de fundición Ricaurte S. H.

3.7. TRANSPORTE Y MONTAJE

Transporte, instalación y montaje de todos los equipos de la planta; con sus respectivas pruebas y entrenamiento del personal respecto al manejo.

3.8. COSTOS DE LOS EQUIPOS

Tabla 5. Costos de los equipos

Descripción	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
SECCIÓN DE RECEPCIÓN, CLARIFICACIÓN, ESTANDARIZACIÓN Y ENFRIAMIENTO DE LECHE CRUDA			
Tina de recepción de leche	1	2'000.000	2'000.000
Filtro duplex	1	3'000.000	3'000.000
Bomba sanitaria de 10.000 l/hr	1	4'800.000	4'800.000
Separador centrífugo	1	280'000.000	280'000.000
Enfriador de placas	1	40'000.000	40'000.000
Tanques de almacenamiento de producto crudo	2	31'000.000	62'000.000
SECCIÓN DE MEZCLA			
Bomba sanitaria de transferencia	1	4'000.000	4'000.000
Blender	1	14'000.000	14'000.000
Tanque de preparación de mezcla	1	16'000.000	16'000.000
SECCIÓN DE PASTEURIZACIÓN			
Pasteurizador de placas	1	142'000.000	142'000.000
Homogeneizador	1	195'000.000	195'000.000
Tanques de almacenamiento de producto pasteurizado	2	31'000.000	62'000.000
Bomba sanitaria de transferencia	1	4'000.000	4'000.000
Unidad completa de banco de hielo	1	86'000.000	86'000.000
Caldera horizontal	1	25'000.000	25'000.000
Cuarto frío	1	60'000.000	60'000.000
Planta eléctrica de emergencia	1	42'000.000	42'000.000
OTRAS SECCIONES			
Máquina envasadora *	2	40'000.000	80'000.000
Máquina lavadora de cajas	1	42'000.000	42'000.000
Material de montaje e interconexión		28'000.000	28'000.000
Material eléctrico		12'000.000	12'000.000
Transporte y montaje		6'000.000	6'000.000
SUBTOTAL			1.209'800.000
I.V.A.			193.568.000
TOTAL			1.403'368.000

Fuentes: Cotización 4218. Sattler y Cía Ltda..Cundinamarca (Colombia).

Septiembre 2000, Actualizada a Octubre de 2002, (Anexo N°20).

*Cotización 2022-02. Metalpack Ingeniería.

Bucaramanga (Santander, Colombia) Junio 2002, (Anexo N°21).

4. INSTALACIONES

4.1. ÁREA ADMINISTRATIVA

Consta de cinco oficinas (pagos, compras, gerencia, secretaria de gerencia y contabilidad-sistemas), recepción, baños (damas y caballeros), sala de reuniones y cafetería. Cada oficina estará dotada con los elementos necesarios de la función (escritorio, útiles de oficina, equipo de computación, sillas, archivador).

4.2. VESTIER DE PRODUCCIÓN

Vestier independientes para damas y caballeros, dotados cada uno con banca, casilleros, baterías sanitarias y dos duchas.

4.3. ÁREA DE PRODUCCIÓN

Cuenta con los equipos descritos en el numeral cinco (5.). La distribución de las áreas están fijadas en el plano del Anexo 14.

4.4. LABORATORIOS

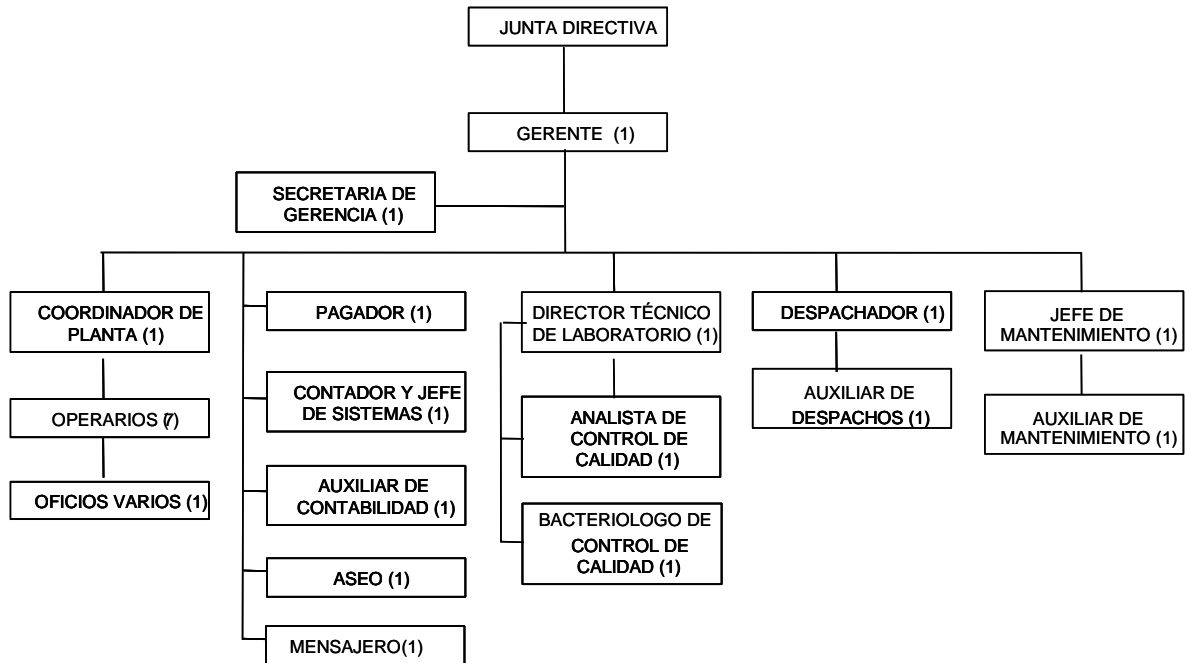
4.4.1. Laboratorio para análisis fisicoquímico. Dotado con el material (pipetas, butirómetros, buretas, estufa, probetas, gradillas, tubos de ensayo, erlenmeyer, balón aforado, termolactodensímetro, etc), reactivos y equipos (refractómetro, centrífuga Gerber, baño maría y elementos de oficina) mesones apropiados y secciones para el lavado de material, análisis organoléptico, recepción de muestras y almacenamiento de reactivos.

4.4.2. Laboratorio para análisis microbiológico. Equipado con el material (pipetas, gradillas, asas bacteriológicas, cajas de petri, erlenmeyer, balón aforado, etc), equipos (incubadoras, autoclaves, horno esterilizador, nevera, balanza de precisión, cabina de flujo laminar), mesones apropiados, elementos de oficina y secciones para la siembra estéril, el lavado de material, esterilización y almacenamiento de reactivos y medios.

4.5. DESPACHOS

Con la dotación necesaria para el control de las salidas de productos terminados de la planta (escritorio, silla, útiles de oficina, tablas secretariales), carretillas.

5. ORGANIGRAMA



5.1. FUNCIONES DEL PERSONAL

5.1.1. Junta Directiva

- Analiza los estados financieros de la planta, junto con el Gerente y fijan las medidas necesarias para el correcto funcionamiento de la Empresa.
- Seleccionan el personal para cargos directivos.
- Asignan y aprueban los recursos e inversiones de cuantías superiores a \$5'000.000.00
- Establecer las políticas de la Empresa, difundirlas en todos los niveles y verificar su cumplimiento.

5.1.2. Gerente

- Controla, dirige y orienta los recursos humanos y de capital, para hacer de la empresa una organización rentable y exitosa.
- Hace cumplir la estructura orgánica vigente en todo lo relativo a posición de personal en el organigrama, conducto regular, funciones del cargo y procedimientos.

- Aprueba la vinculación o retiro del personal acorde con la reglamentación o procedimientos internos cumpliendo con las normas laborales.
- Controla la racionalización de los gastos en cada una de las áreas de la Planta.
- Presenta a Junta Directiva los Estados Financieros y el informe de su gestión.
- Dirige y coordina las actividades del Coordinador de Planta con el fin de optimizar los recursos de producción.
- Representa legalmente a la Empresa ante todas las autorizaciones laborales, civiles, fiscales, comerciales, etc.
- Maneja las relaciones públicas de la Empresa.
- Promueve los programas de expansión y ventas de la Empresa para su posicionamiento en la región.

5.1.3. Secretaria de Gerencia

- Recibe y envía la correspondencia de la Planta.
- Recibe, envía y entrega a todos los distintos departamentos la correspondencia, confirmando su envío y recibo.
- Maneja archivo y correspondencia de la Gerencia
- Las demás funciones diferentes a la anteriores que le asigne el Jefe inmediato.

5.1.4. Coordinador de Planta

- Verifica que se cumplan las especificaciones (materias primas, material de empaque, productos en preparación, productos terminados), condiciones de proceso y prácticas de manufacturas, revisando, actualizando y/o establece normas y especificaciones.
- Cumple y hace cumplir las normas oficiales relacionadas con la leche y las políticas que sobre la misma trace la Junta Directiva.
- Control de soluciones de acuerdo a las normas técnicas aconsejables y lo establecido por el Ministerio de Salud , Icontec, Superintendencia de Industria y Comercio.
- Vigila el estado general del equipo de proceso, en cuanto a su mantenimiento, higiene, limpieza y hacer las observaciones pertinentes.

- Elabora el programa de trabajo y autoriza los permisos de planta.
- Controlar y efectuar inventario de cestillos .
- Realiza diariamente el control de inventarios de materias primas en la planta.
- Supervisa la pasteurización, homogeneización y envase de los productos por referencias, por fechas y la distribución en cava.
- Control diario de consumo de materias primas para producción.
- Recibe y controla los suministros que realiza el almacén general a la planta de producción: Leche en polvo, polietileno, repuestos y suministros en general.
- Hace las solicitudes de pedido de suministros, que requiera la planta de producción y solicitudes de reparación para maquinaria y equipos de planta.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe inmediato.

5.1.5. Operarios

Los operarios de planta se rotarán y tendrán los siguientes puestos de trabajo:

- Operario de pasteurización (1)
- Operario de envasado (1)
- Operarios ayudantes de envasado (2)
- Operario de recepción de leche cruda y mezcla para bebidas (1)
- Operarios caveros (2)

5.1.6. Oficios Varios

- Realiza la limpieza general de la planta de producción y alrededores.
- Recoge y selecciona los residuos sólidos.
- Recibe y verifica la llegada de las materias primas e informa al Coordinador de Planta.
- Mantiene el orden y aseo en la planta.
- Informa sobre averías en las instalaciones.
- Las demás funciones que le asigne el jefe inmediato.

5.1.7. **Pagador**

- Recibe diariamente los valores o volantes de consignación de cobro, entregados o enviados por los vendedores y/o distribuidores.
- Prepara y endosa diariamente, la consignación bancaria por todos los recaudos de la fecha.
- Prepara diariamente la información financiera.
- Custodia los cheques posfechados y controla su fecha de consignación, contabiliza en cuentas de orden su saldo, cada mes llevando un libro de control.
- Custodia otros documentos y valores (pagarés, hipotecas, certificados de cambio, bonos, valores de casino, chequeras, etc.) llevando un libro de control.
- Relaciona la moneda al Banco.
- Pago de nómina de la Empresa.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe Inmediato.

5.1.8. **Contador y Jefe de Sistemas**

- Dirige y controla los trabajos de los auxiliares, respondiendo por los resultados del departamento.
- Cumple y hace cumplir el manual de normas y procedimientos.
- Aplicación de costos, revisando que coincidan con el movimiento mensual de inventarios y demás cuentas para poder ejecutar el cierre mensual contable.
- Calcula las depreciaciones reales de los activos fijos.
- Verifica la correcta liquidación y contabilización de los ajustes por inflación.
- Revisa los pagos parafiscales.
- Revisa y aprueba conciliaciones de cuentas por pagar, anticipos y cuentas

por cobrar diferentes de cartera de clientes.

- Analiza al cierre de cada mes los listados auxiliares de cuentas, para verificar la correcta contabilización de los movimientos, ordena ajustes, correcciones y reclasificaciones.
- Prepara los estados financieros de la empresa y los presenta al Gerente.
- Ejecuta el cierre de la aplicación contable.
- Una vez aprobado los Estados Financieros emite los libros oficiales.
- Revisa y aprueba las conciliaciones bancarias y analiza los Estados Financieros.
- Realiza la inspección y mantenimiento de los equipos de computación de la Empresa, solicita repuestos y consumibles para los equipos de computación y verifica el correcto funcionamiento de los software instalados.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe inmediato.

5.1.9. Auxiliar de Contabilidad

- Efectúa el pago oportuno de los servicios públicos, obligaciones legales, aportes parafiscales y demás cuentas que puedan generar sanciones ó intereses.
- Mantiene el archivo de las cuentas por pagar, organizado por fecha de vencimiento y proveedor, verifica que reúnan los requisitos según procedimiento establecido. Igualmente cada vez que efectúa pagos los descarga del sistema de cuentas por pagar.
- Responde por las chequeras cuidando su utilización en riguroso orden consecutivo, controla la existencia de acuerdo al movimiento de cada cuenta y efectúa la solicitud oportunamente.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe inmediato.

5.1.10. **Aseo**

- Hace aseo general de las instalaciones del área administrativa.
- Lava los baños manteniendo elementos de aseo en buen estado, atiende la cafetería y riega las plantas.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe inmediato.

5.1.11. **Mensajero**

- Recibe instrucciones del Gerente sobre las labores del día.
- Realiza diariamente las consignaciones bancarias y traslados bancarios.
- Lleva y retira la correspondencia a bancos, proveedores, DIAN, apartado aéreo, entre otras, y novedades a la caja de compensación.
- Efectúa las compras de menos cuantía autorizadas previamente.
- Cotiza y compra y retira con proveedores materiales y otros.
- Retira de donde el proveedor materiales y otros.
- Entrega las facturas a los clientes correspondientes.
- Efectúa el pago de los servicios públicos, aportes, EPS, ISS, caja de compensación familiar, refofente, industria y comercio, etc.
- Retira las tarjetas de comprobación de derechos del ISS, EPS.
- Retira de la Caja de Compensación Familiar los cheques del subsidio y las tarjetas de servicios para ser entregados a sus beneficiarios.
- Realiza diligencias a las notarias, autenticación de firmas, pago de impuestos de vehículos, etc.
- Retira los cheques devueltos, notas, extractos del los bancos y los entrega al Gerente.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe Inmediato.

5.1.12. **Director Técnico de Laboratorio**

- Revisa los procedimientos, equipos y técnicas de los análisis realizados a las materias primas y productos terminados.
- Revisa y firma los registros de análisis de laboratorio.
- Informa al Coordinador de Planta sobre las desviaciones en los análisis para tomar las medidas correctivas y preventiva.
- Establece y mantiene la documentación del sistema de aseguramiento de la calidad.

5.1.13. **Analista de Control de Calidad**

- Supervisa y controla la calidad fisicoquímica y organoléptica de la leche que recibe la planta, mediante las pruebas de laboratorio establecidas para tal fin.
- Realiza las pruebas de laboratorio organolépticas y fisicoquímicas, que conduzcan a comprobar las cualidades de los productos, así como el cumplimiento de las normas dictadas por el Ministerio de Salud, para este tipo de alimento.
- Supervisa al personal encargado de realizar tareas impartidas por la Coordinador de Planta y que tiene que ver directamente con el proceso a que se someten los productos.
- Comunica la presencia de anomalías, ya sea en el funcionamiento de los equipos u otros instrumentos, para que se tomen los correctivos necesarios.
- Reemplaza al Coordinador de Planta, cuando así se requiere.
- Supervisa el lavado, desinfección de los tanques, tuberías, cestillos y piso en general.
- Realiza control de calidad materias primas.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe inmediato.

5.1.14. **Bacteriólogo de Control de Calidad**

- Supervisa y controla la calidad microbiológica de la leche que recibe la planta, mediante las pruebas de laboratorio establecidas para tal fin.
- Realiza las pruebas de laboratorio microbiológicas, que conduzcan a comprobar la calidad de los productos, así como el cumplimiento de las normas dictadas por el Ministerio de Salud, para este tipo de alimento.
- Ejecuta el Plan de Muestreo para determinar la eficiencia del Programa de Limpieza y Desinfección.
- Informa al Coordinador de Planta sobre las anomalías en los recuentos.
- Prepara los medios y el material necesario para realizar los correspondientes análisis.

- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe inmediato.

5.1.15. **Despachador**

- Diariamente recibe la producción, efectuando el inventario correspondiente en la cava.
- Despacha y controla la mercancía que cargan los distribuidores, mediante la orden de cargue.
- Diariamente controla el movimiento de cestillos entregados y recibidos de las rutas de distribución y zonas de recargue, según la orden de cargue, anota las cantidades respectivas.
- Hace inventario final, para cuadro de los despachos del día.
- Maneja los productos, controlando la fecha de vencimiento y mantiene control del inventario.
- Anota en la orden de cargue las cantidades de leche y subproductos entregados a las rutas de distribución, de acuerdo al manual de normas y procedimientos, controlando que los cestillos devueltos correspondan a la misma cantidad entregada.
- Elabora el informe de despachos de acuerdo a manual de normas y procedimientos.
- Controla y verifica las devoluciones de producto de los distribuidores. Comunica al Gerente cualquier anomalía al respecto.
- Efectúa las destrucciones de productos y elabora la correspondiente acta de destrucción.
- Está atento al buen orden y comportamiento de distribuidores y auxiliares, informando cualquier anomalía al Gerente.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe Inmediato.

5.1.16. **Auxiliar de Despachos**

- Diariamente recibe del Jefe de Despachos, los productos buenos que

quedan dentro de la cava en el área de despachos, para los recargues de los distribuidores.

- Organiza los productos que quedan después del primer cargue, situándola en el área de despachos dentro de la cava.
- Solicita al Coordinador de Planta los avances de producto cuando sea necesario.
- Responde por los productos y los cestillos entregados a su cargo.
- Al finalizar su labor entrega mediante inventario, al Jefe de Despachos los productos que quedaron dentro de la cava en el área de despachos.
- Controla el ingreso de distribuidores y auxiliares en la zona de despachos.
- Controla el movimiento de vehículos en el momento de los cargues.
- Vigila el movimiento de los auxiliares dentro de la cava para el cargue.
- Diariamente elabora el formato “Informe del auxiliar de despachos”, lo firma y lo pasa al Jefe de Despachos para su aprobación.
- Recibe las devoluciones de la rutas de recargue, verificando que los productos vengan en buen estado y con fecha correcta, anotando las cantidades en la orden de cargue y estableciendo los faltantes cuando se presenten.
- Entrega a producción los cestillos vacíos, con productos filtrados y ácidos, registrando las cantidades.
- Recibe las devoluciones de productos de los distribuidores y los guarda en la cava, apuntando las cantidades recibidas en la orden de cargue.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe Inmediato.

5.1.17. **Jefe de mantenimiento**

Revisa y repara:

- Caldera: corriente eléctrica, agua, ACPM, filtros, etc.
- Pasteurizador : corriente eléctrica, falla de vapor, falla de aire, obstrucción en el paso de la leche, daño de la válvula de reversión.
- Compresores: válvulas, selenoide, condensadores, talla de agua, filtros.
- Máquinas envasadoras: poleas, correas, piñones, circuitos eléctricos.
- Planta eléctrica: cambio de aceite, agua, verifica presiones.
- Clarificador: cambio de aceite, rodamiento, conexión eléctrica.
- Equipo frío: mantenimiento de compresores de refrigeración, filtros, condensadores, presión de gas, niveles de aceite, bombas de frío y controladores en general.
- Responde por las herramientas a su cargo, gas refrigerante, oxígeno y lo relacionado con los repuestos.
- Asigna las tareas adecuadas al auxiliar de mantenimiento, una vez finalizadas las revisa, aprueba y rinde informe al Coordinador de Planta.
- Solicita al Coordinador de Planta los materiales, repuestos, herramientas, equipos y órdenes de trabajo externo para el mantenimiento general.
- Las demás funciones diferentes a las anteriores que le asigne el Jefe inmediato.

5.1.18. **Auxiliar de mantenimiento**

- Responde por el buen funcionamiento de las máquinas envasadoras, refrigeración, compresores de aire, pasteurizador y homogenizador.
- Revisa constantemente el funcionamiento de la caldera.
- Mantiene el sitio de trabajo limpio.
- Responde por las herramientas y repuestos del taller.
- Las demás funciones que le asigne el Jefe de inmediato.

6. REGLAMENTACIÓN

6.1. DECRETO 3075 DEL 23 DE DICIEMBRE DE 1997

Este decreto derogó el 2333 de 1982 y reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979, el Ministerio de Salud reglamenta las especificaciones que se deben tener en cuenta en las plantas de alimentos. La división de los capítulos contempla los temas de importancia en el diseño y construcción de las plantas procesadoras de alimentos. (Ver la Tabla 6 en la siguiente página).

6.2. DECRETO 60 DEL 18 DE ENERO DE 2002

Es importante considerar los lineamientos de este decreto para el diseño sanitario de la planta, el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico – HACCP, en las fábricas de alimentos y reglamenta el proceso de certificación.

6.3. DECRETO 2437 DEL 30 DE AGOSTO DE 1983

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 9ª de 1979, en cuanto a la producción, procesamiento, transporte y comercialización de la leche.

6.4. RESOLUCIÓN 7992 DE 21 DE JULIO DE 1991

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979 en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas.

6.5. RESOLUCIÓN 10593 DE 16 DE JULIO DE 1983

Uso de colorantes en los alimentos para consumo humano.

6.6. DECRETO 475 DE 10 DE MARZO DE 1998

Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.

6.7. RESOLUCIÓN 2400 DE 1979

Estatuto de Seguridad Industrial, por el cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

Tabla 6. Estructura del Decreto 3075 del 23 de diciembre de 1997

Capítulo	Tema	Artículos
I. EDIFICACIÓN E INSTALACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Localización y accesos • Diseño y construcción • Abastecimiento de agua • Disposición de residuos líquidos • Disposición de residuos sólidos • Instalaciones sanitarias • Pisos y drenajes • Paredes • Techos • Ventanas y otras aberturas • Escaleras, elevadores y estructuras complementarias (rampas, plataformas) • Iluminación • Ventilación 	8, 9
II. EQUIPOS Y UTENSILIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones generales • Condiciones específicas • Condiciones de instalación y funcionamiento 	10, 11, 12
III. PERSONAL MANIPULADOR DE ALIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de salud • Educación y capacitación • Prácticas higiénicas y medidas de protección 	13, 14, 15
IV. REQUISITOS HIGIÉNICOS DE FABRICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones generales • Materias primas e insumos • Envases • Operaciones de fabricación • Prevención de la contaminación cruzada • Operaciones de envasado 	16, 17, 18, 19, 20, 21
V. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Control de calidad • Sistema de control 	22, 23, 24, 25, 26, 27
VI. SANEAMIENTO		28, 29
VII. ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN, TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento • Transporte • Distribución y comercialización • Expendio de alimentos 	30, 31, 32, 33, 34, 35

Fuente: Decreto 3075 del 23 de diciembre de 1997

6.8. DECRETO 1594 DE 26 DE JUNIO DE 1984

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II y el Título III de la Parte III – Libro I del Decreto 2811 de 1974, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

6.9. RESOLUCIÓN 11488 DE 22 DE AGOSTO DE 1984

Por el cual se dictan normas en lo referente al procesamiento, composición, requisitos y comercialización de los alimentos infantiles, de los alimentos o bebidas enriquecidos y de los alimentos o bebidas de uso dietético.

7. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA (PARA LA LECHE EN EL PASTEURIZADOR)

7.1. TEORIA DE LA TRANSMISIÓN DE CALOR¹²

La transmisión de calor es una de las operaciones que tienen lugar en la industria de alimentos. El conocimiento de los principios que rigen la transmisión de calor es imprescindible para comprender los procesos de elaboración de alimentos.

La transmisión de calor es un proceso dinámico durante el cual se transmite calor desde una materia caliente a otra más fría. Su velocidad depende de la diferencia de temperaturas existente entre ellas y es mayor cuanto más grande sea ésta.

Velocidad de transmisión de calor = $\frac{\text{diferencia de temperaturas}}{\text{resistencia del medio al flujo de calor}}$

durante este proceso la temperatura puede cambiar, dando lugar por tanto a un cambio en la velocidad de transmisión de calor; esta situación se denomina transmisión de calor en estado no estacionario frente a la transmisión de calor en estado estacionario, que tiene lugar cuando no cambia la temperatura.

El calor se puede transmitir de tres maneras diferentes: por conducción, por convección y por radiación. En la conducción se intercambia directamente energía molecular desde la sustancia más caliente a la más fría, cediendo las moléculas de mayor energía parte de ella a las moléculas vecinas de menor energía. La transferencia de calor por radiación consiste en la transmisión de energía térmica por medio de ondas electromagnéticas. En la convección, la transmisión de calor se lleva a cabo por el movimiento de grupos de moléculas de un fluido; los grupos de moléculas pueden moverse debido a cambios de densidad o por un movimiento forzado del fluido.

En el caso de la conducción de calor, se puede aplicar directamente la ecuación:

velocidad = fuerza motriz / resistencia
velocidad de transmisión de calor = fuerza motriz * conductancia
es decir: $dQ/d\Theta = kA dt/dx,$

¹² EARLE, R. INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS. Segunda edición, Editorial Acribia. Zaragoza (España), 1988. p. 46 - 51

en la que $dQ/d\Theta$ es la velocidad de transmisión de calor por unidad de tiempo, A es el área transversal del conducto por el que fluye el calor, dt/dx es el gradiente de temperatura, y k es la conductividad térmica del medio. Esta ecuación permite calcular la conductividad térmica de cualquier sustancia, y se conoce como la ecuación de Fourier.

La unidad de la conductividad térmica k se obtiene al despejarla de la ecuación de Fourier:

$$k = dQ/d\Theta * 1/A * 1/(dt/dx)$$

$$k = J s^{-1} * m^{-2} * 1/(^{\circ}C m^{-1})$$

$$k = J m^{-1} s^{-1} ^{\circ}C^{-1}$$

Para la transmisión de calor en superficies, el coeficiente de transmisión de calor superficial se puede considerar como la conductancia de una película superficial hipotética del medio de espesor x_f tal que $h_s = k_f/x_f$, siendo k_f la conductividad térmica del medio refrigerante. El calor para a través de la superficie, luego a través de los distintos elementos de la pared y finalmente a través de otra película superficial. Se puede escribir la siguiente ecuación:

$$q = A \Delta t [(1/h_{s1}) + x_1/k_1 + x_2/k_2 + \dots + (1/h_{s2})]$$

$$q = U a \Delta T$$

en la que $1/U = (1/h_{s1}) + x_1/k_1 + x_2/k_2 + \dots + (1/h_{s2})$ y h_{s1} , h_{s2} son los coeficientes superficiales a cada lado de la pared compuesta, x_1 , x_2 ... son los espesores de las capas que forman la pared y k_1 , k_2 ... son la conductividad de las capas de espesor x_1 , x_2 ... El coeficiente h_s se conoce también por coeficiente de transmisión de calor por convección.

7.2. ESPECIFICACIONES POR SECCIÓN¹³

Tabla 7. Especificaciones del pasteurizador en la Sección 1

SECCIÓN 1	LECHE	AGUA CALIENTE
Caudal	5000 Kg/h	6500 Kg/h
Temperatura de programación	67 a 73 °C	74 a 69 °C
Presión	25 kPa	35 kPa
Material de las placas	AISI 316	
Espesor por placa	0.5 mm	
Superficie de transmisión de calor	5.1 m ²	
Número de placas	30	

¹³ Conversación personal con el Ingeniero SERGIO L. MURILLO ROA, Ventas Técnicas – División de Procesos TETRA PAK COLOMBIA, Bogotá, 2002.

Tabla 8. Especificaciones del pasteurizador en la Sección 2

SECCIÓN 2	LECHE	LECHE
Caudal	5000 Kg/h	5000 Kg/h
Temperatura de programación	58 a 67 °C	73 a 64 °C
Presión	20 kPa	30 kPa
Material de las placas	AISI 316	
Espesor por placa	0.5 mm	
Superficie de transmisión de calor	2.21 m ²	
Número de placas	13	

Tabla 9. Especificaciones del pasteurizador en la Sección 3

SECCIÓN 3	LECHE	LECHE
Caudal	5000 Kg/h	5000 Kg/h
Temperatura de programación	4 a 58 °C	64 a 10 °C
Presión	80 kPa	80 kPa
Material de las placas	AISI 316	
Espesor por placa	0.5 mm	
Superficie de transmisión de calor	6.26 m ²	
Número de placas	99	

Tabla 10. Especificaciones del pasteurizador en la Sección 4

SECCIÓN 4	AGUA FRIA	LECHE
Caudal	6500 Kg/h	6500 Kg/h
Temperatura de programación	2 a 7 °C	10 a 4 °C
Presión	35 kPa	25 kPa
Material de las placas	AISI 316	
Espesor por placa	0.5 mm	
Superficie de transmisión de calor	5.1 m ²	
Número de placas	30	

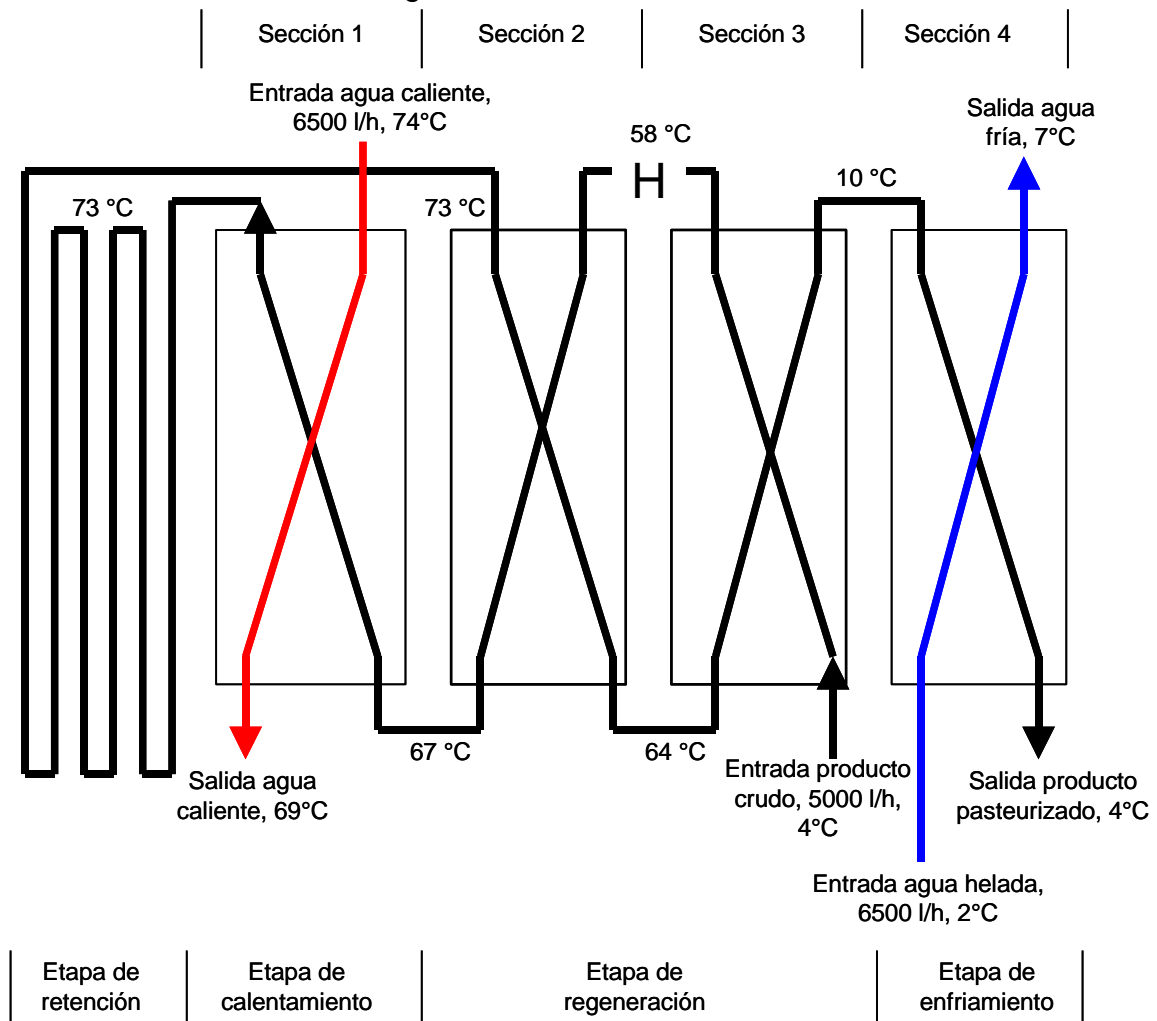
7.3. CÁLCULOS

Para los cálculos del equipo se tendrán en cuenta las tablas anteriores y los siguientes datos:

Base de cálculo	5000 l de leche/h
Densidad de la leche	1.03 Kg/l
cp de la leche	0.913 Kcal/Kg°C
K del acero inoxidable	21 Jul/ m s °C

El esquema general del pasteurizador es el siguiente:

Figura 1. Pasteurización de leche.

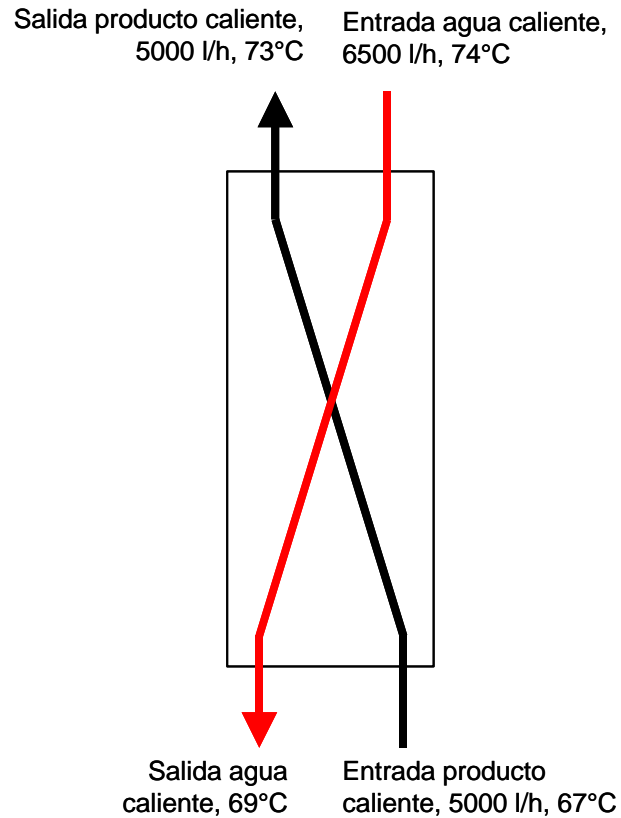


Fuente: LEAL AFANADOR, J.A. y col. Operaciones en la Industria de Alimentos I, UNISUR, Santafé de Bogotá, D. C. 1995, p. 277

7.3.1. Cálculos para la Sección 1

El siguiente esquema corresponde a la sección 1

Figura 2: Pasteurizador de placas, sección 1: calentamiento.



Fuente: LEAL AFANADOR, J.A. y col. Operaciones en la Industria de Alimentos I, UNISUR, Santafé de Bogotá, D. C. 1995, p. 277

Abreviaturas

Qa	calor cedido por el agua, Kcal
Ql	calor ganado por la leche, Kcal
m _l	masa de leche, Kg
c _{pl}	calor específico de la leche, Kcal/Kg°C
T _l	temperatura de la leche, °C
V _l	volumen de leche, l
m _a	masa de agua, Kg
c _{pa}	calor específico del agua, Kcal/Kg°C
ρ	densidad de la leche, Kg/l
ΔT	cambio de temperatura, °C
T _a	temperatura del agua, °C
A	área de transmisión de calor de la sección, m ²

7.3.1.1. Masa de agua caliente necesaria

$$Ql = Qa \text{ (Ecuación 1)}$$
$$ml * cpl * \Delta Tl = ma * cpa * \Delta Ta$$

$$ml = Vl * \rho$$
$$ml = 5000 \text{ l/h} * 1.03 \text{ Kg/l}$$
$$ml = 5150 \text{ Kg/h}$$

$$Ql = ml * cpl * \Delta Tl$$
$$Ql = 5150 \text{ Kg/h} * 0.913 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C} * (73 - 67)^\circ\text{C}$$
$$Ql = 28211.7 \text{ Kcal/h}$$

Despejando ma de la Ecuación 1, y reemplazando los valores:

$$ma = Ql / cpa * \Delta Ta$$
$$ma = (28211.7 \text{ Kcal}) / [1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (74-69)^\circ\text{C}]$$
$$ma = 5642.34 \text{ Kg}$$

7.3.1.2. Coeficiente de transmisión de calor (U) en la sección 1

$$U = Q / A * \Delta T$$

$$U = (28211.7 \text{ Kcal/h}) / [5.1 \text{ m}^2 * (73 - 67)^\circ\text{C}]$$
$$U = 921.95 \text{ Kcal / m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

Despejando ΔTl de la Ecuación 2:

$$\Delta Tl = Ql / ml * cpl$$

$$\Delta Tl = (28211.7 \text{ Kcal/h}) / (5150 \text{ Kg/h} * 0.913 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C})$$
$$\Delta Tl = 6^\circ\text{C} \text{ (Incremento de temperatura del producto en la sección 1)}$$

$$\Delta Tl = T_2 - T_1$$

Despejando T_2 se obtiene:

$$T_2 = \Delta Tl + T_1$$

$$T_2 = (6 + 67)^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 73^\circ\text{C} \text{ (Temperatura de salida del producto en la sección 1)}$$

7.3.1.3. Intercambio de calor por conducción

Abreviaturas

QT calor total transferido

Q_{cond} calor transferido por conducción

Q_{conv} calor transferido por convección

K conductividad del acero inoxidable, 21 Jul/m s °C

A área de transmisión de calor, m²
 T₁ temperatura de salida del producto en la sección 1, °C
 T₂ temperatura de entrada del producto en la sección 1, °C
 x espesor de la placa, mm

$$Q_T = Q_{\text{cond}} + Q_{\text{conv}}$$

$$Q_{\text{cond.}} = K * A * [(T_2 - T_1) / x]$$

$$Q_{\text{cond.}} = 21 \text{ Jul/m s } ^\circ\text{C} * 5.1 \text{ m}^2 * [(73-67)^\circ\text{C} / 0.5 \text{ mm}]$$

$$Q_{\text{cond.}} = 1285.2 \text{ Jul mm/m s} * 1000 \text{ mm/m} * 3600 \text{ s/h}$$

$$Q_{\text{cond.}} = 462672 * 10^4 \text{ Jul/h} * \text{Kcal}/4.1868 * 10^3 \text{ Jul}$$

$$Q_{\text{cond.}} = 1105073.087 \text{ Kcal/h}$$

7.3.1.4. Intercambio de calor por convección

$$Q_{\text{conv.}} = Q_T - Q_{\text{cond.}}$$

$$Q_{\text{conv.}} = 28211.7 \text{ Kcal} - 1105073.087 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{conv.}} = -1076861,387 \text{ Kcal/h}$$

7.3.2. Cálculos para la Sección 2

Abreviaturas

QI1 calor cedido por la leche pasteurizada, Kcal

QI2 calor ganado por la leche cruda, Kcal

mI1 masa de leche cruda, Kg

mI2 masa de leche pasteurizada, Kg

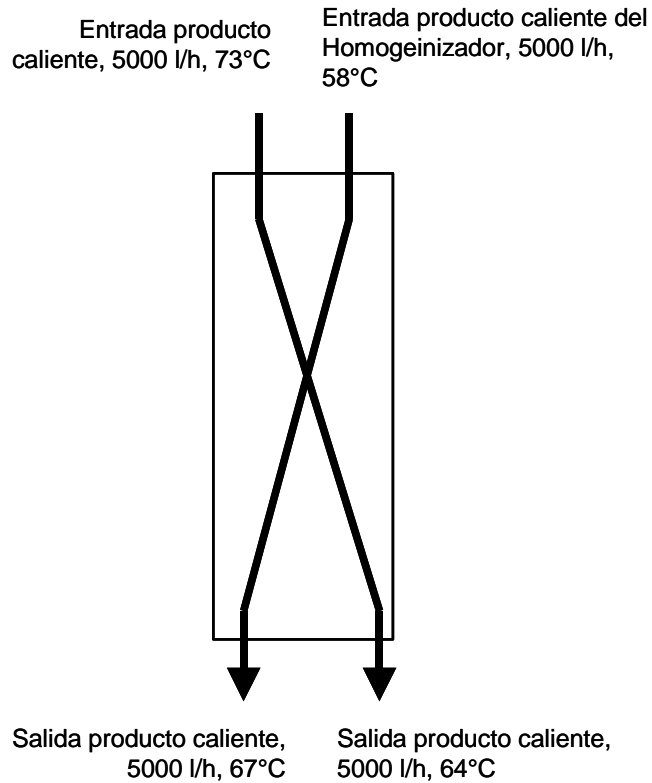
TI1 temperatura de la leche cruda, °C

TI2 temperatura de la leche pasteurizada, °C

cpI1 calor específico de la leche, Kcal/Kg °C

cpI2 calor específico de la leche, Kcal/Kg °C

Figura 3: Pasteurizador de placas, sección 2: regeneración.



Fuente: LEAL AFANADOR, J.A. y col. Operaciones en la Industria de Alimentos I, UNISUR, Santafé de Bogotá, D. C. 1995, p. 277

7.3.2.1. Intercambio de calor

$$Q_{I1} = Q_{I2}$$

$$m_{l1} * c_{p1} * \Delta T_{I1} = m_{l2} * c_{p2} * \Delta T_{I2}$$

$$Q_{I1} = m_{l1} * c_{p1} * \Delta T_{I1}$$

$$Q_{I1} = 5150 \text{ Kg/h} * 0.913 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C} * (64-73)^\circ\text{C}$$

$$Q_{I1} = - 42317.55 \text{ Kcal/h} \quad (\text{calor cedido por la leche pasteurizada en la sección 2})$$

$$Q_{I2} = m_{l2} * c_{p2} * \Delta T_{I2}$$

$$Q_{I2} = 5150 \text{ Kg/h} * 0.913 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C} * (67-58)^\circ\text{C}$$

$$Q_{I2} = 42317.55 \text{ Kcal} \quad (\text{calor ganado por la leche cruda en la sección 2})$$

7.3.2.2. Coeficiente de transmisión de calor (U)

Abreviaturas

U	coeficiente de transmisión de calor, Kcal/m ² h °C
Q	calor necesario, Kcal
A	área de transmisión de calor, m ²
ΔT	incremento de la temperatura, °C
T ₁	temperatura de salida del producto caliente, °C
T ₂	temperatura de entrada del producto del homogeneizador, °C

$$U = Q / A * \Delta T$$

$$\Delta T = Q / m * c_p$$

$$\Delta T = (42317.55 \text{ Kcal/h}) / (5150 \text{ Kg/h} * 0.913 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C})$$

$$\Delta T = 9^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$T_2 = \Delta T + T_1$$

$$T_2 = (9 + 58)^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 67^\circ\text{C}$$

$$U = (42317.55 \text{ Kcal/h}) / [2.21 \text{ m}^2 * (67 - 58)^\circ\text{C}]$$

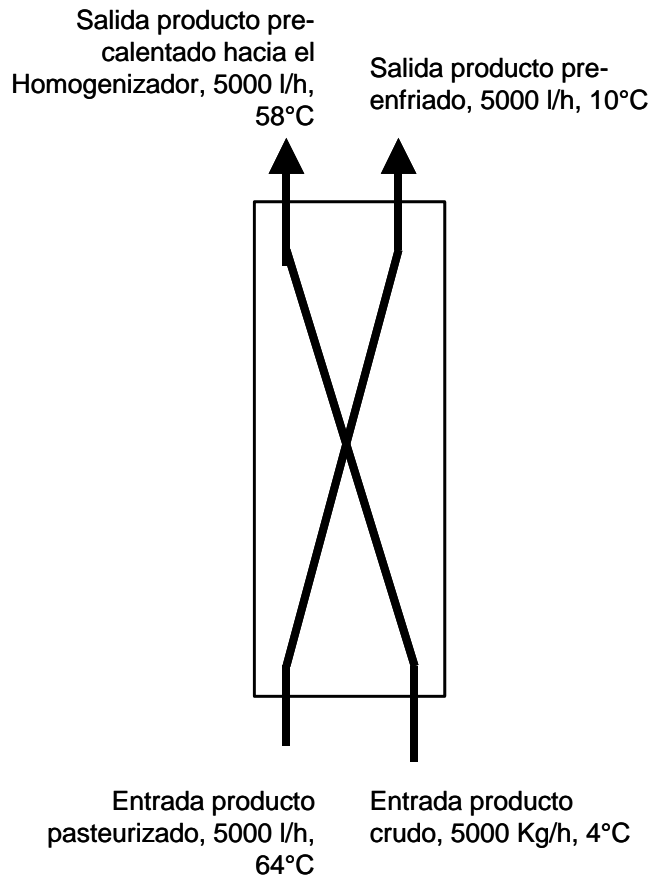
$$U = 2127.57 \text{ Kcal /m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

7.3.3. Cálculos para la Sección 3

Abreviaturas

U	coeficiente de transmisión de calor, Kcal /m ² h°C
QI1	calor ganado por la leche cruda, Kcal/h
QI2	calor cedido por la leche pasteurizada, Kcal/h
A	área de transmisión de calor, m ²
ΔTI1	incremento de la temperatura de la leche cruda, °C
ΔTI2	incremento de la temperatura de le leche pasteurizada, °C
m I1	flujo másico de leche cruda, Kg/h
m I2	flujo másico de leche pasteurizada, Kg/h

Figura 4: Pasteurizador de placas, sección 3: regeneración.



Fuente: LEAL AFANADOR, J.A. y col. Operaciones en la Industria de Alimentos I, UNISUR, Santafé de Bogotá, D. C. 1995, p. 277

7.3.3.1. Intercambio de calor

$$QI1 = QI2$$

$$m I1 * cp I1 * \Delta TI1 = mI2 * cpI2 * \Delta TI2$$

$$QI1 = m I1 * cp I1 * \Delta TI1$$

$$QI1 = 5150 \text{ Kg/h} * 0.913 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C} * (58-4)^\circ\text{C}$$

$$QI1 = 253905.3 \text{ Kcal/h}$$

$$QI2 = mI2 * cpI2 * \Delta TI2$$

$$QI2 = 5150 \text{ Kg/h} * 0.913 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C} * (10-64)^\circ\text{C}$$

$$QI2 = -253905.3 \text{ Kcal/h}$$

7.3.3.2. Coeficiente de transmisión de calor (U)

$$U = Q_{l1} / A * \Delta T_1$$

$$\Delta T = Q_{l1} / m_1 * c_{p1}$$

$$\Delta T = (253905.3 \text{ Kcal}) / (5150 \text{ Kg} * 0.913 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C})$$

$$\Delta T = 54^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$T_1 = T_2 - \Delta T$$

$$T_1 = (58-54)^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 4^\circ\text{C}$$

$$U = (253905.3 \text{ Kcal/h}) / [6.26 \text{ m}^2 * (58-4)^\circ\text{C}]$$

$$U = 751.11 \text{ Kcal /m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

7.3.4. Cálculos para la sección 4

Abreviaturas

Q_{lp} calor cedido por la leche pasteurizada, Kcal/h

m_a flujo másico de agua fría, Kg/h

c_{pa} calor específico del agua, Kcal/Kg °C

c_{plp} calor específico de la leche, Kcal/Kg °C

ΔT_{lp} variación de la temperatura de la leche pasteurizada, °C

ΔT_a variación de la temperatura del agua, °C

7.3.4.1. Intercambio de calor

$$Q_a = Q_{lp}$$

$$m_a * c_{pa} * \Delta T_a = m_{lp} * c_{plp} * \Delta T_{lp}$$

$$Q_{lp} = 5150 \text{ Kg/h} * 0.913 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{C} * (4-10)^\circ\text{C}$$

$$Q_{lp} = -28211.7 \text{ Kcal/h}$$

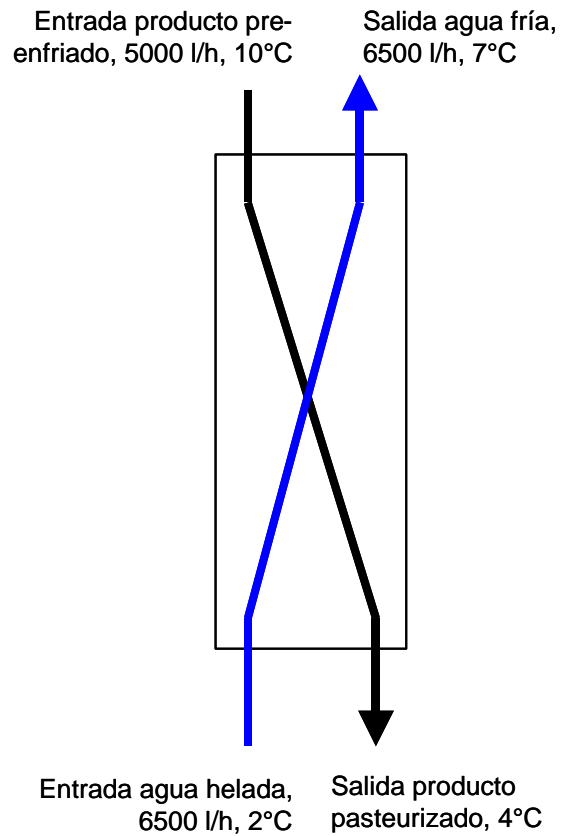
7.3.4.2. Masa de agua fría necesaria

$$m_a = Q_{lp} / c_{pa} * \Delta T_a$$

$$m_a = 28211.7 \text{ Kcal/h} / [1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (7-2)^\circ\text{C}]$$

$$m_a = 5642.34 \text{ Kg/h}$$

Figura 5: Pasteurizador de placas, sección 4: enfriamiento.



Fuente: LEAL AFANADOR, J.A. y col. Operaciones en la Industria de Alimentos I, UNISUR, Santafé de Bogotá, D. C. 1995, p. 277

7.3.4.3. Coeficiente de transmisión de calor (U)

Abreviaturas

- U coeficiente de transmisión de calor, Kcal/m² h °C
- A área de transmisión de calor, m²
- U_{lp} coeficiente de transmisión de calor leche pasteurizada, Kcal/m² h °C
- U_a coeficiente de transmisión de calor del agua, Kcal/m² h °C
- ΔT_{lp} variación de la temperatura de la leche pasteurizada, °C
- ΔT_a variación de la temperatura del agua, °C

$$U = Q / A \cdot \Delta T$$

$$U_{lp} = (-28211.7 \text{ Kcal/h}) / [5.1 \text{ m}^2 \cdot (4-10)^\circ\text{C}]$$

$$U_{lp} = 921.95 \text{ Kcal /m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{lp} = Q_{lp} / m \cdot c_p$$

$$\Delta T_{lp} = T_2 - T_1$$

$$\Delta T_{lp} = (-28211.7 \text{ Kcal/h}) / (5150 \text{ Kg/h} \cdot 0.913 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C})$$

$$\Delta T_{lp} = -6^\circ\text{C} \text{ (disminución de la temperatura de la leche pasteurizada)}$$

$$U_a = (28211.7 \text{ Kcal}) / [5.1 \text{ m}^2 \cdot (7-2)^\circ\text{C}]$$

$$U_a = 1106.34 \text{ Kcal /m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_a = (28211.7 \text{ Kcal/h}) / (5642.34 \text{ Kg/h} \cdot 1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C})$$

$$\Delta T_a = 5^\circ\text{C} \text{ (incremento de la temperatura del agua de enfriamiento)}$$

7.3.5. Cálculo para la regeneración (Sección 2 y 3)

$$\% \text{ Regeneración} = \frac{\text{Temperatura salida de la leche} - \text{Temperatura inicial de la leche}}{\text{Temperatura de pasteurización} - \text{Temperatura inicial de la leche}} * 100$$

$$\% \text{ Reg} = [(67 - 4)^\circ\text{C} / (73 - 4)^\circ\text{C}] * 100$$

$$\% \text{ Reg} = 91.3 \text{ (eficiencia de la regeneración en las secciones 2 y 3)}$$

7.3.6. Cálculo del calor necesario para el calentamiento

Conversión de Kcal/h a BTU/h:

$$28211.7 \text{ Kcal/h} \cdot 1 \text{ BTU} / 0.252 \text{ Kcal} = 111951.19 \text{ BTU/h,}$$

Conversión de BTU/h a W:

$$111951.19 \text{ BTU/h} \cdot 2.9308 \cdot 10^{-1} \text{ W} / 1 \text{ BTU/h} = 32810.65 \text{ W,}$$

Conversión de W a HP:

$$32810.65 \text{ W} \cdot 1 \text{ KW} / 1000\text{W} \cdot 1\text{HP} / 0.746 \text{ KW} = 43.98 \text{ HP.}$$

7.3.7. Cálculo para determinar la capacidad de la caldera

Calor necesario para el calentamiento = 111951.19 BTU/h

Conversión de BTU/h a BHP:

$$111951.19 \text{ BTU/h} \cdot 1 \text{ BHP} / 33475 \text{ BTU/h} = 3.34 \text{ BHP.}$$

Capacidad de la caldera:

$3.34 \text{ BHP} / 0.7 = 4.77 \text{ BHP}$ (para caldera tipo horizontal)

$3.34 \text{ BHP} / 0.3 = 11.13 \text{ BHP}$ (para caldera tipo vertical)

Para la caldera de tipo horizontal, se considera eficiencia del 70%, y para la de tipo vertical la eficiencia es del 30%. Las calderas se comercializan de acuerdo a su capacidad, en BHP.